

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACION

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“DESARROLLO SOSTENIBLE: DESASTRES NATURALES EN EL VALLE DE
MAJES, SECTOR PUNTA COLORADA – AREQUIPA 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:
DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.**

AUTOR:

BEDIA GUILLEN CIRO SERGIO

ASESOR:

Dr. RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ CIRO

JURADO:

Dr. MALPARTIDA CANTA ROMMEL

DR JAVE NAKARO JORGE

DR. BOLÍVAR JIMÉNEZ JOSÉ

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA:

A Dios por darme la fuerza para nunca darme
por vencido A la memoria de mis padres por
haber sido mi ejemplo de lucha constante.

A mi esposa Betty, mis hijos Julia y Anthony
por darme el aliento y la fuerza suficiente para
culminar mí trabajo de Tesis.

RECONOCIMIENTO

Mi especial reconocimiento para los distinguidos Miembros del Jurado Revisor:

Dr. Rommel Malpartida Canta

Dr. Jorge Jave Nakaro

Dr. José Bolívar Jiménez

Por su criterio objetivo en la evaluación de este trabajo de investigación.

Asimismo mi reconocimiento para mi asesor:

Dr. Ciro Rodríguez Rodríguez.

Por las sugerencias recibidas para el mejoramiento de este trabajo.

Muchas gracias para todos.

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis es Determinar el nivel de vulnerabilidad ante los desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa, con el propósito de analizar la vulnerabilidad se utilizó la metodología descriptiva en donde se especifican propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno natural que se analice, en este caso de los principales desastres naturales que puedan ocurrir en el Valle De Majes del sector Punta Colorada en Arequipa.

Como resultado se determinó, que el fenómeno principal gatillador de estos desastres en la zona de estudios son los terremotos y temblores, que de suscitarse presentan un alto nivel de riesgo inherente con un puntaje de 25 puntos en la escala de calificación de riesgos, este dato se obtuvo en cuanto a la probabilidad de ocurrencia y su grado de impacto catastrófico. En segundo lugar, se encontró a las inundaciones y los incendios forestales con el mismo nivel y puntaje de riesgo, moderado y 12 puntos respectivamente y finalmente los huracanes y erupciones volcánicas con puntajes de 8 y 6 puntos y con niveles bajo de riesgo inherente

Palabras claves: Desastres naturales, vulnerabilidad, riesgos, deslizamientos, prevención de desastres.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine the level of vulnerability to natural disasters in the Majes Valley, Sector Punta Colorada - Arequipa 2015 with the purpose of analyzing the vulnerability was used the descriptive methodology in which sought to specify properties and important features of any phenomenon that is analyzed, in this case of the main natural disasters that may occur in the Majes Valley of Punta Colorada sector in Arequipa.

As a result, it was detected that earthquakes and earthquakes are disasters that present a high level of inherent risk with a score of 25 points in the risk rating scale; this data was obtained as to the probability of occurrence and its degree of catastrophic impact. Secondly, floods and forest fires were found with the same level and risk score, moderate and 12 points respectively and finally hurricanes and volcanic eruptions with scores of 8 and 6 points and with low levels of inherent risk.

Keywords: Natural disasters, vulnerability, risks, landslides, disasters prevention.

INDICE

| | |
|---|-------------|
| DEDICATORIA..... | iii |
| RECONOCIMIENTO | iv |
| RESUMEN..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| INTRODUCCIÓN..... | xiii |
| CAPITULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 4 |
| 1.2.1 formulación del problema..... | 5 |
| 1.3 Objetivos | 5 |
| 1.3.1 objetivo Principal..... | 5 |
| 1.3.2 objetivos Secundarios..... | 5 |
| 1.4 Justificación e Importancia..... | 6 |
| 1.4.1 Justificación de la Investigación..... | 6 |
| 1.4.2 Importancia de la Investigación..... | 7 |
| 1.5 Alcances y Limitaciones | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 1.5.1 Alcances..... | 7 |
| 1.5.2 Limitaciones..... | 8 |
| 1.6 Definición de las Variables | 9 |
| CAPITULO II | 10 |
| MARCO TEÓRICO | 10 |
| 2.1 Teorías generales relacionadas con el tema | 10 |
| 2.1.1 Desastres naturales..... | 10 |
| 2.1.2. Factores desencadenantes. | 11 |
| 2.2.3 Factores condicionantes..... | 14 |
| 2.2 Bases teóricas especializadas sobre el tema..... | 16 |
| 2.2.1 Geografía..... | 16 |
| 2.2.2 Geomorfología..... | 22 |
| 2.2.3 Aguas subterráneas..... | 24 |
| 2.2.4 Geología regional..... | 25 |
| 2.2.5 materiales de cobertura..... | 32 |
| 2.2.6 Geología local..... | 39 |
| 2.2.7 Evolución geomorfológica del área de punta colorada..... | 40 |
| 2.2.8 Riesgos geodinámicos..... | 44 |
| 2.3 Marco Conceptual | 46 |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| 2.3.1 | Desarrollo sostenible..... | 46 |
| 2.3.2 | Desastres. | 46 |
| 2.3.3 | Mapa de riesgos. | 47 |
| 2.3.4 | Vulnerabilidad..... | 47 |
| CAPITULO III: | | 49 |
| MÉTODO | | 49 |
| 3.1 | Tipo y nivel de la investigación | 49 |
| 3.2 | Diseño de la investigación..... | 49 |
| 3.3 | Variables..... | 50 |
| 3.4 | Población..... | 50 |
| 3.5 | Muestra..... | 51 |
| 3.6 | Técnicas de investigación..... | 51 |
| 3.6.1 | Instrumentos de recolección de datos | 51 |
| | Tabla 5: Nivel de probabilidad de ocurrencia del desastre..... | 52 |
| | | 52 |
| 3.6.2 | Procesamiento y análisis de datos..... | 53 |
| CAPITULO IV | | 55 |
| RESULTADOS | | 55 |
| 4.1 | Análisis e interpretación..... | 55 |

| | |
|-------------------------|-----------|
| CAPITULO V | 59 |
| DISCUSIÓN..... | 59 |
| Discusión..... | 59 |
| Conclusiones | 61 |
| Recomendaciones | 62 |
| Referencias | 63 |
| | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Ubicación Geográfica de la zona de Estudio..... | 32 |
| Figura 2: Grafico de temperaturas medias en Punta Colorada..... | 34 |
| Figura 3: Grafico de precipitación anual en Punta Colorada..... | 35 |
| Figura 4: Mapa Geomorfológico del área del deslizamiento Punta Colorada | 38 |
| Figura 5: Mapa Geomorfológico con altitudes del área del deslizamiento Punta Colorada | 40 |
| Figura 6: Columna estratigráfica del Yura en el área de Majes..... | 46 |
| Figura 7: Plano Geológico Regional del área de estudio INGEMMET..... | 47 |
| Figura 8: Flexura de Corire inversión de la parte inferior del grupo Moquegua..... | 50 |
| Figura 9: Fracturamiento del Área de la Estación de Punta colorada..... | 52 |
| Figura 10 Estación microtectonica de “Ranchos”..... | 53 |
| Figura 11: Diaclasamiento de gran amplitud de la parte media del deslizamiento Punta Colorada | 54 |
| Figura 12: Estación microtectonica de “Terra Plomo”... .. | 54 |
| Figura 13: Falla punta colorada en contacto con el grupo Moquegua..... | 56 |
| Figura 14: Conjunto de fallas basculados, en la parte superior del Asentamiento humano “El Mirador”... .. | 59 |
| Figura 15: Perfil estratigráfico del área deslizamiento de Punta Colorada..... | 60 |

| | |
|--|----|
| Figura 16: Plano sísmico de epicentros superficiales, ocurridos en el área..... | 61 |
| Figura 17: Plano de epicentros de sismos intermedios en la zona de estudio..... | 63 |
| Figura 18: Caída de rocas en la zona de “alto Mirador”..... | 90 |
| Figura 19: Caída de rocas en la zona de “alto Mirador”..... | 91 |
| Figura 20: Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas..... | 91 |
| Figura 21: Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas y no impacten en la población..... | 92 |
| Figura 22: Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas y no impacten en la población..... | 92 |

LISTA DE PLANOS

| | |
|--|----|
| Plano 1: Plano topográfico. Deslizamiento Punta Colorada..... | 24 |
| Plano 2: Plano Geomorfológico Punta Colorada..... | 34 |
| Plano 3: Morfología del Deslizamiento..... | 36 |
| Plano 4: Plano de estaciones Micro tectónicas del deslizamiento Punta Colorada | 47 |
| Plano 5: Zonificación de peligros en el deslizamiento de Punta Colorada..... | 58 |
| Plano 6: Plano de perímetro y área total del deslizamiento..... | 60 |
| Plano 7: Plano del dimensionamiento del deslizamiento de Punta Colorada..... | 61 |
| Plano 8: Plano de vulnerabilidad del deslizamiento de Punta Colorada..... | 65 |

LISTA DE TABLAS CUADROS.

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de las variables..... | 23 |
| Tabla 2: Temperatura media mensual Punta Colorada... .. | 33 |
| Tabla 3: Precipitación anual total Punta Colorada..... | 34 |
| Tabla 4: Nivel de probabilidad de ocurrencia del desastre..... | 68 |
| Tabla 5: Nivel de impacto del desastre | 68 |
| Tabla 6: Calificación del nivel de riesgo residual..... | 68 |
| Tabla 7: Calificación del nivel de riesgo inherente..... | 69 |
| Tabla 8: Nivel de probabilidad de ocurrencia del desastre..... | 70 |
| Tabla 9: Nivel de impacto del desastre | 70 |
| Tabla 10: Calificación del nivel de riesgo residual..... | 71 |
| Tabla 11: Calificación del nivel de riesgo inherente..... | 71 |
| Tabla 12: Calificación del nivel de riesgo inherente..... | 71 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: Mapa de riesgos de los asentamientos humanos en el área de Estudio Punta Colorada..... | 73 |
| Cuadro 2: Resumen Mz. A, B, C, D. total de viviendas por tipo de material..... | 85 |
| Cuadro 3: Resumen Mz. A, B, C, D. total de viviendas por población por edad.... | 86 |
| Cuadro 4: Resumen Mz. A, B, C, D. total de viviendas por antigüedad de viviendas. | 87 |

INTRODUCCIÓN

A través de los años el Perú sufrió de indistintos desastres naturales, siendo los temblores o terremotos los más suscitados y los más devastadores a lo largo de la historia. Y en lo que respecta el presente año dichos desastres sísmicos comprometieron el sur del Perú, siendo Arequipa una de las provincias más afectadas generando daños importantes en las viviendas en el valle de Majes. Los severos efectos del sismo han tenido como factor importante la precariedad de las edificaciones y la inestabilidad de los suelos.

La estructura de desarrollo de esta investigación ha comprendido:

En el primer capítulo se ha desarrollado en lo que corresponde al planteamiento del problema, que comprende los siguientes puntos a considerar tales como antecedentes, el planteamiento del problema, la fijación de los objetivos correspondientes de investigación, la justificación e importancia de estudio, el tratamiento de los alcances y limitaciones, y la definición de variables.

En el segundo capítulo, se desarrolló el marco teórico que comprendió los puntos referentes al desarrollo de las bases teóricas relacionadas con el tema, el marco conceptual, y la definición de las hipótesis de estudio.

En el tercer capítulo se desarrolló acerca del método de investigación, que contempló sobre el tipo de investigación, el diseño de estudio aplicado, la estrategia de prueba de hipótesis que se aplicó al respecto, las variables de estudio, la determinación de la población y muestra de estudio, los instrumentos de recolección de datos aplicados (Materiales), y en lo que corresponde al procesamiento y análisis de datos.

En el cuarto capítulo se efectuó el respectivo análisis de resultados comprendiendo tanto el análisis y la prueba de hipótesis, acorde con los datos obtenidos de las encuestas aplicadas al respecto.

En el quinto capítulo, se ha desarrollado la discusión de resultados correspondiente tanto en lo que compete a la discusión propiamente dicha sobre la constatación y validación de las hipótesis formuladas; y con ello se ha podido efectuar el planteamiento final de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

En el área de estudio han ocurrido una serie de desastres naturales. como los mega deslizamientos, a lo largo de todo el valle, provocando una fuerte incidencia en el desarrollo socio-económico. Por ello, resulta una necesidad urgente la identificación de los peligros, así como la propuesta de la vulnerabilidad y de riesgo que permitan plantear y poner en alerta a las poblaciones, ante la posible reactivación de los fenómenos geodinámicas que puedan ocurrir en la zona, afectando así a los asentamientos humanos instalados.

Kosaka, Arias, Farfán, Minaya (2001) Perú, en su tesis titulada “Estudio geodinámico y evaluación de peligros del valle de Majes”. Presentada ante la Escuela Profesional de Ingeniería Geofísica de la Universidad Nacional de San Agustín, sostuvo que.

Los autores tuvieron como objetivo general desarrollar el Mapa de Peligros del valle de Majes y para lograr dicho objetivo los autores evaluaron los aspectos litológico-estructural, geomorfología, análisis hidrometeorológicos, procesos geodinámicos, riesgos naturales o geológicos. El estudio se ha realizado teniendo en consideración las siguientes etapas: Trabajo bibliográfico (donde principalmente se realizó la Recopilación de información hidrológica,

Recopilación sobre información de suelos e Información sísmica); Trabajo de campo (en esta etapa se comenzó con Reconocimiento General del terreno en estudio, seguido el Estudio sísmico de refracción y finalmente Evaluación de daños del sismo del ultimo sismo registrado); Gabinete (dentro de esta etapa se procedió con la realización de Ensayos de laboratorio, Tratamiento de información sísmica, Interpretación de los sondajes y de los resultados de análisis de suelos para que al final se proceda con la Preparación del informe) y Base cartográfica (utilización de Mapas de diversos organismos, Mapas de la Carta Geológica y Cartas fotogramétricas a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional). Con lo que se pudo concluir que el valle de Majes está expuesto a la ocurrencia de fenómenos naturales locales como de características regionales ya que la calidad de sus suelos encontrados es muy diversa, dependiendo fundamentalmente de su origen, los suelos aluviales compuestos de gravas y arenas son los más estables, mientras que los suelos coluviales-pluviales-diluviales son menos estables.

Bedia (2013) Perú, en su artículo titulado “Aspectos geomorfológicos del deslizamiento de Punta Colorada, Valle de Majes – Arequipa” presentada en la Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), sostuvo que.

El autor plantea el estudio de los grandes deslizamientos de masas como en el caso de Punta Colorada las cuales afirma que se basan en los mecanismos de inestabilidad existentes. Además, afirma que las condiciones de estabilidad en la fase previa a que estas presenten roturas se evalúan teniendo presente la geometría inicial de la ladera (topografía), la resistencia de los materiales involucrados (tipos de rocas), estratigrafía, tectónica, las condiciones de agua subterránea y el efecto de eventuales fuerzas externas (sismos, sobrecargas, etc.); y que los mecanismos básicos de primeras roturas en laderas pueden resumirse en los siguientes: cizalla,

tracción, pandeo, vuelco, fluencia y colapso estructural. Con lo que pudo concluir que Geomorfológicamente este deslizamiento ocurre en el piedemonte del Pacífico, área de clima árido con precipitación pluvial de tipo desértico. Este megadeslizamiento se encuentra en un valle amplio encajonado donde los bordes son casi verticales y con una ligera pendiente por procesos de modificación por erosión posterior por otro lado el megadeslizamiento de Punta Colorada que parece ser de edad Pliocuaternaria presenta una gran superficie de arranque con cuerpo segmentado en hemigrabens y bloques caóticos tiene un frente de deslizamiento en la rivera opuesta del Valle de Majes.

Los estudios geológicos del cuadrángulo de Aplao (33-r) realizado por el INGEMMET a una Escala de 1/100000. Perú.

El presente informe trata sobre la Geología del Cuadrángulo de Aplao, que comprende parte de la faja costanera y de la Cordillera Occidental de los Andes en el departamento de Arequipa. La mayor parte del territorio abarcado es desértico, razón por la cual la agricultura y los núcleos se concentran a lo largo de los valles de Majes y Sihuas, donde los depósitos fluviales constituyen tierras fértiles y los ríos tienen agua suficiente para satisfacer las necesidades humanas y agrícolas. La base de la columna estratigráfica está constituida por un complejo de rocas gnéicas de edad precambriana e intrusivos del Paleozoico inferior, sobre el cual descansan diversas unidades que corresponden al Devoniano, Misisipiano, Jurásico-Cretáceo, Terciario superior, Pleistoceno y reciente.

1.2 Planteamiento del problema

Aunque muchas de los desastres naturales son impredecibles para el ser humano y son generadas por fenómenos naturales han tenido durante el último tiempo una mayor atención en todo el mundo y en especial por parte de los habitantes quienes son los más vulnerables y de los ecosistemas naturales tales como llanuras, prados, valles, entre otros; los cuales se ven afectados de manera significativa y en la mayoría de los casos son irreparables los daños que estos fenómenos puedan causar en ellos.

Fomentar y garantizar un pleno desarrollo sostenible en el Valle de Majes del Sector de Punta Colorada en la provincia de Arequipa implica que se debe buscar un vínculo entre el desarrollo económico y social de la ciudad y sus efectos más o menos directos sobre el medio este medio natural. Por esta razón se debe realizar un previo estudio de las principales causas y factores de muchos de los desastres naturales que puedan suscitarse en la ciudad, desde el análisis de los Factores desencadenantes como Factores condicionantes hasta los Factores desencadenantes inducidos en el área.

Por último, medir la probabilidad de ocurrencia, el nivel del impacto y nivel de los riesgos que pueden generar estos desastres con ayuda de las herramientas necesarias permitirán realizar un análisis óptimo para la toma de medidas de control y que conlleve a la ejecución exitosa del proyecto.

1.2.1 Formulación del problema.

1.2.1.1 Problema Principal.

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?

1.2.1.2 problemas Secundarios.

- ¿Cuáles son las zonas de mayor vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?
- ¿Qué medidas se deben adoptar para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y terrenos Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Principal.

Determinar el nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015

1.3.2 Objetivos Secundarios.

- Identificar las zonas de mayor vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015.

- Definir cuáles son las medidas que se deben adoptar para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y terrenos Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015.

1.4 Justificación e Importancia

1.4.1 Justificación de la Investigación.

1.4.1.1 Justificación teórica.

En base a los resultados obtenidos producto de la exploración de campo del deslizamiento Punta colorada y alrededores; se postula que el deslizamiento punta colorada presenta características que corresponden a un modelo de un mega deslizamiento rotacional típico, presentando similitud con otros deslizamientos en el Perú y el Mundo. A partir de este cuestionamiento se generan los objetivos de investigación.

1.4.1.2 Justificación práctica.

- La caída de rocas en la zona II del área de trabajo de Punta Colorada, que podrían dañar a los habitantes de los asentamientos humanos del Mirador y el Attillo.

- Uno de los métodos para minimizar la caída de rocas, y que no causen desastres en los asentamientos humanos, podría ser la construcción de muros rígidos y la colocación de mallas dinámicas de protección.
- En la zona I, para minimizar la caída de rocas y derrumbes, para proteger las vidas humanas tanto las vías de comunicación, podría darse solución quitando la carga del material al talud, construyendo banquetas y colocando mallas de protección.

1.4.2 Importancia de la Investigación.

La importancia del presente trabajo radica en la caracterización de los grandes procesos geodinámicos como los deslizamientos, caída de rocas, y derrumbes, que pueden reactivarse en cualquier momento, a corto o mediano plazo, teniendo como un posible factor desencadenante los procesos sísmicos que ocurren en la zona, sobre todo en sismos cuya intensidad son mayores a 5 grados.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances.

Esta investigación de los desastres naturales, analiza la relación entre la vulnerabilidad de asentamientos humanos que están amenazados por el deslizamiento y caída de rocas en el área

de estudio, y posteriormente se considera la prevención de riesgos y desastres en los 3 asentamientos de la localidad de Punta Colorada.

El presente trabajo se centra en el tema de la vulnerabilidad dando énfasis a cuatro dimensiones (física, económica, educativa y cultural). De esta manera se analiza la vulnerabilidad de la población y formular políticas y medidas para la prevención de los desastres por deslizamiento de suelos y rocas, siguiendo las pautas de la Ley promulgada (año 2011) donde sale el reglamento de una gestión de riesgos de desastres (GRP), para evaluar de manera integral las amenazas y vulnerabilidad, luego estimar los riesgos de los asentamientos humanos de la localidad de Punta colorada .

1.5.2 Limitaciones.

Las limitaciones encontrados en el presente trabajo de investigación, se refieren a la poca colaboración de los pobladores para recoger mayor cantidad de datos sobre la totalidad de las familias que habitan puesto que son zonas donde han invadido de una manera desordenada, por otro lado es la parte económica donde se contó con poco presupuesto para desarrollar esta investigación.

Otra limitación es la poca información socio política de la población por parte del Estado (INEI).

1.6 Definición de las Variables

Tabla 1. *Operacionalización de la variable*

| variable | Dimensión | indicador |
|--|---|---|
| Desastres naturales en El Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015 | Factores desencadenantes | Litológicos |
| | | Estructurales |
| | | Climáticos |
| | | Hidrológicos |
| | | Topográficos |
| | Factores condicionantes | Precipitaciones |
| | | Erupciones volcánicas |
| | | Sismos |
| | | Cambios en el volumen del terreno por hielo-deshielo o humedad-deseccación |
| | Factores desencadenantes inducidos | Aumento del peso del talud (pendiente) por acumulación de escombros o construcciones. |
| | | Excavaciones con retirada de materiales del pie del talud. |
| | | Creación de taludes artificiales |
| | | Inundaciones causadas por roturas de presas |
| | | Estancamientos de aguas por impermeabilización y asfaltado |
| | | Encharcamientos por excesos de riegos |
| | | Deforestación de taludes Explosiones realizadas en la construcción de carreteras, minas. |

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Teorías generales relacionadas con el tema

2.1.1 Desastres naturales.

Según Ferrando y Francisco (2003):

Los desastres, entendidos en un sentido amplio como procesos o eventos con resultados o efectos de connotación negativa que, sobre cierto umbral económico-social y/o de percepción, afectan parte o la totalidad del medio ambiente natural o del construido y su funcionalidad, se pueden dividir en tanto resultado de procesos evolutivos, interferencias e interacciones recíprocas.

Según Cohen (2008):

Los desastres naturales impactan vidas y propiedades, devastando comunidades por largos periodos. A menudo, son eventos que están más allá de nuestra habilidad de predecir, prevenir o controlar, como por ejemplo el terremoto en la región de Ica, Perú 2007. Los desastres convierten a los ciudadanos, incluyendo niños, adultos mayores, enfermos crónicos y discapacitados, en sobrevivientes que deben lidiar con traumas, pérdidas y situaciones de crisis, para poder después reconstruir sus vidas. En muchas situaciones los profesionales de la salud sobrevivientes son al mismo tiempo, víctimas del evento y deben regresar a sus responsabilidades de emergencia y ayuda.

2.1.2. Factores desencadenantes.

2.2.2.1 Litológicos.

Según Navarro (2007):

Para el establecimiento de franjas metalgenéticas se ha tomado en cuenta los factores litológicos, estructural y su asociación con los eventos magmáticos.

Según Delgado y Godoy (2009):

En cuanto al desarrollo de los desastres naturales es la parte de la Geología que trata sobre las rocas. Estudia, por tanto, sus características y los diferentes tipos de rocas existentes. Éstas son muy variadas en sus características.

Estructurales

Según Espejel, Barrera, Herrera, et al. (2016):

Los factores estructurales (actores, instituciones, interacción e infraestructura) se asocian a fallas determinadas por el desempeño de las instituciones, por la infraestructura y por interacciones entre actores.

Según González y Vidaud (2009):

La conservación de edificaciones constituye una medida eficaz para mitigar su vulnerabilidad sísmica. Una acción de conservación será eficiente cuando todos los materiales y elementos estructurales del edificio contribuyan a soportar las cargas a que estará sometido una vez que sea intervenido. Esta acción, cuando la carga predominante es el sismo, requiere en muchos casos de un reforzamiento estructural que encarece los trabajos y en muchas ocasiones los recursos necesarios superan a los disponibles. Como resultado, en muchos casos, se lleva a cabo sin

reducción de vulnerabilidad. Dicho de una manera directa, la vulnerabilidad se rehabilita en vez de ser reducida.

2.2.2.2 Climáticos.

Según Ministerio de Educación Pública (2009):

Son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo con su interacción, a su presencia e intensidad, es que determinan las características particulares de los diferentes tipos de clima que existen en el mundo.

Según Conde y Saldaña (2007):

Realizar estudios de la variabilidad climática, esto es, la historia del clima de una región o sitio, siendo de particular interés en estos estudios los eventos climáticos extremos (sequías, lluvias torrenciales, ondas de calor, heladas, vientos fuertes, por ejemplo). La historia de las respuestas de los grupos sociales y las barreras para poner en práctica esas respuestas aportará elementos para reconstruir la historia de las vulnerabilidades y las capacidades adaptativas de las diferentes regiones y sectores bajo estudio.

2.2.2.3 Hidrológicos.

Según Landa, Magaña y Neri (2008):

Los fenómenos hidrometeorológicos no se pueden evitar ni modificar, pero sus impactos, pueden ser aminorados mediante medidas de adaptación. Destacan como factores que incrementan la vulnerabilidad frente a los impactos de eventos extremos vinculados al clima, ciertas

características de la dinámica y la distribución poblacional, las actividades económicas, así como las dificultades para lograr el manejo integral de riesgos en el marco de la gestión de los recursos hídricos en particular, y de la gestión ambiental en general.

Según Gracia, Carbajal y Jiménez (2007):

La variabilidad climática (VC) y el cambio climático (CC) han sido asociados a cambios globales o a cambios en el régimen climático y han mostrado notables efectos en el ciclo hidrológico. Las variaciones más importantes en el sistema climático incluyen retroalimentación en todos los sistemas hidrológicos: cambios en el vapor de agua (el efecto invernadero), en las nubes (albedo y efecto invernadero), en la temperatura del océano, almacenamiento de calor y transporte, en la escorrentía, humedad del suelo (balance de calor superficial), interacciones entre el ciclo del carbono y el ciclo del agua.

Topográficos

Según Gasca (2008):

Es el conjunto de operaciones necesarias para obtener la proyección horizontal y las cotas de los puntos medidos en el terreno. Generalmente las proyecciones horizontales se calculan en forma independiente de las cotas de los puntos, diferenciándose entonces en dos grandes grupos:

a) Métodos planimétricos.

b) Métodos altimétricos: la altimetría, tiene en cuenta las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos del terreno.

Según Méndez (2014): Puede definirse la topografía como la ciencia y el arte de detallar la superficie terrestre. Muchos autores le han dado los títulos de ciencia y arte a la topografía, ambos muy acertados, ya que puede referirse al uno y al otro a la vez. Es arte, porque es un conjunto de preceptos y reglas necesarias que con pericia, astucia, virtud, disposición y habilidad alcanzan su objetivo. También es ciencia, pues es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados deduciendo principios y leyes generales.

2.2.3 Factores condicionantes.

2.2.3.1 Precipitaciones.

Según Segerer y Villodas (2006):

Se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida. Estos diversos tipos de precipitaciones son normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua.

Según Rodríguez (2002):

Los efectos y alcances de los desastres están determinados principalmente por tres elementos: la magnitud del fenómeno, el riesgo y la vulnerabilidad de la población posiblemente dañada. En términos generales, la magnitud de un fenómeno natural puede determinar el comportamiento de un grupo humano en particular, el cual modifica en cierta forma su vida cotidiana. Por ejemplo, los productores agrícolas que esperan la lluvia de verano para sembrar sus tierras dependen de ésta para subsistir; sin embargo, una precipitación intensa puede

ocasionar severos daños a sus cultivos y tierras y producir resultados totalmente adversos a los esperados. Por otra parte, el riesgo es la probabilidad de que cierta población pueda ser perjudicada por un fenómeno extremo de origen natural o humano.

2.2.3.2 Erupciones volcánicas.

Según Red Cubana de la Ciencia (2013):

El magma que se acumula en las cámaras magmáticas va aumentando su volumen, y la presión llega a ser tanta, que se abren grietas y conductos más o menos verticales (chimeneas) por las cuales el magma fluye hacia arriba, hasta brotar al exterior, dando lugar a las erupciones volcánicas.

Según Baxter (2012):

Los principales factores que contribuyen a los desastres volcánicos incluyen la falta de un mapa preciso de las amenazas volcánicas, los escasos recursos dedicados exclusivamente a la monitorización de los más peligrosos y el veloz y continuo crecimiento de las poblaciones, con el resultado de que cerca de 500 millones de personas vivirán en áreas de actividad volcánica a finales de siglo. Existen cientos de peligrosos y explosivos volcanes y sólo algunos de ellos han sido sujetos de un detallado análisis de riesgos.

2.2.3.3 Sismos.

Según CENAPRED (2007):

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones, se miden con la intensidad y magnitud.

Según Castillo (2004):

La sismicidad es una de las manifestaciones de la dinámica interior del globo terrestre. La actividad sísmica esta principalmente concentrada en el borde de los grandes bloques tectónicos, denominados placas tectónicas. Su estudio es muy importante para la evaluación del riesgo sísmico.

2.2 Bases teóricas especializadas sobre el tema

2.2.1 Geografía.

2.2.1.1 Ubicación.

Las Coordenadas Geográficas:

16° 16' 30" Latitud Sur

72° 26' 30" Longitud Oeste

Las Coordenadas UTM:

N 772,4 28.22

E 8199,339.81



Figura 1. *Ubicación geográfica de la zona de estudio*

2.2.1.2 Clima.

Según el mapa de distribuciones climáticas (w. koppet) el área de estudio corresponde a la parte baja y media del Río majes presenta condiciones de clima desértico (sin lluvias), la información climatológica se obtuvo de los registros del SENAMHI. Correspondiente a las estaciones localizadas en la cuenca del Rio Majes (Aplao).

El clima de la zona de estudio es un clima cálido, todo el año con una temperatura promedio de 20.5 ° C, de acuerdo a los datos obtenidos de SENAMHI en los últimos años.

El área es una zona árida en la parte baja a media, con cotas que van de 300 a 1200 m.s.n.m. donde no hay vegetación excepto en las zonas bajas del Valle que son irrigados para el sembrío de arroz.

2.2.1.3 Temperatura.

Las variaciones bruscas de temperatura es un elemento para que se produzca la meteorización física de las rocas (desintegración).

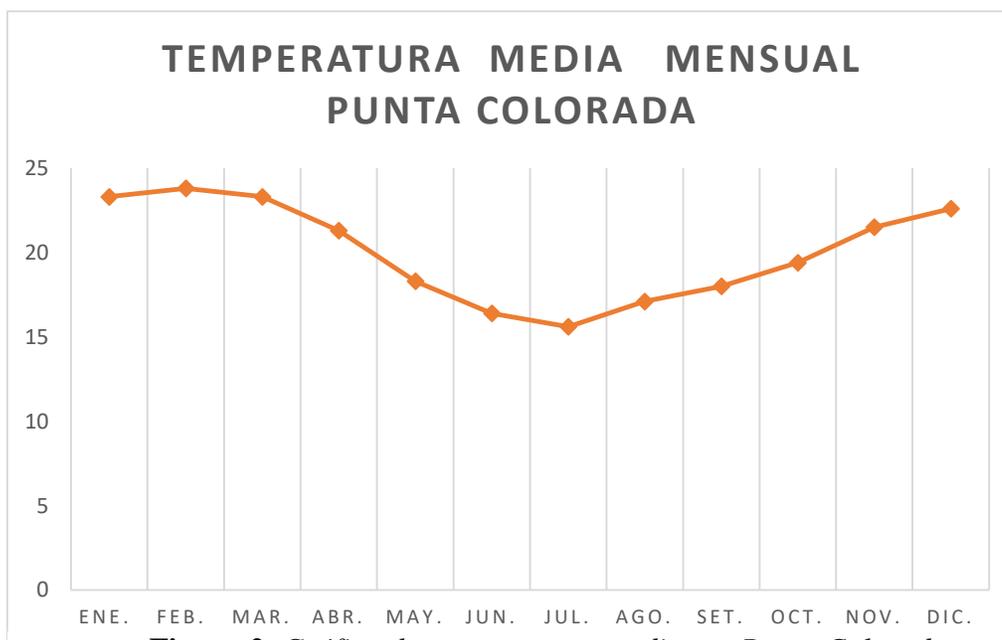
En la tabla 1 se presenta los valores mensuales promedios máximos y mínimos de la temperatura registrada en el año 2009 con un valor promedio máximo de 25.9° C. para el mes de noviembre y 10° C. para el mes de julio.

La temperatura media (histórica) en el área, en este periodo es de 17.9° C. concluyendo tenemos los meses cálidos y con mayor cantidad de horas de sol son setiembre, octubre, noviembre con temperatura sobre los 25° C y con una temperatura extraordinaria mensual de 27.9° C en noviembre de 1967, los meses fríos son junio, julio, agosto (promedio de 15.7°C), con registro extraordinario mensual media de 7.4° C en agosto 1965.

Además se observan los meses secos y húmedos, muestra una época árida o seca que empieza en mayo prolongándose hasta mediados de octubre.

Tabla 2. *Temperatura media mensual punta colorada*

| ÑO | NE. | EB. | AR. | BR. | AY. | UN. | UL. | GO. | ET. | CT. | OV. | IC. |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 009 | 3.3 | 3.8 | 3.3 | 1.3 | 8.3 | 6.4 | 5.6 | 7.1 | 8.0 | 9.4 | 1.5 | 2.6 |

**Figura 2.** *Gráfico de temperaturas medias en Punta Colorada – Fuente.SENAMHI*

2.2.1.4 Vientos.

Para la cuenca baja del área, se registraron velocidades de viento muy variables durante el día, suave en la noche.

Los valores promedios altos se registran en los meses de diciembre a abril con 3.2 m/seg. Y en los meses de junio – agosto con una media de 2,5 m/seg. Por lo general la cuenca tiene coordenadas climáticas estables.

El viento en razón de ser los alisios marítimos, es húmedo o ligeramente húmedo afecta al clima y está asociado a una ligera nubosidad en la mañana.

2.2.1.5 Precipitación.

En esta zona de estudio, el clima corresponde a una región desértica donde las precipitaciones pluviales son escasas e irregulares, donde la humedad relativa media está entre los 60% y 90%.

Tabla 3. *Precipitación anual total "Punta Colorada".*

| AÑO | ENE. | FEB. | MAR. | JUN. | JUL. | AGO. | SET. | OCT. | NOV. | DIC. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2007 | 2.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2008 | 6.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2009 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

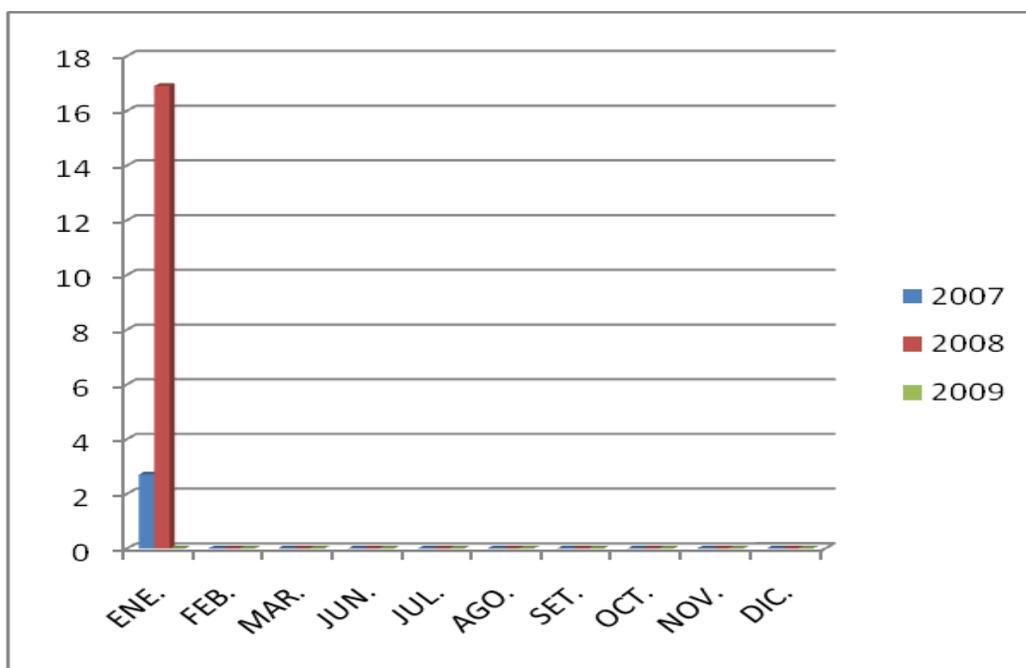


Figura 3. *Gráfico de Precipitación Anual Punta Colorada Fuente – SENAMHI.*

Las mediciones de la estación de Aplao, ha registrado en el área de estudio, según la ley de probabilidad dentro del área de influencia (parte media de la estación). Donde el servicio nacional de meteorología SENAMHI ha registrado una precipitación anual de lluvias de 1.74 y

12 mm. promedio, el máximo se registró en 1967, alcanzando 89.4 mm. A 12 mm. El promedio anual de precipitación calculada por el método de Thiessen es de 1.0 mm.

En la tabla tenemos datos estadísticos de precipitaciones de los años 2001, 2008 y 2009, que han sido registrados por la estación de Aplao.

2.2.1.6 Humedad relativa.

La humedad relativa está determinada mayormente por las variaciones de temperatura y la precipitación, donde las variaciones mensuales tienen un promedio anual a 73.8% de humedad relativa.

En la estación de Aplao se registró valores en los meses de julio a septiembre y baja en los meses de noviembre a marzo con promedio de 86 a 80%.

2.2.1.7 Vegetación.

La vegetación en zona de estudio, prácticamente no existe por ser una zona árida. La flora más prospera se desarrolla en las orillas del Valle del Río Majes, donde consiste de una vegetación hidrófila de monte ribereño. La actividad agrícola se basa principalmente en el cultivo de arroz, vid, caña de azúcar y árboles frutales que son irrigados por el Río Majes.

2.2.1.8 Hidrología.

El río Majes es el principal colector de la cuenca, pertenece al sistema hidrográfico del pacífico y tiene su origen en los nevados de la cordillera occidental de los Andes, el cauce en su origen capta pequeños ríos.

El Rio Majes cuando pasa por el área de estudio viene a ser el curso medio a inferior y tiene una pendiente promedio de 3.2% aproximadamente el rio formo terrazas amplias y muy fértiles para los sembríos de arroz y otros.

2.2.2 Geomorfología.

El área de estudio Regionalmente se ubica en el Sector denominado llanura o planicie costera, las cuales contrastan por sus topografías. De acuerdo a TOSSI, en un mapa ecológico del Perú se encuentra dentro de la formación Desértica MONTANO (bajo) una geoforma elongada con crestones alargados en Dirección N 70° E, sobresale en la morfología actual con los planos de estratificación favorable a la carretera.

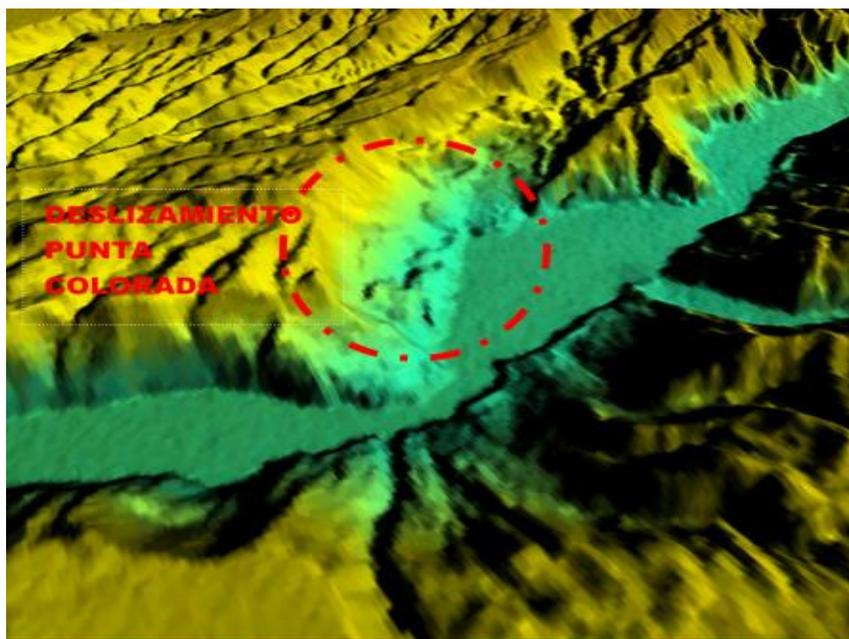


Figura 4. Mapas demográficos geomorfológicos del área del deslizamiento “Punta Colorada”. DEM.

2.2.2.1 Zona de frente de escarpas.

Esta Geoforma describe y tiene relación con el fallamiento de tipo gravitacional que comprende el espejo de falla y el salto de falla de 150 mts. de desnivel donde se aprecian los estratos que buzcan en sentido contrario a la pendiente.

Está formada por una superficie relativamente agreste que está conformada principalmente por la escarpa principal por debajo de la corona caracterizada por una zona de relieves con pendientes entre 50° a 70°.

2.2.2.2 Zonas de laderas suaves onduladas.

Son las que presentan una superficie con pendientes entre 25° a 35° de inclinación, en esta geoforma del deslizamiento.

Están comprendidas las zonas de el “Mirador” y Altillo las demás forman parte del cuerpo principal del deslizamiento.

2.2.2.3 Zonas de terrazas fluviales.

Están conformadas por las 2 terrazas o planicies fluviales formadas por el Río Majes, estas terrazas fluviales actualmente son empleadas para cultivos de arroz, vid y frutales. En esta zona se pueden apreciar la erosión de riveras y que han sido inundados por el río majes, durante el último fenómeno del niño costero 2017

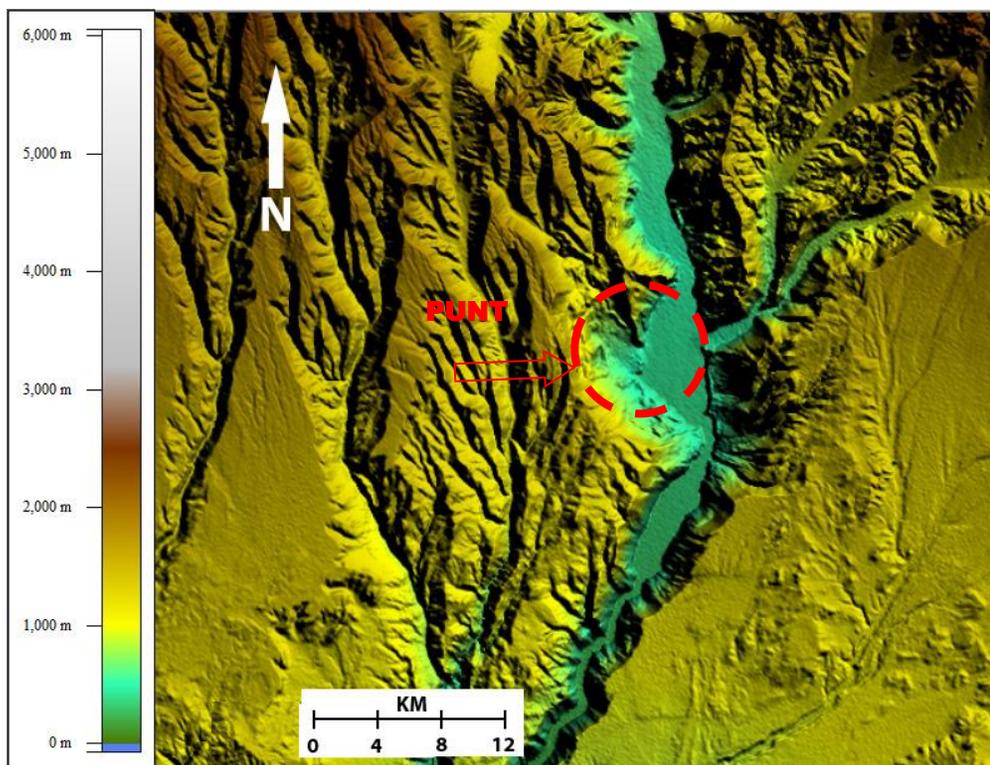


Figura 5. *Mapa Geomorfológico Con Altitudes Del Área De Deslizamiento “Punta Colorada”.*

2.2.3 Aguas subterráneas.

Probable ausencia de una capa freática en el área de punta colorada.

En el área de estudio (punta colorada) durante las exploraciones de campo no se han encontrado zonas de infiltración de aguas subterráneas ni en las partes altas ni en los taludes de la parte más baja, por lo tanto no existe ninguna capa freática en el área de estudio, esto también corrobora la ausencia de lluvias en la zona.

Pero en el área de Corire existe agua subterránea, donde el nivel freático es bastante superficial, que viene a ser la filtración del río Majes.

2.2.4 Geología regional.

2.2.4.1 Generalidades.

Durante parte del mesozoico (Jurásico) la parte meridional de los andes peruanos comprendía un alto positivo (Macizo de Arequipa) que era bordeada al lado oeste por una zona de subducción.

Una cuenca marginal muy subsidente en el cual los depósitos se ordenaban hacia el lado oeste por series volcánicas y volcano-sedimentarias cuyos espesores están comprendidos entre ~5000 a 12000 metros de espesor y al lado este de la cuenca, esta las gruesas series clásticas (de hasta 5000 metros de grosor) cuya deformación principalmente corresponde al Oligoceno Mioceno.

Una plataforma estable con una mínima subsidencia el cual era periódicamente invadido por el mar y que durante la deformación cenozoica formaría parte del altiplano.

2.2.4.2 Rocas sedimentarias

- Grupo Yura.

El rango de Grupo fue propuesto por Vargas (1973) para una serie clástica que abarca desde el Toarciano al Valanginiano, estas mismas unidades que se extienden desde Tacna (parte meridional), también se ubican a ambos márgenes del valle medio del río Majes, entre Uraca y Aplao, alcanzando un espesor de ~3000m. Esta secuencia se presenta al interior de dos estructuras de inversión tectónica como son la estructura de “Corire” y la

estructura de Aplao, en las cuales es posible reconocer unidades que van del Caloviano inferior al Valanginiano.

- **Formación Cachios.**

Esta unidad lito-estratigráfica tiene su mejor desarrollo en la margen izquierda (Quebrada Sacramento) donde alcanza aproximadamente unos ~500m de espesor; la base de esta unidad es desconocida razón de que se encuentra afectada por una falla inversa que sobrepone secuencias jurasicas sobre secuencias del Grupo Moquegua, como se lo puede apreciar en el misma quebrada homónima; Litológicamente se compone de una serie monótona de lutitas negras las que se intercalan con delgados niveles de areniscas de gradación normal, en la parte media superior de este afloramiento se puede distinguir estructuras de deslizamiento, como son olistolitos de dimensiones menores, fallas normales sinsedimentarias abiertas hacia el E -SSE y estructuras de slumps.

En el afloramiento descrito las características sedimentarias de la secuencia corresponden a facies de talud, en el cual los niveles de areniscas de gradación normal corresponden a delgados niveles de turbiditas, los slumps que afectan a delgados niveles de areniscas y olistolitos de material arenisco de pequeñas dimensiones son comunes en la parte media superior de la secuencia, estas estructuras de deslizamiento nos dan una paleopendiente hacia el SSE para el tiempo de depositación de la Formación Cachios. Estas facies de talud de la Formación Cachios representan a un conjunto depositado durante un periodo de bajo nivel eustático y representa a depósitos de un Prisma de Bajo nivel (PBN).

- **Formación Labra.**

La Formación labra esta unidad lito-estratigráfica de 1200 metros de espesor, se inicia transicionalmente sobre las lutitas negras de la Formación Cachios y a la vez subyace concordantemente debajo de la Formación Gramadal; en esta parte del Valle de Majes consta de cinco secuencias estrato grano-decrecientes de orden menor que corresponde a facies progradacionales de delta, en donde es posible reconocer secuencias fluviales, meandriformes con paleoflujos hacia el suroeste desarrollados en una amplia llanura tidal, que conforman el intervalo transgresivo (IT) sobre los que se sobreponen incipientes barras de progradación erosionados al tope y que conforman el Prisma de alto nivel (PAN).

- **Formación Gramadal.**

La Formación Gramadal de 230 metros de espesor es compuesta de arenas de granulometría fina, calizas y niveles de carbón que son características facies de lagoon y arrecifes de barrera. Esta unidad litoestratigráfica por sus características carbonatos que corresponden al Prisma de borde de plataforma (PBP).

- **Formación Hualhuani.**

Post una discontinuidad erosiva se sobrepone la Formación Hualhuani de 1500 metros de espesor que es compuesta de areniscas con estratificación cruzada con barras progradacionales en un medio de playa frontal asociado a amplias llanuras tidales, en un medio deltaico que ya pertenece más al ciclo de sedimentación del Cretáceo.

En la parte inferior de esta unidad lito-estratigráfica se presentan en tres niveles diferentes con icnitas de dinosaurios en una secuencia de aproximadamente 20 metros de espesor, compuesto de intercalaciones de areniscas de grano medio a fino de coloración gris verdoso a beige con delgadas laminaciones onduladas y rizaduras de corriente dominantes al sur-suroeste, que se intercalan con niveles de lutitas de coloración que varía entre celeste, verde a rojo concho e vino, los que se asocian a una fina laminación horizontal de arenas finas de flaser bedding; asociado entre los niveles areniscosos y lutáceos se encuentran numerosos restos de fragmentos de plantas; estas icnitas en el primer nivel (Moreno et al, en prep.) se dirigían hacia el E, SE y al S; en el segundo nivel se dirigían hacia el NE, E y al S; en el tercer nivel se dirigían hacia el NW, E y al S; en todos estos casos los rastros se dirigían sea hacia tierras emergidas (al N y NE), sea paralelos a la línea de playa en una amplia llanura tidal poco profundo de carácter emersivo en las que las corrientes dominantes son al sur-suroeste con influencia de corrientes continentales las que alimentaban de restos de plantas a la plataforma.

En la parte superior de esta unidad lito-estratigráfica (nivel 2500-3000) se intercalan numerosos sills tabulares paralelos a la estratificación de naturaleza diorítica a gabroica.

Este conjunto de sedimentación clástica de facies de llanuras tidales con barras de progradación de playa frontal se desarrollan en un contexto de Prisma de alto nivel (PAN).

La serie de Majes que conforma parte de la sedimentación Jurásica de la Cuenca Mesozoica sur peruana, se encuentra comprendido entre dos estructuras de inversión comprende esencialmente secuencias clásticas los que están comprendidos entre el Jurásico medio (Calloviano) al Cretáceo inferior (Valanginiano).

Las secuencias presentas en el corte de Corire - Aplao representan a facies de talud de la Formación Cachios son parte del prisma de Bajo nivel; facies de llanuras tidales que conforman el Intervalo transgresivo sobre los que se sobreponen incipientes barras de progradación erosionados al tope y que carbonatos que corresponden al prisma de borde de plataforma. Una gran discontinuidad de erosión se sobrepone facies de llanuras tidales con barras de progradación de playa frontal de la Formación Hualhuani, los que se desarrollan en un contexto de prisma de alto nivel de la Formación Labra; la Formación Gramadal.

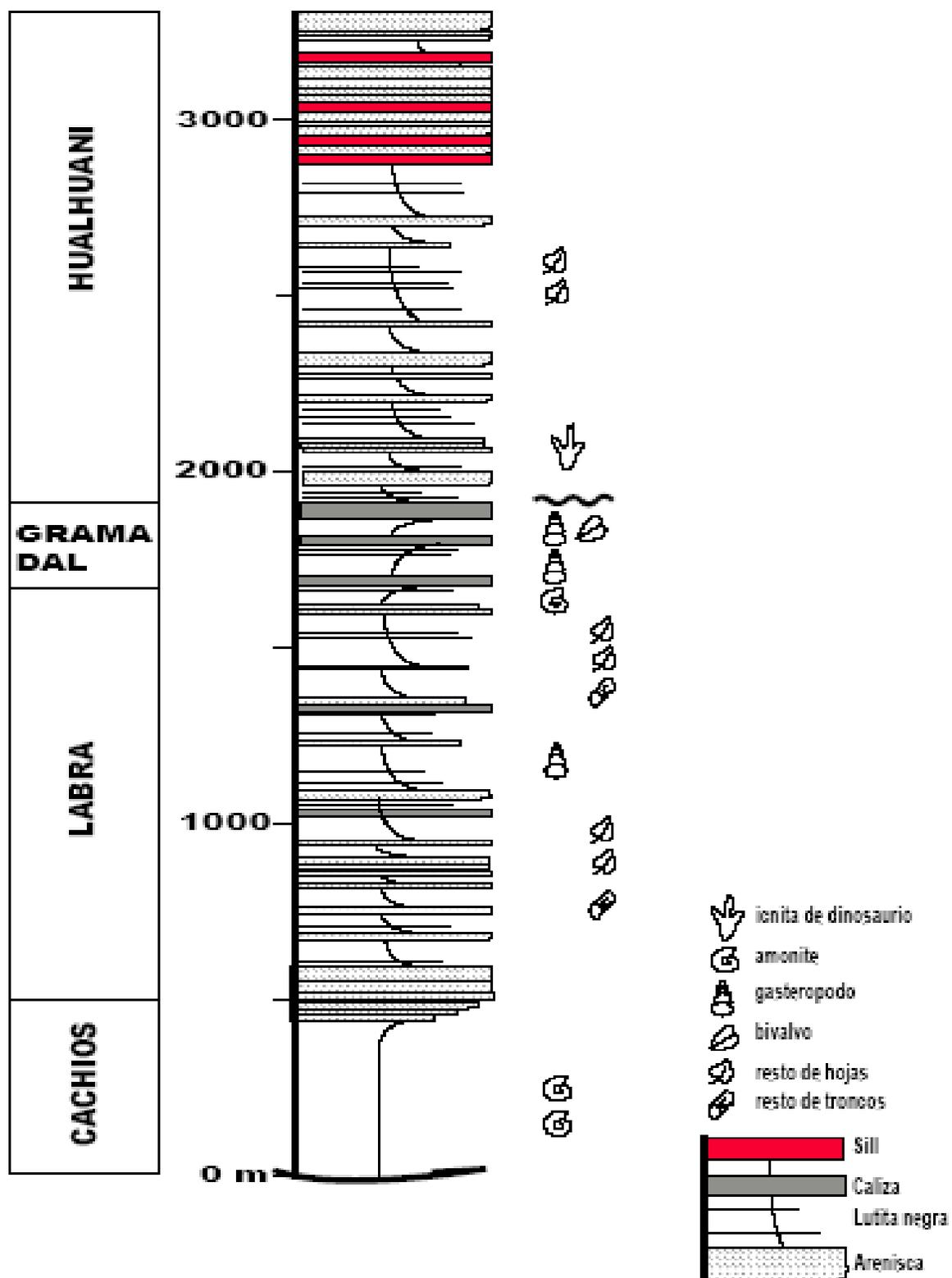


Figura 6. Columna estratigráfica del Grupo Yura del área de Majes Fuente: Jacay et al (2006).

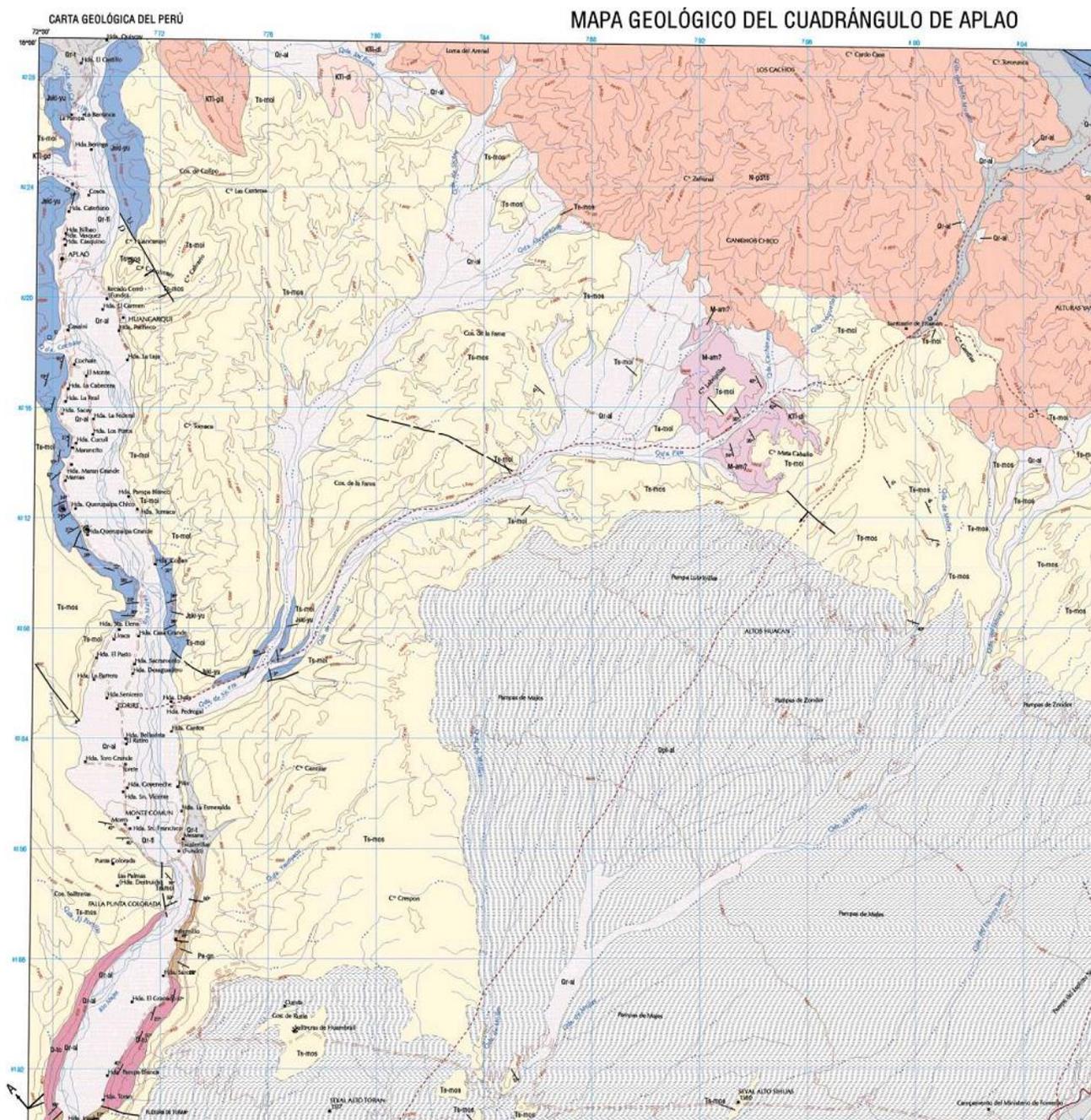


Figura 7. Plano Geológico Regional (INGEMMET) del Área de Estudio.
Cuadrángulo de Aplao 33-r. Escala 1/100000.

2.2.5 materiales de cobertura.

2.2.5.1 Depósitos coluviales (Q-co).

Se encuentran localizadas en faldas y laderas de cerros con mucha pendiente como consecuencia de la acción de la erosión y que caen por gravedad, está constituido por acumulaciones de material detrítico grueso y fino provenientes de formaciones geológicas de diferente litología.

Características:

- Son suelos transportados por la gravedad.
- Granulometría Heterogenia, el tamaño de sus granos es de muy fino a grueso.
- La forma de sus granos es angulosa, la forma de los depósitos son completamente irregulares.
- No sufre desgaste por transporte no hay nivel freático, es no apto para fundación de construcciones de viviendas

2.2.5.2 Materiales fluvio-aluviales (Q-fl).

Casi todos los ríos (como el río Majes) no tienen carácter torrencial, presentan en su cauce medio materiales a ambos lados del mismo, depósitos de arenas, cantos rodados y limos, dispuestos en masas lenticulares, que se yuxtaponen unas a otras.

Su estructura sedimentaria los define como depósitos fluviales, e indican que el río en otros tiempos no circulaba por donde lo hace en la actualidad.

En el campo las terrazas se distinguen bien, a causa de los desniveles que forman en las laderas. Sus arenas y cantos fluviales les dan un aspecto inconfundible; pero frecuentemente son utilizados para la labranza, y sólo se reconocen por la llanura casi horizontal que presenta su sección.

Cada terraza revela dos episodios de la actividad del río:

Primero éste excavó su cauce y formó un valle plano, gracias a la erosión lateral, y depositó luego sobre él sus materiales de acarreo.

En el segundo, aumentó su capacidad erosiva, y se encajó en sus propios sedimentos, transformándolos por disección en terrazas, que quedaron colgadas.

Este proceso se verifica hasta formar todos los niveles de terrazas del río; así, cada terraza es más antigua que su inmediata inferior, y más moderna que la siguiente más alta. Éste es uno de los pocos casos en que se incumple el principio de superposición de estratos.

2.2.5.3 Sistemas de fallas regionales.

Las unidades lito estratigráficas que van desde el neo proterozoico al cuaternario son afectados generalmente por estructuras de inversión tectónica los que tienen un rumbo promedio E-W, como son las **fallas de Corire y Toran**, de manera local se tiene otras estructuras menores los que corresponden a sistemas de diaclasamiento con un desplazamiento del orden menor a un metro (o menos) de desplazamiento, los que corresponden a estructuras distensiones que se asocian a una estructura mayor, que en este caso corresponderían al fallamiento inverso de Torán.

Estas unidades tectónicas corresponden a estructuras de inversión tectónica en el que unidades del basamento (en este caso el Jurásico) se sobreponen o se paralelizan a las unidades del Paleoceno-Mioceno (Grupo Moquegua).

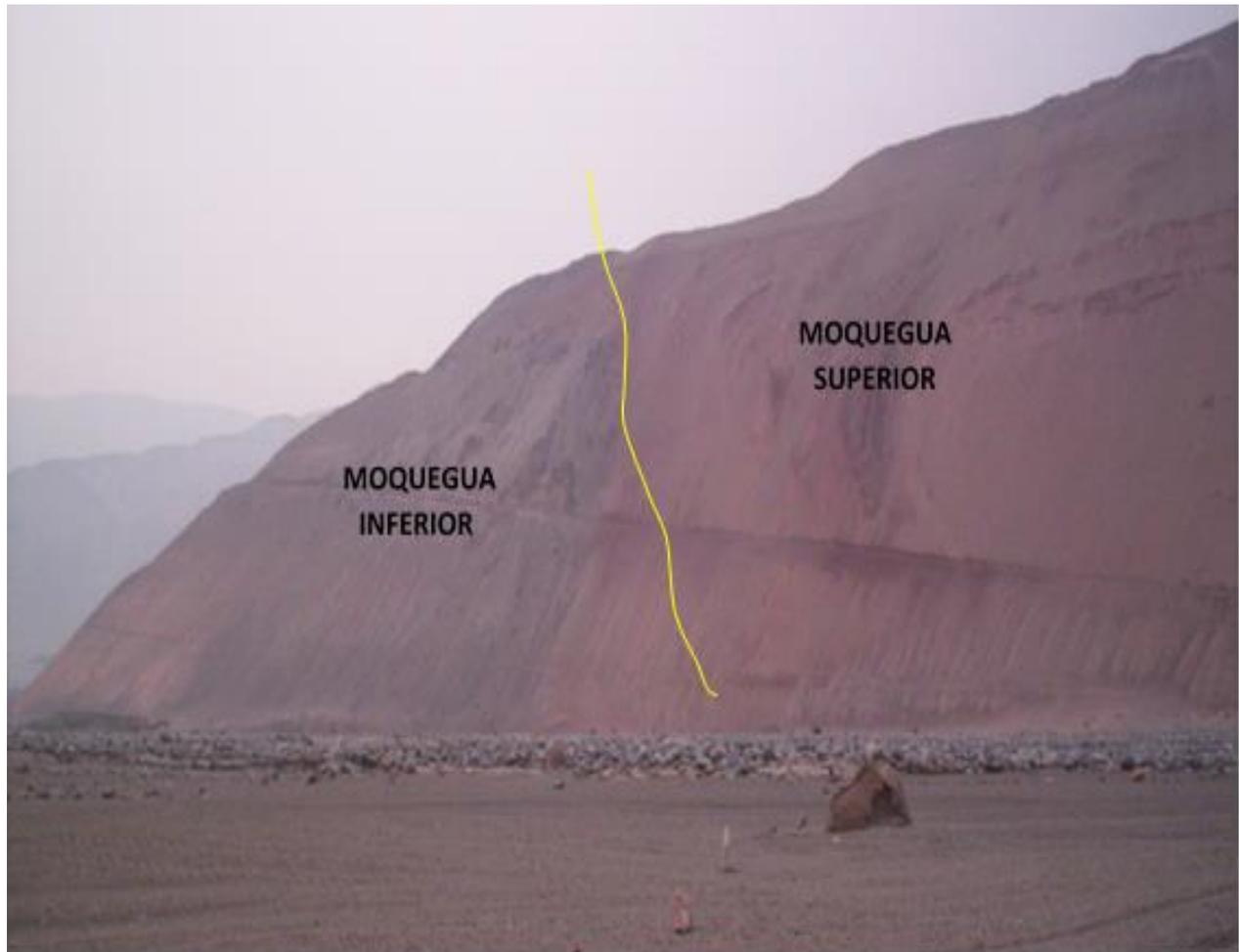


Figura 8. *Flexura de Corire, se puede observar la inversión de la parte inferior del Moquegua que se sobrepone a la parte superior de la misma unidad.*

2.2.5.4 Sistemas de fracturamientos y diaclasamientos locales.

El sistema de fracturamiento regional (en lo referente entre las localidades de Punta Colorada y Corire) es polimodal con dos sistemas principales: uno de dirección SW-NE y un segundo principal SE-NW, los que se ven magnificados en las cercanías a la gran estructura de colapso de Punta Colorada.

Al interior del colapso en las áreas del desplazamiento divergente y desplazamiento convergente se han distribuido estaciones microtectónicas, las que nos darán una idea del sentido del desplazamiento del colapso de Punta Colorada.

A) Estación Punta Colorada: los datos que se tienen en esta zona es en la zona de transición entre la zona del desplazamiento convergente y de la zona de desplazamiento divergente, zona que se observa a lo largo de la ruta entre Punta Colorada y Corire en sedimentos que comprenden a la parte inferior del Grupo Moquegua, que en esta zona se tratan de lutitas rojas que se intercalan con areniscas y niveles conglomeráticos. En esta zona tenemos dos sistemas preferenciales de fracturamientos, el principal es comprendido entre 70° - 80° (al SSE), un segundo sistema es de sentido más divergente y está comprendido entre los 20° al NNE y los 130° (al SE); se trata de fracturas con poco desplazamiento y muestran basculamientos ligeros en este caso en sentido perpendicular al sentido de desplazamiento de la fracturas.



Figura 10. Área de la estación de punta colorada en el que se observa el fracturamiento en los bloques basculados de la secuencia inferior del Grupo Moquegua.

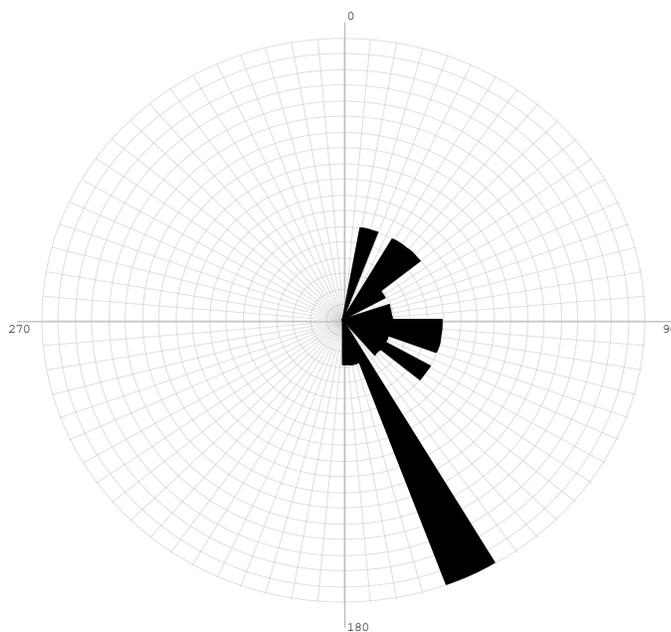


Figura 9. Estación ranchos

La estación Ranchos se ubica en las proximidades a la margen SE del deslizamiento Punta Colorada y por la misma ubicación se tiene en esta área un mejor desarrollo de las fracturas, de la misma ubicación los principales sistemas afectan a la parte superior del Grupo Moquegua; aquí se puede distinguir un predominio E-W de las facturas los que corresponden a fracturas perpendiculares a los bloques basculados, notándose entre ellos un ligero desplazamiento en el sentido dextral, un segundo sistema menor de gran amplitud en el cuadrante SE comprendido entre 90° a 170° corresponden a un sistema distensional que afectan de manera paralela a los bloques basculados.

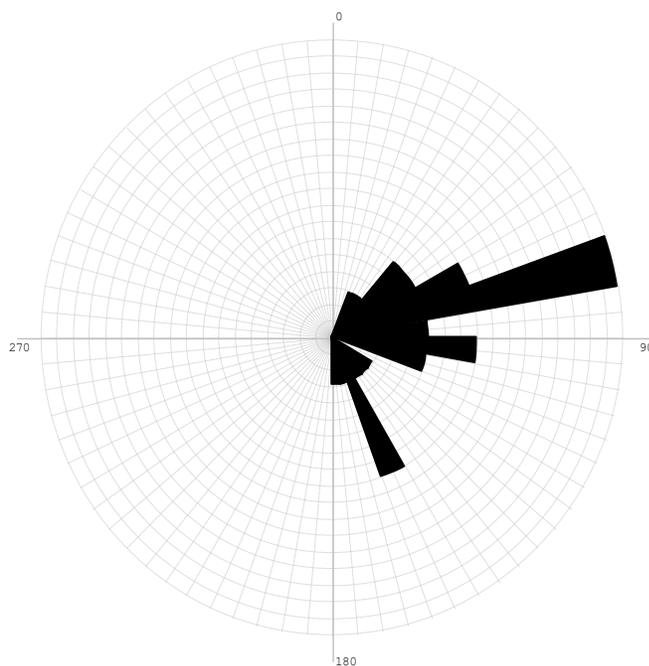


Figura 12. Estación terra plomo



Figura 11. *Diaclasamiento de gran amplitud que afecta a la parte media superior del deslizamiento.*

La Estación terra plomo esta estación se ubica en la parte externa de la zona de del desplazamiento divergente, aquí se nota aún los bloques basculados en los que ya los sistemas de fracturas se tienen un sentido preferencial al NE-SW, se tratan de fracturas abiertas y de gran continuidad longitudinal en las fracturas abiertas se pueden notar clastos externos a manera de relleno los que actúan a manera de cuñas los que magnifican la apertura de las fracturas, los que en algunos casos fracturan y basculan a bloques menores la existencia de un segundo sistema casi norte sur parece ser ligado a un fracturamiento anterior a las fracturas predominantes ya que ellas se encuentran desplazadas ligeramente por el anterior sistema.

2.2.6 Geología local.

2.2.6.1 Evolución geológica del área de punta colorada.

La falla Punta Colorada: esta falla se reconoce por más de un kilómetro en la ladera derecha del valle de Majes, se manifiesta porque pone en contacto casi vertical y con rumbo N-S a las areniscas grises del Moquegua superior con las areniscas rojas de la parte inferior de esta unidad lito estratigráfica, el lado que ha descendido el del oeste. Las areniscas rojas situadas al lado Este constituyen un promontorio notable que da nombre a la localidad homónima de este parte del valle; una observación a esta “falla” nos pone de manifiesto de que se trata del límite Sur del deslizamiento de Punta Colorada, manifestándose así el por qué se encuentran a ambos lados de la falla las dos unidades del Grupo Moquegua, que es solo por deslizamiento gravitacional.



Figura 13. Falla Punta Colorada que pone en contacto a las unidades superior e inferior del Grupo Moquegua, como resultado del deslizamiento.

2.2.7 Evolución geomorfológica del área de punta colorada.

La evolución geomorfológica en la zona está íntimamente ligada a la evolución del río Majes y áreas aledañas.

Se tiene post Jurásico – Cretáceo un periodo de levantamiento en todo el sur del Perú hecho que da lugar a la depositación del Grupo Moquegua, periodo que comprende entre el Paleoceno al Mioceno, con un fuerte periodo de incisión al Mioceno superior que se ve denotado por depósitos de conglomerados fluviales de la Formación Millo.

Post Mioceno se tiene una fuerte incisión en todo el sistema, con el encañonamiento progresivo de la formación del valle de Majes en el que se puede observar diversas etapas en la formación morfológica que es asociado a deslizamientos mayores como el de Chuquibamba y Punta Colorada.

Al Pleistoceno inferior tras el cierre del valle de Colca por la erupción del Hualcahualca y formarse el sistema lacustre de Chivay, numerosos abanicos coluviales cierran el valle de majes, los que son cortados y erosionados pos ruptura de esta barrera como puede observarse en las localidades del Castilla y las quebradas de Ongoro e Higuera.

El deslizamiento de Punta Colorada que tiene una longitud aproximada de 5 a 6Km, de dirección al NE se le puede clasificar como un mega-deslizamiento rotacional, en el que podemos distinguir tres zonas bien marcadas:

- la más superior, cercano a la cadena de cerros Las Salinas – Pampa Colorada, es donde se ubica la superficie de despegue, zona que es caracterizado por la exposición de una falla lítrica, esta zona corresponde a la zona de desplazamiento divergente, en

el cual se puede distinguir una serie de hemigrabens de diferentes magnitudes los que se alinean en dirección SE-NW, en esta zona el sistema de diaclasamiento principal es asociado a la dirección principal de desplazamiento del deslizamiento por lo que en algunos de estos sistemas de diaclasas se nota un cierto desplazamiento muy común en fracturas asociadas a deslizamientos.

- La parte media que se ubica por encima del poblado de punta Colorada corresponde a la zona de desplazamiento convergente, es el área donde se puede observar una distorsión interna de todo el sistema; esta parte del deslizamiento es poco manifiesto razón de estar sumamente alterado por factores antrópicos externos post deslizamiento.
- La parte frontal de este deslizamiento lo constituye una gran zona que se extiende hasta pasando el flanco derecho del valle de majes como podemos evidenciarlo en la parte alta de Mesana, Esmeralda hasta Pedregal; se trata del depósito principal del deslizamiento componiéndose sucesiones de debris flow con clastos de diferente tamaño.

Un análisis del depósito de este mega-deslizamiento en el que se puede observar un conjunto de hemigrabens de diferentes tamaños que afectan esencialmente a los depósitos del Moquegua superior, y a un conjunto caótico en el que se observa una mezcla que comprende a clastos de todo el conjunto del Grupo Moquegua nos hace suponer de que el nivel de despegue de este mega-deslizamiento se encuentra en el Moquegua inferior, ya que su carácter de incompetente lutitas rojas favorece el deslizamiento de las grandes masas del Moquegua superior que juega como material competente.

Todo este conjunto caótico del deslizamiento en su límite norte se ve cortado por un gran debris flow que proviene del valle superior de la pampa de Toro-muerto, este depósito se puede observar en los acantilados del borde oriental de la pampa de Toro-muerto en una sucesión de aproximadamente 30 metros de espesor el que contiene clastos de tobas que corresponden al nivel de tobas color salmón en la parte superior del Grupo Moquegua que es común en la pampa de Toro-muerto. Todo este depósito del mega-deslizamiento de Punta Colorada se ve cortado por el desarrollo del valle de Majes, evento que se desarrolló post ruptura de la presa que formo el paleo lago del Colca (Chivay).



Figura 14. Conjunto de bloques basculados que se observan en la parte del desplazamiento divergente del deslizamiento de Punta colorada.

2.2.8 Riesgos geodinámicos.

2.2.8.1 Peligros de origen sísmológico.

- Generalidades

La profundidad focal de los sismos han sido determinados, y en la fig. 16 y 17 se muestra su localización y Análisis de la sismicidad asociada a la subducción Peruana (15°-16°) el territorio Peruano está ubicado en la línea denominado cinturón de fuego del pacifico, es por ello ha sido considerado uno de los países de mayor potencial sísmico.

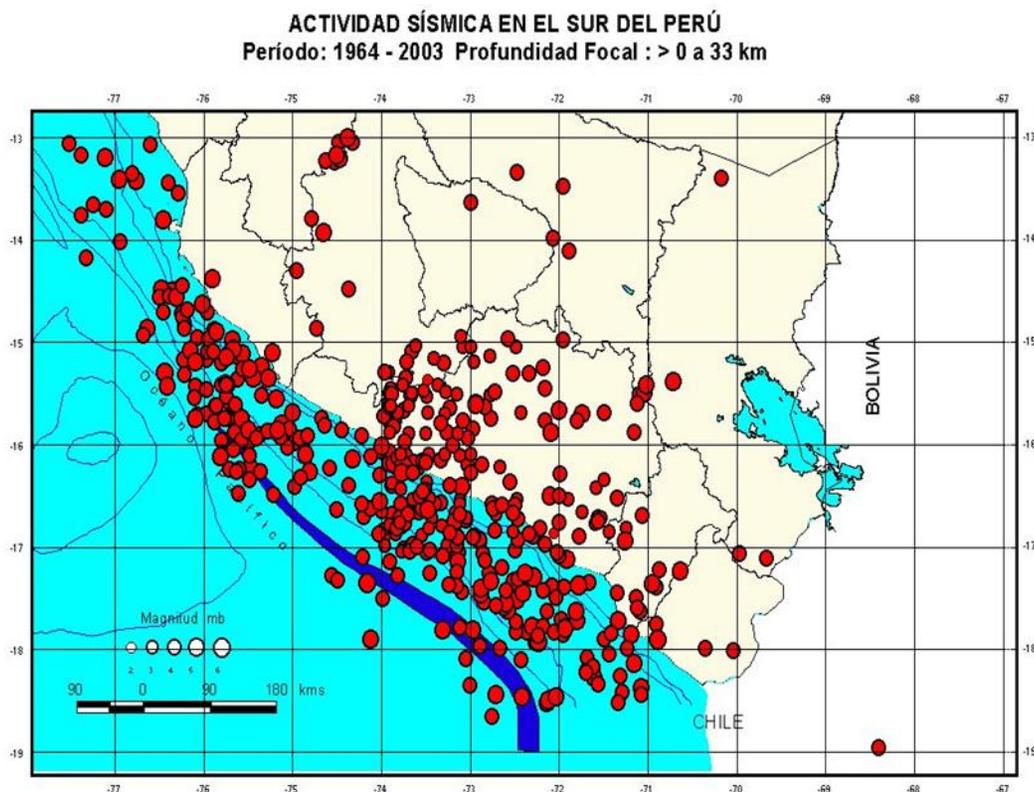


Figura 16. Plano sísmico de epicentros de sismos que han ocurrido históricamente en la zona. Son los factores desencadenantes de los deslizamientos en la zona.

La actividad sísmica está asociado al proceso de subducción normal de la placa de Nazca (corteza oceánica) y la placa sudamericana (corteza continental) y esta actividad sísmica tiene su origen en la fricción de ambas placas produciendo los sismos de mayor magnitud, siendo los sismos más destructores los que se producen a niveles superficiales. Los hipocentros ($M_S > 6.0$) los mismos que han generado intensidades mayores a VII en la escala de Mercalli modificado.

Los sismos históricos se distribuyen entre la línea de fosa y la costa (Bernal – Tavera 2002). En la región Sur del Perú, hacia el interior del continente, el mínimo de sismos disminuye considerablemente, según la figura N° 7 de acuerdo al análisis sísmico se pudo identificar la ubicación de las principales fuentes sismo génicas: los sismos en foco superficial ($h < 60\text{km}$) la primera se ubica entre la fosa y la línea de costa. Y la segunda en el interior del continente paralela a la cordillera Andina.



Figura 17. Epicentro de actividades sísmicas intermedias en la zona de estudio.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Desarrollo sostenible.

Según Gómez (2005):

El origen del concepto de desarrollo sostenible está asociado a la preocupación creciente existente en la comunidad internacional en las últimas décadas del siglo XX al considerarse como el vínculo existente entre el desarrollo económico y social y sus efectos más o menos inmediatos sobre el medio natural.

Según Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (2012):

Define desarrollo sostenible como el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, en particular las de los más pobres a las que se debería otorgar prioridad preferente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

2.3.2 Desastres.

Según López e Ibor (2004):

Los desastres son acontecimientos de un peligro que afectan a un grupo social y que produce tales pérdidas humanas y materiales de los recursos del grupo social se ven desbordados y no pueden ser afrontados por los mecanismos sociales habituales para afrontar las emergencias.

“Una situación extraordinaria causada por un fenómeno de origen natural socio natural o antrópico, que significa alteraciones intensas en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente” (Cortes 2001).

2.3.3 Mapa de riesgos.

Según Sánchez (2013):

El Mapa de Riesgos ha proporcionado la herramienta necesaria , para llevar a cabo las actividades de localizar, controlar, dar seguimiento y representar en forma gráfica, los agentes generadores de riesgos que ocasionan accidentes o enfermedades profesionales en el trabajo.

Según García (2004):

Engloba cualquier instrumento informativo que, mediante informaciones descriptivas e indicadores adecuados, permita el análisis periódico de los riesgos de origen laboral de una determinada zona. La lectura crítica de las informaciones sintéticas que se originan intervención preventiva y la verificación de su eficacia, una vez realizados.

2.3.4 Vulnerabilidad.

“La vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre” (Oficina Regional de las Américas 2004).

Según Icumi, Bertolozzi, et al. (2008):

La Vulnerabilidad es un término frecuentemente utilizado en la literatura general, aplicado en el sentido de desastre y peligro. Derivada del Latín, del verbo vulnerare, que quiere decir “provocar un daño, una injuria.

En razón al marco teórico el riesgo es igual al peligro (amenaza) en conjunción con la vulnerabilidad. La metodología integra los procesos naturales (peligros) con los sociales (Vulnerabilidad). Es decir, se aplica la siguiente fórmula:

Donde:

R = Riesgos

P = Peligros

V = Vulnerabilidad

$$R = P \times V$$

CAPITULO III:

MÉTODO

3.1 Tipo y nivel de la investigación

La presente investigación según (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) son de tipo descriptivo porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. Cabe resaltar que en una misma investigación se puede incluir diferentes alcances todo dependerá de lo que se busca determinar en la investigación.

Además, cuenta con un enfoque cuantitativo según lo mencionado por (Ramírez, Ampa & Ramírez A., 2007) porque considera como objeto y campos de investigación solo los hechos o fenómenos observables, susceptibles de medición

3.2 Diseño de la investigación

De acuerdo a (Morán y Alvarado, 2010) de corte transversal porque recopilan datos en un momento único y Mayurí (2015) indico que el Diseño de investigación es No Experimental, porque no se manipula el factor causal para la determinación posterior en su relación con los efectos y sólo se describen y se analizan su incidencia e interrelación en un momento dado de las variables. Según (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) menciona que son investigación no

experimentales porque son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

3.3 Variables

M O 

Donde:

M = Muestra

O = observación o información requerida

3.4 Población

La población de estudio es:

Área en hectáreas: 138.20 hectáreas

El área de estudio comprende una franja angosta, ubicada en la margen derecha del cuerpo principal del deslizamiento que tiene una dirección S 30° E que es perpendicular al río Majes (Plano N° 2) que corresponde a sus terrazas bajas del deslizamiento, donde hay evidencias de la reactivación del deslizamiento y la caída de rocas que impactan a la población cada que se producen sismos en la zona, con un total aproximada es 138.20 hectáreas.

Número de viviendas: 175

Se ha contabilizado que el total de viviendas en la zona son: 100 viviendas en “Mirador Bajo y Mirador Alto”, y 75 vivienda en la zona “ El Altillo”.

Correspondiendo un total de 175 viviendas en el área de estudio en condiciones de vulnerabilidad.

Población: 535 habitantes

3.5 Muestra

Muestra viviendas: Se realizaron a un total de 100 viviendas (familias) encuestas de familias en riesgo.

Mediante aplicación de muestreo por conveniencia o intencional, que es un muestreo no probabilístico. Según (Hernández, Fernández & Baptista, 2010) es muestreo es simplemente con casos disponibles a los cuales tenemos acceso. Para el presente estudio se seleccionó 100 viviendas que es el 75 % de la muestra total de la zona de estudio.

3.6 Técnicas de investigación

3.6.1 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento de la recolección de datos que se usó para la presente investigación fue la elaboración de un mapa de riesgos en donde se evaluó la Probabilidad, Impacto, la evaluación del riesgo y niveles de riesgos inherente para cada tipo de desastre natural que pueda suscitarse en el lugar en estudio, así como la valoración para cada control que se haya establecido, su grado de exposición y finalmente su nivel de riesgo residual.

Los instrumentos fueron contruidos con el objetivo de medir las dimensiones que se involucran en la investigación.

Las escalas se definieron de la siguiente manera:

Tabla 5: Nivel de probabilidad de ocurrencia del desastre.

| | | Valor |
|----------------------------|-------------|-------|
| Probabilidad de ocurrencia | Raro | 1 |
| | Improbable | 2 |
| | Posible | 3 |
| | Probable | 4 |
| | Casi cierto | 5 |

Tabla 6: nivel de impacto del desastre.

| | | Valor |
|---------|----------------|-------|
| IMPACTO | Insignificante | 1 |
| | Menor | 2 |
| | Moderado | 3 |
| | Mayor | 4 |
| | Catastrófico | 5 |

Tabla 7: calificación del nivel de riesgo residual.

| VALORACION DEL RIESGO | |
|--------------------------|----------------|
| NIVEL DE RIESGO RESIDUAL | CALIFICACION |
| EXTREMO | 41 A 75 |
| ALTO | 21 A 40 |
| MODERADO | 11 A 20 |
| BAJO | 1 A 10 |

Tabla 8: *calificación del nivel de riesgo inherente.*

| VALORACION DEL RIESGO | |
|---------------------------|----------------|
| NIVEL DE RIESGO INHERENTE | CALIFICACION |
| EXTREMO | 41 A 75 |
| ALTO | 21 A 40 |
| MODERADO | 11 A 20 |
| BAJO | 1 A 10 |

3.6.2 Procesamiento y análisis de datos

Utilizando la información obtenida por los diferentes estudios e investigación se procederá al análisis descriptivo de la investigación para obtener los siguientes resultados:

- Se procederá a realizar los mapas de zonificación de las zonas en estudio.
- Luego se construirá las tablas de medición en base la información recolectada.
- Posteriormente se identificará el grado de probabilidad en cuanto a la ocurrencia, al igual que el nivel de impacto, índice de riesgos e identificación de los controles para cada desastre en análisis.
- Por último, se construirá el mapa de riesgo con cada desastre y finalmente se interpretará los resultados obtenidos según el nivel de riesgos inherente y residual.

Análisis de datos:

El análisis de datos se basa en función a tablas de medición y el mapa de riesgos obtenidos por realización propia y los resultados serán analizados y comparados con otras investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación

Tabla 9: Nivel de probabilidad de ocurrencia del desastre.

| | | Valor |
|----------------------------|-------------|-------|
| Probabilidad de ocurrencia | Raro | 1 |
| | Improbable | 2 |
| | Posible | 3 |
| | Probable | 4 |
| | Casi cierto | 5 |

Tabla 10: Nivel de impacto del desastre.

| VALORACION DEL RIESGO | |
|--------------------------|----------------|
| NIVEL DE RIESGO RESIDUAL | CALIFICACION |
| EXTREMO | 41 A 75 |
| ALTO | 21 A 40 |
| MODERADO | 11 A 20 |
| BAJO | 1 A 10 |

Tabla 11: calificación del nivel de riesgo residual.

| | | V alor |
|---------|----------------|-----------|
| IMPACTO | Insignificante | 1 |
| | Menor | 2 |
| | Moderado | 3 |
| | Mayor | 4 |
| | Catastrófico | 5 |

Tabla 12: calificación del nivel de riesgo inherente.

| CALIFICACION DEL RIESGO | |
|----------------------------------|---------------------|
| NIVEL DE RIESGO INHERENTE | CALIFICACION |
| EXTREMO | 41 A 75 |
| ALTO | 21 A 40 |
| MODERADO | 11 A 20 |
| BAJO | 1 A 10 |

Tabla 13: calificación del nivel de riesgo inherente.

| VALORACION CONTROL | |
|---------------------------|---|
| BAJO | 1 |
| REGULAR | 2 |
| EXCELENTE | 3 |

MAPA DE RIESGOS

| MAPA DE RIESGOS | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--|---|-------------------------|---------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Identificación del riesgo | | | | Calificación del riesgo | | | | Valoración del riesgo | | | | |
| Nº DE RIESGO | RIESGO | CAUSAS | CONSECUENCIAS | PROBABILIDAD | IMPACTO | EVALUACION DEL RIESGO | NEVEL DE RIESGO INHERENTE | CONTROLES EXISTENTES | EFICACIA CONTROL | VALORACION DEL CONTROL | GRADO DE EXPOSICION (RESIDUAL) | NEVEL DE RIESGO RESIDUAL |
| 1 | Terremotos y/o Temblores | Movimientos de la corteza terrestre. | Pérdidas de vidas humanas, daños infraestructurales, tsunamis. | 5 | 5 | 25 | ALTO | | BAJO | 1.00 | 25.00 | ALTO |
| 2 | Inundaciones | Lluvias Tormentales, Exceso de precipitación, Rotura de presas. | Daños en la salud de los damnificados, Efectos en el medio ambiente, Pérdidas de tierras agrícolas. | 3 | 4 | 12 | MODERADO | | BAJO | 1.00 | 12.00 | MODERADO |
| 3 | Incendios Forestales | Naturales: Caidas de Rayos, Erupciones Volcanicas, Terremotos. | Aumento del dióxido de carbono (efecto invernadero), interrupción de los ciclos naturales de bosques y erosión de los suelos. | 3 | 4 | 12 | MODERADO | | MEDIO | 2.00 | 6.00 | BAJO |
| 4 | Huracanes | Fenómenos Climáticos, Altas temperaturas de la superficie del mar. | Vientos a grandes velocidades, lluvias intensas y continuas, personas damnificadas y contaminación del agua. | 2 | 3 | 6 | BAJO | | MEDIO | 2.00 | 3.00 | BAJO |
| 5 | Erupciones Volcanicas | Terremotos y Temblores. | Expulsión de gases tóxicos, expulsión de tormenta de ceniza y expulsión explosiva de lava, magma y material volcánico. | 2 | 4 | 8 | BAJO | | MEDIO | 2.00 | 4.00 | BAJO |

Interpretación: según los resultados obtenidos después de la realización del mapa de riesgos, se encontró en la calificación del riesgo, que son los Terremotos y Temblores los desastres naturales con un alto nivel de riesgo Inherente, ya que se encuentran con un puntaje de 25 recogido de la tabla 4. Dicho valor se obtuvo por medio de la multiplicación de su probabilidad de ocurrencia (5) y su nivel de impacto (5). Seguidos se encuentran las inundaciones e incendios forestales con un nivel de riesgo inherente moderado para ambos desastres y por último los huracanes y erupciones volcánicas con un nivel bajo.

De igual manera, en cuanto a la valoración del riesgo se pudo apreciar, según la tabla 5 de valoración del control que los terremotos y temblores presentaron bajo nivel, por medio de la división de la evaluación de riesgo (25) entre la valoración de los controles (1) es como se obtuvo el resultado de que los terremotos y temblores como principales desastres con alto nivel de riesgo Residual con un valor de 25 puntos, frente a las inundaciones con un valor de 12 puntos y con un nivel moderado de riesgo residual; y a los incendios forestales, huracanes y erupciones volcánicas con un nivel bajo de riesgo residual y un puntaje de 6, 3 y 4 respectivamente.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

Discusión

Kosaka, Arias, Farfán, Minaya (2001) sostienen que el valle de Majes está expuesto a la ocurrencia de fenómenos naturales locales como de características regionales. Los cuales se dividen en peligros por concepto de inundación y deslizamientos que se encuentran determinados en diferentes zonas a lo largo del valle, afectarían tanto a terrenos de cultivos, viviendas, como los sectores Torán-Punta Colorada, El Dique, El Rescate, entre otras. Mientras que los peligros por deslizamientos y derrumbes se han determinado en los siguientes sectores: La carretera de ingreso al valle, La Mesana, El Morro, Sunimarca (El Dique), etc. Por último la amenaza de volcán Sabancaya en el área de estudio se relacionaría con la posibilidad de generación de flujos de lodo (Lahares), a través del río Majes. De acuerdo con esto en la presente investigación se analizó cuál de los desastres naturales afecta en mayor nivel de riesgo el valle y como resultado se encontró los terremotos y temblores con un puntaje de 25 puntos y un nivel alto de riesgo.

Bedia (2013) sostuvo que Geomorfológicamente que el deslizamiento ocurre en el piedemonte del Pacífico, área de clima árido con precipitación pluvial de tipo desértico, mientras que el mega deslizamiento de Punta Colorada que parece ser de edad Pliocuaternaria presenta una gran superficie de arranque con cuerpo segmentado en hemigrabens y bloques caóticos tiene un frente de deslizamiento en la rivera opuesta del Valle de Majes. De acuerdo con esto en la presente investigación se analizó que los terremotos y temblores poseen un puntaje de 25 puntos según la evaluación del riesgo que generaría, con un nivel alto del mismo. Además, las inundaciones presentan un puntaje de 12 puntos de riesgo con un nivel

moderado, por lo que se puede asumir que dichos desastres desencadenarían estos deslizamientos en varias zonas del Valle.

Los estudios geológicos del cuadrángulo de Aplao (33-r) realizado por el INGEMMET a una Escala de 1/100000. Perú. Concluyo que La mayor parte del territorio es desértico, razón por la cual la agricultura y los núcleos se concentran a lo largo de los valles de Majes y Sihuas, donde los depósitos fluviales constituyen tierras fértiles y los ríos tienen agua suficiente para satisfacer las necesidades humanas y agrícolas. De acuerdo con esto, se concluyo en la presente investigación que el nivel de riesgo al que esta sometido el valle de suscitarse una inundación es de un riesgo moderado en el cual los efectos no serían catastróficos en su totalidad pero si perjudicarían las zonas afectadas.

Conclusiones

El nivel de vulnerabilidad se refleja por medio del nivel riesgo, el cual se mide por medio del grado de probabilidad en que puedan ocurrir los desastres y por el nivel de impacto que estos generarían en las zonas donde se puedan suscitarse.

Los terremotos y temblores presentan un nivel alto de riesgo inherente debido a su alta probabilidad de ocurrencia debido a los últimos sucesos sísmicos ocurridos en Arequipa y a su catastrófico grado de impacto debido a las consecuencias perjudiciales que generarían en el valle. Además, su nivel alto de riesgo inherente se debe a su bajo puntaje en cuanto a la valoración a cerca de la eficacia de los controles que se realizan para contrarrestar sus efectos.

Las inundaciones y los incendios forestales se encuentran en segundo lugar con un puntaje de 12 puntos y un nivel moderado de riesgo Inherente debido a su posible probabilidad de incidencia ya que en estas zonas no se han registrado previamente dichos desastres en los últimos años y cuentan con mayores grados de impacto.

Finalmente, los huracanes y las erupciones volcánicas se encuentran con un nivel bajo de riesgo ya que solo poseen 6 y 8 puntos respectivamente debido a su improbabilidad de ocurrencia, pero con niveles de impacto moderados.

Recomendaciones

Para desastres como terremotos y temblores se recomienda la mejora en cuanto a la eficacia de sus controles por medio de la elaboración de planes de emergencias para la población del valle por medio de la concientización.

Se recomienda la inversión e implementación de medidores de alerta de sismos más sofisticados que permitan la detección de estos en el máximo intervalo de tiempo con el fin de prepararse ante el suceso.

Se recomienda no bajar la guardia ante los desastres que tengan poca probabilidad de ocurrencia ya que si se descuidan las medidas de control y prevención al momento de suscitarse el desastre no se sabrá cómo reaccionar ni que hacer en dicho momento.

Se recomienda en las construcciones el tipo de cimentación mediante vigas de conexión, para evitar efectos de daños estructurales.

Referencias

- Baxter, P. (2012). *Erupciones volcánicas*. Revista Cidbinema, 12, (8), 178-201.
- Bedia, C. (2011). *Geodinámica del deslizamiento del sector Punta Colorada – Corire*. Arequipa, Perú.
- Bedia, C. Lagos. y Sanchez J. (2004). *Deslizamientos rotacionales y desprendimientos de rocas en Punta Colorada*, (Aplao – Arequipa). XII Congreso Peruano de Geol. Vol. Resúmenes Extendidos, p. 45-47. Lima, Perú.
- Bellido, B. (1979). *Geología del Cuadrángulo de Moquegua Hoja 35-u* (Boletín N° 15- Carta Geológica Nacional- INGENMET).
- Castillo, J. (2004). *Peligro sísmico en el Perú* (Tesis de pregrado). Universidad nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- CENAPRED (2007). *Sismos*. Secretaria de Gobernación. México D.F, México.
- Cohen, R. E. (2008). *Lecciones aprendidas durante desastres naturales: 1970-2007*. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 25(1), 109-117. Lima, Perú.
- Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo. (2012). *Informe Brundtland*. Repositorio Universidad de Alcalá. Alcalá, España.
- Conde-Álvarez, C., & Saldaña-Zorrilla, S. (2007). *Cambio climático en América Latina y el Caribe: impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Ambiente y desarrollo, 23(2), 23-30. Santiago de Chile, Chile.
- Delgado, J. y Godoy, R. (2009). *Elaboración del mapa de litología*. Repositorio de la Universidad de Málaga. Málaga, España.
- Espejel, A., Barrera, A., Herrera, B. y Cuevas, V. (2016). *Factores estructurales en la construcción del sistema regional de innovación de vainilla*. Agroproductividad, 9,

- 1, 74-78. Recuperado de
http://www.investigacion.colpospuebla.mx/pdf/paginas/CONACYT/PUE_006.pdf
- Ferrando, A., & Francisco, J. (2003). *En torno a los desastres naturales: Tipología, conceptos y reflexiones*. Revista INVI, 18(47). Lima, Perú.
- García, M. (2004). *Los mapas de riesgos. Conceptos y metodología para su elaboración*. *Rev. San. Hig. Pub*, (4), 68, 443-453. Recuperado de
http://www.msc.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL68/68_4_443.pdf
- García-González, M. L., Carbajal Escobar, Y., & Jiménez-Escobar, H. (2007). *La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático*. *Ingeniería y competitividad*, 9(1). Cali, Colombia.
- Gasca, J. (2008). *Cálculo y ajustes aplicados a la solución de problemas topográficos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., México.
- Gómez, C. (2005). *El desarrollo sostenible: conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación*. Repositorio de datos UNESCO. Paris, Francia.
- González, L., & Vidaud, I. (2009). *Factores para evaluar la viabilidad de proyectos de conservación de edificaciones esenciales, no productivas, en zonas sísmicas*. *Ingeniería*, 13(1). México.
- Guizado J. (1968). *Geología del Cuadrángulo de Aplao*. Ministerio de Obras Públicas, Servicio de Geología y Minería. 50p. Lima, Perú.
- Guizado J. (1968). *Geología del Cuadrángulo de Aplao*. Servicio de Geología y Minería. Lima, Perú.

- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista P. (2010). *Metodología de la investigación*. Interamericana editores, S.A. DE C.V. Editorial Mc. Graw Hill. Ed. Quinta. ISBN: 978-607-15-0291-9. México.
- Icumi, L., Bertolozzi, M., et al. (2008). *La utilización del concepto “vulnerabilidad” por enfermería. Rev Latino-am Enfermagem*, 16, (5), 20-31. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/rlae/v16n5/es_20.pdf
- INGEMMET. (2000). *Geodinámica e Ingeniería Geológica, Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N°1*. (Boletín N° 23, Serie C). Lima, Perú.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1991). *Manual de Ingeniería de Taludes*. Madrid, España.
- Jacay J., Bulot L., Moreno K., Sempere T. (2006). *Aspectos sedimentológicos del Jurásico-Cretáceo (Grupo Yura) en el área del valle de Majes (Arequipa)*. XIII Congreso Peruano de Geol. Vol. Resúmenes Extendidos, p. 543-546. Lima, Perú.
- Jaime Zuares Diaz. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos. Colombia.
- Kosaka R., Minaya A., Baraona H. (2001), *Estudio geodinámico y evaluación de peligros del valle de Majes*. Proyecto PER 98/018 PNUD – INDECI. Arequipa, Perú.
- Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008). *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático* (No. Sirsi) a453952). Semarnat. México.
- Larry W. Canter. (1998). *Manual de Impacto Ambiental*. Ed. Mc Graw Hill. Madrid.
- Marocco, R., Delfaud, J., Lavenu, A., (1985). *Ambiente deposicional de una cuenca continental intramontaña andina: el Grupo Moquegua (sur del Perú); primeros resultados*. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. Lima, Perú.

- Mayurí, J. (2015). *El marketing y la ventaja competitividad en los alumnos de FCA-UNMSM, comparada con los alumnos de administración de la Universidad de los Estudios de Bérnago*. Rev de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas 18(36): 31-38. Lima, Perú.
- Melendez J. (2013). *Vulnerabilidad y prevención de desastres por inundaciones en las terrazas bajas del río Rímac y asentamientos humanos (distritos Lurigancho, Ate y Chaclacayo – Lima)*. Lima, Perú.
- Mendez, E. (2014). *Análisis comparativo de levantamientos por método taquimétrico y levantamientos empleando estación total* (Tesis de pregrado). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ministerio de Educación Pública (2009). *Elementos y factores del clima*. Repositorio Ministerio de Costa Rica. Costa Rica.
- Morán G. & Alvarado, D. (2010). *Métodos de investigación*. Primera edición. Pearson educación. México.
- Navarro, P. (2007). *Características metalogenéticas de los yacimientos asociados al Grupo Calipuy en el norte del Perú, departamentos de la Libertad y Ancash*. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 102. Perú.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). (1973). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa Cuenca del Río Camaná-Majes Volumen I*. Lima, Perú.
- Oficina Regional de las Américas (2004). *Campaña de la Vulnerabilidad*. Repositorio UNISDR. Ginebra, Suiza.
- Ramírez, A., Ampa, I. & Ramírez K. (2007). *Tecnología de la investigación*. Primera edición. Editorial Moshera SRL. Lima, Perú.

- Red Cubana de la Ciencia (2013). *Serie Aprendamos a protegernos. Las erupciones volcánicas*. Fundación Maquilishuatl. Cuba.
- Rodríguez Esteves, J. M. (2002). *Los desastres naturales en Mexicali, BC: Diagnóstico sobre el riesgo y la vulnerabilidad urbana. Frontera norte, 14(27), 123-153*. México.
- Sánchez, C. (2013). *Prevención de accidentes: organización y administración de los servicios de seguridad*. Repositorio de Instituto Superior de Formación Técnica Educativo Argentino. Argentina.
- Segerer, C. y Villodas, R. (2006). *Unidad 5: Las precipitaciones*. Repositorio de Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Sempere T., Jacay J., Fornari M., y Roperch P. (2002). *Megasecuencias Sedimentarias en la Parte Inferior del Grupo Moquegua (Área de Aplao, Departamento de Arequipa)*. XI Congreso Peruano de Geol. Vol. Resúmenes, p. 55. Lima, Perú.

MIRADOR ZONA - A

| CUADRO RESUMEN Mz. A - TOTAL DE VIVIENDAS POR | | | | | | | | | | | | GLOBAL (viviendas) | | | | | | | | | |
|--|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|--------------------|---|----|----|---|-----|---|-----|---|-----|
| DESCRIPCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL DE CONTRUCCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MADERA | | | TOTAL | QUINCHA | | | TOTAL | LADRILLO | | | TOTAL | 29 | | | | | | | | | |
| ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | | | | | | | | | | |
| Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | | | | | | | | | | |
| 10 | 91% | 0 | 0% | 0 | 0% | | 11 | 2 | 14% | 11 | 79% | | 1 | 7% | 14 | 1 | 25% | 2 | 50% | 1 | 25% |

| CUADRO RESUMEN Mz. B - TOTAL DE VIVIENDAS POR | | | | | | | | | | | | GLOBAL (viviendas) | | | | | | | | | |
|--|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|--------------------|---|-----|----|---|-----|---|-----|---|-----|
| DESCRIPCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL DE CONTRUCCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MADERA | | | TOTAL | QUINCHA | | | TOTAL | LADRILLO | | | TOTAL | 18 | | | | | | | | | |
| ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | | | | | | | | | | |
| Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | | | | | | | | | | |
| 0 | 0% | 2 | 100% | 0 | 0% | | 2 | 4 | 33% | 6 | 50% | | 2 | 17% | 12 | 1 | 25% | 2 | 50% | 1 | 25% |

| CUADRO RESUMEN Mz. C - TOTAL DE VIVIENDAS POR | | | | | | | | | | | | GLOBAL (viviendas) | | | | | | | | | |
|--|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|--------------------|---|-----|---|---|-----|---|-----|---|----|
| DESCRIPCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL DE CONTRUCCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MADERA | | | TOTAL | QUINCHA | | | TOTAL | LADRILLO | | | TOTAL | 22 | | | | | | | | | |
| ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | | | | | | | | | | |
| Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | | | | | | | | | | |
| 0 | 0% | 7 | 78% | 1 | 11% | | 9 | 0 | 0% | 5 | 71% | | 2 | 29% | 7 | 3 | 50% | 3 | 50% | 0 | 0% |

| CUADRO RESUMEN Mz. D - TOTAL DE VIVIENDAS POR | | | | | | | | | | | | GLOBAL (viviendas) | | | | | | | | | |
|--|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|------------------------|---------|------|-----------|--------------------|---|-----|----|---|-----|---|-----|---|----|
| DESCRIPCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL DE CONTRUCCION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MADERA | | | TOTAL | QUINCHA | | | TOTAL | LADRILLO | | | TOTAL | 28 | | | | | | | | | |
| ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | ESTADO DE CONSERVACION | | | DE | | | | | | | | | | |
| Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | Bueno | Regular | Malo | VIVIENDAS | | | | | | | | | | |
| 1 | 14% | 4 | 57% | 1 | 14% | | 7 | 2 | 11% | 13 | 72% | | 3 | 17% | 18 | 1 | 33% | 2 | 67% | 0 | 0% |

MIRADOR ZONA – A**CUADRO RESUMEN Mz. A - TOTAL DE VIVIENDAS POR****POBLACION POR EDAD****EDAD PROMEDIO (en años)**

| < 1 | | De 1 a 5 | | De 6 a 14 | | DE 15 A 29 | | DE 30 A 64 | | 65 A 84 | | <85 | | TOTAL DE HABITANTES |
|-----|----|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|---------|----|-----|----|---------------------|
| 6 | 5% | 15 | 13% | 23 | 20% | 32 | 28% | 39 | 34% | 0 | 0% | 0 | 0% | 115 |

CUADRO RESUMEN Mz. B - TOTAL DE VIVIENDAS POR**POBLACION POR EDAD****EDAD PROMEDIO (en años)**

| < 1 | | De 1 a 5 | | De 6 a 14 | | DE 15 A 29 | | DE 30 A 64 | | 65 A 84 | | <85 | | TOTAL DE HABITANTES |
|-----|----|----------|----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|---------|----|-----|----|---------------------|
| 0 | 0% | 5 | 8% | 11 | 18% | 10 | 16% | 33 | 54% | 2 | 3% | 0 | 0% | 61 |

CUADRO RESUMEN Mz. C - TOTAL DE VIVIENDAS POR**POBLACION POR EDAD****EDAD PROMEDIO (en años)**

| < 1 | | De 1 a 5 | | De 6 a 14 | | DE 15 A 29 | | DE 30 A 64 | | 65 A 84 | | <85 | | TOTAL DE HABITANTES |
|-----|-----|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|----|---------|----|-----|----|---------------------|
| 5 | 11% | 9 | 19% | 15 | 32% | 16 | 34% | 0 | 0% | 2 | 4% | 0 | 0% | 47 |

CUADRO RESUMEN Mz. D - TOTAL DE VIVIENDAS POR**POBLACION POR EDAD****EDAD PROMEDIO (en años)**

| < 1 | | De 1 a 5 | | De 6 a 14 | | DE 15 A 29 | | DE 30 A 64 | | 65 A 84 | | <85 | | TOTAL DE HABITANTES |
|-----|----|----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|---------|----|-----|----|---------------------|
| 5 | 5% | 10 | 10% | 20 | 20% | 21 | 21% | 39 | 39% | 6 | 6% | 0 | 0% | 101 |

MIRADOR ZONA - ACUADRO RESUMEN Mz. A - TOTAL DE VIVIENDAS POR

VIVIENDAS POR

ANTIGÜEDAD PROMEDIO (en años)

| 1 año | 2 años | 3 años | 4 años | 5 años | 6 años | 7 años | 8 años | 9 años | 10 a mas años |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 0 | 0 | 3 | 6 | 8 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0 |

CUADRO RESUMEN Mz. B - TOTAL DE VIVIENDAS POR

VIVIENDAS POR

ANTIGÜEDAD PROMEDIO (en años)

| 1 año | 2 años | 3 años | 4 años | 5 años | 6 años | 7 años | 8 años | 9 años | 10 a mas años |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 1 | | 0 |

CUADRO RESUMEN Mz. C - TOTAL DE VIVIENDAS POR

VIVIENDAS POR

ANTIGÜEDAD PROMEDIO (en años)

| 1 año | 2 años | 3 años | 4 años | 5 años | 6 años | 7 años | 8 años | 9 años | 10 a mas años |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 0 | 2 | 1 | 5 | 2 | 6 | 5 | 1 | 0 | 0 |

CUADRO RESUMEN Mz. D - TOTAL DE VIVIENDAS POR

VIVIENDAS POR

ANTIGÜEDAD PROMEDIO (en años)

| 1 año | 2 años | 3 años | 4 años | 5 años | 6 años | 7 años | 8 años | 9 años | 10 a mas años |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 3 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 5 |

ANEXO 2 : MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Problema General | Objetivo General | Variable 1: mejora de la infraestructura | |
|--|---|---|--|
| | | Dimensiones | Indicadores |
| <p>¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son las zonas de mayor vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?</p> <p>¿Qué medidas se deben adoptar para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y terrenos Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015?</p> | <p>Determinar el nivel de vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Identificar las zonas de mayor vulnerabilidad ante desastres naturales en el Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015.</p> <p>Definir cuáles son las medidas que se deben adoptar para reducir la vulnerabilidad de las viviendas y terrenos Valle De Majes, Sector Punta Colorada – Arequipa 2015.</p> | V1. Factores desencadenantes | Litológicos |
| | | | Estructurales |
| | | | Climáticos |
| | | | Hidrológicos |
| | | | Topográficos |
| | | V2. Factores condicionantes | Precipitaciones |
| | | | Erupciones volcánicas |
| | | | Sismos |
| | | | Cambios en el volumen del terreno por hielo-deshielo o |
| | | | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | | humedad-deseccación |
| | | V3. Factores desencadenantes inducidos | Aumento del peso del talud (pendiente) por acumulación de escombros o construcciones. |
| | | | Excavaciones con retirada de materiales del pie del talud. |
| | | | Creación de taludes artificiales |
| | | | Inundaciones causadas por roturas de presas |
| | | | Estancamientos de aguas por impermeabilización y asfaltado |
| | | | Encharcamientos por excesos de riegos |
| | | | Deforestación de taludes Explosiones realizadas en la construcción de carreteras, minas. |



Fig 18. *Caída de rocas en la zona de “alto Mirador”*

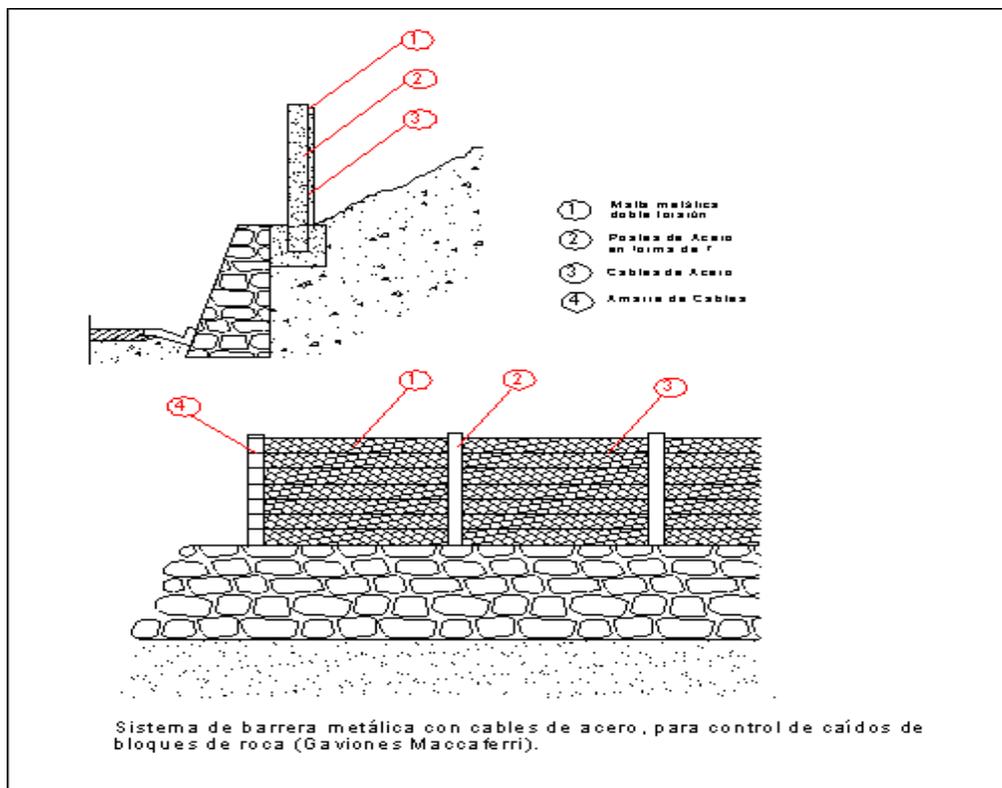




Fig 19. Caída de rocas en la zona de “alto Mirador”



Fig 20. *Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas.*



Fig 21. *Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas y no impacten en la población.*



Fig 22. *Ejemplo de un tipo de pantalla dinámica, para amortiguar y retener bloques de caída de rocas y no impacten en la población.*