

RESÚMEN

El centro poblado Chango ubicado en el distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco, viene siendo afectado por un gran deslizamiento del tipo rotacional retrogresivo el cual desde mediados del siglo XX se manifiesta a través de agrietamientos, asentamientos, erosión y cárcavas, las cuales avanzan hacia el centro poblado, afectando seriamente a las viviendas, canales de agua, redes de alcantarillado, loza deportiva y el principal medio de vida de la población, los terrenos de cultivo.

La metodología usada para determinar el nivel del riesgo del CCPP de Chango es la recomendada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres- CENEPRED en su Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales EVAR. Segunda versión 2014.

En base al manual, en primer lugar se analiza el peligro asociado al fenómeno de deslizamiento y luego la vulnerabilidad de la población, infraestructura y sus medios de vida frente al deslizamiento para finalmente determinar el riesgo del CCPP de Chango.

Para caracterizar el Peligro, se realizó el análisis de su parámetro de evaluación y la susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y desencadenantes), el resultado fue expresado en un Mapa de Peligro.

Del mismo modo, se realizó en análisis de la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida expuestos al peligro, el análisis contempló las dimensiones social y económica; el resultado de este análisis fue expresado en un Mapa de Vulnerabilidad.

Posteriormente se procedió a determinar el nivel de riesgo de la población como resultado de la interacción del peligro y vulnerabilidad, con lo cual se obtuvo el mapa del riesgo por deslizamiento en el centro poblado Chango.

Finalmente y en función a los resultados obtenidos, se presenta medidas estructurales y no estructurales para el control y reducción del riesgo.

El presente estudio representa una herramienta para la toma de decisiones de las autoridades en cuanto a la gestión del riesgo de desastres.


EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782


HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 105

CONTENIDO

I. OBJETIVO	7
1.1. OBJETIVO GENERAL	7
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.3. JUSTIFICACIÓN	7
1.4. ANTECEDENTES	7
II. SITUACIÓN GENERAL	9
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESO	9
2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR	10
2.2.1. Condiciones Climatológicas	11
2.2.2. Condiciones Geológicas-Litoestratigráficas	12
2.2.3. Capacidad de Carga Admisible	14
2.2.4. Pendiente	16
2.2.5. Hidroisohipsas	19
2.2.6. Resistividad del Suelo	21
2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIO - ECONÓMICAS	23
2.3.1. Población Total	23
2.3.2. Vivienda	23
2.3.3. Servicios básicos	25
2.3.4. Educación	28
2.3.5. Actividad económica	29
III. EVALUACIÓN DE RIESGO	31
3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	32
3.1.1. Metodología	32
3.1.2. Recopilación y análisis de información	32
3.1.3. Identificación del peligro	33
3.1.4. Delimitación del peligro	33
3.1.5. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante el peligro	33
3.1.6. Definición de Factores condicionantes y desencadenantes.	34
3.1.7. Parámetro de Evaluación	44
3.1.8. Definición de escenarios	48
3.1.9. Niveles de peligros	48
3.1.10. Estratificación del Nivel de Peligro	49
3.1.11. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad	49
3.1.12. Identificación de elementos expuestos	51
3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	54
3.2.1. Análisis de la dimensión social	54
3.2.2. Análisis de la dimensión Económica	62
3.2.3. Nivel de Vulnerabilidad	67
3.2.4. Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad	67
3.2.5. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad	67
3.3. CÁLCULO DE RIESGO	68
3.3.1. Metodología	69
3.3.2. Determinación de los niveles de riesgos	69
3.3.3. Estratificación de los niveles de riesgo	70

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

2
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

3.3.4.	Mapa de riesgos por deslizamiento	71
3.3.1.	Matriz del Riesgo	71
3.3.2.	Cálculo de Efectos Probables	72
3.4.	CONTROL DE RIESGO	74
3.4.1.	Valoración de consecuencias	74
3.4.2.	Valoración de frecuencia	74
IV.	CONCLUSIONES	76
V.	RECOMENDACIONES	77
5.1.1.	Medidas de orden estructural	77
5.1.2.	Medidas de orden no estructural	81
VI.	BIBLIOGRAFÍA	83
VII.	ANEXOS	85


EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

3

HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación del Centro Poblado Chango	9
Tabla 2. Capacidad de Carga Admisible en el área de estudio	15
Tabla 3. Descripción de Pendiente en base a Zuidam, 1986.	17
Tabla 4. Población proyectada del CCPP Chango	23
Tabla 5. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango	23
Tabla 6. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango	24
Tabla 7. Viviendas con tipos de abastecimiento de agua en el centro poblado Chango.....	25
Tabla 8. Viviendas con servicios higiénicos en el Centro Poblado Chango	26
Tabla 9. Tipo de alumbrado en el centro poblado Chango	27
Tabla 10. Población según nivel educativo del centro poblado Chango.....	28
Tabla 11. Actividad económica del centro poblado Chango	29
Tabla 12. Parámetros Morfológicos del Deslizamiento	45
Tabla 13. Efectos Probables por materialización del deslizamiento en el centro poblado Chango.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Correlación entre Altura de estaciones meteorológicas base y la precipitación	11
Gráfico 2. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango.....	24
Gráfico 3. Material Predominante del techo del centro poblado Chango.....	25
Gráfico 4. Abastecimiento de agua en viviendas en el centro poblado Chango.....	26
Gráfico 5. Viviendas con servicios higiénicos en el Centro Poblado Chango.....	27
Gráfico 6. Tipo de alumbrado en el centro poblado Chango	28
Gráfico 7. Población según nivel educativo del centro poblado Chango	29
Gráfico 8. Actividad económica del centro poblado Chango	30
Gráfico 9. Marco conceptual del Riesgo	31
Gráfico 10. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad.....	32
Gráfico 11. Diagrama para determinación de vulnerabilidad	54
Gráfico 12. Diagrama para determinación de vulnerabilidad	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación del Centro Poblado Chango	10
Figura 2. Mapa de Precipitación Media Anual (Isoyetas) del centro poblado Chango	12
Figura 3. Mapa de Litoestratigrafía del centro poblado Chango	14
Figura 4. Mapa de Capacidad de Carga Admisible del centro poblado Chango	16
Figura 5. Mapa de pendiente del centro poblado Chango	18
Figura 6. Mapa de Hidroisohipsas en el centro poblado Chango	20
Figura 7. Mapa de Resistividad del Suelo en el centro poblado Chango	22
Figura 8. Mapa de Intensidad máxima de Precipitación 21 mm/h para un T= 50 años.....	43
Figura 9. Mapa del Parámetro de Evaluación Volumen de Deslizamiento.....	47
Figura 10. Mapa de Niveles de Peligros por Deslizamiento.....	50
Figura 11. Mapa de Elementos Expuestos del Centro Poblado Chango	53
Figura 12. Mapa de Niveles de Vulnerabilidad del Centro Poblado Chango.....	68
Figura 13. Mapa de Riesgo por Deslizamiento	71
Figura 14. Perfil Longitudinal de la zona de deslizamiento rotacional en el CCPP Chango.....	85

LISTA DE IMAGEN

Imagen 1. Vista frontal del cerro Huaripampea.....	33
Imagen 2. Dimensiones de los deslizamientos	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factores de Susceptibilidad	34
Cuadro 2. Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes	34
Cuadro 3. Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes	35
Cuadro 4. Índice y Relación de consistencia de los parámetros condicionantes	35
Cuadro 5. Matriz de comparación de pares de la Resistividad del Suelo.....	35
Cuadro 6. Matriz de normalización de pares de la Resistividad del Suelo	36
Cuadro 7. Índice y Relación de consistencia para el parámetro resistividad del suelo	36
Cuadro 8. Matriz de comparación de pares de la Hidroisohipsas.....	36
Cuadro 9. Matriz de Normalización de Pares de la Hidroisohipsas	37
Cuadro 10. Índice y Relación de consistencia para el parámetro Hidroisohipsas	37
Cuadro 11. Matriz de Comparación de Pares del parámetro Pendiente	37
Cuadro 12. Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente.....	38
Cuadro 13. Índice y Relación de consistencia para el parámetro Pendiente.....	38
Cuadro 14. Matriz de comparación de pares de las Unidades Litoestratigráficas	39
Cuadro 15. Matriz de Normalización de Pares de las Unidades Litoestratigráficas	39
Cuadro 16. Índice y Relación de consistencia de las Unidades Litoestratigráficas	39
Cuadro 17. Matriz de comparación de pares de la Capacidad Portante del Suelo	40
Cuadro 18. Matriz de Normalización de Pares de la Capacidad Portante del Suelo.....	40
Cuadro 19. Índice y Relación de consistencia de la Capacidad Portante del Suelo.....	40
Cuadro 20. Matriz de comparación de pares de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr.....	41
Cuadro 21. Matriz de Normalización de Pares de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr.....	42
Cuadro 22. Índice y Relación de consistencia de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr.....	42
Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del Volumen de Deslizamiento	45
Cuadro 24. Matriz de Normalización de pares del Volumen de Deslizamiento	46
Cuadro 25. Índice y Relación de consistencia del Volumen de Deslizamiento.....	46
Cuadro 26. Niveles de Peligro.....	48
Cuadro 27. Estratificación del nivel de peligro	49
Cuadro 28. Población Expuesta.....	51
Cuadro 29. Viviendas Expuestas	51
Cuadro 30. Infraestructuras Educativas Expuestas	51
Cuadro 31. Infraestructura de Salud Expuestas	51
Cuadro 32. Red vial.....	52
Cuadro 33. Red de agua y saneamiento expuesto	52
Cuadro 34. Infraestructura adicional	52
Cuadro 35. Parámetros de la dimensión Social	54
Cuadro 36. Matriz de Comparación de pares de la fragilidad social.....	55
Cuadro 37. Matriz de normalización de los parámetros de la fragilidad social	55
Cuadro 38. Índice y Relación de consistencia de Fragilidad Social.....	55
Cuadro 39. Análisis de la Fragilidad Social – Matriz de Comparación de Pares del Grupo Etario.....	56
Cuadro 40. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización del grupo etario	56
Cuadro 41. Índice y Relación de consistencia del Grupo Etario	56
Cuadro 42. Análisis de la fragilidad social – Matriz de Comparación de Pares del parámetro Discapacidad.....	57
Cuadro 43. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de discapacidad	57
Cuadro 44. Índice y Relación de consistencia de la Discapacidad	57
Cuadro 45. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares de acceso a red pública de agua.....	58
Cuadro 46. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de acceso a red pública de agua	58
Cuadro 47. Índice y Relación de consistencia de acceso a red pública de agua	58
Cuadro 48. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares de acceso a red pública de desagüe.....	59
Cuadro 49. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de acceso a red pública de desagüe	59
Cuadro 50. Índice y Relación de consistencia de acceso a red pública de desagüe	59
Cuadro 51. Análisis de la Resiliencia social – matriz de comparación de Actitud Frente al Riesgo.....	60

Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento del centro poblado de Chango del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco

Cuadro 52. Análisis de la Resiliencia social – matriz de normalización de Actitud Frente al Riesgo	60
Cuadro 53. Índice y Relación de consistencia de Actitud Frente al Riesgo	60
Cuadro 54. Análisis de la Resiliencia social – matriz de comparación de Conocimiento en GRD	61
Cuadro 55. Análisis de la Resiliencia social – matriz de normalización de Conocimiento en GRD	61
Cuadro 56. Índice y Relación de consistencia de Conocimiento en GRD	61
Cuadro 57. Parámetros de la dimensión Económica	62
Cuadro 58. Matriz de Comparación de pares de la fragilidad Económica	62
Cuadro 59. Matriz de normalización de los parámetros de la fragilidad Económica	62
Cuadro 60. Índice y Relación de consistencia de Fragilidad Social	62
Cuadro 61. Análisis de la fragilidad Económica – matriz de comparación de pares del material Predominante de las Paredes.	63
Cuadro 62. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización del material Predominante de las Paredes.	63
Cuadro 63. Índice y Relación de consistencia de Material Predominante de las Paredes	63
Cuadro 64. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares del Material Predominante de los Techos.	64
Cuadro 65. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de material del Material Predominante de los Techos.	64
Cuadro 66. Índice y Relación de consistencia del Material Predominante de los Techos	64
Cuadro 67. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares del Material Predominante de los Pisos.	65
Cuadro 68. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de material del Material Predominante de los Pisos	65
Cuadro 69. Índice y Relación de consistencia del Material Predominante de los Pisos	65
Cuadro 70. Análisis de la Resiliencia Económica – matriz de comparación de pares de la Tenencia de vivienda	66
Cuadro 71. Análisis de la Resiliencia Económica – matriz de normalización de la Tenencia de vivienda	66
Cuadro 72. Índice y Relación de consistencia de la Tenencia de vivienda	66
Cuadro 73. Niveles de Vulnerabilidad	67
Cuadro 74. Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad	67
Cuadro 75. Cálculo de valores del riesgo	69
Cuadro 76. Niveles del Riesgo	70
Cuadro 77. Estratificación del Riesgo	70
Cuadro 78. Matriz del Riesgo	72
Cuadro 79. Valoración de consecuencias	74
Cuadro 80. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	74
Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños	74
Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños	75
Cuadro 83. Nivel de consecuencia y daños	75
Cuadro 84. Prioridad de Intervención	75

EDENATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

6
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

I. OBJETIVO

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel del riesgo por deslizamiento en el centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los niveles de peligros y mapa de peligros;
- Determinar los niveles de vulnerabilidad y mapa de vulnerabilidad;
- Determinar los niveles de riesgo y mapa de riesgo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente informe se justifica en la presunción de una situación de riesgo en el centro poblado de Chango basado en evidencias de campo, manifestaciones de pobladores locales e informes técnicos previos que demuestran altos niveles de peligro por deslizamiento y también altos niveles de vulnerabilidad del CCPP de Chango.

En tal sentido, el Gobierno Regional de Pasco, comprometido con esta problemática, pretende conocer la real situación a través de la elaboración del presente Estudio y poder adoptar las medidas necesarias para reducir el riesgo por deslizamiento en el centro poblado de Chango a fin de proteger a la población y sus medios de vida.

1.4. ANTECEDENTES

Los antecedentes son de mucha importancia para llevar a efecto una evaluación en general. "En el pasado encontraremos el secreto del futuro" dice la frase haciendo acepción a que en la investigación tanto de los aspectos físicos y sociales del pasado encontraremos indicios claros para saber dónde, cuándo y cómo ocurrirán las cosas en el futuro. Los riesgos de desastres no son una excepción a esta frase, por ello a continuación detallamos algunos antecedentes, sobre todo aquellos verificados y/o validados por alguna institución técnica reconocida como son INDECI, IGP e INGEMMET.

- Año 1962, en el pueblo de Chango aparecieron pequeños derrumbes ocasionados por las fuertes precipitaciones de la zona, no hubo agrietamientos pero sí flujos (huaycos) sobre el pueblo. Exactamente lo que ocurrió fue el desborde de una acequia ubicada en las partes altas del pueblo, este acueducto se halla aproximadamente en la cota 3,680 msnm y debido a fuertes lluvias aumentó su caudal el que se precipitó causando la alarma de la población (INGEMMET).

- Año 1962, El Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, en su documento "Reconocimiento geológico del pueblo de Chango Anexo del distrito de Chacayán, departamento de Pasco" de concluye: "La zona ha sido saturada en exceso por las aguas de lluvia y filtraciones de los alumbamientos o puquios, la formación de los sumideros puede originar un movimiento integral de tierras ya que toda el área entraría en un estado de desequilibrio pudiéndose producir una catástrofe a causa de la erosión progresiva de las aguas de escorrentía con deslizamientos de tierra..."


EDÉN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782


HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

- Año 1997, El CCPP de Chango fue declarado en emergencia por el INDECI, la causa fue un flujo de lodo que descendió de las laderas superiores y llegó hasta la plaza principal, originada por remoción de terrenos agrícolas en las laderas superiores con pendientes de 40° de inclinación y la presencia de lluvias torrenciales que duró varias horas. (INGEMMET).
- Año 2003, Se produce un fenómeno de erosión retrocedente que se produce en la cabecera de la quebrada que se encuentra en la parte baja de Chango, pendiente de 40°, la misma que tiene origen tres puquiales que se ubican en el pueblo las cuales contribuyen a la erosión en épocas de lluvias intensas profundizando su cauce estabilizando laderas y erosionando la cabecera en forma retrocedente con dirección al pueblo. (INGEMMET).
- Año 2015, mediante el Informe N° 011-2015-G.R.P.-PRES/ORDCDNSC/JWGH emitido el 02 de febrero del 2015 por la Oficina de Defensa Nacional, Defensa Civil y Seguridad Ciudadana del Gobierno Regional de Pasco, a cargo del Ing. Juan Walter Gonzales Huere, señala: "El CCPP de Chango se encuentra en un área empinada muy susceptible a la erosión de tierras siendo la causa principal de este problema la libre escorrentía de aguas superficiales provenientes del cerro Huaripampea...Los pobladores deben estar constantemente alertas ante un posible desprendimiento de lodos".
- Año 2015 el IGP reporta: "El deslizamiento que afecta la seguridad física del centro poblado de Chango es considerado del tipo rotacional retrogresivo y ocupa un área de 245 hectáreas, la activación de éste es producto de las condiciones meteorológicas de la zona, que ha incrementado el volumen de los puquiales, éstos se encuentran aflorando en la zona urbana, el deficiente sistema de riego y el inadecuado sistema de drenaje provoca que las aguas drenen hacia la quebrada y genere la erosión de ambos márgenes, agrietándolas e estabilizándolas, y la erosión de la cabecera de la quebrada que avanza en dirección al pueblo, actualmente se encuentra a 450 m del centro poblado de Chango. De la estimación de la peligrosidad realizada, se obtuvo que el centro poblado de Chango califica como PELIGRO MUY ALTO ante movimientos en masa".
- Año 2016 el IGP actualiza el informe del año anterior y concluye lo siguiente: "El tipo de suelo en el área de Chango está conformado por materiales finos ...de capacidad portante baja (1.17 a 1.62 kg/cm²), condición que describe a suelos poco compactos y por lo tanto muy susceptibles a fallar, que sumado a las constantes precipitaciones propias de la zona, hacen que el poblado de Chango presente nivel de PELIGROSIDAD ALTA ante la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos y flujos). Este peligro afectaría al área urbana de Chango, zonas de sembríos y a los márgenes de la quebrada Shishing".
- Mediante el oficio N°120-2018-INGEMMET/DGAR el INGEMMET brinda una opinión técnica concluyendo lo siguiente: "El CCPP de Chango se encuentra en una zona de ALTA SUSCEPTIBILIDAD a movimientos en masa, se prohíbe el desarrollo de cualquier infraestructura sin el detallado conocimiento geológico previo".

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

8

HECTOR
ESPIÑOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

II. SITUACIÓN GENERAL

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESO

El Distrito de Chacayán pertenece a la provincia de Daniel Alcides Carrión, departamento Pasco y es uno de los ocho distritos que conforman la Provincia de Daniel Alcides Carrión y fue creado con la categoría de Pueblo el 30 de Diciembre de 1918, mediante Ley N° 3029. Está ubicado en la región Sierra y tiene una superficie aproximada de 153.07 km².

El distrito Chacayan limita:

- Por el Norte : Con el distrito de Paucar
- Por el Este : Con el distrito de Santa Ana de Tusi y el distrito de Goyllarisuizga
- Por el Sur : Con el distrito de Yanahuanca y el distrito de Simón Bolívar de Rancas
- Por el Oeste : Con el distrito de Tapuc y el distrito de Vilcabamba

El distrito de Chacayan está dividido de la siguiente manera:

- Comunidad de Chacayan
- Centro Poblado de Chango
- Anexo Mito
- Caseríos: Izcaycocha, Gorgorin, Quechca, Azulmina, Ranra, Misca y Mito.

Para acceder al CCPP de Chango se realiza el recorrido vía terrestre de una carretera afirmada de 76km, durante aprox. 2 horas en camioneta desde la ciudad de Cerro de Pasco. El centro poblado de Chango se encuentra ubicado a 15 minutos aproximadamente de la capital distrital Chacayán y se asienta en la ladera alta del cerro Huaripampea

Tabla 1. Ubicación del Centro Poblado Chango

Punto	UTM		GEOGRÁFICA		ALTURA (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
Plaza Principal de CCPP de Chango	345533.0	8848335.0	10°24'54.79" S	76°24'40.04" O	3,493.0

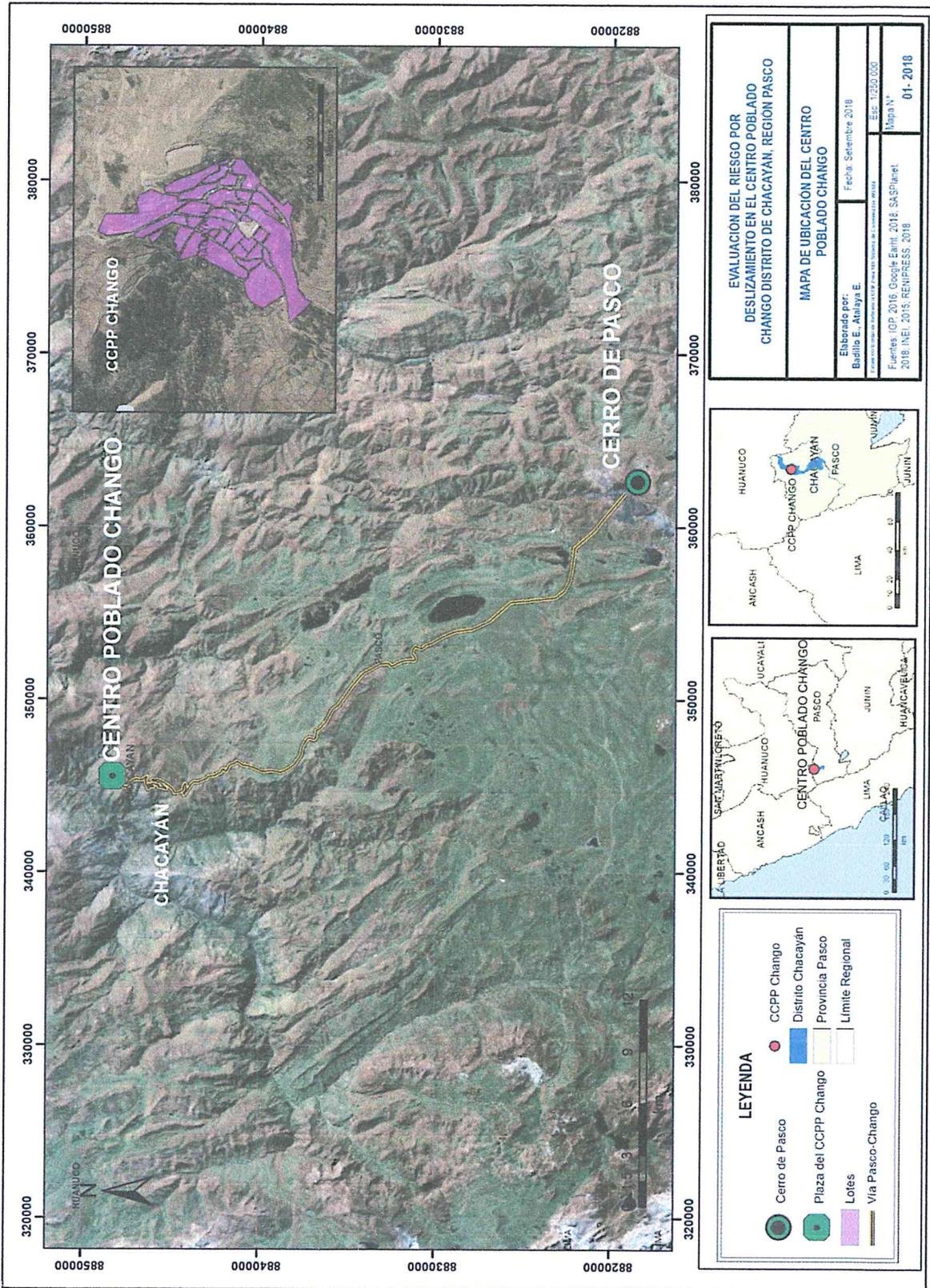
Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth

A continuación se muestra una imagen donde se visualiza el trayecto descrito así como la ubicación de CCPP de Chango.

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

9
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
CIP N° 145855

Figura 1: Mapa de Ubicación del Centro Poblado Chango



2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

A.- Características físicas

2.2.1. Condiciones Climatológicas

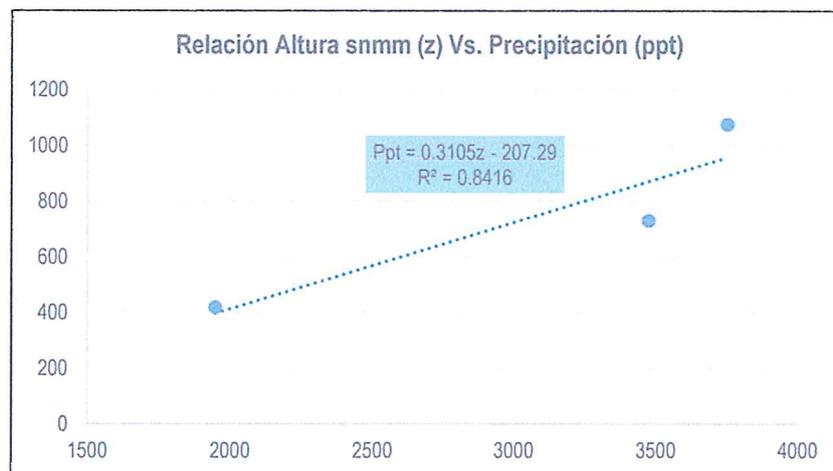
El distrito Chacayán pertenece a la clasificación climática de Thornthwaite (B (o, i) C' H3) que es característico de la región sierra, se extiende entre los 3,000 y 4,000msnm, y presenta precipitaciones anuales promedio de 700mm y temperatura media anual de 12°C, con presencia de verano lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas (SENAMHI, 2018).

Para realizar el mapa de precipitación media anual se adoptó una metodología estadística planteada por Villón (2012) en la que es posible realizar estos mapas en casos en donde la información pluviométrica es escasa.

En tal sentido, se aplicó una regresión lineal simple para determinar la precipitación de estaciones pluviométricas virtuales, en total 8, creadas a partir de 3 estaciones meteorológicas que se encuentran circundante a la zona de estudio; se analizó la precipitación en base a una relación directa entre la altura sobre el nivel de mar de las estaciones base (estación Yanahuanca, Pariamarca y Cayhuayna) y la precipitación.

En el análisis de relación se obtuvo un coeficiente de correlación igual a $R^2=0.8416$, valor que muestra que hay una fuerte relación entre las variables analizadas y que permite continuar con el análisis planteado para crear las estaciones virtuales, a continuación, se muestra la gráfica de relación entre las variables precipitación y altura, en el anexo 3 se detalla las características de las estaciones base y virtuales creadas para fines de la obtención del mapa de isoyeta, vale mencionar que la información pluviométrica de las estaciones base es obtenida a través de la página web de la Autoridad Nacional del Agua mediante el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH, 2018).

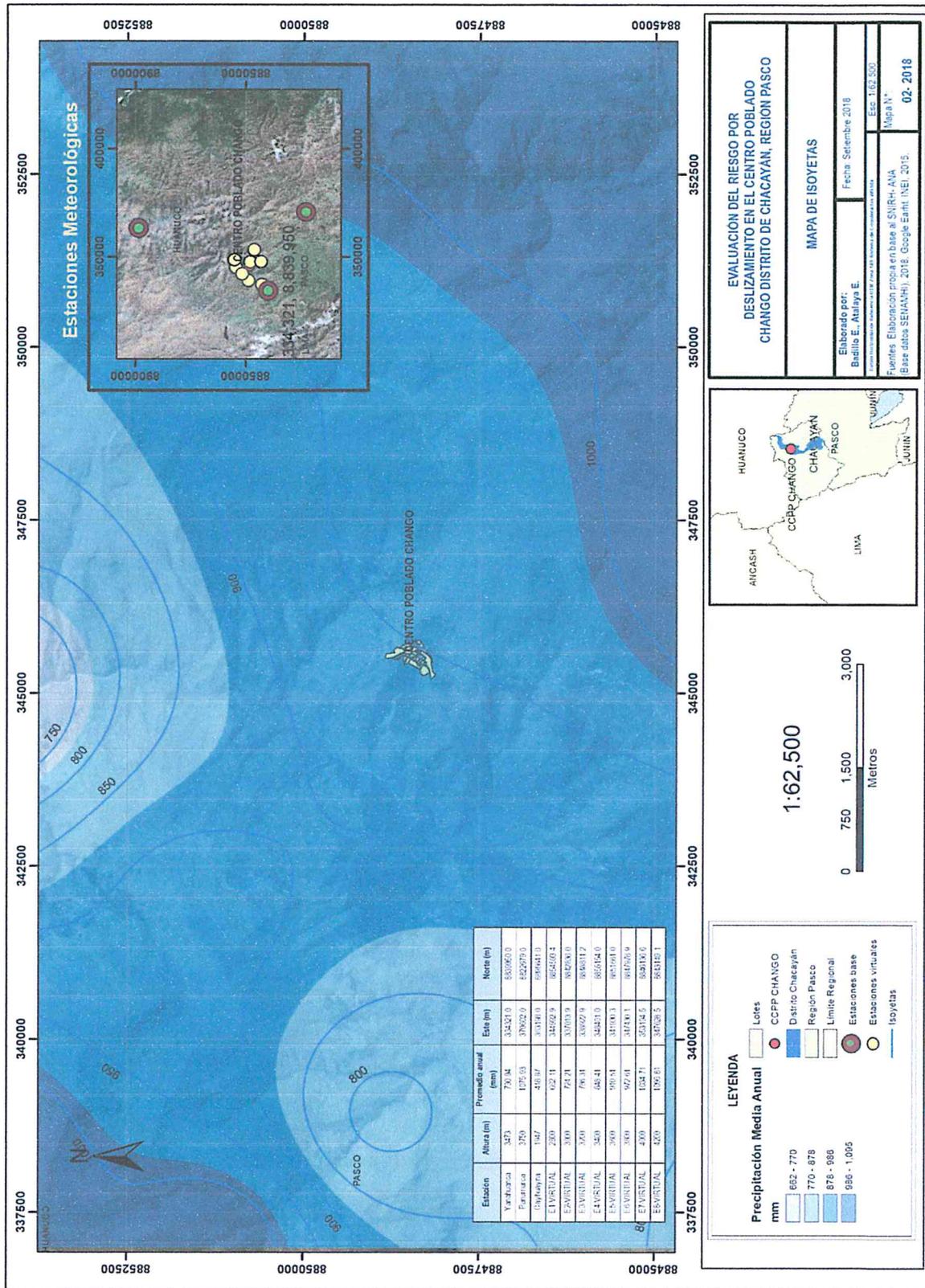
Gráfico 1. Correlación entre Altura de estaciones meteorológicas base y la precipitación



Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra el mapa de Precipitación Media Anual realizada en base a información pluviométrica de las zonas circundantes de estudio.

Figura 2. Mapa de Precipitación Media Anual (Isoyetas) del centro poblado Chango



EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782

HECTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 14585F

2.2.2. Condiciones Geológicas-Litoestratigráficas

En el mapa geológico de la carta Ambo 21-k a escala 1:100 000 elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, se visualiza que el centro poblado Chango se encuentra ubicado sobre el Complejo Metamórfico Maraión (Pe-cma/ms, e). Esta importante información se usará en el presente estudio sólo de manera referencial ya que la escala de las cartas geológicas no se adecuada a la escala del Estudio.

Afortunadamente se cuenta con información litoestratigráfica a mejor escala, que fue elaborada por el Instituto Geofísico del Perú IGP, en el Estudio: "Evaluación Geológica, Geodinámica y Geotécnica del Centro Poblado Chango", la cual contiene una caracterización más detallada del área de estudio. Esta información servirá de base para conocer el Estudio. Por consiguiente, a continuación, se muestra las unidades litoestratigráficas presentes en el área de estudio:

a. Complejo Maraión Esquistos Filitas (Pe- cma/ms, e)

Material perteneciente al eratema Paleozoico del sistema Neoproterozoico y de la unidad litoestratigráfica Complejo Metamórfico Maraión, el cual está compuesto por materiales del tipo esquistos, cuarzo-mica y metasedimentos. En la zona estudiada se encuentran rocas conformadas por esquistos, que son rocas metamórficas que proceden con mayor probabilidad de arcillas y lodos que han sufrido procesos metamórficos, incluyendo pizarras y filitas, los esquistos son rocas foliadas es decir sus granos pueden separarse en láminas y folios, es fácilmente erosionable al contacto con el agua.

b. Depósito Aluvial (Qh-al)

Depósito aluvial procedente del transporte permanente por la corriente de agua del río Chaupihuaranga, depósito detrítico conformado por gravas y arenas mal seleccionados en matriz limo-arenosa.

c. Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di)

Esta zona está dada por plutones dioríticos que han producido un metamorfismo.

d. Complejo Maraión Esquisto (Pe-cma/e)

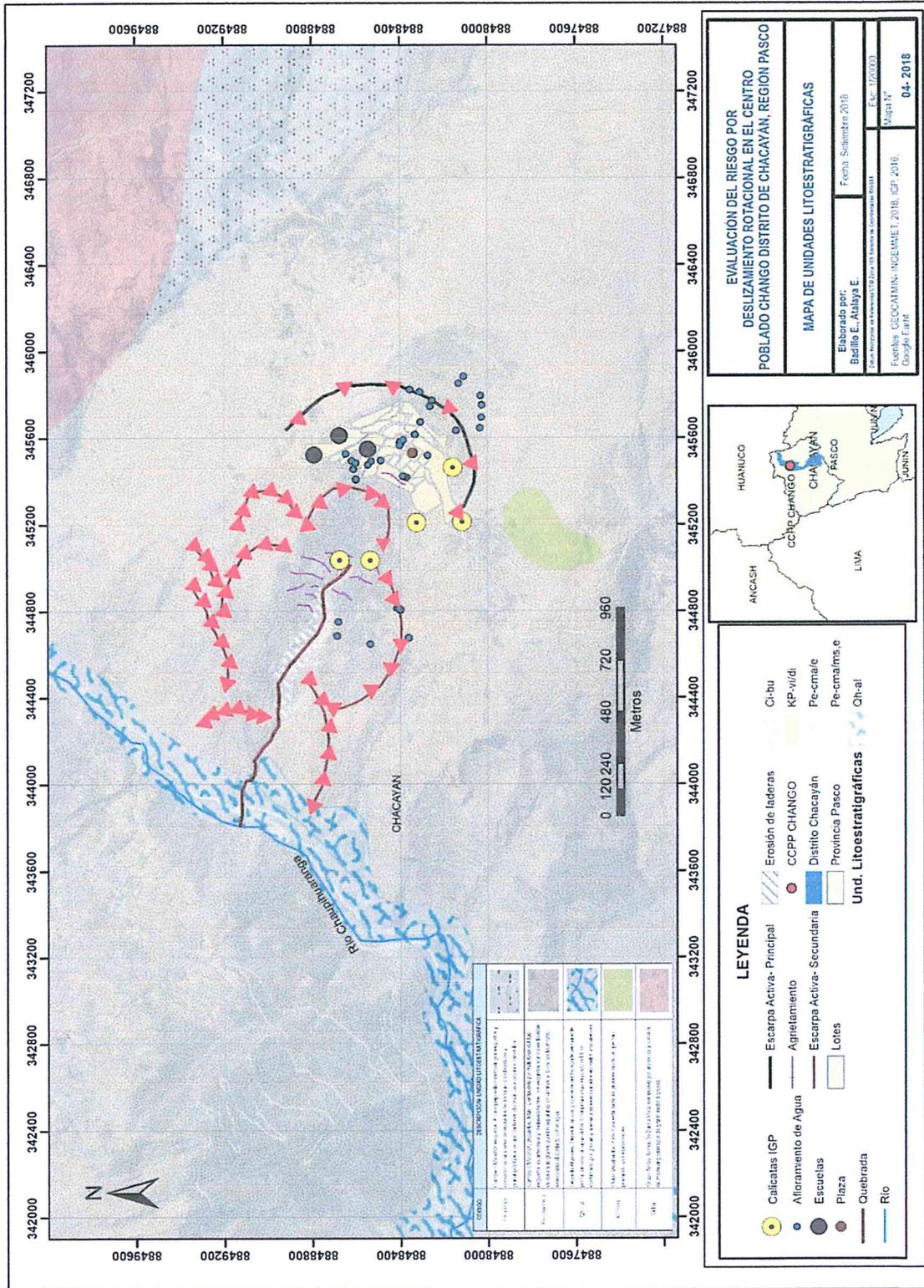
El complejo está constituido por esquistos y consisten en una serie de esquistos de texturas granoblásticas y granolepidoblásticas que contienen diversas asociaciones minerales.

e. Grupo Ambo (Ci-bu)

Formación Buena Vista, compuesto por areniscas y canales de microconglomerados de grano medio a grueso.

A continuación, se muestra un mapa correspondiente las unidades litoestratigráficas descritas.

Figura 3. Mapa de Litoestratigrafía del centro poblado Chango



2.2.3. Capacidad de Carga Admisible

La capacidad de carga admisible o capacidad portante del suelo depende del tipo suelo y está asociada con la eficiencia del suelo para sostener las construcciones. Se denomina como capacidad de carga admisible a aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo, sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado (Nij, 2009).

La capacidad de carga admisible de los suelos del área de estudio fue determinada por el Instituto Geofísico del Perú- IGP, en el Estudio: "Evaluación Geológica, Geodinámica y Geotécnica del Centro Poblado Chango", para lo cual se realizaron 5 calicatas (excavaciones) de aproximadamente 2 m de profundidad, obteniéndose muestras inalteradas de suelo, las cuales fueron posteriormente sometidas a un análisis físico de: granulometría, límite líquido y capacidad portante, así mismo se desarrollan ensayos de densidad en campo con el uso del cono de arena, uso de DPL (ensayo de penetración ligera) para obtener capacidad portante de forma indirecta del terreno.

En la tabla siguiente se muestra los resultados correspondientes a cada de una de las calicatas

Tabla 2. Capacidad de Carga Admisible en el área de estudio

Calicata	Capacidad portante (kg/cm ²)
C1	1.62
C2	1.47
C3	1.21
C4	1.17
C5	1.30

Fuente: Elaboración propia

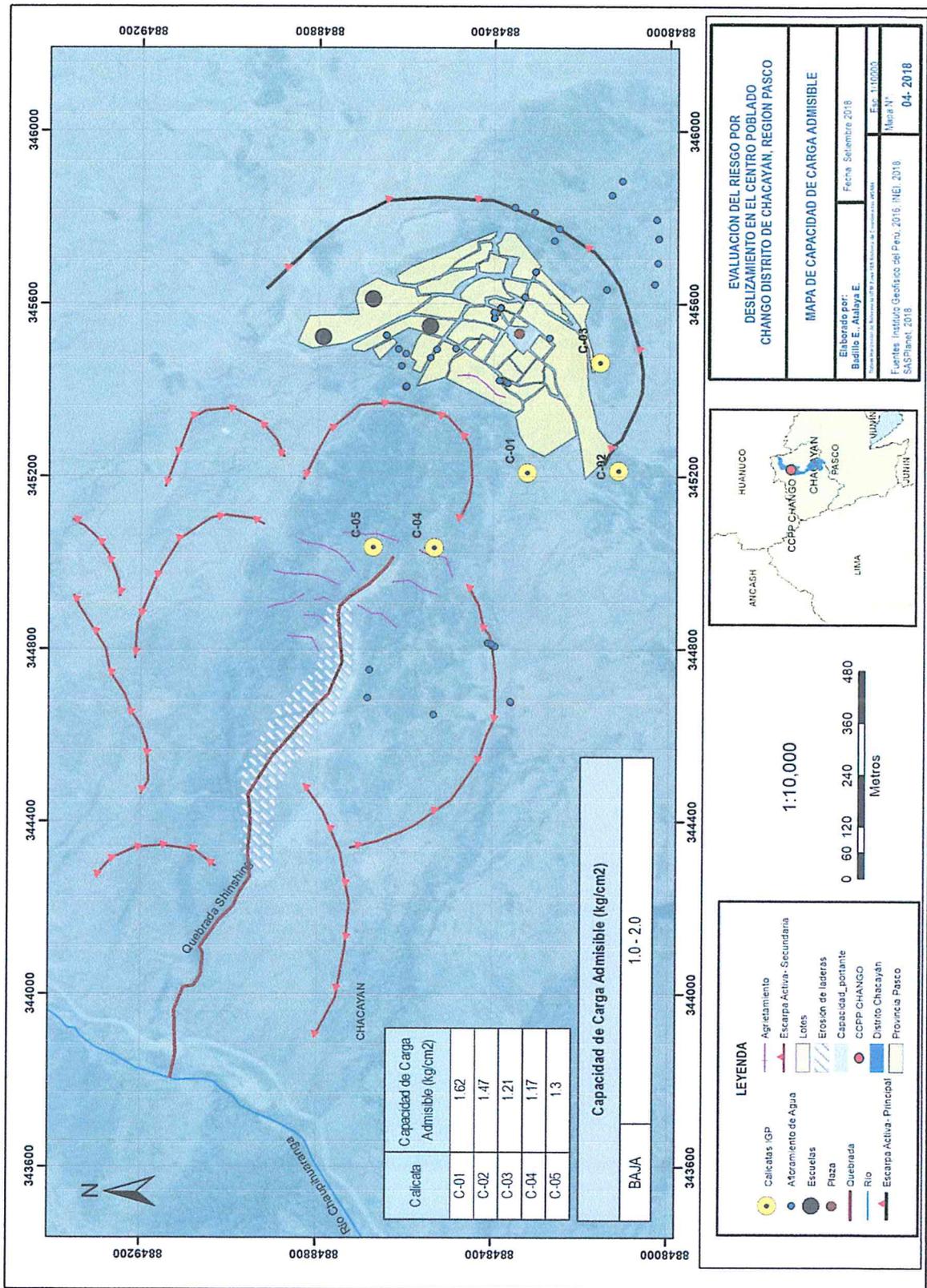
El criterio para determinar la influencia de la carga admisible en la estabilidad del terreno será la siguiente: A menor carga admisible, la estabilidad será menor y por ende el deslizamiento en estas zonas será más probable. A mayor carga admisible, la estabilidad será mayor y por ende el deslizamiento en estas zonas será menos probable.

Asimismo, en el mapa siguiente se muestra la ubicación de las calicatas y la capacidad portante de la zona de estudio. En el ANEXO 4 del presente estudio se encuentra los resultados completos de los análisis de suelo realizados por el IGP

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

15
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

Figura 4. Mapa de Capacidad de Carga Admisible del centro poblado Chango



EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145955

2.2.4. Pendiente

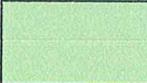
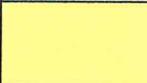
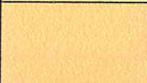
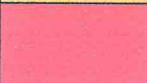
Para determinar las pendientes del terreno en la zona de estudio se procedió a generar las mismas en base a la información proporcionada por el Geoservidor del Ministerio del Ambiente (Modelo Digital del Terreno ASTER/ Resolución Espacial 30 m), el área de estudio oscila entre los 2° y 35° aproximadamente.

La asignación de categorías y descripción para el parámetro pendiente se realizó en base a Zuidam (1986) con unas modificaciones para los fines del presente estudio, dicha categorización corresponde a rangos establecidos para el fenómeno de deslizamiento, en las cuales se describen los procesos característicos y esperados de las condiciones del terreno, las clases de pendiente pueden coincidir con los sectores críticos, donde los procesos de deslizamiento son dominantes (Zuidam, 1986; citado de Chinchilla, 1992).

El criterio para determinar la influencia de la pendiente en la estabilidad del terreno será la siguiente: A mayor pendiente (zonas empinadas) la estabilidad será menor y por ende el deslizamiento en estas zonas será más probable. A menor pendiente (zonas planas) la estabilidad será mayor y por ende el deslizamiento en estas zonas será menos probable

En la siguiente tabla se muestra la clasificación propuesta para el presente estudio.

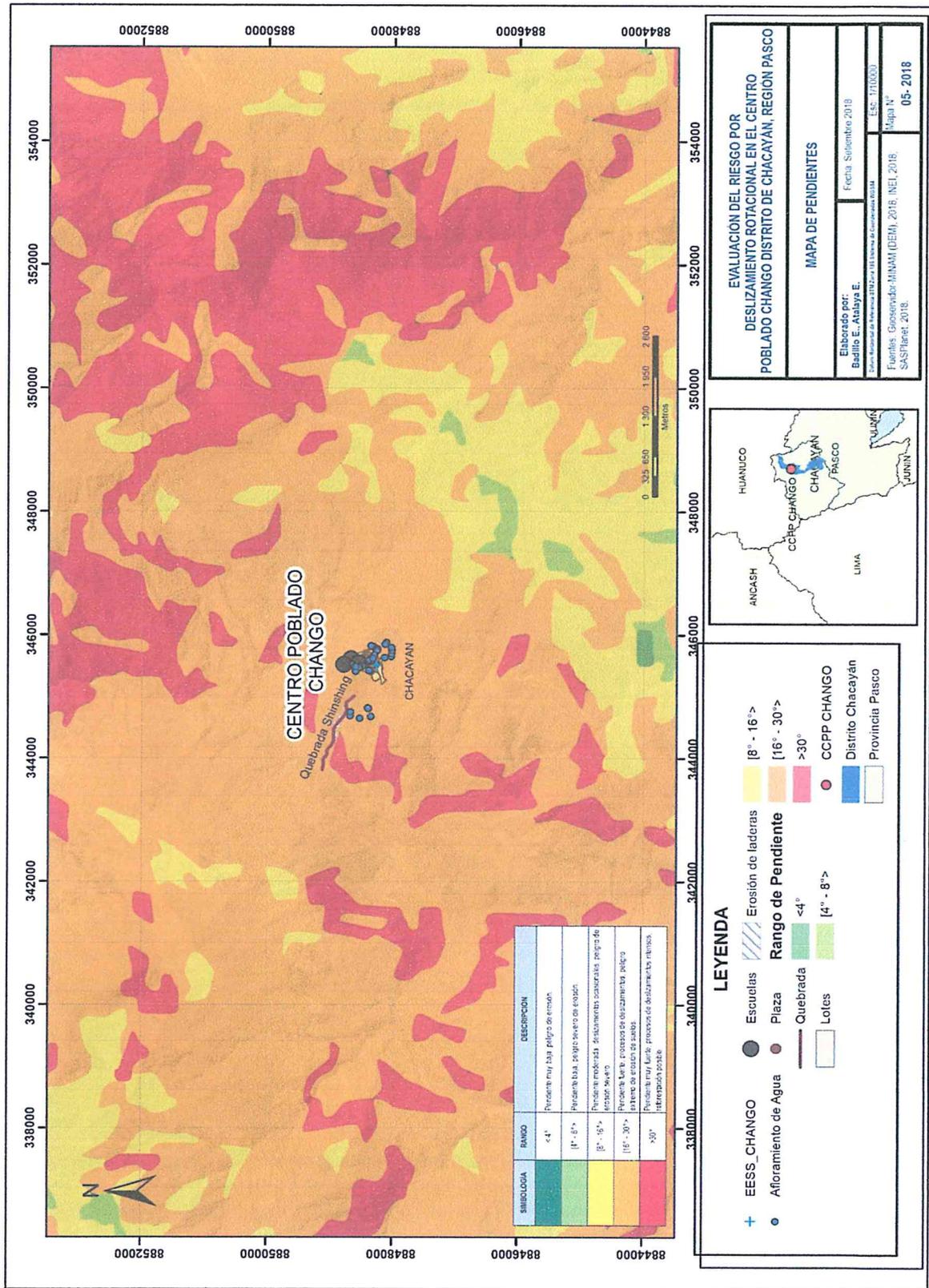
Tabla 3. Descripción de Pendiente en base a Zuidam, 1986.

SIMBOLOGÍA	RANGO	DESCRIPCIÓN
	< 4°	Pendiente muy baja, peligro de erosión.
	[4° - 8°>	Pendiente baja, peligro severo de erosión.
	[8° - 16°>	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo.
	[16° - 30°>	Pendiente fuerte, procesos de deslizamientos, peligro extremo de erosión de suelos.
	>30°	Pendiente muy fuerte, procesos de deslizamientos intensos, reforestación posible.

Fuente: Elaboración propia

El mapa que representa las pendientes se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. Mapa de pendiente del centro poblado Chango



2.2.5. Hidroisohipsas

Las curvas de hidroisohipsas representan el nivel del agua subterránea, es decir, la profundidad a la que se encuentra el nivel de la napa freática desde el nivel del suelo. Esta condición hidrogeológica es determinante para la inestabilidad de los taludes y por ende para la ocurrencia de deslizamientos; por ello consideramos importante incluirla en el presente Estudio como un factor condicionante de los deslizamientos que ocurrirían en el CCPP de Chango.

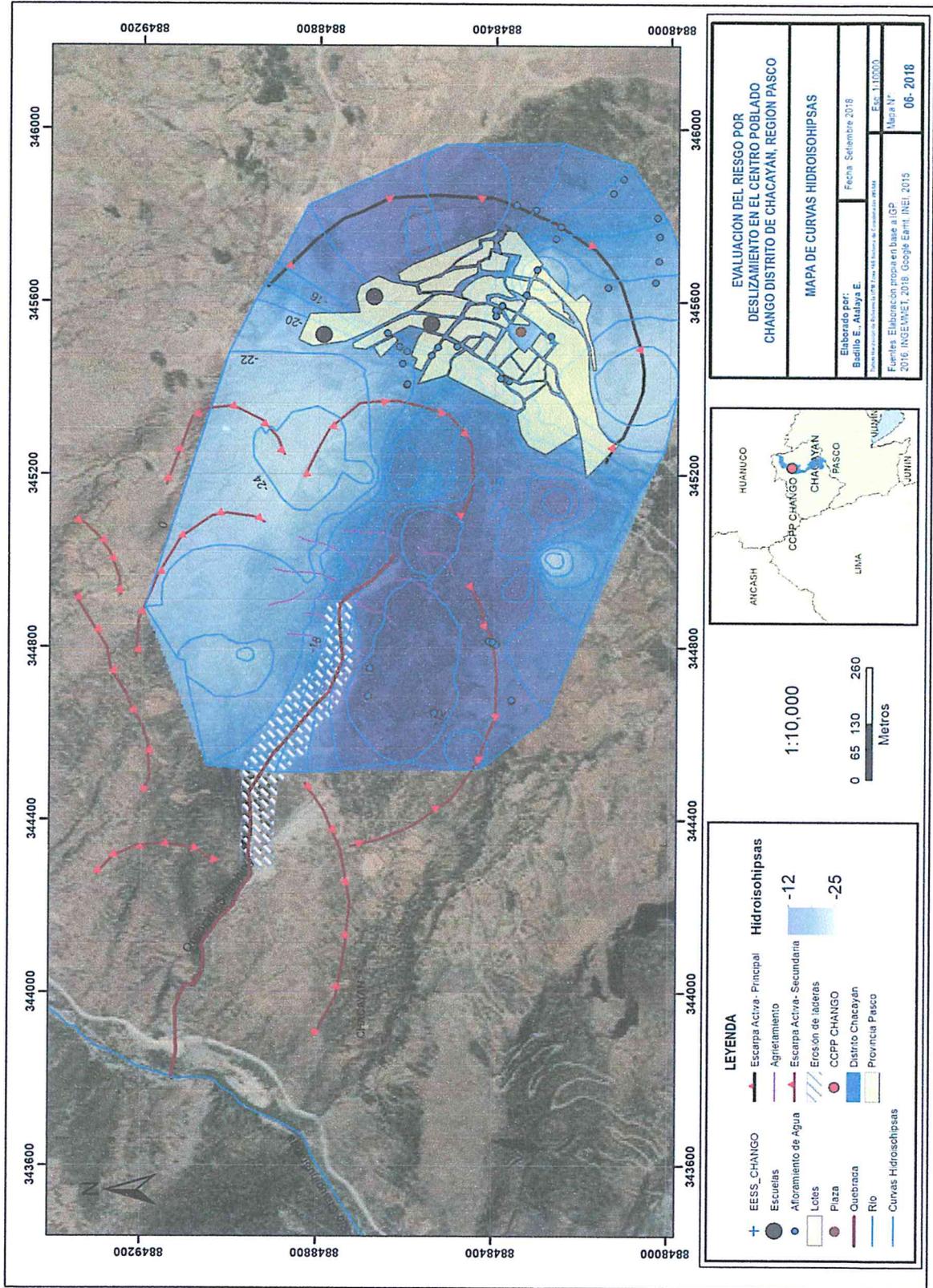
El instituto Geofísico del Perú realizó un cartografiado de las hidroisohipsas en el centro poblado Chango como parte del Estudio: "Evaluación Geológica- Geodinámica, Geotécnica y Geofísica del centro poblado Chango" elaborado el 2016; lo que arrojó como resultados que el nivel freático se encuentra entre los 10 a 15 metros de profundidad en la parte central y al sur oeste del poblado de Chango; mientras que, al lado sureste y noreste, el nivel freático se encuentra a más de 20 m de profundidad.

Estos resultados coinciden con los afloramientos de agua (puquios), que en épocas de precipitaciones suelen aumentar el caudal de los mismos. Esta condición del terreno hace que se produzcan los agrietamientos por la inestabilidad de los mismos (IGP, 2016).

El criterio que se usó para determinar la influencia de las hidroisohipsas en la estabilidad del terreno será la siguiente: A menor profundidad de la napa freática (es decir la napa cercana a la superficie), la estabilidad será menor y por ende el deslizamiento en estas zonas será más probable. A mayor profundidad de la napa freática (es decir la napa lejana a la superficie), la estabilidad será mayor y por ende el deslizamiento en estas zonas será menos probable.

El mapa que representa las curvas de hidroisohipsas se muestra en la siguiente figura.

Figura 6. Mapa de Hidroisohipsas en el centro poblado Chango



2.2.6. Resistividad del Suelo

La resistencia del suelo depende del tipo de material que constituye el suelo y está relacionado con los tamaños de las partículas y su distribución; también existe una relación directa con la infiltración del agua que provoca un aumento de la presión intersticial y esto provoca la disminución de la resistencia del suelo (Quintana, 2013), la masa de suelo deslizada suele estar determinada por suelos de poca resistividad.

El Instituto Geofísico del Perú (2016) realizó estudios de tomografía de resistividad eléctrica en el centro poblado Chango, determinando que en la zona central del área de estudio se concentran los valores bajos de resistividad delimitando zonas de mayor humedad, principalmente en dirección sureste-noroeste (que contiene a la escarpa principal y la cabecera de la quebrada Shishing).

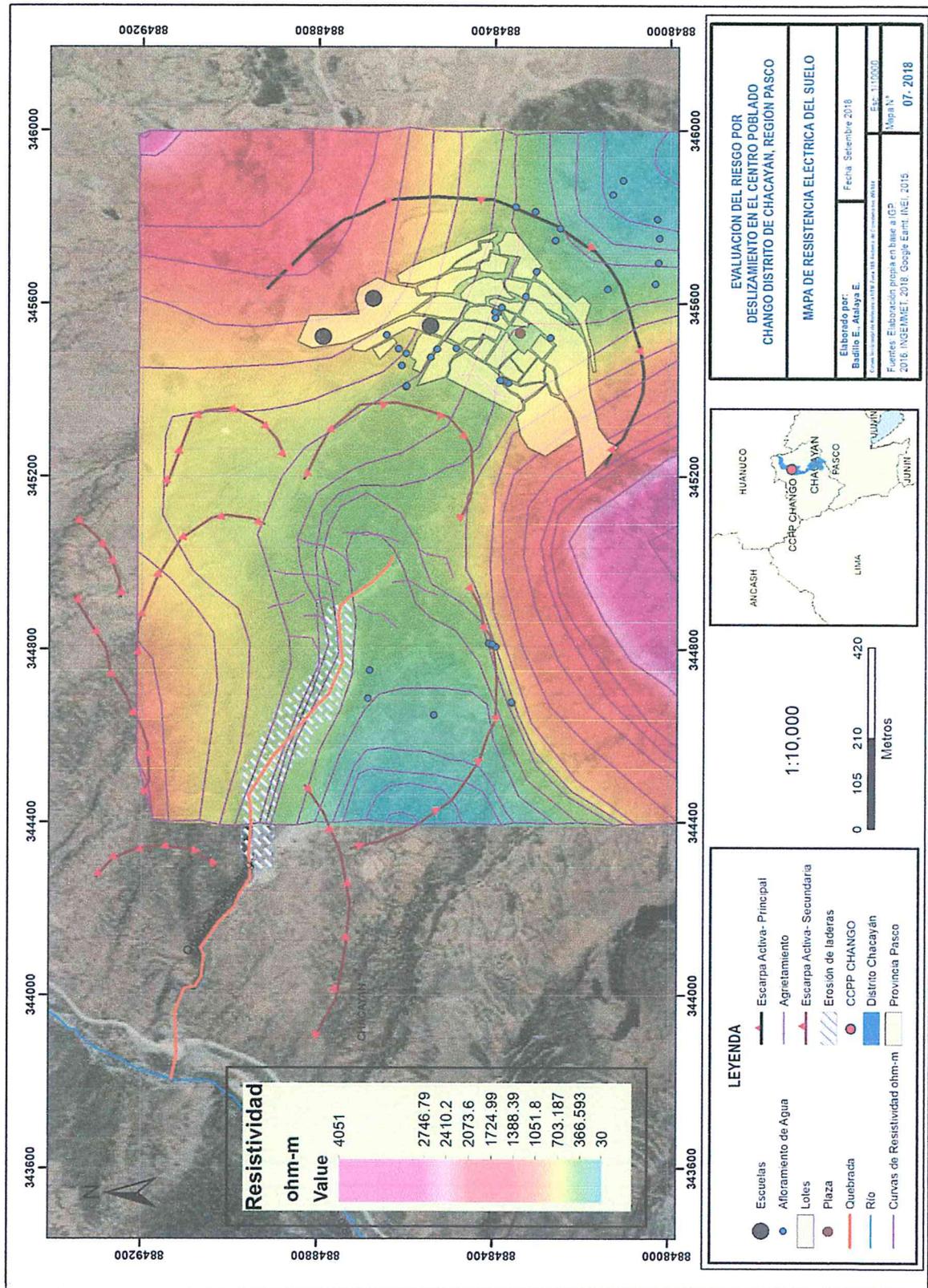
Asimismo, en la cabecera de la mencionada quebrada, el material superficial se asienta sobre medios más saturados, evidenciando una zona de inestabilidad y que corresponderá al punto más crítico en la zona en estudio. En general, los valores altos de resistividad coinciden con la ubicación de los cerros y, por lo tanto, la saturación de los suelos es menor (IGP, 2016).

El criterio para determinar la influencia de la resistividad del suelo en la estabilidad del terreno será la siguiente: A mayor resistividad del suelo, la estabilidad será mayor y por ende el deslizamiento en estas zonas será menos probable. A menor resistividad del suelo, la estabilidad será menor y por ende el deslizamiento en estas zonas será más probable.

Asimismo, la asignación de categorías y descripción para el parámetro resistividad del suelo se adaptó a los fines del presente estudio en base a los diferentes cuadros de resistividad que se muestra en la investigación de Sanz et al., (2010).

El mapa de resistividad eléctrica se muestra en la siguiente figura.

Figura 7. Mapa de Resistividad del Suelo en el centro poblado Chango



2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIO - ECONÓMICAS

2.3.1. Población Total

Según información brindada por la Municipalidad Distrital de Chacayán en estudio "Estabilización de Taludes Para Reducción del Peligro de Deslizamiento en la Localidad del Centro Poblado de Chango, Distrito de Chacayán - Daniel A. Carrión -Pasco", avalados en información proporcionada por INEI, señalan que el Centro Poblado Chango cuenta con una población de 2,268 habitantes al 2015 y según proyecciones la población aumentará según la tabla siguiente.

Tabla 4. Población proyectada del CCPP Chango

Año	2007	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total de población	1952	2268	2311	2355	2400	2445	2492	2539	2587	2636	2686	2737

Fuente: Municipalidad distrital de Chacayán.

2.3.2. Vivienda

A. Material predominante de paredes

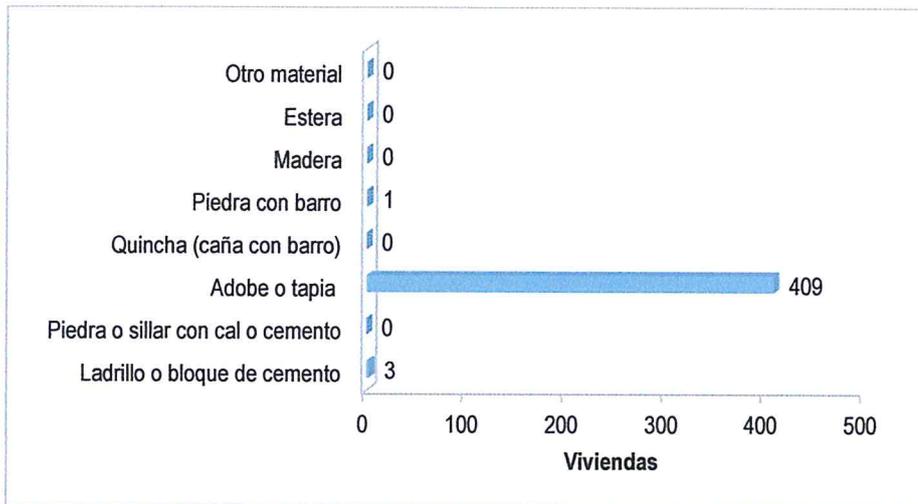
Según el "Sistema de Información Estadístico de apoyo a la Prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales" del INEI 2015, el centro poblado Chango cuenta con 413 viviendas, siendo el porcentaje más significativo aquellas cuyo material predominante de paredes es el adobe o tapia 99.03% (409 viviendas), mientras que el 0.73% (3 viviendas) tienen como material predominante el ladrillo o bloque de cemento y solo el 0.24% (1 vivienda) es de piedra con barro.

Tabla 5. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango

Material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	3	0.73
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0.00
Adobe o tapia	409	99.03
Quincha (caña con barro)	0	0.00
Piedra con barro	1	0.24
Madera	0	0.00
Estera	0	0.00
Otro Material	0	0.00
Total de viviendas	413	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 2. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia con base de datos del INEI, 2015

B. Material predominante de Techos

Según el "Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno del Niño y otros fenómenos naturales" del INEI 2015, el material predominante de los techos de las viviendas del centro poblado Chango son las planchas de calamina, 409 lo tienen, representando el 99.03% del total de viviendas.

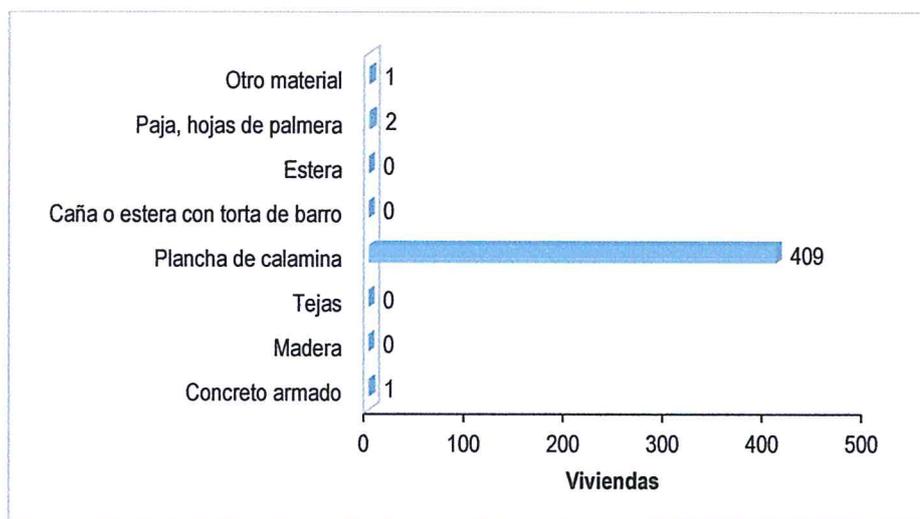
El restante 0.48% (2 viviendas), 0.24% y 0.24% (0.24%= 1 vivienda) es de paja, concreto armado y de otro material respectivamente.

Tabla 6. Material Predominante en las paredes del centro poblado Chango

Material predominante de los techos	Cantidad	%
Concreto armado	1	0.24
Madera	0	0.00
Tejas	0	0.00
Plancha de calamina	409	99.03
Caña o estera con torta de barro	0	0.00
Estera	0	0.00
Paja, hojas de palmera	2	0.48
Otro material	1	0.24
Total de viviendas	413	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 3. Material Predominante del techo del centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

2.3.3. Servicios básicos

A. Agua potable

Según el "Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno del Niño y otros fenómenos naturales" del INEI 2015, en el centro poblado Chango hay un total de 72.40% (299 viviendas) que cuentan con abastecimiento de agua por el uso de un pilón de uso público, mientras que el 24.21% (100 viviendas) tienen acceso a la red pública de agua dentro de su vivienda, además el 3.15% (13 viviendas) y el 0.24% (1 vivienda) tienen acceso al agua mediante el uso del agua de río, acequia manantial.

Tabla 7. Viviendas con tipos de abastecimiento de agua en el centro poblado Chango

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública de agua dentro la vivienda	100	24.21
Red pública de agua fuera la vivienda	1	0.24
Pilón de uso público	299	72.40
Camión, cisterna u otro similar	0	0.00
Pozo	0	0.00
Río, acequia, manantial	13	3.15
Otro tipo	0	0.00
Total de viviendas	413	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 4. Abastecimiento de agua en viviendas en el centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

B. Servicios higiénicos

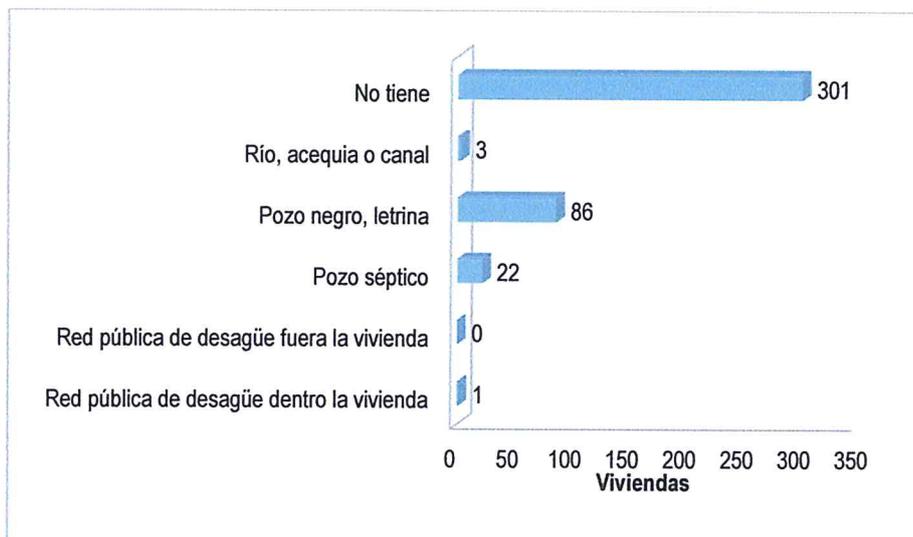
Según el “Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno el Niño y otros fenómenos naturales” del INEI 2015, de un total de 413 viviendas, el 72.88% (301 viviendas) no cuentan con servicios higiénicos, mientras que un 20.82% (86 viviendas), 5.33% (22 viviendas) y un 0.73% (3 viviendas) hacen uso de pozos negros, letrina o directamente en el río acequia o canal respectivamente.

Tabla 8. Viviendas con servicios higiénicos en el Centro Poblado Chango

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro la vivienda	1	0.24
Red pública de desagüe fuera la vivienda	0	0.00
Pozo séptico	22	5.33
Pozo negro, letrina	86	20.82
Río, acequia o canal	3	0.73
No tiene	301	72.88
Total de viviendas	413	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 5. Viviendas con servicios higiénicos en el Centro Poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

C. Tipo de alumbrado público

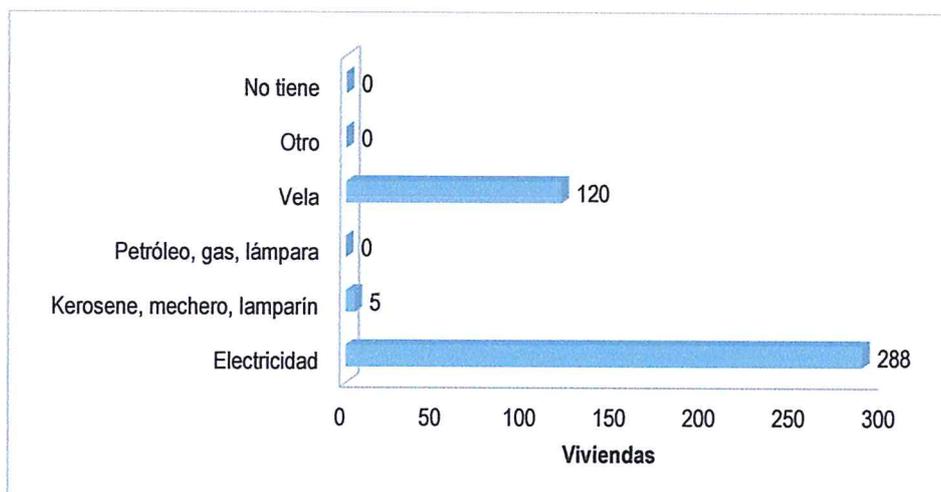
Según el "Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno el Niño y otros fenómenos naturales" del INEI 2015, en el centro poblado Chango, el 69.73% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, mientras que un 29.06% de las viviendas utilizan el alumbrado a través de vela y un reducido 1.21% (5 viviendas) usan mechero o lámpara.

Tabla 9. Tipo de alumbrado en el centro poblado Chango

Tipo de Alumbrado Público	Cantidad	%
Electricidad	288	69.73
Kerosene, mechero, lamparín	5	1.21
Petróleo, gas, lámpara	0	0.00
Vela	120	29.06
Otro	0	0.00
No tiene	0	0.00
Total de viviendas	413	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 6. Tipo de alumbrado en el centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

2.3.4. Educación

El "Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno del Niño y otros fenómenos naturales" del INEI 2015, señala que en el centro poblado Chango el 35.73% de la población cuentan con estudios de nivel primario y el 31.41% cuenta con estudios de nivel secundario.

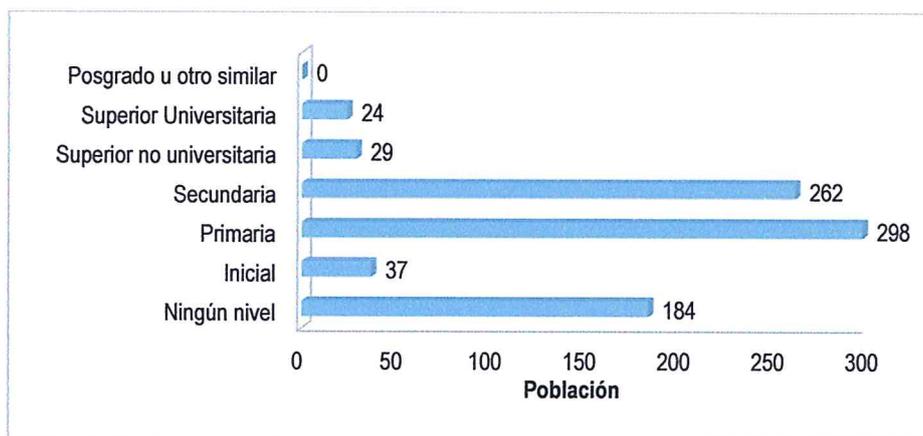
Se debe resaltar que el 22.06% de la población no cuenta con estudios de ningún nivel y cerca del 6% cuenta con algún tipo de educación superior.

Tabla 10. Población según nivel educativo del centro poblado Chango

Nivel educativo	Población	%
Ningún nivel	184	22.06
Inicial	37	4.44
Primaria	298	35.73
Secundaria	262	31.41
Superior no universitaria	29	3.48
Superior Universitaria	24	2.88
Posgrado u otro similar	0	0.00
Total	834	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 7. Población según nivel educativo del centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

2.3.5. Actividad económica

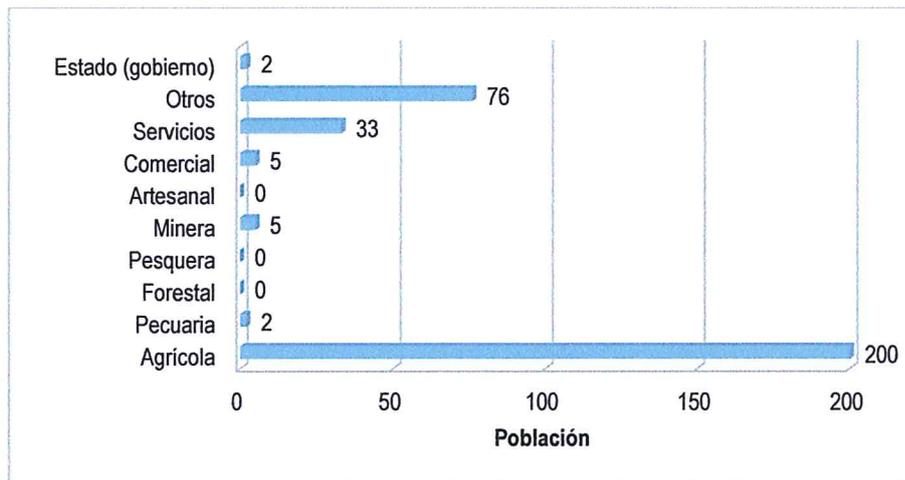
Según el "Sistema de información estadístico sobre la prevención a los efectos del fenómeno el Niño y otros fenómenos naturales" del INEI 2015, la actividad principal de la población de Chango es la actividad agrícola donde el 61.92% de la población, constituyéndose una de las actividades más importante de la económica local, mientras que el 10.22% de la población se dedican a actividades de servicio y solo un 3.10% de la población se dedica a la actividad comercial y minera

Tabla 11. Actividad económica del centro poblado Chango

Actividad económica	Población	%
Agrícola	200	61.92
Pecuaría	2	0.62
Forestal	0	0.00
Pesquera	0	0.00
Minera	5	1.55
Artesanal	0	0.00
Comercial	5	1.55
Servicios	33	10.22
Otros	76	23.53
Estado (gobierno)	2	0.62
Total de población	323	100.00

Fuente: INEI 2015

Gráfico 8. Actividad económica del centro poblado Chango



Fuente: Elaboración propia en base al INEI, 2015

A manera de síntesis de las características socio-económicas podemos decir que la población del CCPP de Chango es eminentemente agrícola, mayoritariamente sin servicios de agua ni desagüe pero sí con servicio de luz eléctrica. En mayor medida las viviendas son de adobe o tapia y techos de calamina. La población en su mayoría tiene nivel educativo básico (primaria o secundaria). En consecuencia, en estas instancias preliminares del estudio podemos inferir que trata de una población con altos indicadores de ser vulnerable no solo a los deslizamientos sino a cualquier tipo de peligro.

III. EVALUACIÓN DE RIESGO

El gráfico siguiente muestra de manera sencilla y clara el marco conceptual sobre el cual se basa el presente estudio, donde se aprecia que el nivel de riesgo está definido por la coincidencia y/o intersección (en espacio y tiempo) del nivel de peligro y del nivel de vulnerabilidad. Se debe considerar que un nivel de peligro alto en una zona determinada y un nivel vulnerabilidad alta del elemento sobre esta zona, traerán como consecuencia directa un nivel de riesgo alto de dicho elemento o dicho de otro modo la alta probabilidad de daños en tal elemento.

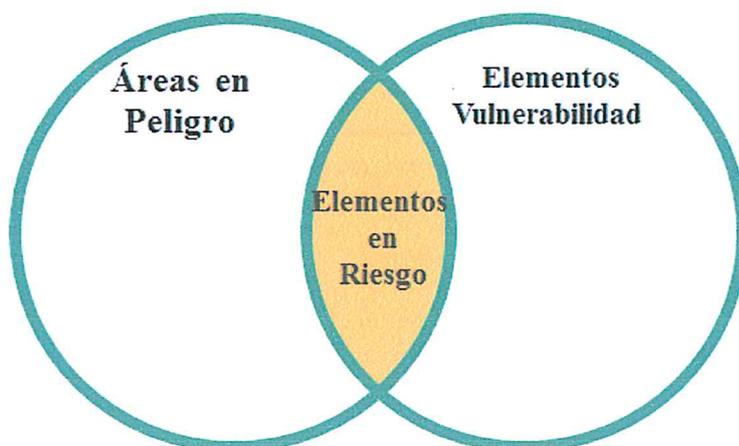


Gráfico 9. Marco conceptual del Riesgo

$$R_{ie} = f(P_i, V_e)_t$$

Donde:

R= Riesgo

P_i= Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t

V_e= Vulnerabilidad de un expuesto e

Este esquema simple será aplicado a nuestra área de estudio a fin de determinar el riesgo de cada uno de los elementos (En nuestro caso el elemento serán las manzanas del CCPP Chango). Vale aclarar que se determinará los niveles del riesgo en base al análisis de la peligrosidad por deslizamiento (P) y de la vulnerabilidad de las manzanas del CCPP de Chango frente al deslizamiento (V). La peligrosidad se basa en información física de diferentes aspectos del territorio que estén interactuando para hacer de esta zona propensa a los deslizamientos. La vulnerabilidad por su parte se halla en base al análisis de aspectos sociales, económicos de la población de Chango.

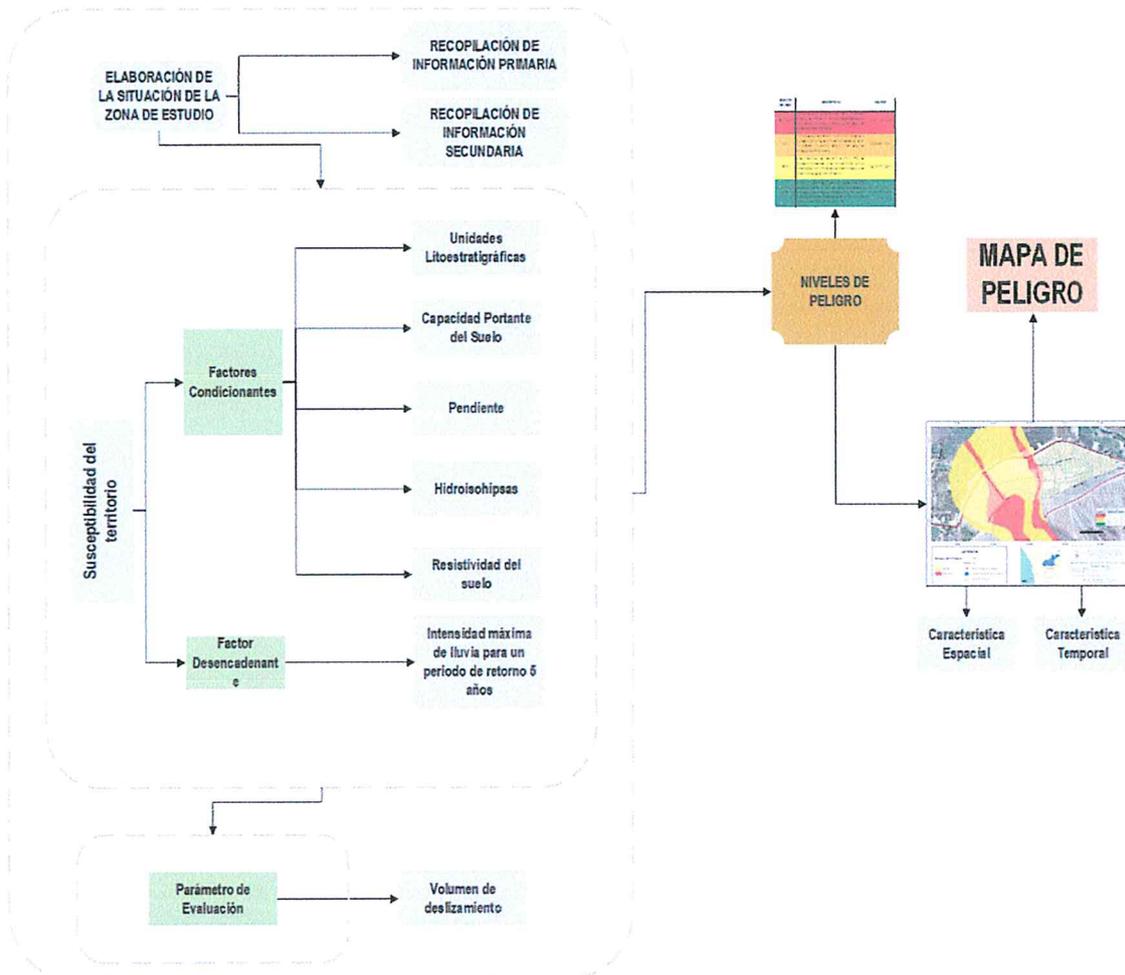
Tanto los aspectos del Peligro como la vulnerabilidad serán sometidos a un análisis jerárquico mediante la metodología recomendada por el CENEPRED lo que permitirá poder operar con diversos aspectos de manera tubular, espacial y ponderativamente a fin de encontrar los niveles de riesgo.

3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1.1. Metodología

Para determinar los niveles de peligro por deslizamiento en el centro poblado Chango se utilizará la metodología propuesta por CENEPRED en el "Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales-Versión II".

Gráfico 10. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Recopilación y análisis de información

Para la presente evaluación de riesgos se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes como INGEMMET, IGP, SENAMHI, ANA; información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, litoestratigrafía, estudios de napas freáticas, resistividad eléctrica del suelo del CCPP de Chango. Asimismo información de la Municipalidad Distrital de Chacayán e información primaria en base al trabajo de campo realizado por el consultor.

3.1.3. Identificación del peligro

El CCPP de Chango convive con un gran deslizamiento rotacional originado por un proceso lento de erosión retrogresiva, la cual se acerca lentamente hacia el CCPP de Chango, generando como consecuencia que la microcuenca entera experimente un asentamiento generalizado, lento pero permanente en el tiempo. Estos fenómenos vienen afectando las viviendas (Más del 70% de las viviendas presentan fisuras según GORE Pasco- Ver Panel fotográfico n los Anexos), así mismo los terrenos de cultivo, loza deportiva, canales de derivación de agua, sistemas de alcantarillado presentan seria afectaciones. Ante lo expuesto, afirmamos lo siguiente: *El fenómeno de deslizamiento en el centro poblado Chango está afectando a la población y sus medios de vida y se presume un probable daño mayor en el futuro.*

Imagen 1. Vista frontal del cerro Huaripampea y del deslizamiento



Fuente: Municipalidad Distrital de Chacayán. Estudio "Estabilización de Taludes Para Reducción del Peligro de Deslizamiento en la Localidad del CCPP de Chango, Distrito de Chacayán - Daniel A. Carrión -Pasco

3.1.4. Delimitación del peligro

Los límites del área de estudio que probablemente se afectaría se definieron en base a una información primaria y secundaria con ayuda de imágenes de satélite.

3.1.5. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante el peligro

Se entiende como *susceptibilidad del territorio* a la predisposición de este a generar un evento peligroso ya sea por la influencia de factores condicionantes (pasivos) o por la influencia de un factor detonante o desencadenante (activo).

En consecuencia, las áreas más susceptibles a deslizarse serán aquellas donde sus factores condicionantes y desencadenantes aporten cualidades o características espaciales o temporales que favorezcan a la ocurrencia de un deslizamiento.

A continuación identificaremos y caracterizaremos a los factores que "condicionan" y "desencadenan" el deslizamiento en el CCP de Chango.

EDEN NATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Rég. CIP N° 92782

33
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Rég. CIP N° 145255

3.1.6. Definición de Factores condicionantes y desencadenantes.

Los factores condicionantes y desencadenantes han sido descritos ampliamente en el ítem 2.2 Descripción Física de la zona a evaluar, y son:

Cuadro 1. Factores de Susceptibilidad

FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DESENCADENANTE
<ul style="list-style-type: none"> • Unidades litoestratigráficas • Capacidad Portante del Suelo • Pendiente • Hidroisohipsas • Resistividad del Suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Duración de precipitación (asociado a una Intensidad máxima de y un periodo de retorno de 50 años)

Fuente: Elaboración propia

3.1.6.1. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

El siguiente proceso tiene como objetivo que cada factor condicionante y el desencadenante sean expresados en 5 categorías o clases o también llamados "descriptores" que valga la redundancia, describan al factor en niveles que vayan de menor a mayor gravedad respecto a su predisposición a favorecer el deslizamiento o desencadenar el mismo.

Así mismo, cada descriptor deberá tener asignado un peso relativo que resume su importancia y/o influencia relativa para generar deslizamientos. El proceso recomendado por CENEPRED es el Proceso de Análisis Jerárquico el cual recomienda la elaboración de una "matriz comparación de pares" y una "matriz de normalización" las cuales tienen como producto final el "vector priorización", finalmente un índice de consistencia (IC) y una relación de consistencia (RC) que garantice la coherencia algebraica de la ponderación.

3.1.6.2. Ponderación de los Factores Condicionantes

A continuación se realizará un proceso de Análisis Jerárquico pero entre factores condicionantes a fin de obtener el vector priorización que indique la importancia de cada una de ellos en relación con el otro.

Cuadro 2. Matriz de Comparación de Pares de los Factores Condicionantes

Factor Condicionante	Resistividad del Suelo	Hidroisohipsas	Pendiente	Litoestratigrafía	Capacidad Portante del Suelo
Resistividad del Suelo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Hidroisohipsas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pendiente	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
Litoestratigrafía	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Capacidad Portante del Suelo	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.75	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3. Matriz de Normalización de los Factores Condicionantes

factor condicionante	Resistividad del Suelo	Hidroisohipsas	Pendiente	Litoestratigrafía	Capacidad Portante del Suelo	Vector Priorización
Resistividad del Suelo	0.560	0.642	0.513	0.452	0.391	0.511
Hidroisohipsas	0.187	0.214	0.308	0.323	0.304	0.267
Pendiente	0.112	0.071	0.103	0.129	0.174	0.118
Litoestratigrafía	0.080	0.043	0.051	0.065	0.087	0.065
Capacidad Portante del Suelo	0.062	0.031	0.026	0.032	0.043	0.039

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 4. Índice y Relación de consistencia de los parámetros condicionantes

IC	0.031
RC	0.028

3.1.6.2.1. Ponderación de la Resistividad del Suelo

En base a las diferentes literaturas consultadas, entre ellas Sanz et al., 2010; Echeverry, 2013, los descriptores de la resistividad del suelo ha sido elegidas siguiendo el criterio: "A menor resistividad eléctrica:

- Esquistos, Arcilla y grava húmeda, <300 ohm-m
- Arena arcillosa, calizas blandas, [300-400>, ohm-m
- Grava [400, 500> ohm-m
- Roca meteorizada, [500, 1800> ohm-m
- Roca Sana, >1800 ohm-m

Cuadro 5. Matriz de comparación de pares de la Resistividad del Suelo

RESISTIVIDAD DEL SUELO	<300 ohm-m	[300-400>, ohm-m	[400, 500> ohm-m	[500, 1800> ohm-m	>1800 ohm-m
<300 ohm-m	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
[300-400>, ohm-m	0.50	1.00	4.00	6.00	7.00
[400, 500> ohm-m	0.25	0.25	1.00	5.00	7.00
[500, 1800> ohm-m	0.14	0.17	0.20	1.00	3.00
>1800 ohm-m	0.11	0.14	0.14	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.56	9.34	19.33	27.00
1/SUMA	0.50	0.28	0.11	0.05	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 6. Matriz de normalización de pares de la Resistividad del Suelo

RESISTIVIDAD DEL SUELO	<300 ohm-m	[300-400>, ohm-m	[400, 500> ohm-m	[500, 1800> ohm-m	>1800 ohm-m	Vector Priorización
<300 ohm-m	0.499	0.562	0.428	0.362	0.333	0.437
[300-400>, ohm-m	0.250	0.281	0.428	0.310	0.259	0.306
[400, 500> ohm-m	0.125	0.070	0.107	0.259	0.259	0.164
[500, 1800> ohm-m	0.071	0.047	0.021	0.052	0.111	0.060
>1800 ohm-m	0.055	0.040	0.015	0.017	0.037	0.033

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 7. Índice y Relación de consistencia para el parámetro resistividad del suelo

IC	0.095
RC	0.085

3.1.6.2.2. Ponderación de la Hidroisohipsas

Uno de los factores de mayor importancia en el análisis del peligro por deslizamiento es el nivel de la napa freática. En tal sentido, los descriptores de este parámetro se eligieron en base al criterio siguiente: "Mientras la napa esté más cerca a la superficie, entonces habrá mayor presión de los poros y menor resistencia al corte del suelo y por consiguiente habrá más probabilidad de inestabilidad del talud y por ende más probabilidad de deslizamiento".

Cuadro 8. Matriz de comparación de pares de la Hidroisohipsas

HIDROISOHIPSAS (m)	Nivel freático [0, -12> m	Nivel freático [-12, -16> m	Nivel freático [-16, -20> m	Nivel freático [-20, -24> m	Nivel freático >-24
Nivel freático [0, -12>	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Nivel freático [-12, -16>	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Nivel freático [-16, -20>	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Nivel freático [-20, -24>	0.14	0.20	0.33	1.00	5.00
Nivel freático >-24	0.11	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.00	3.70	8.53	16.20	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 9. Matriz de Normalización de Pares de la Hidroisohipsas

HIDROISOHIPSAS	Nivel freático [0, -12> m	Nivel freático [-12, -16> m	Nivel freático [-16, -20> m	Nivel freático [-20, -24> m	Nivel freático >-24	Vector Priorización
Nivel freático [0, -12> m	0.499	0.541	0.469	0.432	0.346	0.457
Nivel freático [-12, -16> m	0.250	0.270	0.352	0.309	0.231	0.282
Nivel freático [-16, -20> m	0.125	0.090	0.117	0.185	0.192	0.142
Nivel freático [-20, -24> m	0.071	0.054	0.039	0.062	0.192	0.084
Nivel freático >-24	0.055	0.045	0.023	0.012	0.038	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 10. Índice y Relación de consistencia para el parámetro Hidroisohipsas

IC	0.083
RC	0.074

3.1.6.2.3. Ponderación de la Pendiente

Los descriptores para el parámetro "Pendiente" fueron categorizados en base a Zuidam (1986) quien plantea una asociación directa entre las pendientes del terreno con la generación de procesos de erosión y deslizamientos de la siguiente manera:

- Pendiente muy fuerte > 30°, Procesos de deslizamientos intensos, reforestación posible,
- Pendiente fuerte [16° - 30°>, Procesos de deslizamientos, peligro extremo de erosión de suelos,
- Pendiente moderada [8° - 16°>, Deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo,
- Pendiente baja [4° - 8°>, Peligro severo de erosión,
- Planicie < 4°, Pendiente muy baja, peligro de erosión,

Cuadro 11. Matriz de Comparación de Pares del parámetro Pendiente

PENDIENTE DEL TERRENO	Pendiente muy fuerte > 30°	Pendiente fuerte, [16° - 30°>	Pendiente moderada, [8° - 16°>	Pendiente baja, [4° - 8°>	Pendiente muy baja, < 4°
Pendiente muy fuerte > 30°	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Pendiente fuerte [16° - 30°>	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Pendiente moderada [8° - 16°>	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Pendiente baja 4° - 8°>	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Pendiente muy baja < 4°	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.16	3.68	7.53	14.33	24.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 12. Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente

PENDIENTE DEL TERRENO	Pendiente muy fuerte > 30°	Pendiente fuerte, [16° - 30°>	Pendiente moderada, [8° - 16°>	Pendiente baja, [4° - 8°>	Pendiente muy baja, < 4°	Vector Priorización
Pendiente muy fuerte > 30°	0.463	0.544	0.398	0.349	0.333	0.418
Pendiente fuerte [16° - 30°>	0.232	0.272	0.398	0.349	0.292	0.308
Pendiente moderada [8° - 16°>	0.154	0.091	0.133	0.209	0.208	0.159
Pendiente baja [4° - 8°>	0.093	0.054	0.044	0.070	0.125	0.077
Pendiente muy baja < 4°	0.058	0.039	0.027	0.023	0.042	0.038

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13. Índice y Relación de consistencia para el parámetro Pendiente

IC	0.044
RC	0.039

3.1.6.2.4. Ponderación de las Unidades Litoestratigráficas

Los descriptores para el parámetro "Unidades Litoestratigráficas" fueron categorizados usando las unidades litoestratigráficas del INGEMMET de la carta 21-K.

Cuadro 14. Matriz de comparación de pares de las Unidades Litoestratigráficas

Unidades Litoestratigráficas	Complejo Maraión Esquistos Filitas, (Pe- cma/ms, e)	Complejo Maraión Esquisto (Pe-cma/e)	Depósito Aluvial (Qh-al)	Grupo Ambo (Ci-bu)	Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di)
Complejo Maraión Esquistos Filitas, (Pe- cma/ms, e)	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Complejo Maraión Esquisto (Pe-cma/e)	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Depósito Aluvial (Qh-al)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Grupo Ambo (Ci-bu)	0.14	0.20	0.33	1.00	5.00
Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di)	0.11	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.00	3.70	8.53	16.20	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 15. Matriz de Normalización de Pares de las Unidades Litoestratigráficas

Unidades Litoestratigráficas	Complejo Maraión Esquistos Filitas, (Pe- cma/ms, e)	Complejo Maraión Esquisto (Pe-cma/e)	Depósito Aluvial (Qh-al)	Grupo Ambo (Ci-bu)	Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di)	Vector Priorización
Complejo Maraión Esquistos Filitas, (Pe- cma/ms, e)	0.499	0.541	0.469	0.432	0.346	0.457
Complejo Maraión Esquisto (Pe-cma/e)	0.250	0.270	0.352	0.309	0.231	0.282
Depósito Aluvial (Qh-al)	0.125	0.090	0.117	0.185	0.192	0.142
Grupo Ambo (Ci-bu)	0.071	0.054	0.039	0.062	0.192	0.084
Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di)	0.055	0.045	0.023	0.012	0.038	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 16. Índice y Relación de consistencia de las Unidades Litoestratigráficas

IC	0.083
RC	0.074

3.1.6.2.5. Ponderación de la Capacidad Portante del Suelo

Los descriptores de la capacidad portante del suelo se eligieron en base a revisión de la bibliografía, la cual vincula la capacidad portante con la calidad o tipo de suelo según lo siguiente:

- Terrenos malos y compresibles húmedos <1 kg/cm².
- Terrenos malos y compresibles húmedos, [1.0-2.0> kg/cm².
- Grava, arena compacta y seca, [2.0 - 4.0>, kg/cm².
- Conglomerado compacto bien graduado, roca blanda con fisuras, [4.0 - 7.0> kg/cm²g/cm².
- Roca dura y sana, >7.0 kg/cm².

Cuadro 17. Matriz de comparación de pares de la Capacidad Portante del Suelo

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	<1 kg/cm ²	[1.0-2.0>kg/cm ²	[2.0-4>kg/cm ²	[4.0-7.0> kg/cm ²	>7.0 kg/cm ²
<1 kg/cm ²	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
[1.0-2.0>kg/cm ²	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
[2.0 - 4.0>, kg/cm ²	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
[4.0 - 7.0> kg/cm ²	0.14	0.20	0.33	1.00	5.00
>7.0 kg/cm ²	0.11	0.17	0.20	0.20	1.00
SUMA	2.00	3.70	8.53	16.20	26.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 18. Matriz de Normalización de Pares de la Capacidad Portante del Suelo

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	<1 kg/cm ²	[1.0-2.0>kg/cm ²	[2.0-4>kg/cm ²	[4.0-7.0> kg/cm ²	>7.0 kg/cm ²	Vector Priorización
<1 kg/cm ²	0.499	0.541	0.469	0.432	0.346	0.457
[1.0-2.0>kg/cm ²	0.250	0.270	0.352	0.309	0.231	0.282
[2.0 - 4.0>, kg/cm ²	0.125	0.090	0.117	0.185	0.192	0.142
[4.0 - 7.0> kg/cm ²	0.071	0.054	0.039	0.062	0.192	0.084
>7.0 kg/cm ²	0.055	0.045	0.023	0.012	0.038	0.035

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 19. Índice y Relación de consistencia de la Capacidad Portante del Suelo

IC	0.083
RC	0.074

3.1.6.3. Ponderación del Factor Desencadenante

Los extremos climáticos especialmente los de precipitaciones suponen un interés especial para la sociedad ya que determinan un nivel de riesgo al que se ve sometida la sociedad. Tanto los recursos agrícolas como la gestión del territorio urbano deben planificarse teniendo en cuenta la potencialidad extrema de la precipitación en cada región (Marco, 1999).

El factor desencadenante considerado en esta evaluación es la precipitación expresada en una intensidad de lluvia máxima asociada a un periodo de retorno, éstos 2 parámetros relacionados a diferentes tiempos de duración (hr) de la precipitación; esto se realizó con la finalidad de determinar la asociación entre los parámetros: Factor Desencadenante (duración de precipitación) y Parámetro de Evaluación (volumen de deslizamiento), es decir, los diferentes periodos de duración de la precipitación están asociados a diferentes volúmenes de deslizamiento. La ponderación de los pesos ponderados del factor desencadenante se realizó en base al proceso de análisis jerárquico de Saaty.

A continuación, se determina los descriptores adecuados, lo cual implica encontrar duraciones de precipitaciones e intensidad de precipitación, éstos asociados a un periodo de retorno que puedan ser consideradas como umbrales de la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento en el CCPP de Chango.

En base a los cálculos realizados y que se detalla en el anexo 3, se determinó las diferentes duraciones de precipitación (en números de días, horas) asociado a un volumen y área deslizada, además, se determinó que la precipitación en forma de intensidad de lluvia máxima de 21 mm/hr (cálculo en base a Dick y Pescke) asociado a un periodo de retorno de 50 años, T=50 años, tienen probabilidad de causar un posible deslizamiento en todos los escenarios planteados, en base a estos criterios se estableció los 5 descriptores para el factor desencadenante.

Cuadro 20. Matriz de comparación de pares de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr

Duración de precipitación (hr) (Asociado a un T=50 años y/o una Intensidad máxima de 21 mm/hr)	[70.0 hr	[22.0 - 70.0>, hr	[8.9 - 22.0>, hr	[1.7 - 8.9>, hr	< 1.7, hr
[70.0 hr	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
[22.0 - 70.0>, hr	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
[8.9 - 22.0>, hr	0.33	0.50	1.00	2.00	6.00
[1.7 - 8.9>, hr	0.20	0.33	0.50	1.00	6.00
< 1.7, hr	0.13	0.17	0.17	0.17	1.00
SUMA	2.16	4.00	6.67	11.17	27.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.04

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 21. Matriz de Normalización de Pares de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr

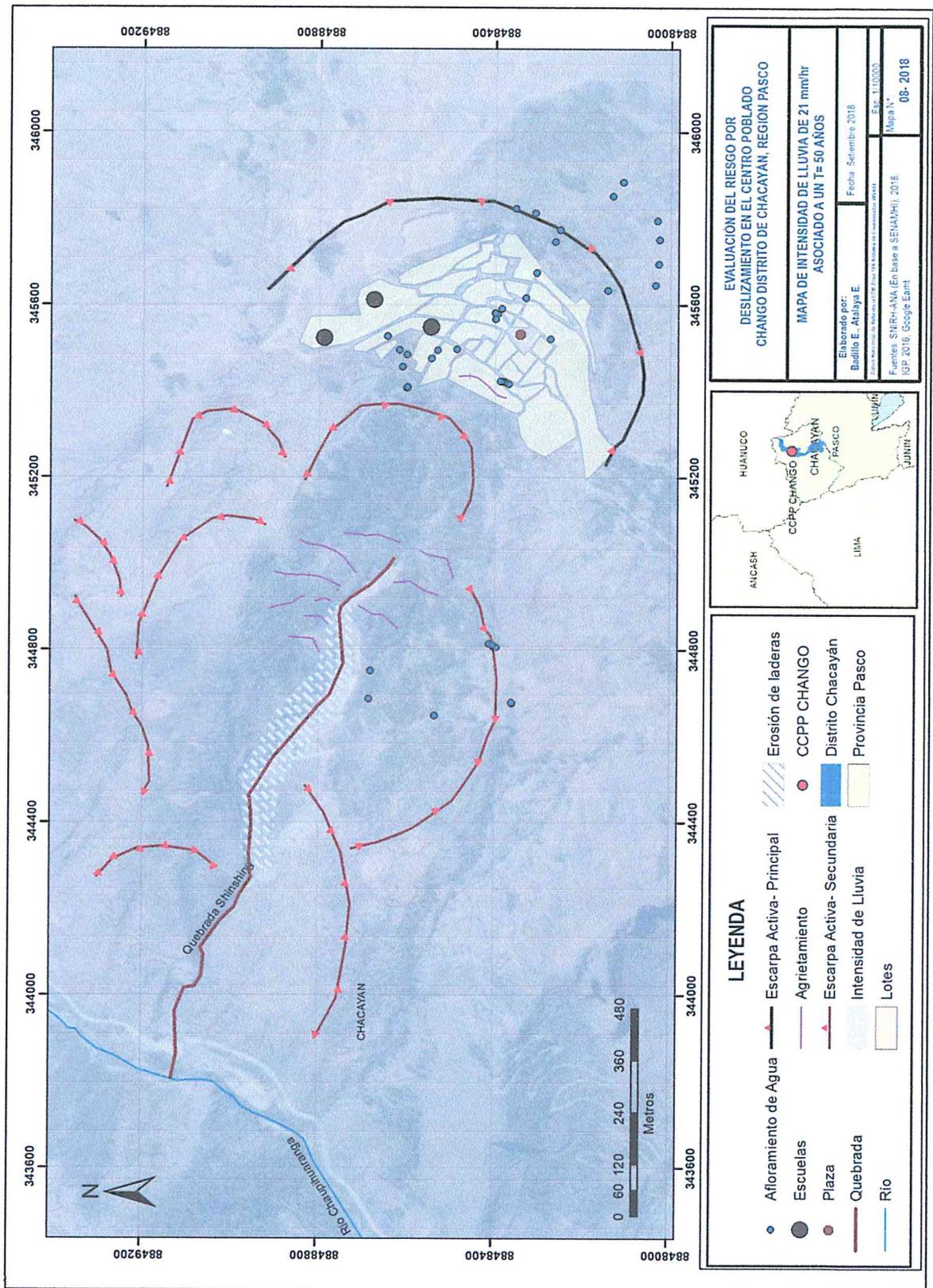
Duración de precipitación (hr) (Asociado a un T=50 años y/o una Intensidad máxima de 21 mm/hr)	[70.0 - hr	[22.0 - 70.0>, hr	[8.9 - 22.0>, hr	[1.7 - 8.9>), hr	< 1.7, hr	Vector Priorización
[70.0 , hr	0.463	0.500	0.450	0.448	0.296	0.431
[22.0 - 70.0>, hr	0.232	0.250	0.300	0.269	0.222	0.255
[8.9 - 22.0>, hr	0.154	0.125	0.150	0.179	0.222	0.166
[1.7 - 8.9>, hr	0.093	0.083	0.075	0.090	0.222	0.113
< 1.7, hr	0.058	0.042	0.025	0.015	0.037	0.035

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Índice y Relación de consistencia de la Duración de Precipitación para un T=50 años y 21 mm/hr

IC	0.053
RC	0.047

Figura 8. Mapa de Intensidad máxima de Precipitación 21 mm/h para un T= 50 años



EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

3.1.7. Parámetro de Evaluación

En este estudio se considera como único parámetro de evaluación al "Volumen de Deslizamiento", ya que este factor determinante en el nivel de daño que pueda experimentar el CCPP de Chango. El concepto consiste en que, a mayor volumen de material deslizado, mayor será la distribución espacial del peligro y los daños conexos.

Como se mencionó en el ítem anterior, el parámetro de evaluación fue determinado en base a la relación que existe entre la duración de precipitación, intensidad de lluvia y periodo de retorno, esto con la finalidad de lograr una asociación entre el factor desencadenante y el parámetro de evaluación. Para encontrar los probables volúmenes de deslizamiento asociados a los parámetros mencionados anteriormente fue necesario guiarnos de las características morfológicas del deslizamiento, el cual tiene características de ser retrogresivo y actualmente activo, y que ya fue caracterizado por el IGP.

La expresión que usaremos en el presente estudio para el cálculo del volumen de deslizamiento es la siguiente (Suarez, 1998, en base a International Association of Engineering Geology).

$$Vol_{des} = \left(\frac{1}{6} * \pi * Dr * Wr * Lr \right) Fex$$

Donde:

Vol des: Volumen de deslizamiento m³

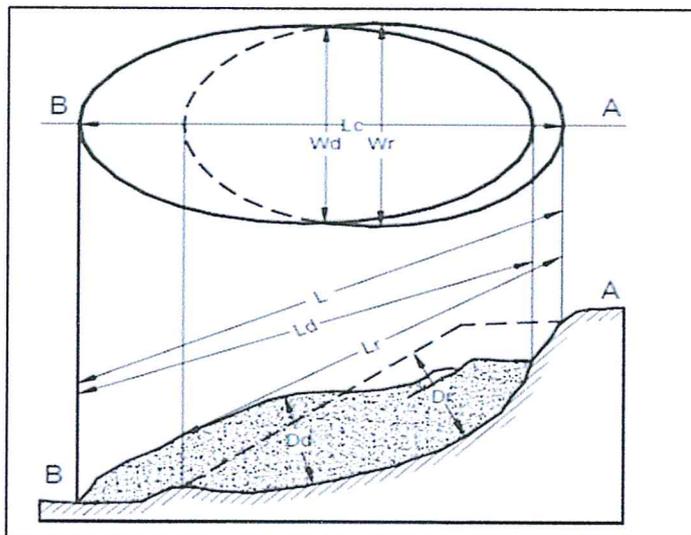
Fex: Factor de expansión del suelo al ser perturbado (entre 1.25 y 1.30- se consideró el menor valor)

Dr: Máxima profundidad de la superficie de falla con respecto a la superficie original del terreno, medida perpendicularmente al plano conformado por Wr y Lr (m).

Wr: Ancho máximo entre los flancos del deslizamiento perpendicular a la longitud Lr (m)

Lr: Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla a y la corona (m)

Imagen 2. Dimensiones de los deslizamientos



Fuente: Suarez, 1998, en base a IAEG Commission on Landslides.}

Según lo observado en el trabajo de campo:

Tabla 12. Parámetros Morfológicos del Deslizamiento

Parámetros Morfológicos Para Cálculo del Volumen de Deslizamiento		Área de Deslizamiento (ha)	Volumen de Deslizamiento (m ³)
Wr	570* m	48.72	9,606,401
L	1030* m		
Dr	25** m		
Fex	1.25		

Fuente: *Elaboración propia, **Fuente: IGP, 2015.

El volumen obtenido aplicando la fórmula mostrada es de 9 606 401 m³ que equivale aproximadamente a 3 veces más el volumen determinado por el IGP (2 300 000 m³) pese a que los valores de los parámetros morfológicos del IGP son parecidos; la variación de resultados se atribuye a que la expresión que aplicó el IGP en el cálculo del volumen de deslizamiento despreció 2 constantes: el factor π y el Fex; sin embargo, ambos volúmenes, tanto el obtenido por el presente estudio como el obtenido por el IGP son volúmenes de deslizamiento considerablemente altos en base a la clasificación propuesta por Fell (1994).

En cuanto al área de deslizamiento determinada en este estudio coincide con el área determinada por el IGP. En el anexo N° 1, se muestra el perfil longitudinal de la zona de deslizamiento.

Como se mencionó anteriormente, los descriptores del parámetro de evaluación fueron categorizados en base a la relación que se determinó entre el factor desencadenante y el parámetro de evaluación. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 23. Matriz de comparación de pares del Volumen de Deslizamiento

Volumen de Deslizamiento	[7,475,312 m ³	[1,298,378 – 7,475,312>, m ³	[314,782 – 1,298,378>, m ³	[22,049 – 314,782>, m ³	< 22,049 m ³
[7475312 m ³	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
[1298378 - 7475312>, m ³	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
[314782 - 1298378>, m ³	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
[22049 - 314782>, m ³	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
< 22049, m ³	0.20	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.03	6.83	10.50	16.00
1/SUMA	0.44	0.25	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24. Matriz de Normalización de pares del Volumen de Deslizamiento

Volumen de Deslizamiento	[7475312 m3	[1298378 - 7475312>, m3	[314782 - 1298378>, m3	[22049 - 314782>, m3	< 22049, m3	Vector priorización
[7475312 m3	0.438	0.496	0.439	0.381	0.313	0.413
[1298378 - 7475312>, m3	0.219	0.248	0.293	0.286	0.313	0.272
[314782 - 1298378>, m3	0.146	0.124	0.146	0.190	0.188	0.159
[22049 - 314782>, m3	0.109	0.083	0.073	0.095	0.125	0.097
< 22049, m3	0.088	0.050	0.049	0.048	0.063	0.059

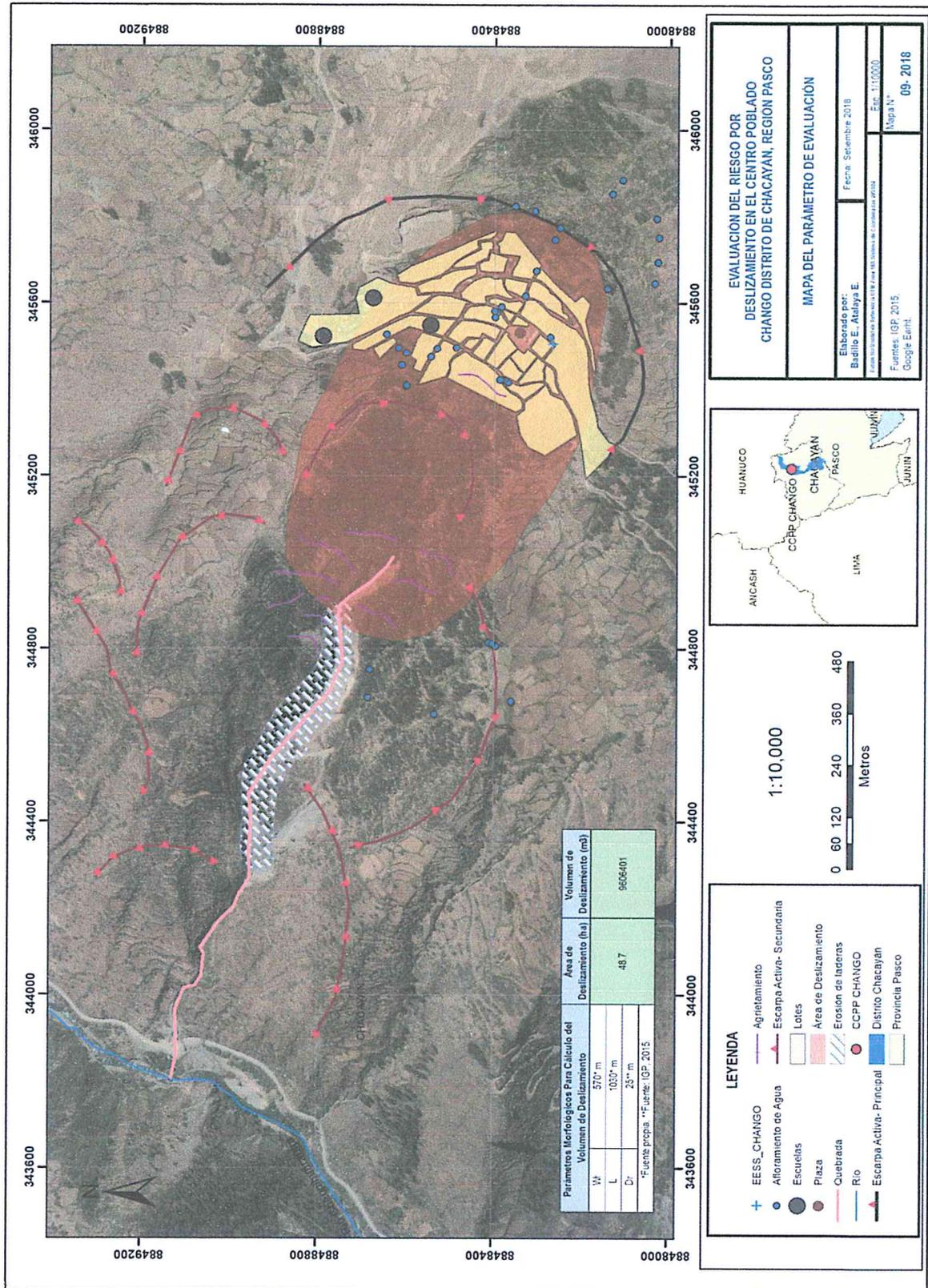
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25. Índice y Relación de consistencia del Volumen de Deslizamiento

IC	0.017
RC	0.015

En cuanto al cartografiado del parámetro de evaluación, se realizó en base a la geodinámica establecida por el IGP, 2015.

Figura 9. Mapa del Parámetro de Evaluación - Volumen de Deslizamiento



EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

3.1.8. Definición de escenarios

En forma general podemos definir a un "escenario" como la situación futura en la cual el área de estudio es abatida por un cierto nivel de intensidad del peligro. Pueden plantearse diversos escenarios, tanto como niveles de intensidad del peligro haya, desde los menos agresivos (intensidades bajas) hasta los más catastróficos (intensidades altas).

Guardando un espíritu proteccionista se recomienda elegir un escenario asociado a un evento de alto nivel de intensidad (más desfavorable para la población), y que además tenga un nivel mínimo de "probabilidad de ocurrencia".

En tal sentido, en el presente estudio se ha considerados como escenario más desfavorable el siguiente:

"Una Intensidad Máxima de Precipitación igual a 21 mm/hr (T= 50 años), asociado a la ocurrencia de un volumen de deslizamiento mayor a 7,475,312 m³"

Además de:

- Una resistividad del suelo < 300 ohm-m,
- Un nivel freático entre [0, -12< m,
- Una pendiente del terreno mayor a 16°
- Situado sobre depósitos coluviales (Qh-al) y
- Una capacidad portante < 1 kg/cm² y
- Un duración de lluvia superior a 70 horas.

3.1.9. Niveles de peligros

Finalmente, integrando los vectores priorización de cada uno de los factores condicionantes, desencadenante y el parámetro de evaluación, obtenemos lo siguiente:

Cuadro 26. Niveles de Peligro

NIVELES DE PELIGRO			
0.275	≤ P ≤	0.420	MUY ALTO
0.159	≤ P <	0.275	ALTO
0.094	≤ P <	0.159	MEDIO
0.053	≤ P <	0.094	BAJO

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Tener en cuenta que estos valores obedecen a la ponderación siguiente:

- Peso de la susceptibilidad:
- Peso del desencadenante:
- Peso de parámetro de evaluación:

3.1.10. Estratificación del Nivel de Peligro

Cuadro 27. Estratificación del nivel de peligro

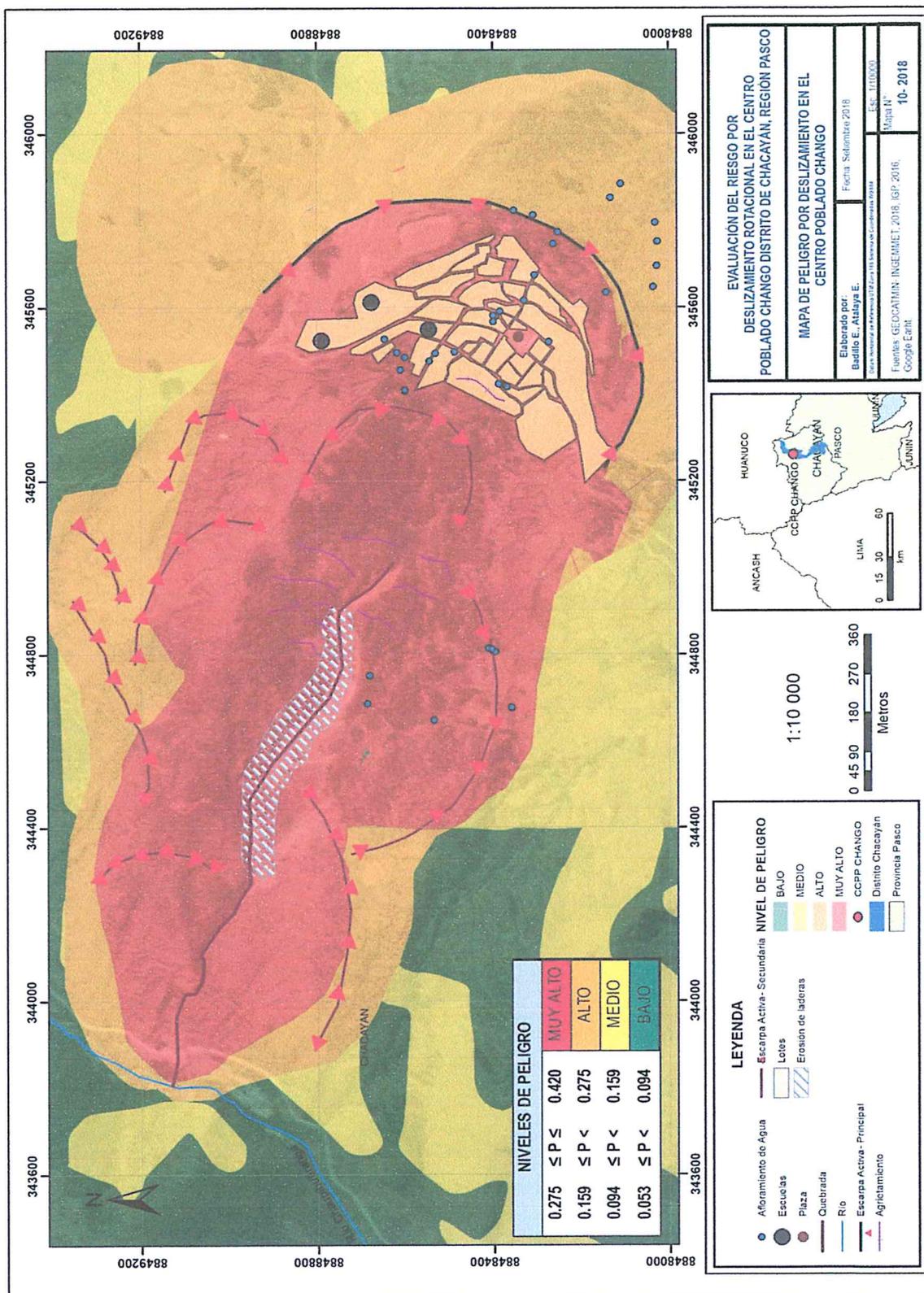
NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGOS
MUY ALTO	El suelo presenta una resistividad formada por esquistos, arcilla y grava húmeda, <300 ohm-m y arena arcillosa, calizas blandas, [300-400>, ohm-m, con un nivel freático que se encuentra entre [0 - -16> m bajo el nivel del suelo, también presenta pendiente muy fuerte, procesos de deslizamientos intensos, reforestación posible, > 30° y pendiente fuerte, procesos de deslizamientos, peligro extremo de erosión de suelos, [16° - 30°>, Complejo Marañón esquistos filitas (Pe/cma/ms, e) y Complejo Marañón esquistos (Pe/cma/e) y una capacidad de carga admisible que va desde de terrenos malos y compresibles húmedos, <1 kg/cm2 a arcillas flojas a terrenos medianamente húmedos, [1.0 - 2.0> kg/cm2, deslizamiento con un volumen de [7475312 - 9606401> m3 asociado a una duración de precipitación de [70.0 - 83.5> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retorno T=50 años.	0.275 ≤ P ≤ 0.420
ALTO	El suelo presenta una resistividad formada por grava [400, 500> ohm-m, un nivel freático que está en el rango [-16, -20> m, con una pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo, [8° - 16°>, con una litoestratigrafía de Complejo Marañón esquistos (Pe/cma/e) y depósito aluvial (Qh-al), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de grava, arena compacta y seca, [2.0-4.0>, kg/cm2, deslizamiento con un volumen de [314782 - 7475312> m3 asociado a una duración de precipitación de [8.9 - 70> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retorno T=50 años.	0.159 ≤ P < 0.275
MEDIO	El suelo presenta una resistividad formada por roca meteorizada, [500, 1800> ohm-m, , un nivel freático que está en el rango [-20, -24> m, con una pendiente baja, peligro severo de erosión, 4° - 8°>, con una litoestratigrafía de depósito aluvial (Qh-al) y Grupo Ambo (Ci-bu), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de conglomerado compacto bien graduado, roca blanda con fisuras, [4.0-7> kg/cm2, deslizamiento con un volumen de [22049 - 1298378> m3 asociado a una duración de precipitación de [1.7 - 8.9> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retorno T=50 años.	0.094 ≤ P < 0.159
BAJO	El suelo presenta una resistividad formada por roca Sana, >1800 ohm-m, un nivel freático que está en el rango >-24 m, con planicie, pendiente muy baja, peligro de erosión, < 4, con una litoestratigrafía de Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de roca dura y sana, >7 kg/cm2, deslizamiento con un volumen <22049 m3 asociado a una duración de precipitación <1.7 horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retorno T=50 años.	0.053 ≤ P < 0.094

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

3.1.11. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad

A continuación, se muestra el resultado de la integración en un sistema de información geográfica (SIG) de los factores condicionantes, factor desencadenante y el parámetro de evaluación que podría afectar la zona de estudio. Desde luego, las evidencias de “deslizamiento pasados” con son la “escarpas” y “agrietamientos” son determinantes al momento de delimitar y/o reajustar el área del probable deslizamiento que afectaría el CCPP de Chango.

Figura 10. Mapa de Niveles de Peligros por Deslizamiento



3.1.12. Identificación de elementos expuestos

Se debe considerar que las afectaciones de fenómenos de alta magnitud como el deslizamiento en Chango trascienden al área de impacto generando daños y pérdidas de manera indirecta en ámbitos geográficos mayores y en aspectos ambientales y económicos de escala provincial y hasta regional. La estimación de estas afectaciones es de carácter complejo y escapa al alcance del presente estudio, sin embargo, se menciona dado su importancia.

Los elementos expuestos para el presente estudio son solo aquellos susceptibles de sufrir los efectos directos e inmediatos ante la ocurrencia o manifestación del peligro es decir aquellos elementos ubicados en la zona de potencial impacto del peligro por deslizamiento; por ejemplo: El estadio, servicios básicos de agua y desagüe, carreteras, centros educativos, centro de salud, unidades agrarias, etc.

De todos ellos, la población de aproximadamente 2,400 habitantes es el principal elemento altamente expuesto ya que según los resultados del mapa de peligros todo el CCPP de Chango se encuentra sobre área de alta peligrosidad; vale precisar que el deslizamiento sería de tal magnitud e intensidad que la vida de la totalidad de la población, al margen de sus condiciones de vulnerabilidad, se encontraría en condiciones de riesgo.

Cuadro 28. Población Expuesta

Elementos Expuestos	Cantidad	Unidad de Medida
Población	2400	Habitantes
Animales menores	8	Por vivienda

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 29. Viviendas Expuestas

Elementos Expuestos	Cantidad	Unidad de Medida
Viviendas Adobe o Tapia	409	Unidades
Ladrillo o bloque de cemento	3	Unidades
Piedra con barro	1	Unidades
Total	413	Unidades

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 30. Infraestructuras Educativas Expuestas

Elementos Expuestos	Cantidad	Unidad de Medida
Institución Educativa	03	Unidades

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 31. Infraestructura de Salud Expuestas

Elementos Expuestos	Cantidad	Unidad de Medida
Establecimiento de salud Chango- Categoría I-2	01	Unidades

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 32. Red vial

Infraestructura	Cantidad	Unidad de Medida
Carretera Y Calles	10	Km

Fuente: Elaboración Propia.

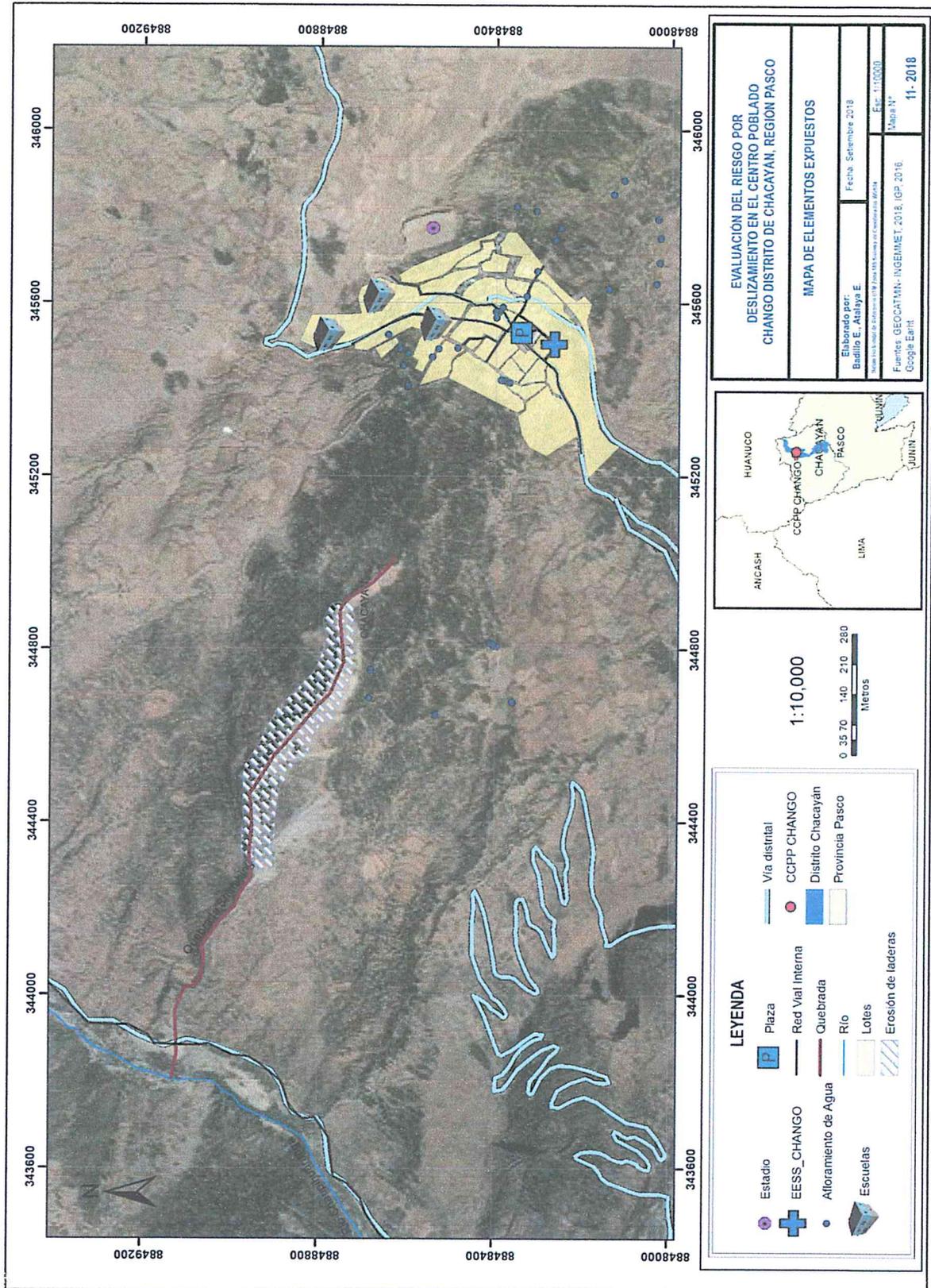
Cuadro 33. Red de agua y saneamiento expuesto

Infraestructura	Cantidad	Unidad de Medida
Red de agua y saneamiento	4, 206.03	m

Cuadro 34. Infraestructura adicional

Infraestructura	Cantidad	Unidad de Medida
Plaza de Armas	01	-
Estadio	01	-

Figura 11. Mapa de Elementos Expuestos del Centro Poblado Chango



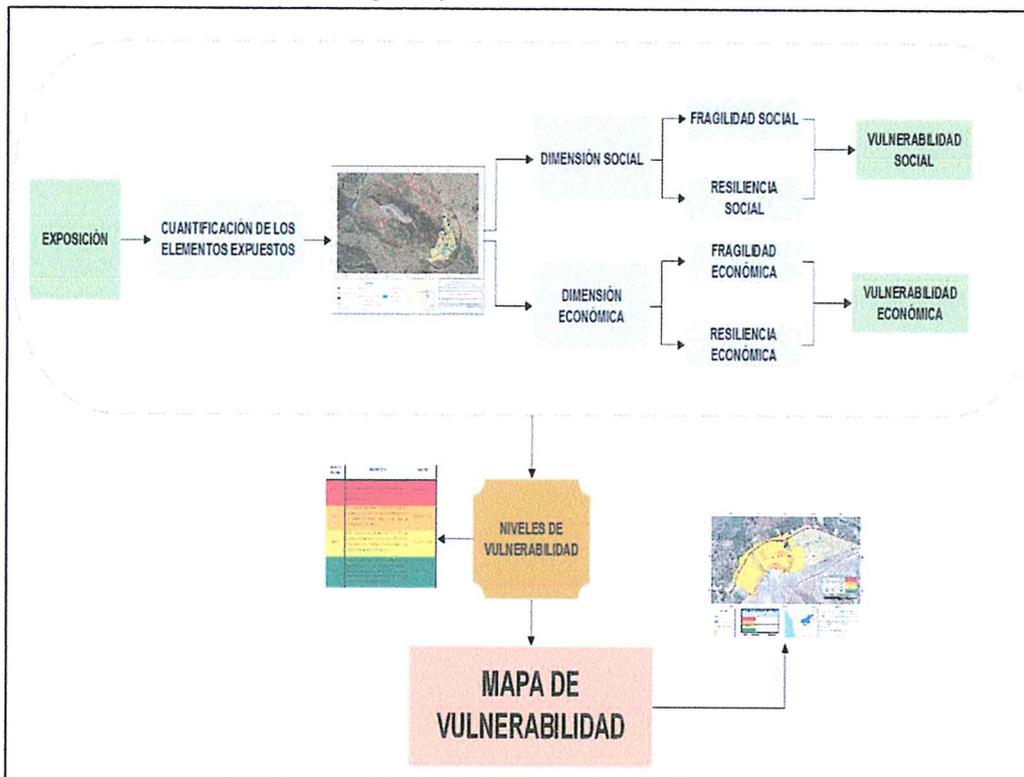
EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
CIP N° 145855

3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos del Centro Poblado Chango se realizó bajo el enfoque del proceso de análisis jerárquico, para lo cual se aplicó la siguiente metodología.

Gráfico 11. Diagrama para determinación de vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia en base a la guía MERFON-CENEPRED (2da versión)

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del peligro por deslizamiento, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social y económica, utilizando parámetros para los 2 casos, la información presentada en este estudio es a nivel de manzanas, debido a que la información se encuentra disponible en la base de datos del INEI.

3.2.1. Análisis de la dimensión social

La dimensión social se analizará a través de la fragilidad social y resiliencia social.

Cuadro 35. Parámetros de la dimensión Social

FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
Grupo Etario	Actitud frente al riesgo
Discapacidad	Conocimiento en GRD
Acceso a red pública de agua	-
Acceso a red pública de desagüe	-

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1. Análisis del componente de Fragilidad Social

Cuadro 36. Matriz de Comparación de pares de la fragilidad social

PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Discapacidad	Acceso a red pública de agua	Acceso a red pública de desagüe
Grupo Etario	1.00	2.00	4.00	7.00
Discapacidad	0.50	1.00	3.00	5.00
Acceso a red pública de agua	0.25	0.33	1.00	3.00
Acceso a red pública de desagüe	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.89	3.53	8.33	16.00
1/SUMA	0.53	0.28	0.12	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 37. Matriz de normalización de los parámetros de la fragilidad social

PARÁMETROS DE LA FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Discapacidad	Acceso a red pública de agua	Acceso a red pública de desagüe	Vector Priorización
Grupo Etario	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
Discapacidad	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
Acceso a red pública de agua	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
Acceso a red pública de desagüe	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 38. Índice y Relación de consistencia de Fragilidad Social

IC	0.020
RC	0.022

3.2.1.1.1. Grupo Etario

Cuadro 39. Análisis de la Fragilidad Social – Matriz de Comparación de Pares del Grupo Etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y mayores de 70 años	De 6 a 12 años y de 55 a 69 años	De 13 a 18 años y de 40 a 54 años	De 19 a 25 años	De 26 a 39 años
De 0 a 5 años y mayores de 70 años	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
De 6 a 12 años y de 55 a 69 años	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
De 13 a 18 años y de 40 a 54 años	0.25	0.33	1.00	2.00	3.00
De 19 a 25 años	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
De 26 a 39 años	0.13	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.68	8.83	14.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 40. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización del grupo etario

GRUPO ETARIO	De 0 a 5 años y mayores de 70 años	De 6 a 12 años y de 55 a 69 años	De 13 a 18 años y de 40 a 54 años	De 19 a 25 años	De 26 a 39 años	Vector Priorización
De 0 a 5 años y mayores de 70 años	0.490	0.544	0.453	0.414	0.381	0.456
De 6 a 12 años y de 55 a 69 años	0.245	0.272	0.340	0.345	0.333	0.307
De 13 a 18 años y de 40 a 54 años	0.122	0.091	0.113	0.138	0.143	0.121
De 19 a 25 años	0.082	0.054	0.057	0.069	0.095	0.071
De 26 a 39 años	0.061	0.039	0.038	0.034	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 41. Índice y Relación de consistencia del Grupo Etario

IC	0.015
RC	0.013

3.2.1.1.2. Discapacidad

Cuadro 42. Análisis de la fragilidad social – Matriz de Comparación de Pares del parámetro Discapacidad

DISCAPACIDAD	Mental	Auditiva/Para hablar	Visual	Motriz	No tiene
Mental	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Auditiva/Para hablar	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Visual	0.25	0.33	1.00	2.00	3.00
Motriz	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
No tiene	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.68	8.83	14.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 43. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de discapacidad

DISCAPACIDAD	Mental	Auditiva/Para hablar	Visual	Motriz	No tiene	Vector Priorización
Mental	0.493	0.544	0.453	0.414	0.409	0.463
Auditiva/Para hablar	0.247	0.272	0.340	0.345	0.318	0.304
Visual	0.123	0.091	0.113	0.138	0.136	0.120
Motriz	0.082	0.054	0.057	0.069	0.091	0.071
No tiene	0.055	0.039	0.038	0.034	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 44. Índice y Relación de consistencia de la Discapacidad

IC	0.012
RC	0.011

3.2.1.1.3. Acceso a red pública de agua

Cuadro 45. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares de acceso a red pública de agua

ACCESO A RED PÚBLICA DE AGUA	Manantial	Pozo	Cisterna	Pileta Pública- Pílon	Tiene conexión para interior-exterior
Manantial	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Pozo	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Cisterna	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Pileta Pública- Pílon	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Tiene conexión para interior-exterior	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 46. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de acceso a red pública de agua

ACCESO A RED PÚBLICA DE AGUA	Manantial	Pozo	Cisterna	Pileta Pública- Pílon	Tiene conexión para interior-exterior	Vector Priorización
Manantial	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
Pozo	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
Cisterna	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
Pileta Pública- Pílon	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
Tiene conexión para interior-exterior	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 47. Índice y Relación de consistencia de acceso a red pública de agua

IC	0.041
RC	0.037

3.2.1.1.4. Acceso a red pública de desagüe

Cuadro 48. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares de acceso a red pública de desagüe

ACCESO A RED PÚBLICA DE DESAGÜE	No tiene	Conexión al río, acequia o canal	Letrina	Pozo Séptico	Tiene Red Pública de Desagüe
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Conexión al río, acequia o canal	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Letrina	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Pozo Séptico	0.25	0.20	0.33	1.00	2.00
Tiene Red Pública de Desagüe	0.14	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.23	3.68	7.53	13.50	22.00
1/SUMA	0.45	0.27	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 49. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de acceso a red pública de desagüe

ACCESO A RED PÚBLICA DE DESAGÜE	No tiene	Conexión al río, acequia o canal	Letrina	Pozo Séptico	Tiene Red Pública de Desagüe	Vector Priorización
No tiene	0.449	0.544	0.398	0.296	0.318	0.401
Conexión al río, acequia o canal	0.225	0.272	0.398	0.370	0.318	0.317
Letrina	0.150	0.091	0.133	0.222	0.227	0.165
Pozo Séptico	0.112	0.054	0.044	0.074	0.091	0.075
Tiene Red Pública de Desagüe	0.064	0.039	0.027	0.037	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 50. Índice y Relación de consistencia de acceso a red pública de desagüe

IC	0.042
RC	0.038

3.2.1.2. Análisis del componente de Resiliencia Social

3.2.1.2.1. Actitud Frente al Riesgo

Cuadro 51. Análisis de la Resiliencia social – matriz de comparación de Actitud Frente al Riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Desidia	Indiferente	Interesado	Positivo
Fatalista	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Desidia	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Indiferente	0.25	0.33	1.00	5.00	7.00
Interesado	0.14	0.20	0.20	1.00	3.00
Positivo	0.11	0.14	0.14	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.68	8.34	18.33	27.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.12	0.05	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 52. Análisis de la Resiliencia social – matriz de normalización de Actitud Frente al Riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	Fatalista	Desidia	Indiferente	Interesado	Positivo	Vector Priorización
Fatalista	0.499	0.544	0.479	0.382	0.333	0.448
Desidia	0.250	0.272	0.360	0.273	0.259	0.283
Indiferente	0.125	0.091	0.120	0.273	0.259	0.173
Interesado	0.071	0.054	0.024	0.055	0.111	0.063
Positivo	0.055	0.039	0.017	0.018	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 53. Índice y Relación de consistencia de Actitud Frente al Riesgo

IC	0.076
RC	0.068

3.2.1.2.2. Conocimiento en GRD

Cuadro 54. Análisis de la Resiliencia social – matriz de comparación de Conocimiento en GRD

CONOCIMIENTO EN GRD	No le interesa	No conoce	Escaso conocimiento	Con conocimiento básico en GRD	Con muy buen nivel en GRD
No le interesa	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
No conoce	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Escaso conocimiento	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Con conocimiento básico en GRD	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Con muy buen nivel en GRD	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 55. Análisis de la Resiliencia social – matriz de normalización de Conocimiento en GRD

CONOCIMIENTO EN GRD	No le interesa	No conoce	Escaso conocimiento	Con conocimiento básico en GRD	Con muy buen nivel en GRD	Vector Priorización
No le interesa	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
No conoce	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Escaso conocimiento	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Con conocimiento básico en GRD	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Con muy buen nivel en GRD	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 56. Índice y Relación de consistencia de Conocimiento en GRD

IC	0.047
RC	0.042

3.2.2. Análisis de la dimensión Económica

La dimensión social contempla su análisis a través de la fragilidad social y resiliencia social.

Cuadro 57. Parámetros de la dimensión Económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA	RESILIENCIA ECONÓMICA
Material Predominante de la Pared	Tenencia de Vivienda
Material Predominante del techo	-
Material Predominante del piso	-

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1. Análisis del componente de Fragilidad Económica

Cuadro 58. Matriz de Comparación de pares de la fragilidad Económica

PARÁMETROS FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material Predominante Techo	Material Predominante Paredes	Material Predominante Piso
Material Predominante Techo	1.00	2.00	5.00
Material Predominante Paredes	0.50	1.00	3.00
Material Predominante Piso	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.70	3.33	9.00
1/SUMA	0.59	0.30	0.11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 59. Matriz de normalización de los parámetros de la fragilidad Económica

PARÁMETROS FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material Predominante Techo	Material Predominante Paredes	Material Predominante Piso	Vector Priorización
Material Predominante Techo	0.588	0.600	0.556	0.581
Material Predominante Paredes	0.294	0.300	0.333	0.309
Material Predominante Piso	0.118	0.100	0.111	0.110

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 60. Índice y Relación de consistencia de Fragilidad Social

IC	0.002
RC	0.004

3.2.2.1.1. Material de Predominante de las Paredes

Cuadro 61. Análisis de la fragilidad Económica – matriz de comparación de pares del material Predominante de las Paredes.

MATERIAL DE PAREDES	Piedra y Barro	Adobe o Tapia	Quincha	Ladrillo	Concreto armado
Piedra y Barro	1.00	4.00	6.00	8.00	9.00
Adobe o Tapia	0.25	1.00	3.00	5.00	7.00
Quincha	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Ladrillo	0.13	0.20	0.33	1.00	2.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.65	5.68	10.53	17.50	24.00
1/SUMA	0.61	0.18	0.09	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 62. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización del material Predominante de las Paredes.

MATERIAL DE PAREDES	Piedra y Barro	Adobe o Tapia	Quincha	Ladrillo	Concreto armado	Vector Priorización
Piedra y Barro	0.605	0.705	0.570	0.457	0.375	0.542
Adobe o Tapia	0.151	0.176	0.285	0.286	0.292	0.238
Quincha	0.101	0.059	0.095	0.171	0.208	0.127
Ladrillo	0.076	0.035	0.032	0.057	0.083	0.057
Concreto armado	0.067	0.025	0.019	0.029	0.042	0.036

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 63. Índice y Relación de consistencia de Material Predominante de las Paredes

IC	0.008
RC	0.007

3.2.2.1.2. Material de Predominante de las Techos

Cuadro 64. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares del Material Predominante de los Techos.

Material predominante de techos	Estera o paja	Caña, barro o calamina	Madera	Teja	Losa Aligerada
Estera o paja	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Caña, barro o calamina	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Madera	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Teja	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Losa Aligerada	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.75	13.50	22.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 65. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de material del Material Predominante de los Techos.

MATERIAL PREDOMINANTE DE TECHOS	Estera o paja	Caña, barro o calamina	Madera	Teja	Losa Aligerada	Vector Priorización
Estera o paja	0.493	0.511	0.516	0.444	0.409	0.475
Caña, barro o calamina	0.247	0.255	0.258	0.296	0.273	0.266
Madera	0.123	0.128	0.129	0.148	0.182	0.142
Teja	0.082	0.064	0.065	0.074	0.091	0.075
Losa Aligerada	0.055	0.043	0.032	0.037	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 66. Índice y Relación de consistencia del Material Predominante de los Techos.

IC	0.008
RC	0.007

3.2.2.1.3. Material de Predominante del Piso

Cuadro 67. Análisis de la fragilidad social – matriz de comparación de pares del Material Predominante de los Pisos.

MATERIAL PREDOMINANTE PISO	Tierra	Madera	Cemento	loseta	Parquet
Tierra	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Madera	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00
Cemento	0.25	0.33	1.00	2.00	4.00
Loseta	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Parquet	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.00	3.75	8.75	14.50	22.00
1/SUMA	0.50	0.27	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 68. Análisis de la fragilidad social – matriz de normalización de material del Material Predominante de los Pisos

MATERIAL PREDOMINANTE PISO	Tierra	Madera	Cemento	Loseta	Parquet	Vector Priorización
Tierra	0.499	0.533	0.457	0.483	0.409	0.476
Madera	0.250	0.267	0.343	0.276	0.273	0.282
Cemento	0.125	0.089	0.114	0.138	0.182	0.130
Loseta	0.071	0.067	0.057	0.069	0.091	0.071
Parquet	0.055	0.044	0.029	0.034	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 69. Índice y Relación de consistencia del Material Predominante de los Pisos

IC	0.016
RC	0.014

3.2.2.2. Análisis del componente de Resiliencia Económica

3.2.2.2.1. Tenencia de Vivienda

Cuadro 70. Análisis de la Resiliencia Económica – matriz de comparación de pares de la Tenencia de vivienda

TENENCIA DE VIVIENDA	Invasor	Alquilado	Cedida	Propia pagando	Propia
Invasor	1.00	2.00	5.00	6.00	8.00
Alquilado	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Cedida	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Propia pagando	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Propia	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.99	3.92	8.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 71. Análisis de la Resiliencia Económica – matriz de normalización de la Tenencia de vivienda

TENENCIA DE VIVIENDA	Invasor	Alquilado	Cedida	Propia pagando	Propia	Vector Priorización
Invasor	0.502	0.511	0.571	0.444	0.381	0.482
Alquilado	0.251	0.255	0.229	0.296	0.286	0.263
Cedida	0.100	0.128	0.114	0.148	0.190	0.136
Propia pagando	0.084	0.064	0.057	0.074	0.095	0.075
Propia	0.063	0.043	0.029	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 72. Índice y Relación de consistencia de la Tenencia de vivienda

IC	0.018
RC	0.016

3.2.3. Nivel de Vulnerabilidad

Finalmente, integrando (A través del Proceso de Análisis Jerárquico) los vectores priorización de cada uno de los aspectos sociales y económicos (fragilidad y resiliencia) obtenemos el siguiente cuadro que muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos.

Cuadro 73. Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO DE VULNERABILIDAD	
MUY ALTO	0.261	$\leq V \leq 0.501$
ALTO	0.133	$\leq V < 0.261$
MEDIO	0.066	$\leq V < 0.133$
BAJO	0.039	$\leq V < 0.066$

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad

Cuadro 74. Estratificación del Nivel de Vulnerabilidad

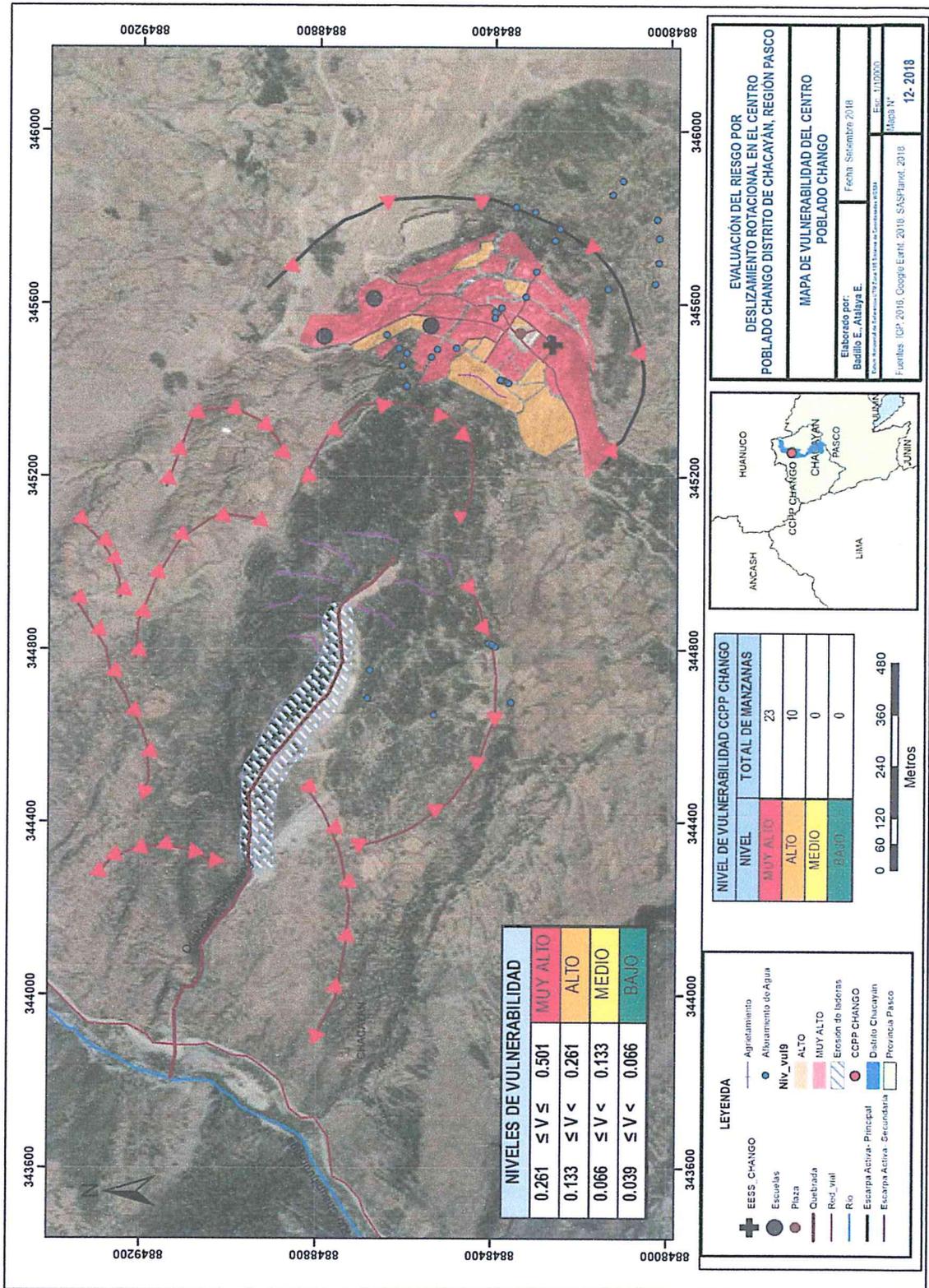
NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
MUY ALTO	Grupo Etario predominantemente de 0 a 12 años y Mayores de 55 años, con discapacidad mental, auditiva y para hablar. Acceso al agua a través de manantial o pozo y sin red pública de desagüe o con conexión directa al río, acequia o manantial. Actitud frente al riesgo fatalista o desidia y no le interesa los conocimientos en gestión del riesgo de desastre o no conoce. El material predominante de las paredes es piedra y barro, adobe y tapia, el material predominante del techo es de estera o paja y caña, barro o calamina, así mismo, el material predominante del piso es tierra y madera, es invasor o alquila la vivienda	$0.261 \leq V \leq 0.501$
ALTO	Grupo Etario predominantemente de 12 a 18 años y Mayores de 40 a 55 años, con discapacidad auditiva, para hablar o visual. Acceso al agua a través de pozo o cisterna, conexión del desagüe directa al río, acequia o manantial o cuenta letrina. Actitud frente al riesgo desidia o indiferente y no conoce o tiene escaso conocimiento respecto a temas relacionados con la Gestión del Riesgo de Desastre. El material predominante de las paredes es adobe, tapia o quincha, el material predominante del techo es caña, barro o calamina y/o madera, así mismo, el material predominante del piso es madera y/o cemento, vivienda alquilada o cedida.	$0.133 \leq V < 0.261$
MEDIO	Grupo Etario predominantemente de 19 a 25 años, con discapacidad visual o motriz. Acceso al agua a través de cisterna o pileta pública-pilón, cuenta con letrina o pozo séptico. Actitud frente al riesgo indiferente o interesado y tiene escaso conocimiento respecto a temas relacionados con la Gestión del Riesgo de Desastre o conocimientos básicos. El material predominante de las paredes es quincha o ladrillo, el material predominante del techo es madera o teja, así mismo, el material predominante del piso es cemento o loseta, vivienda cedida o propia actualmente pagando.	$0.066 \leq V < 0.133$
BAJO	Grupo Etario predominantemente de 26 a 39 años, sin discapacidad. Tiene acceso a la red pública de agua en el interior o exterior, cuenta con red pública de desagüe. Actitud frente al riesgo positiva y con muy buen nivel en Gestión del Riesgo de Desastres. El material predominante de las paredes es concreto armado, el material predominante del techo es losa aligerada, así mismo, el material predominante del piso es parquet, vivienda propia.	$0.039 \leq V < 0.066$

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

El mapa de vulnerabilidad se presenta a continuación y según el análisis previo:

Figura 12. Mapa de Niveles de Vulnerabilidad del Centro Poblado Chango



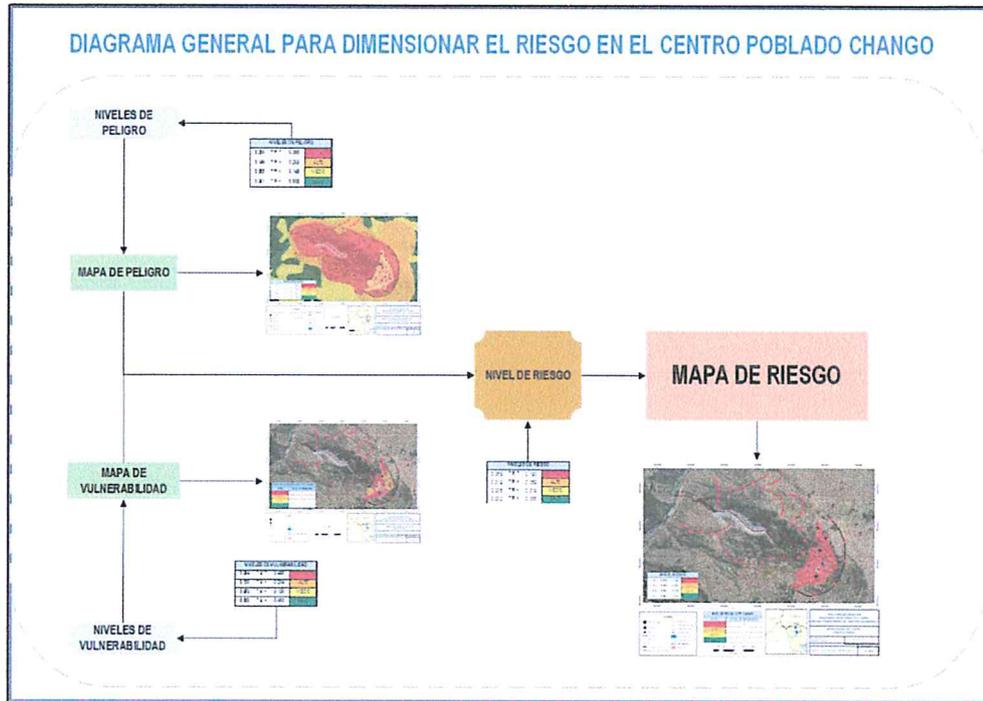
EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO

3.3. CÁLCULO DE RIESGO

El riesgo de las diferentes unidades mapeadas (manzanas) y en base análisis previo de peligrosidad y vulnerabilidad se realizará de la siguiente manera:

Gráfico 12. Diagrama para determinación de vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia en base a la guía MERFON-CENEPRED (2da versión)

3.3.1. Metodología

3.3.2. Determinación de los niveles de riesgos

Los niveles de riesgo por deslizamiento en el centro poblado se detallan a continuación:

Cuadro 75. Cálculo de valores del riesgo

VALOR DE PELIGRO	VALOR DE VULNERABILIDAD	VALOR DEL RIESGO
0.420	0.501	0.210
0.275	0.261	0.072
0.159	0.133	0.021
0.094	0.066	0.006
0.053	0.039	0.002

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 76. Niveles del Riesgo

NIVEL DE RIESGO	RANGO DE RIESGO	
MUY ALTO	0.072	$\leq R \leq 0.210$
ALTO	0.021	$\leq R < 0.072$
MEDIO	0.006	$\leq R < 0.021$
BAJO	0.002	$\leq R < 0.006$

Fuente: Elaboración propia

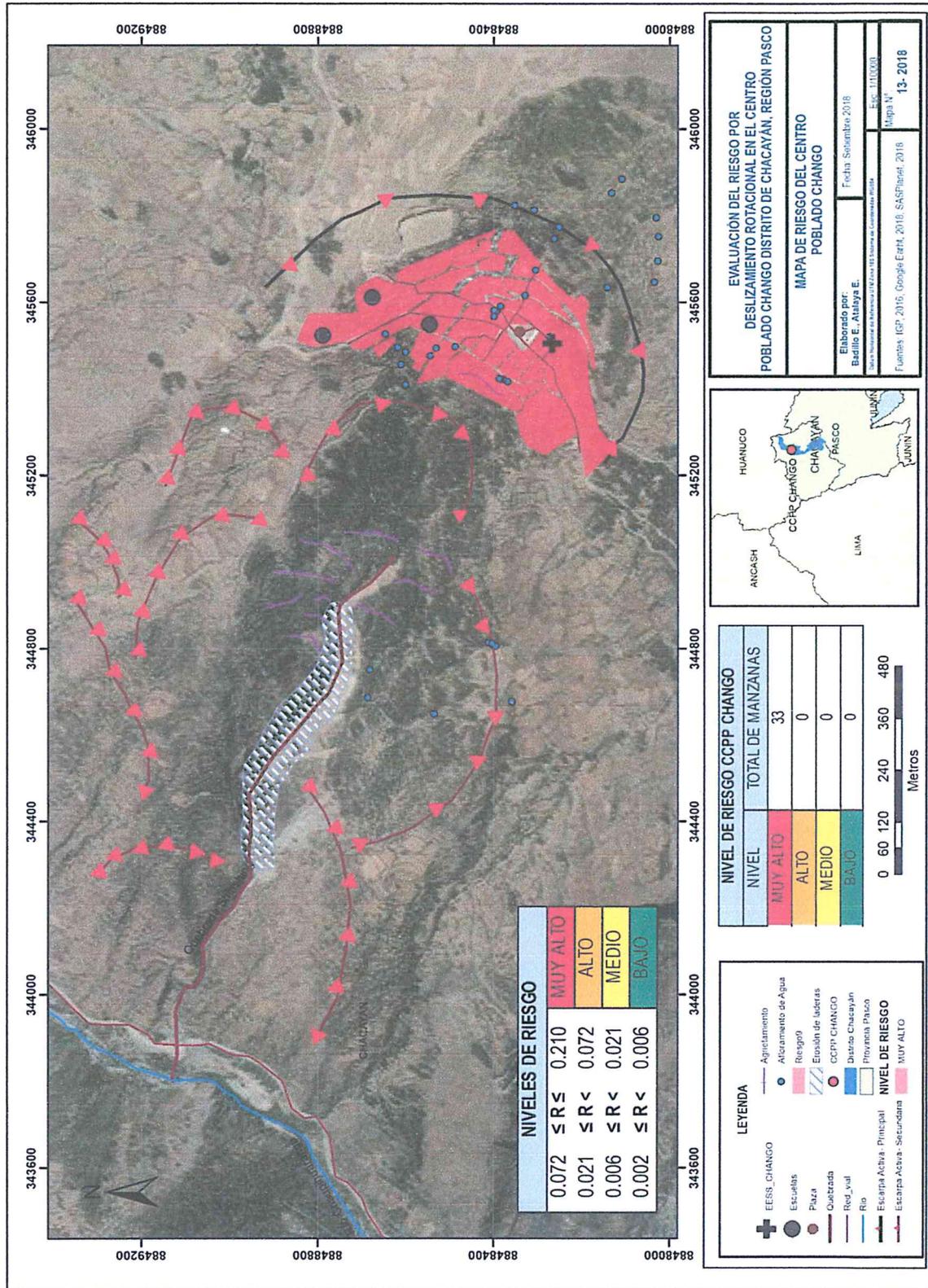
3.3.3. Estratificación de los niveles de riesgo

Cuadro 77. Estratificación del Riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	El suelo presenta una resistividad formada por esquistos, arcilla y grava húmeda, <300 ohm-m y arena arcillosa, calizas blandas, [300-400>, ohm-m, con un nivel freático que se encuentra entre [0 - -16> m bajo el nivel del suelo, también presenta pendiente muy fuerte, procesos de deslizamientos intensos, reforestación posible, > 30° y pendiente fuerte, procesos de deslizamientos, peligro extremo de erosión de suelos, [16° - 30°>, Complejo Marañón esquistos filitas (Pe-cma/ms, e) y Complejo Marañón esquistos (Pe/cma/e) y una capacidad de carga admisible que va desde de terrenos malos y compresibles húmedos, <1 kg/cm ² a arcillas flojas a terrenos medianamente húmedos, [1.0 - 2.0> kg/cm ² , deslizamiento con un volumen de [7475312 - 9606401> m ³ asociado a una duración de precipitación de [70.0 - 83.5> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retomo T=50 años. Grupo Etario predominantemente de 0 a 12 años y Mayores de 55 años, con discapacidad mental, auditiva y para hablar. Acceso al agua a través de manantial o pozo y sin red pública de desagüe o con conexión directa al río, acequia o manantial. Actitud frente al riesgo fatalista o desidia y no le interesa los conocimientos en gestión del riesgo de desastre o no conoce. El material predominante de las paredes es piedra y barro, adobe y tapia, el material predominante del techo es de estera o paja y caña, barro o calamina, así mismo, el material predominante del piso es tierra y madera, es invasor o alquila la vivienda	$0.72 \leq R \leq 0.210$
Riesgo Alto	El suelo presenta una resistividad formada por grava [400, 500> ohm-m, un nivel freático que está en el rango [-16, -20> m, con una pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro de erosión severo, [8° - 16°>, con una litoestratigrafía de Complejo Marañón esquistos (Pe/cma/e) y depósito aluvial (Qh-al), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de grava, arena compacta y seca, [2.0-4.0>, kg/cm ² , deslizamiento con un volumen de [314782 - 7475312> m ³ asociado a una duración de precipitación de [8.9 - 70> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retomo T=50 años. Grupo Etario predominantemente de 12 a 18 años y Mayores de 40 a 55 años, con discapacidad auditiva, para hablar o visual. Acceso al agua a través de pozo o cisterna, conexión del desagüe directa al río, acequia o manantial o cuenta letrina. Actitud frente al riesgo desidia o indiferente y no conoce o tiene escaso conocimiento respecto a temas relacionados con la Gestión del Riesgo de Desastre. El material predominante de las paredes es adobe, tapia o quincha, el material predominante del techo es caña, barro o calamina y/o madera, así mismo, el material predominante del piso es madera y/o cemento, vivienda alquilada o cedida.	$0.21 \leq R < 0.072$
Riesgo Medio	El suelo presenta una resistividad formada por roca meteorizada, [500, 1800> ohm-m, un nivel freático que está en el rango [-20, -24> m, con una pendiente baja, peligro severo de erosión, 4° - 8°>, con una litoestratigrafía de depósito aluvial (Qh-al) y Grupo Ambo (Ci-bu), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de conglomerado compacto bien graduado, roca blanda con fisuras, [4.0-7> kg/cm ² , deslizamiento con un volumen de [22049 - 1298378> m ³ asociado a una duración de precipitación de [1.7 - 8.9> horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retomo T=50 años. Grupo Etario predominantemente de 19 a 25 años, con discapacidad visual o motriz. Acceso al agua a través de cisterna o pileta pública-pilón, cuenta con letrina o pozo séptico. Actitud frente al riesgo indiferente o interesado y tiene escaso conocimiento respecto a temas relacionados con la Gestión del Riesgo de Desastre o conocimientos básicos. El material predominante de las paredes es quincha o ladrillo, el material predominante del techo es madera o teja, así mismo, el material predominante del piso es cemento o loseta, vivienda cedida o propia actualmente pagando.	$0.006 \leq R < 0.021$
Riesgo Bajo	El suelo presenta una resistividad formada por roca Sana, >1800 ohm-m, un nivel freático que está en el rango >-24 m, con planicie, pendiente muy baja, peligro de erosión, < 4°, con una litoestratigrafía de Plutón Vilcabamba Diorítico (KP- vi/di), suelo asociado a una capacidad de carga admisible formada de roca dura y sana, >7 kg/cm ² , deslizamiento con un volumen <22049 m ³ asociado a una duración de precipitación <1.7 horas, con una intensidad máxima de precipitación de 21 mm/h asociado a un periodo de retomo T=50 años. Grupo Etario predominantemente de 26 a 39 años, sin discapacidad. Tiene acceso a la red pública de agua en el interior o exterior, cuenta con red pública de desagüe. Actitud frente al riesgo positiva y con muy buen nivel en Gestión del Riesgo de Desastres. El material predominante de las paredes es concreto armado, el material predominante del techo es losa aligerada, así mismo, el material predominante del piso es parquet, vivienda propia.	$0.002 \leq R < 0.006$

3.3.4. Mapa de riesgos por deslizamiento

Figura 13. Mapa de Riesgo por Deslizamiento



EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782

HÉCTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 145855

3.3.1. Matriz del Riesgo

Cuadro 78. Matriz del Riesgo

NIVEL DE PELIGRO	VALOR DE PELIGRO	NIVELES DE PELIGRO			
PMA	0.420	0.028	0.056	0.110	0.210
PA	0.275	0.018	0.037	0.072	0.138
PM	0.159	0.010	0.021	0.041	0.080
PB	0.094	0.006	0.013	0.025	0.047
VALOR DE VULNERABILIDAD	0.066	0.133	0.261	0.501	
NIVEL DE VULNERABILIDAD		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Cálculo de Efectos Probables

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia del evento analizado en el Centro Poblado de Chango, a consecuencia de la materialización del peligro por deslizamiento.

Como se mencionó anteriormente los efectos probables en el área de influencia en el centro poblado Chango, son el resultado de valorizar los elementos expuestos en el área de impacto directo del deslizamiento, todos ellos bien identificados y detallados en el capítulo de elementos expuestos.

Para valorizar los efectos probables se ha usado la tabla que a continuación se muestra con los la cual arroja un valor global de S/. S/ 344,154.139.00 (Aproximadamente trescientos cuarenta y cuatro millones de soles)

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 146214

Tabla 13. Efectos Probables por materialización del deslizamiento en el centro poblado Chango

VIAS DE COMUNICACIÓN					
TIPO	VIA	LONGITUD (km)	COSTO UNITARIO	USO	MONTO
Carreteras y calles	Afirmada	10	300,000.00	Vía de acceso	3 000,000.00
SUBTOTAL 1					3 000,000.00
					200,000.00
INFRAESTRUCTURA URBANA Y PÚBLICA					
EDIFICACIÓN	CANTIDAD	Unidad	COSTO UNITARIO*	USO	MONTO
Institución Educativa Inicial	1	GLB	287,433.23	Educación	287,433.23
Institución Educativa Primaria	1	GLB	3,740,983.4	Educación	3,740,983.4
Inst. Educativa Secundaria	1	GLB	4,652,321.4	Educación	4,652,321.4
Establecimiento de Salud I-2	1	GLB	2,894,721.9	Público	2,894,721.9
Vivienda Adobe o Tapia	413	Und	30,000.0	Privado	12,4270,000.0
Redes de agua potable	1	GLB	2,373,974.1	Público	2,373,974.1
Redes de agua alcantarillado	1	GLB	2,492,394.8	Público	2,492,394.8
Plaza de armas	1	GLB	52,4391.0	Público	52,4391.0
Estadio	1	GLB	300,000.0	Público	300,000.0
Canales de riego	1	GLB	300,000.0	Público	300,000.0
SUBTOTAL 2					141,836,219.83
PÉRDIDAS HUMANAS					
TIPO	CANTIDAD	Ingreso anual/persona	N° AÑOS LABORALES	PEA (Perú)	MONTO
Número de Personas	2,400	S/4,428.00**	30	0.62	S/ 197,665,920.00
SUBTOTAL 3					S/ 197,665,920.00
PÉRDIDAS PECUARIAS					
TIPO	N° animales menores/vivienda	N° Viviendas	Costo unitario/animal menor	MONTO	
Número de animales menores	8***	413	S/500.00	S/1,652,000.00	
SUBTOTAL 4					S/1,652,000.00
TOTAL (SUBTOTAL 1 + SUBTOTAL 2 + SUBTOTAL 3 + SUBTOTAL 4)					S/ 344,154.139.00

*Costos asignado en base al proyecto de la municipalidad de Chacayán: Estabilización de taludes para reducción del peligro de deslizamiento en la localidad del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, Daniel Alcides Carrión, Pasco.

**Ingreso anual asignado en base al proyecto de la municipalidad de Chacayán: Estabilización de taludes para reducción del peligro de deslizamiento en la localidad del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, Daniel Alcides Carrión, Pasco.

***Número asignado en base al proyecto de la municipalidad de Chacayán: Estabilización de taludes para reducción del peligro de deslizamiento en la localidad del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, Daniel Alcides Carrión, Pasco.

3.4. CONTROL DE RIESGO

3.4.1. Valoración de consecuencias

Cuadro 79. Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

En base al mapa de riesgo por deslizamiento en el centro poblado Chango, se determina que el nivel de riesgo corresponde al MUY ALTO, y de acuerdo al cuadro N°80, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas, es decir, posee el nivel 4 – Muy Alto.

3.4.2. Valoración de frecuencia

Cuadro 80. Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

En el presente informe se considera que el periodo de retorno para que ocurra una precipitación de intensidad máxima de 24 horas equivalente a 14.53 mm/hr es de 5 años, del cual se obtiene que el evento de deslizamiento rotacional puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias, es decir, posee un nivel 3-Alto.

a) Nivel de consecuencia y daños

Cuadro 81. Nivel de consecuencia y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es **Muy Alta**.

b) Aceptabilidad y/o Tolerancia:

Cuadro 82. Nivel de consecuencia y daños

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por deslizamiento en el centro poblado Chango es de nivel 4– Inadmisible. La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Cuadro 83. Nivel de consecuencia y daños

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

c) Prioridad de Intervención

Cuadro 84. Prioridad de Intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de I, el cual constituye el soporte para aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.

IV. CONCLUSIONES

- El nivel de peligrosidad más significativo resultó MUY ALTO ante el peligro de deslizamiento en el centro poblado Chango.
- Se determinó que 23 manzanas se encuentran con un nivel de vulnerabilidad ALTA y 10 manzanas con vulnerabilidad MUY ALTA.
- En el centro poblado Chango se determinó que todas las manzanas evaluadas presentan un nivel de riesgo MUY ALTO.
- El nivel de aceptabilidad y Tolerancia del riesgo identificado es Inadmisible, el cual indica que se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico, iniciar reasentamiento o de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
- El cálculo de los efectos probables es de S/. S/ 344,154.139.00.

EDEN ATALAYA HARO HÉCTOR
INGENIERO CIVIL ESPINOZA CCENTE
Reg. CIP N° 92782 INGENIERO GEOLOGO
CIP N° 145855

V. RECOMENDACIONES

Diseño y ejecución del "Proyecto integral para la reducción del riesgo de la microcuenca Shinshing" el cual constará de las medidas siguientes:

5.1.1. Medidas de orden estructural

Medida Estructural 1: Elaboración de estudios generales y un expediente técnico para la reducción de riesgos de la microcuenca Shinshing.

Objetivo.- Tener claridad de los aspectos técnicos del suelo y clima así como de los aspectos constructivos del Proyecto, sustentado en las especificaciones técnicas y planos de detalle.

Descripción general.- Sabemos que antes de proyectar, diseñar y construir cualquier tipo de obra debe realizarse los estudios generales previos, más aun en casos como este donde el terreno evidencia serias deficiencias como son presencia de napa freática, bajos valores de capacidad portante, pendientes elevadas, inestabilidad de taludes y además clima agresivo que se manifiesta en precipitaciones anómalas. Condiciones que se han venido manifestando en los agrietamientos, escarpas, procesos erosionales y deslizamientos activos.

En tal sentido los estudios generales mínimo necesarios son:

- Estudio Topográfico de detalle.
- Estudio Geotécnico de detalle,
- Estudio hidrológico de detalle
- Estudio hidrogeología de detalle
- Estudio de Estabilidad de taludes
- Estudio detallado de vulnerabilidad estructural de las viviendas de Chango

Así mismo es necesario la elaboración de un expediente técnico que plantee mínimamente los siguientes componentes:

- Expediente técnico de obras para estabilizar taludes.
- Expediente técnico de obras para drenar aguas superficiales y subterráneas
- Expediente técnico de obras para detener la erosión regresiva (cárcava)
- Expediente técnico de obras para rehabilitar el sistema de agua y desagüe de Chango
- Expediente técnico de obras para reforzamiento de viviendas de Chango.
- Expediente técnico de obras para continuar reforestación de la microcuenca Shinshing.
- Expediente técnico para programa de capacitaciones de la población de Chango
- Expediente técnico de sistema de alerta temprana para Chango.

Conclusión y/o Recomendación.-

- Esta medida es de obligatoria cumplimiento si es que se optara por diseñar y construir alguna medida estructural.
- Si bien es cierto el IGP, INGEMMET, INDECI han realizado informes y hasta ensayos y estudios geotécnicos e hidrogeológicos, es necesario complementarlos y ampliar el alcance y el detalle de estos.


EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782


HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

Medida Estructural 2: Construir sistema de contención para estabilizar taludes en la microcuenca Shinshing

Objetivo.- Refuerzo del talud mediante la conformación de banquetas t taludes y complementados por elementos estructurales como pilotes, anclajes y muros pantalla.

Descripción general.- La estabilización del talud se logra a través de la construcción de las siguientes técnicas las cuales son complementarias:

-Sistema convencional de banquetas y taludes, Consiste en la conformación de un sistema de plataformas y taludes los cuales otorgarían mayor estabilidad al terreno, no obstante, la mala calidad del suelo de Chango requerirá eventualmente el uso de otras tecnologías superiores y complementarias como son:

-Inyección de concreto, Mediante la inyección de un fluido a alta presión generalmente lechada de cemento, rompiendo la estructura del suelo y conformando cuerpos de suelo-cemento in situ. La mecánica es la siguiente una varilla de diámetro pequeño perfora el suelo, luego, mientras se retira, la varilla lanza la lechada para producir una columna mejorada.

-Sistema de Anclajes, La estabilización de una pendiente inestable también se puede lograr mediante la aplicación de fuerzas activas al suelo inestable. Estas fuerzas aumentan la tensión normal y, por lo tanto, la resistencia a la fricción a lo largo de la superficie progresiva. Los anclajes se pueden aplicar para este propósito, unidos entre sí por un marco de viga o muro pantalla.

-Muros pantallas.- Así mismos se requerirá la construcción de muros de concreto armado que contengan los taludes y a la vez que sirvan de apoyo a los sistemas de pilotes y anclajes.



Figura ME1 Estabilización del talud con sistema combinado de banquetas, muros pantalla, pilotes y anclajes.

Conclusión y/o Recomendación.-

- La presente medida representa una solución de la alta complejidad y de alto presupuesto.
- Se recomienda llevar a un nivel de detalle esta propuesta con la finalidad de determinar las externalidades que permitan la ejecución de dicha medida estructural.

Medida Estructural 3: Construir sistema de drenaje superficial y sub-superficial

Objetivo. –Drenar las agua para disminuir la presión de poros, aumentando la resistencia del talud.

Descripción general. –

Los métodos de estabilización de deslizamientos que contemplan el control del agua tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y son generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, en cuanto tienden a desactivar la presión de poros, considerada como el principal elemento desestabilizante de los taludes. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia del talud, al disminuir la presión de poros. Existen varias metodologías de drenaje superficial y profundo. El objetivo principal de estos métodos es disminuir la presión de poros y de esa forma, aumentar la resistencia al corte, eliminar las fuerzas hidrostáticas desestabilizantes y mejorar el factor de seguridad de las superficies de falla por debajo del nivel de agua

Sistema de drenaje superficial, Para el caso de aguas superficiales producto de la escorrentía, se recomienda colocar un canal de coronación aguas arriba del poblado de Chango, con la finalidad de captar dichas aguas y no cargar el talud con presencia de agua.

Sistema de drenaje sub-superficial, Para el caso de aguas subterráneas, se sugiere los "mantos drenantes" y "zanjas drenantes en forma de espina de pez" las cuales deben confluir a un emisario que, normalmente, alojará tubería drenante y colector en su interior. El trazado de esta red se determinará en el expediente técnico respectivo siguiendo el esquema de la Figura siguiente.

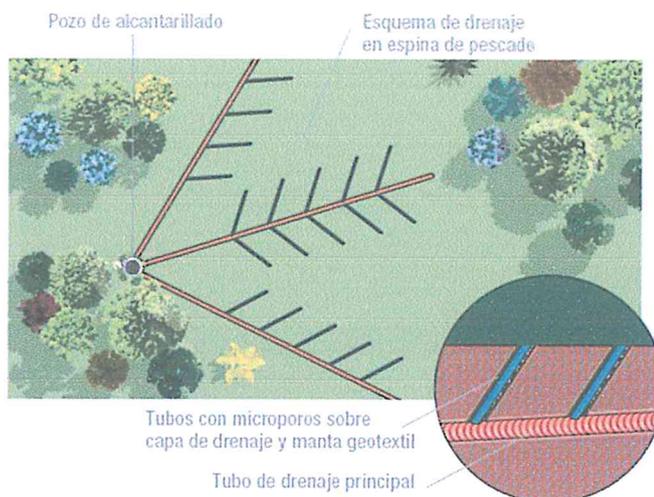


Figura ME2. Esquema típico de zanjas drenantes

Conclusión y/o Recomendación

- El drenaje y el subdrenaje son metodologías de remediación o prevención de deslizamientos muy eficientes y de bajo costo.
- Se recomienda llegar a un nivel de detalle con la finalidad de determinar las externalidades que permitan la ejecución de dicha medida de drenaje. La definición de las ubicaciones y longitudes de zanjas drenantes es importante.

Medida Estructural 4: Rehabilitar o Reconstruir el sistema de agua y desagüe de Chango

Objetivo.- Evitar filtraciones de agua proveniente de los deficientes y dañados sistemas de agua y desagüe de Chango.

Descripción general.- En la salida de campo el equipo consultor confirmó la existencia de varios puntos de fuga de agua tanto del sistema de agua como de las alcantarillas, muchos de ellos con caudales considerables que brotaban del suelo generando importantes aportes de agua (a una cuenca ya saturada) y también generando procesos de erosión local, todo lo cual contribuye a la inestabilidad de los suelos en toda la microcuenca.

En consecuencia se propone el diseño y rehabilitación o reconstrucción del sistema de agua y desagüe del CCP de Chango, considerando que en la propuesta se considere como mínimo tres puntos de agua y desagüe en cada vivienda de manera que cubra la necesidad de la cocina, baño y lavado de ropa. Se pone énfasis en esta recomendación ya que se evidencia que algunas viviendas cuentan con puntos de agua y desagüe en cocina y baño pero no para el lavado de ropa lo que genera vertimientos de agua al suelo agravando el problema.

El proyecto podría incluir la rehabilitación del sistema de agua y desagüe actual y ampliación de estos hasta lograr cobertura a todas las viviendas o la reconstrucción total de ambos sistemas. Esta elección obedecerá aun análisis comparativo de costos.

Conclusión y/o Recomendación.-

- Gestionar los recursos necesarios con el Programa Nacional de Saneamiento Urbano (o rural) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- El sistema de agua y desagüe deberá ser proyectado y construido posterior a la construcción del sistema de estabilidad de taludes, sistema de drenaje y reforestación, es decir en una situación de estabilidad y seguridad para la infraestructura.

Medida Estructural 5: Reforzar viviendas dañadas del CC de Chango

Objetivo.- Reforzar estructuralmente las viviendas dañadas del CCP de Chango a fin de reducir su vulnerabilidad frente a asentamientos y sismos.

Descripción general.- En la salida de campo el equipo consultor confirmó la existencia de un alto número viviendas con rajaduras (Ver fotos de Anexos). Según inspección del GORE Pasco aproximadamente el 80% de las viviendas tienen rajaduras en muros; teniendo en cuenta que las viviendas son de tapia, las rajaduras son indicio de su alto nivel de fragilidad estructural, no solo frente a asentamientos del suelo sino principalmente frente a la ocurrencia de un sismo de mediana intensidad. En consecuencia se propone el diseño y reforzamiento de las viviendas de CCP de Chango usando técnicas apropiadas y validadas por SENCICO o CISMID.

Conclusión y/o Recomendación.-

- Gestionar los recursos necesarios con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- El proyecto de reforzamiento de viviendas deberá ser proyectado y ejecutado posterior a la construcción del sistema de estabilidad de taludes, sistema de drenaje y reforestación, es decir en una situación de estabilidad y seguridad para las viviendas.

5.1.2. Medidas de orden no estructural

Medida No Estructural 1: Culminar la forestación de la cabecera de la microcuenca de la quebrada Shinshing

Forestar en las zonas altas de la quebrada y las laderas de la quebrada que se encuentran sin la presencia de material vegetativo; esto con la finalidad de controlar la erosión y aumentar el factor de seguridad del suelo, a continuación se detallan los beneficios de la forestación:

- Intercepta la lluvia.
- Extrae la humedad del suelo.
- Las raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante.
- Anclan el suelo superficial a mantos más profundos.
- Aumentan el peso sobre el talud.
- Retienen las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión

Las raíces refuerzan la estructura del suelo y pueden actuar como anclajes en las discontinuidades, además forman una densa red entrelazada en los primeros 30 – 50 cm del suelo, que tienden a reforzar la masa de suelo superficial y sostenerla (Suarez, 1998) y remueven la humedad del suelo mediante la evapotranspiración. En el anexo 2-1, se presenta una tabla de los árboles utilizados para estabilización de taludes.

En general se recomienda seleccionar las especies vegetales de acuerdo a su capacidad para adaptarse a las condiciones de la zona de estudio, forestar con varias especies que tengan marcadas diferencias en cuanto a forma, diámetro, longitud y densidades de raíces (pivotantes y fasciculadas), esto ayudará a un mejor anclaje y refuerzo del suelo en comparación con la forestación con una sola especie.

Como medida complementaria se recomienda evitar la quema de vegetación, ya que disminuye la estabilidad del suelo, y más por tratarse de un suelo de origen coluvial en donde la vegetación estabiliza el suelo mediante sus raíces, este hecho fue apreciado durante la visita técnica del equipo consultor al CCPP Chango (Anexo 2-2).

Medida No Estructural 2: capacitación de la población

Fortalecer las capacidades de la población en materia de fenómenos de origen natural, en este caso deslizamiento, contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras, que deben ser establecidas en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Buscar aliados estratégicos en el fortalecimiento de la población en temas relacionados a la Gestión del Riesgo de Desastres, por ejemplo, universidades, ONGs, que participen en campañas de sensibilización y capacitación programadas durante el año.

Las capacitaciones deben ir más allá de una simple inducción o sensibilización, debe buscarse la educación de la población, para ello debe trabajarse con los colegios de primaria y secundaria del área de estudio, con el apoyo de los docentes y medios de comunicación local como radios, el Municipio podría liderar esta medida con el objetivo final de lograr la participación activa y el compromiso de los pobladores de Chango. En un mediano plazo esta estrategia decantará en un cambio de cultura frente al riesgo y por ende en una sociedad preventiva y responsable de su situación.

Medica No Estructural 3: Implementación de un Sistema de Alerta Temprana

Instalar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) relacionado a umbrales de precipitación, es decir un sistema que distinga diferentes umbrales de lluvia sea por su intensidad o duración a fin de que la población pueda conocer anticipadamente en que tiempo ha de suscitarse un probable evento adverso después de una lluvia intensa, esto disminuirá considerablemente el riesgo cuando es inminente.

La Oficina de Defensa Civil del GORE Pasco, INDECI Pasco y la Oficina de Defensa Civil de Chacayán en coordinación con las entidades relacionadas a la gestión del riesgo de desastre, CENEPRED, SENAMHI y otros, deberá implementar un SAT, involucrando a la población en la participación de la alerta.

Medica No Estructural 4: Planificar el uso del suelo en la microcuenca Shinshing.

Elaborar un diagnóstico situacional de la microcuenca, abordando aspectos físicos, biológicos, ambientales sociales y económicos, al cual podríamos denominar *Microzonificación Económica Ecológica del CCPP de Chango*, la cual debería dar luces y claridad sobre las potencialidades y limitación del territorio a fin de determinar sus usos. La determinación de usos de suelo en base a estudios técnicos es una solución altamente demostrada para afrontar preventivamente los riesgos de desastres y en general para la planificación territorial.

Del conocimiento previo del área de estudio podríamos adelantar que el uso agrícola y ganadero y pastoreo debe estar prohibido; del mismo modo el uso para el área urbana debe estar muy restringido (controlado) por la baja capacidad portante de los suelos.

Medica No Estructural 5: Evaluar viabilidad de un reasentamiento Poblacional

Después del planteamiento de las principales medidas estructurales y no estructurales necesarias para lograr que el CCPP de Chango reduzca su riesgo a nivel aceptable, evidenciamos un costo considerable para el logro de este objetivo, principalmente por la complejidad de las medidas estructurales.

En tal sentido, surge la primera pregunta. ¿Tal vez, desde el punto de vista económico, sea conveniente un reasentamiento población?. Para responder a la primera pregunta el Municipio o Gobierno Regional deberá determinar en forma detallada los costos referenciales propuestos en el presente informe; y cotejarlo con el costo que demandaría un reasentamiento poblacional. Esto puede ser relativamente rápido en la medida con la que el Municipio o Región elaboren los cálculos necesarios para ambas alternativas. Si el costo de las medidas estructurales y no estructurales es mayor al del reasentamiento, estaríamos ante una situación de riesgo muy alto no mitigable, y la alternativa del reasentamiento cobra fuerza.

No obstante, también deberíamos hacer la segunda pregunta. ¿Es viable socialmente un reasentamiento poblacional en el Perú? La respuesta a esta segunda pregunta demanda un análisis puramente social y puede ser menos alentador que el primero ya que no es sencillo ni mucho menos rápido lograr un reasentamiento exitoso en Perú.

Finalmente recomendamos evaluar todas las alternativas disponibles que conduzcan a un panorama total a fin de proteger a la población y medios de vida del CCPP de Chango.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Luque. G, Rosado M., 2013. Zonas críticas por peligros geológicos en la región Pasco. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
2. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2018. Mapa climático del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=pasco&p=mapa-climatico-del-peru> (última visita 09/2018)
3. Nij P., 2009. Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas. Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Ziudam V. R. A., 1986: Aerial photointerpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Smits Publishers, The Hague 442.
5. Quintana A., 2013. Aplicación de la tomografía eléctrica en la caracterización del deslizamiento de Doña Mencía. Universidad de Granada
6. MARCO, J., 1999. Análisis Hidrológico y sus implicaciones en la planificación de una defensa integral frente a las inundaciones de la Ribera del Júcar". Estrategias de actuación en la zona inundable de la Ribera del Júcar, Ponencias Técnicas, 1, Alzira.
7. Fell R. (1994). "Landslide risk assessment and acceptable risk". Canadian Geotechnical Journal 31, pp 261-272
8. Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
9. Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales.
11. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (1988). Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
12. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-INGEMMET, 2013. Zonas críticas por peligros geológicos en la región Pasco.
13. Instituto Nacional de Defensa Civil, 2009. Compendio Estadístico de Prevención y Desastres.
14. Instituto Nacional de Defensa Civil, 2018. Memorandum N°294-2018-INDECI/4.0.
15. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos-ANA, 2018. Disponible en: <http://snirh.ana.gob.pe/visorSadho/> (última visita 09/2018)
16. Unidad de Geodinámica Superficial- Instituto Geofísico del Perú, 2015. Evaluación Geológica, Geodinámica y Geotécnica del centro poblado Chango, distrito de Chango, región Pasco.
17. Unidad de Geodinámica Superficial- Instituto Geofísico del Perú, 2016. Actualización de información y plano geodinámica de la Evaluación Geológica, Geodinámica y Geotécnica del centro poblado Chango, distrito de Chango, región Pasco.

18. Sanz A., Jorge Humberto; Duque C., Edison; Gómez Estrada, Santiago, 2010. La resistividad del suelo en función de la frecuencia. Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 44, abril, 2010, pp. 1-6
19. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia
20. Municipalidad Distrital de Chacayán, s.f. Estabilización de taludes para reducción del peligro de deslizamiento en la localidad del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, Daniel Alcides Carrión, Pasco.
21. Rivera J., Sánchez F., Osorio A., Franco L., 2015. Manual de procedimientos para el manejo de procesos denudativos con obras de bioingeniería. Universidad de Caldas. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
22. Suarez J., 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
23. Chinchilla R.M., Gamboa G. J. C., Fernández M. V. 1992. Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson. III Curso Internacional sobre Microzonificación y su Aplicación en la Mitigación de Desastres.
24. Villón B. M., 2014. Hidroesta 2: Cálculos Hidrológicos Manual de Usuario. Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Agrícola.

Anexo 02. RECOMENDACIONES

ANEXO 2-1

Nombre común	Nombre científico	Distancia de plantación
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	2 a 3 m.
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>	2 a 3 m.
Aro	<i>Trichantera gigante</i>	1.5 a 3 m.
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	1.5 a 3 m.
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	2 a 3 m.
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i>	2 a 3 m.
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	2 a 3 m.
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	1.5 a 3 m.
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	2 a 3 m.
Eucalipto globulus	<i>Eucalyptus globulus</i>	2 a 3 m.
Eucalipto grandis	<i>Eucalyptus grandis</i>	2 a 3 m.
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2 a 3 m.
Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i>	2 a 3 m.
Guamo macheto	<i>Inga densiflora</i>	1.5 a 3 m.
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	1.5 a 3 m.
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	1.5 a 3 m.
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	2 a 3 m.
Nauno	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	2 a 3 m.
Pino oocarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	2 a 3 m.
Pino Pátula	<i>Pinus patula</i>	2 a 3 m.
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	2 a 3 m.
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	2 a 3 m.
Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i>	2 a 3 m.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2-2

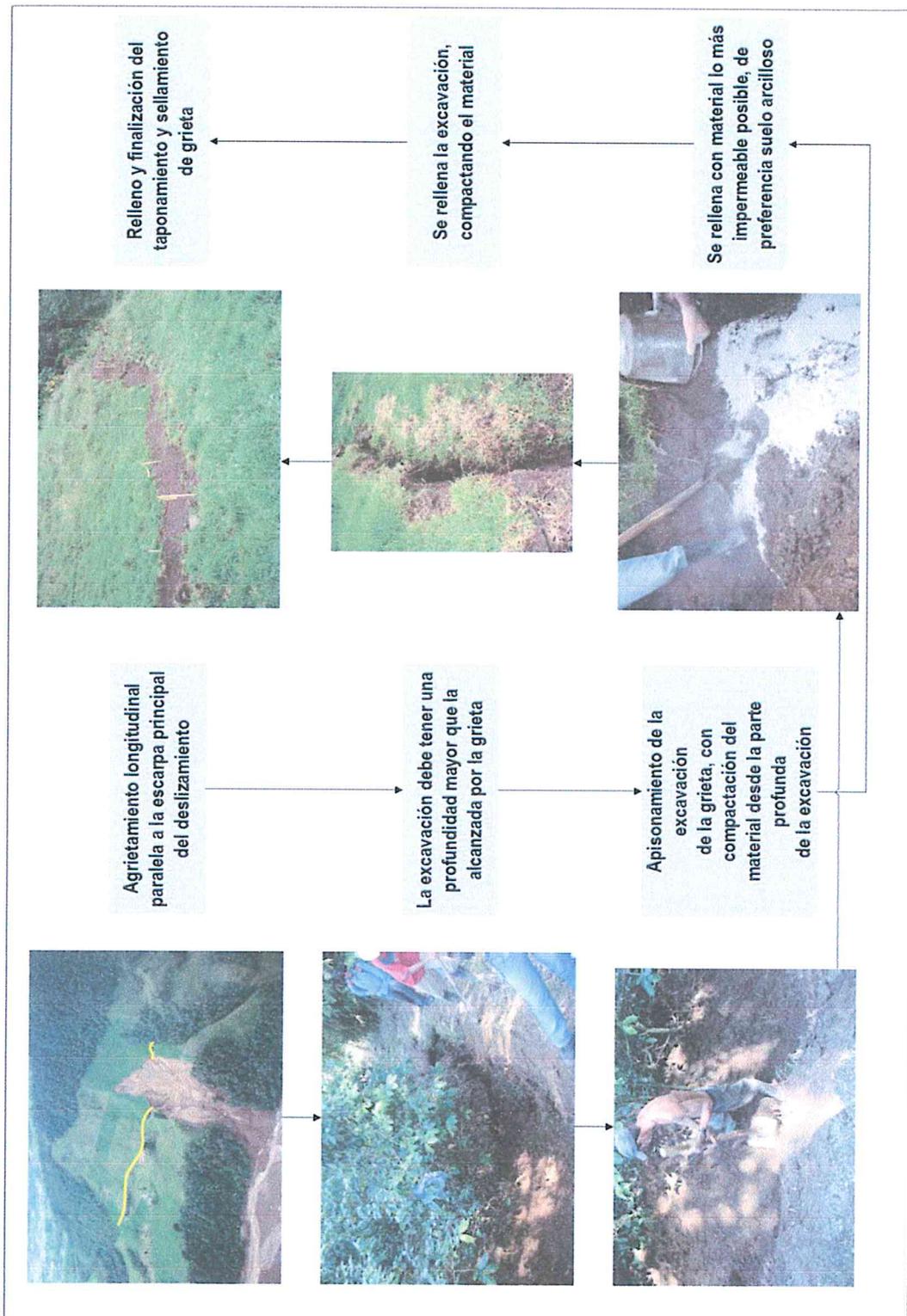


Evitar la quema de vegetación en la zona de deslizamiento o en cualquier otra ya que representa una mala práctica en el manejo del suelo.


EDENATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

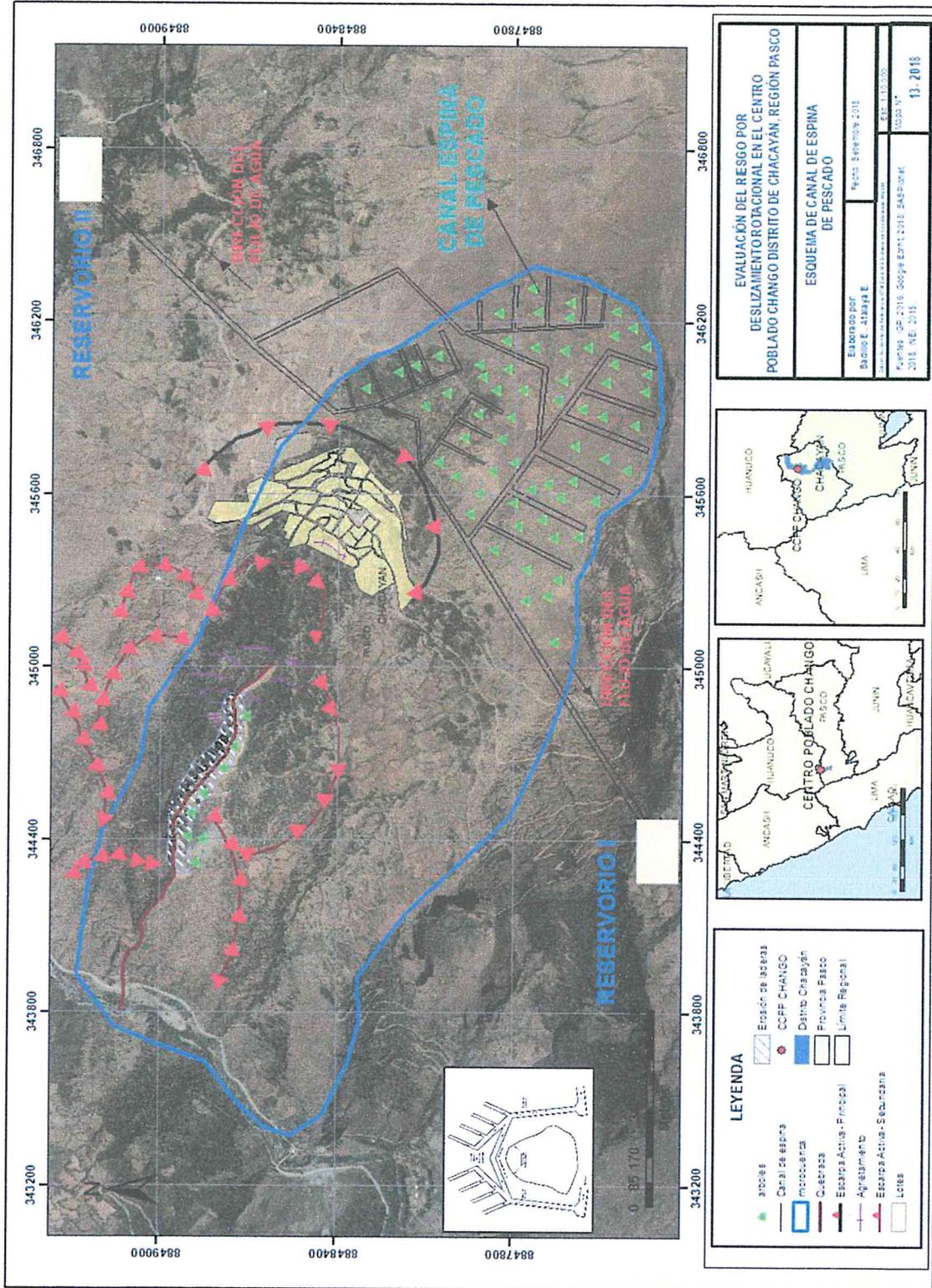

HÉCTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

ANEXO 2-3



Fuente: Adaptado de la experiencia colombiana del municipio de Manizales- Caldas (Rivera, et al., 2013)

Anexo 2-4



EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPIÑOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

Anexo 03. PRECIPITACIÓN

Estaciones para el mapa de Isoyetas

Estación	Altura (msnm)	Coordenadas UTM		Precipitación Media anual (mm)
		E (m)	N (m)	
Yanahuanca	3473	334321	8839950	730.9
Pariamarca	3750	370602	8822679	1075.9
Cayhuayna	1947	363198	8898641	418.9
E1-VIRTUAL	2800	-	-	413.7
E2-VIRTUAL	2500	-	-	569.0
E3-VIRTUAL	3000	-	-	724.2
E4-VIRTUAL	3500	-	-	879.5
E5-VIRTUAL	4000	-	-	1034.7
E6-VIRTUAL	3250	-	-	801.8
E7-VIRTUAL	3750	-	-	957.1
E8-VIRTUAL	2750	-	-	646.6

Fuente: Elaboración propia

Cálculo Para el Parámetro de Evaluación

Serie de datos X:			
Nº	X	Nº	X
1	30.7	15	22.0
2	26.0	16	37.7
3	13.2	17	32.0
4	38.1	18	19.2
5	19.6	19	28.3
6	21.2	20	18.2
7	30.0	21	54.8
8	25.8	22	23.4
9	14.5	23	24.8
10	31.1	24	22.5
11	22.2	25	35.5
12	20.4	26	23.3
13	20.4	27	31.5
14	21.0	28	21.0

Fuente: Elaboración propia en base a la base de datos de la estación Yanahuanca, SNRH-ANA, SENAMHI.

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	13.2	0.0345	0.0217	0.0188	0.0128
2	14.5	0.069	0.0427	0.0384	0.0263
3	18.2	0.1034	0.1634	0.1569	0.06
4	19.2	0.1379	0.2103	0.204	0.0724
5	19.6	0.1724	0.2303	0.2241	0.0579
6	20.4	0.2069	0.2718	0.2662	0.0649
7	20.4	0.2414	0.2718	0.2662	0.0305
8	21	0.2759	0.3041	0.2989	0.0282
9	21	0.3103	0.3041	0.2989	0.0063
10	21.2	0.3448	0.3149	0.31	0.0299
11	22	0.3793	0.3589	0.3547	0.0204
12	22.2	0.4138	0.3699	0.3659	0.0439
13	22.5	0.4483	0.3864	0.3828	0.0618
14	23.3	0.4828	0.4303	0.4275	0.0525
15	23.4	0.5172	0.4357	0.433	0.0815
16	24.8	0.5517	0.5099	0.5087	0.0418
17	25.8	0.5862	0.56	0.5598	0.0262
18	26	0.6207	0.5697	0.5697	0.051
19	28.3	0.6552	0.6713	0.673	0.0161
20	30	0.6897	0.7342	0.7368	0.0446
21	30.7	0.7241	0.7572	0.76	0.033
22	31.1	0.7586	0.7695	0.7724	0.0109
23	31.5	0.7931	0.7814	0.7843	0.0117
24	32	0.8276	0.7954	0.7985	0.0322
25	35.5	0.8621	0.8733	0.8765	0.0112
26	37.7	0.8966	0.9072	0.9101	0.0106
27	38.1	0.931	0.9123	0.9152	0.0187
28	54.8	0.9655	0.9925	0.9931	0.027

Fuente: Cálculo en base al Software Hidroesta 2.

Como el delta teórico 0.0815, es menor que el delta tabular 0.2570. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%.

Parámetros de la distribución Gumbel:
Con momentos ordinarios:
Parámetro de posición (μ)= 22.1634
Parámetro de escala (alfa)= 6.6714
Con momentos lineales:
Parámetro de posición (μ)= 22.2352
Parámetro de escala (alfa)= 6.5471

Fuente: Elaboración propia

Pp máxima para diferentes periodos de retorno


EDÉN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782


HECTOR
ESPIÑOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 145855

Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento del centro poblado de Chango del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco

T (años)	T= 1 año	T=2 años	T= 3 años	T= 4 años	T=5 años	T= 50 años
Duración (minutos)	Pp máx (24 hr)					
	9.2	24.7	28.32	30.63	32.17	47.2
5	2.23	6.00	6.87	7.44	7.81	11.46
10	2.66	7.13	8.18	8.84	9.29	13.63
15	2.94	7.89	9.05	9.79	10.28	15.08
30	3.50	9.38	10.76	11.64	12.22	17.93
60	4.16	11.16	12.80	13.84	14.53	21.33
120	4.94	13.27	15.22	16.46	17.28	25.36
180	5.47	14.69	16.84	18.21	19.13	28.07
240	5.88	15.78	18.09	19.57	20.55	30.16
300	6.22	16.69	19.13	20.69	21.73	31.89
360	6.51	17.47	20.03	21.66	22.75	33.38
720	7.74	20.77	23.81	25.76	27.05	39.69
1440	9.20	24.70	28.32	30.63	32.17	47.20

Intensidades máximas para diferentes periodos de retorno						
T (años)	T= 1 año	T=2 años	T= 3 años	T= 4 años	T=5 años	T= 50 años
Duración (minutos)	Pp máx (24 hr)					
	9.2	24.7	28.32	30.63	32.17	47.2
5	26.80	71.95	82.49	89.22	93.71	137.49
10	15.93	42.78	49.05	53.05	55.72	81.75
15	11.76	31.56	36.19	39.14	41.11	60.32
30	6.99	18.77	21.52	23.27	24.44	35.86
60	4.16	11.16	12.80	13.84	14.53	21.33
120	2.47	6.64	7.61	8.23	8.64	12.68
180	1.82	4.90	5.61	6.07	6.38	9.36
240	1.47	3.95	4.52	4.89	5.14	7.54
300	1.24	3.34	3.83	4.14	4.35	6.38
360	1.08	2.91	3.34	3.61	3.79	5.56
720	0.64	1.73	1.98	2.15	2.25	3.31
1440	0.38	1.03	1.18	1.28	1.34	1.97

Fuente: Elaboración propia

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

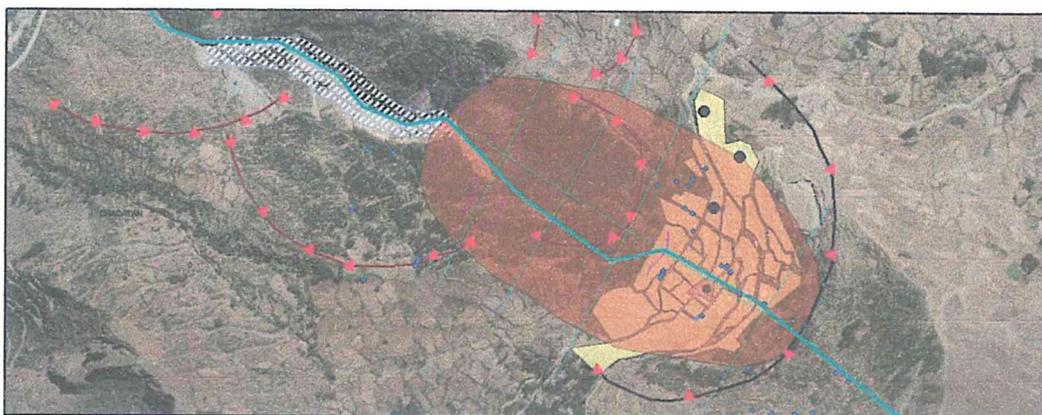
HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

Cálculos para el volumen de deslizamiento

Vol	Área (m2)	Área parcial (%)	Lr (m)	Wr (m)	Dr (m)	Fex	Vol Deslizamiento (m3)
V1	487200.0	100.0	1030.0	570.0	25.0	1.25	9606401
V2	452291.8	92.8	930.0	529.2	23.2	1.25	7475312
V3	249694.0	51.3	530.0	292.1	12.8	1.25	1298378
V4	150562.5	30.9	353.4	176.2	7.7	1.25	314782
V5	56365.0	11.6	176.6	65.9	2.9	1.25	22049
Total	487200.0	100.0		570.0	25.0		

$Vol_des=(1/6*\pi*Dr*Wr*Lr)Fex$

Los valores de Wr, Dr, son proporcionales al área de c/volumen deslizado



Asociación entre Factor desencadenante y Parámetro de Evaluación

Vol	Vol Deslizamiento (m3)	Área (m2)	Cva* (%)	Vol agua (m3)	Ppt (mm)	d (hr, 3 días)	Ppt (acumulada días, mm)	T, años	Intensidad máxima de ppt (mm/h)
V1	9606401	487200.0	20.00	1921280	3944	83.5	47.2	50	21
V2	7475312	452291.8	20.00	1495062	3306	70.0	47.2	50	21
V3	1298378	249694.0	20.00	259676	1040	22.0	47.2	50	21
V4	314782	150562.5	20.00	62956	418	8.9	47.2	50	21
V5	22049	56365.0	20.00	4410	78	1.7	47.2	50	21.33

Volumen de deslizamiento, m3	Duración de la lluvia (hrs) para una intensidad de lluvia de 21 mm/hr y un TR= 50 años
[7475312 - 9606401>	[70.0 - 83.5>
[1298378 - 7475312>	[22.0 - 70.0>
[314782 - 1298378>	[8.9 - 22.0>
[22049 - 314782>	[1.7 - 8.9>
< 22049	< 1.7

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04. ANÁLISIS DEL SUELO-IGP

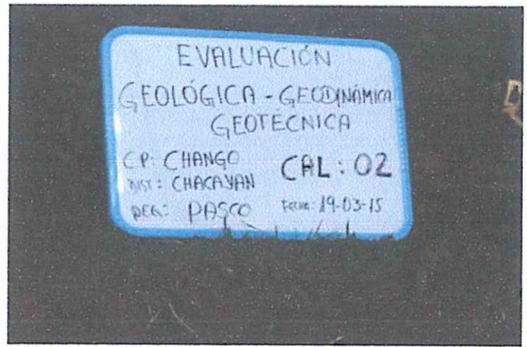
		Ministerio del Ambiente		Instituto Geofísico del Perú - IGP		Dirección Científica		Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida		Unidad de Geodinámica Superficial				
REGISTRO DE CALICATAS														
Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, región Pasco				CALICATA:		PCCH-1								
				UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO DE CHANGO								
				DISTRITO:		Chacayán		PROVINCIA:		Daniel A. Carrión		REGION:		Pasco
				PROFUNDIDAD:		2.50m		NIVEL FREÁTICO:		N.P		FECHA:		19/03/2015
				NORTE (m):		8848327		ESTE (m):		345205		COTA (m.s.n.m):		3434
ELABORADO POR:		Ing. Mariana Vivanco Manrique				REVISADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos		APROBADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos		
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERIL	DESCRIPCIÓN					
0.00				Dh	Ds									
0.20							OL		limo arcilloso de color marrón,clastos subangulosos a angulosos de 3 cm					
0.40							GM		Grava con matriz limo arcillosa,color naranja,con clases angulosos de 3 a 20 cm					
0.60									Grava con matriz arcillosa de color naranja, con oxidacion de bloques angulosos de 30 cm					
0.80														
1.00														
1.20			1.96	2.07	1.98									
1.40														
1.60														
1.80														
2.00														
2.20														
2.40		M-01												
2.60														
2.80														
3.00														
3.20														
3.40														
3.60														
3.80														
4.00														
4.20														
4.40														
4.60														
4.80														
5.00														
OBSERVACIONES: La excavación se dejó hasta la profundidad de 2.5 m porque el material no permitía seguir excavando (bolonería > a 2.5 m)														
REGISTRO FOTOGRÁFICO - 01														
Ing. Juan Carlos Gómez Avalos GEOTECNISTA CIP N° 041041 V'B ÁREA TÉCNICA						Ing. Mariana Vivanco Manrique GEOLOGA EN CAMPO								

Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento del centro poblado de Chango del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco

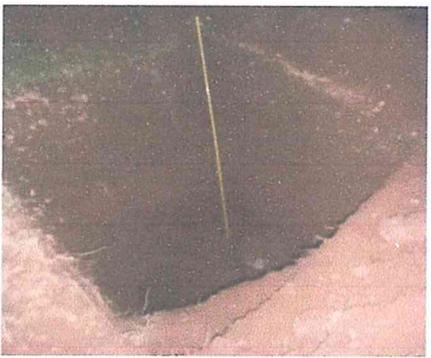
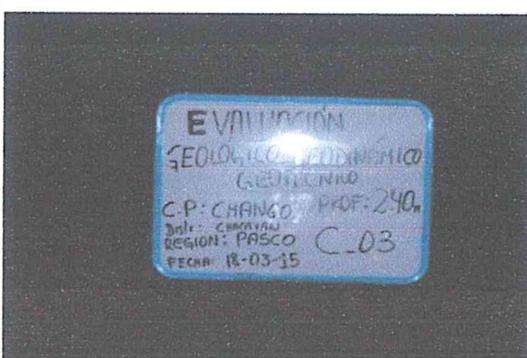
 PERÚ Ministerio del Ambiente		Instituto Geofísico del Perú - IGP		Dirección Científica		Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida		Unidad de Geodinámica Superficial					
REGISTRO DE CALICATAS													
Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, región Pasco				CALICATA:		PCCH-2							
				UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO DE CHANGO							
				DISTRITO:		Chacayán	PROVINCIA:	Daniel A. Carrión	REGIÓN:	Pasco			
				PROFUNDIDAD:		2.4 m	NIVEL FREÁTICO:	N.P	FECHA:	19/03/2015			
ELABORADO POR:		Ing. Mariana Vivanco Manrique		REVISADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos		APROBADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos			
		NORTE (m):		8848116		ESTE (m):		345215		COTA (m.s.n.m):		3535	
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRAFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN				
				Dh	Ds								
0.00						[Diagrama de perfil de suelo]	OL	[Fotografía de perfil]	Limo arcilloso de color marrón, gravas de 2mm-10cm, humedad media, sudangulosos				
0.20													
0.40						[Diagrama de perfil de suelo]	SC	[Fotografía de perfil]	Arena limosa de color naranja de tamaño de 3cm a bolones de 60 cm y humedad media				
0.60													
0.80													
1.00													
1.20													
1.40													
1.60													
1.80													
2.00													
2.20													
2.40		M-02	1.905	1.75	1.66								
2.60													
2.80													
3.00													
3.20													
3.40													
3.60													
3.80													
4.00													
4.20													
4.40													
4.60													
4.80													
5.00													
OBSERVACIONES:													
REGISTRO FOTOGRAFICO - 02													
													
Ing. Juan Carlos Gómez Avalos GEOTECNISTA CIP N° 041041 V°B AREA TÉCNICA					Ing. Mariana Vivanco Manrique GEOLOGA EN CAMPO								

Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782

HECTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 145855

Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento del centro poblado de Chango del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco

 PERÚ Ministerio del Ambiente		Instituto Geofísico del Perú - IGP		Dirección Científica		Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida		Unidad de Geodinámica Superficial				
REGISTRO DE CALICATAS												
Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del centro poblado de Chango, distrito de Chacayan, región Pasco				CALICATA:		PCCH-3						
				UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO DE CHANGO						
				DISTRITO:		Chacayán	PROVINCIA:		Daniel A. Carrión	REGIÓN:		Pasco
				PROFUNDIDAD:		2.4 m	NIVEL FREÁTICO:		N.P	FECHA:		19/03/2015
				COORDENADAS UTM:								
NORTE (m):		884815.8		ESTE (m):		345466		COTA (m.s.n.m.): 3549				
ELABORADO POR: Ing. Mariana Vivanco Manrique				REVISADO POR: Ing. Juan Carlos Gómez Avalos				APROBADO POR: Ing. Juan Carlos Gómez Avalos				
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN			
0.20				Dh	Ds							
0.20							ML		Limo inorgánico color marrón oscuro como material de cobertura con presencia de raíces			
0.40												
0.60												
0.80												
1.00												
1.20												
1.40												
1.60												
1.80												
2.00												
2.20												
2.40		M-03	1.7	1.68	1.4		SC		Arena mal gradada con presencia de clastos sub redondeados a redondeados de ϕ 2 cm a 3 cm, color marrón, humedad media.			
2.60												
2.80												
3.00												
3.20												
3.40												
3.60												
3.80												
4.00												
4.20												
4.40												
4.60												
4.80												
5.00												
OBSERVACIONES:												
REGISTRO FOTOGRÁFICO AQP - 03												
												
Ing. Juan Carlos Gómez Avalos GEOTECNISTA CIP N° 041041 V'B ÁREA TÉCNICA					Ing. Mariana Vivanco Manrique GEÓLOGA EN CAMPO							

Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 00

HECTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 145855

Informe de evaluación del riesgo por deslizamiento del centro poblado de Chango del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco

 PERU Ministerio del Ambiente		Instituto Geofísico del Perú - IGP		Dirección Científica		Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida		Unidad de Geodinámica Superficial				
REGISTRO DE CALICATAS												
Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del centro poblado de Chango, distrito de Chacayan, región Pasco				CALICATA:		PCCH-2						
				UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO DE CHANGO						
				DISTRITO:		Chacayán	PROVINCIA:	Daniel A. Carrión	REGIÓN:	Pasco		
				PROFUNDIDAD:		2.30 m	NIVEL FREÁTICO:	N.P	FECHA:	19/03/2015		
				NORTE (m):		8848536	ESTE (m):	345036	COTA (m.s.n.m):	3323		
ELABORADO POR:		Ing. Mariana Vivanco Manrique		REVISADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos		APROBADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos		
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN			
				Dh	Ds							
0.00												
0.20							ML		Limo arcillas con presencia con raíces de color marrón y humedad media			
0.40												
0.60												
0.80												
1.00												
1.20												
1.40												
1.60												
1.80												
2.00												
2.20			22.8	1.7	1.4							
2.40		M-04										
2.60												
2.80												
3.00												
3.20												
3.40												
3.60												
3.80												
4.00												
4.20												
4.40												
4.60												
4.80												
5.00												
OBSERVACIONES:												
REGISTRO FOTOGRÁFICO - 04												
												
Ing. Juan Carlos Gómez Avalos GEOTECNISTA CIP N° 041041 V°B ÁREA TÉCNICA					Ing. Mariana Vivanco Manrique GEÓLOGA EN CAMPO							

Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782

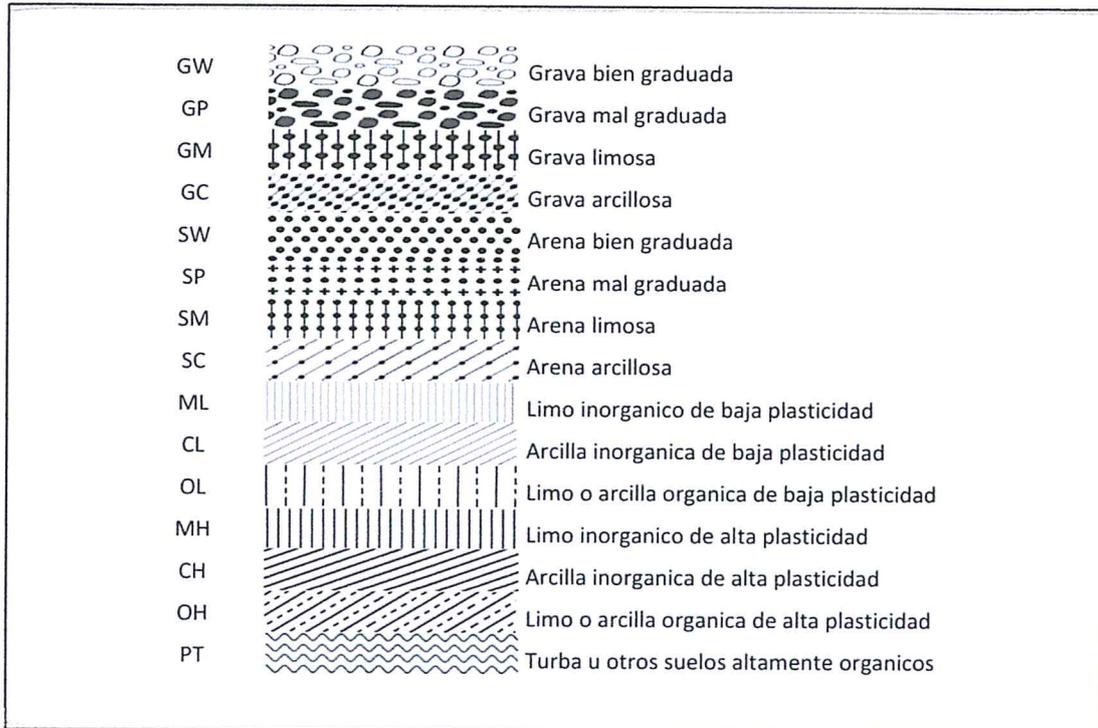
HECTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 145855

		Ministerio del Ambiente	Instituto Geofísico del Perú - IGP	Dirección Científica	Subdirección de Ciencias de la Tierra Sólida	Unidad de Geodinámica Superficial			
REGISTRO DE CALICATAS									
Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del centro poblado de Chango, distrito de Chacayán, región Pasco			CALICATA:		PCC-2				
			UBICACIÓN:		CENTRO POBLADO DE CHANGO				
			DISTRITO:	Chacayán	PROVINCIA:	Daniel A. Carrión	REGION:	Pasco	
			PROFUNDIDAD:	2.00 m	NIVEL FREÁTICO:	N.P	FECHA:	19/03/2015	
			COORDENADAS UTM:						
ELABORADO POR:		Ing. Mariana Vivanco Manrique	NORTE (m):	8848675	ESTE (m):	345037			
REVISADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos	COTA (m.s.n.m):		3304				
			APROBADO POR:		Ing. Juan Carlos Gómez Avalos				
(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm ³)		GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
				Dh	Ds				
0.00									
0.20									Limo arcillas con presencia de raíces y humedad media
0.40									
0.60									
0.80									
1.00									
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00		M-05	1.792	1.68	1.46				Arena limosa color marrón, con presencia de raíces y gravas de 3 cm
2.20									
2.40									
2.60									
2.80									
3.00									
3.20									
3.40									
3.60									
3.80									
4.00									
4.20									
4.40									
4.60									
4.80									
5.00									
OBSERVACIONES:									
REGISTRO FOTOGRAFICO - 05									
Ing. Juan Carlos Gómez Avalos GEOTECNISTA CIP N° 041041 V'B ÁREA TÉCNICA					Ing. Mariana Vivanco Manrique GEOLOGA EN CAMPO				

Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

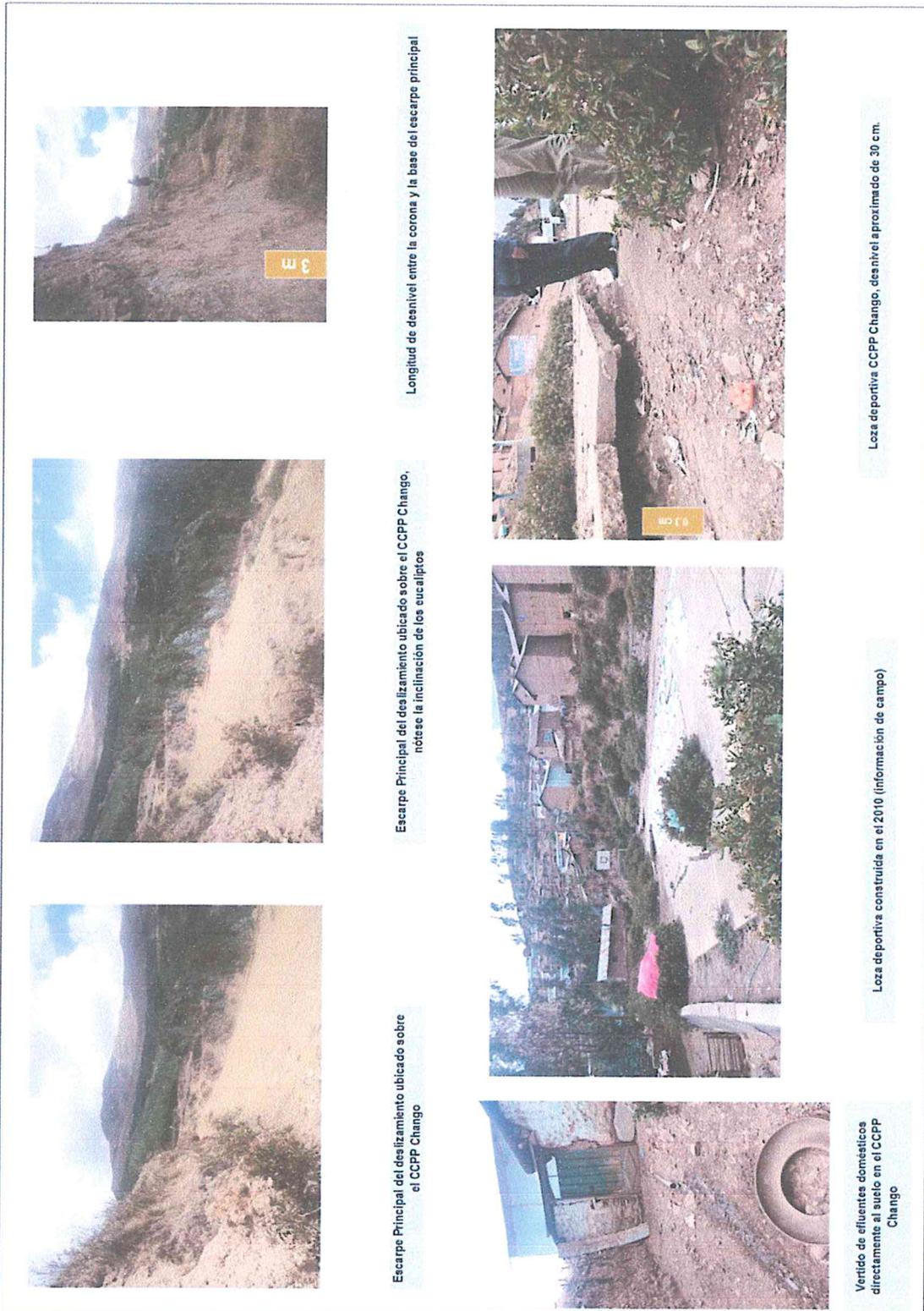


Fuente: IGP, 2015

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92782

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

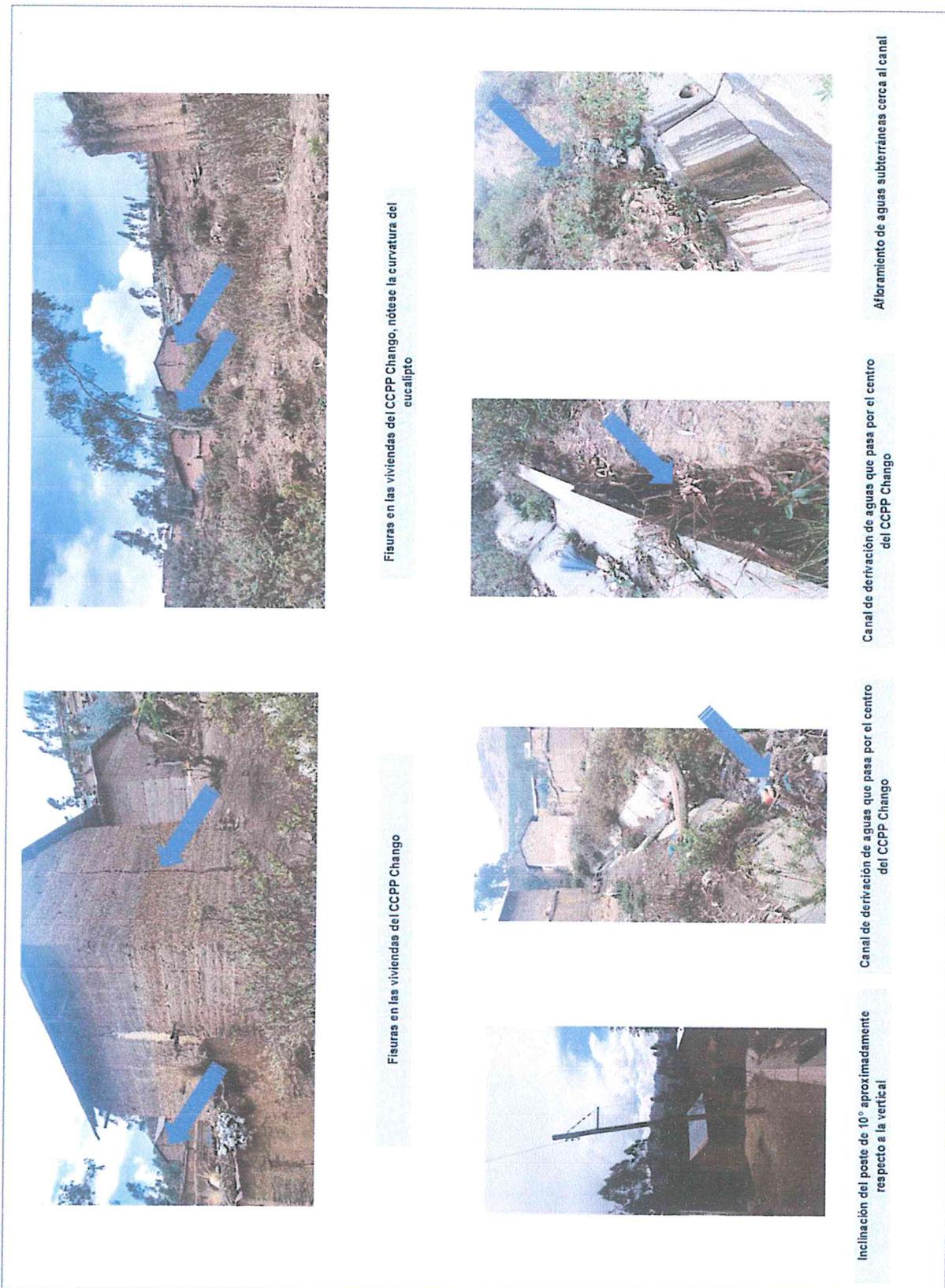
Anexo 05. REGISTROS FOTOGRÁFICOS



Fuente: Elaboración propia

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92702

HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855



Figuras en las viviendas del CCPP Chango, nótese la curvatura del eucalipto

Aforamiento de aguas subterráneas cerca al canal

Canal de derivación de aguas que pasa por el centro del CCPP Chango

Figuras en las viviendas del CCPP Chango

Canal de derivación de aguas que pasa por el centro del CCPP Chango

Inclinación del poste de 10° aproximadamente respecto a la vertical

Fuente: Elaboración propia

[Handwritten Signature]
 HECTOR
 ESPINOZA CCENTE
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. N° 145855

EDEN ATALAYA HARO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 92782

Vista de la cumbre del cerro Huaripampea sobre el cual se ubica el CCP Chango, nótese las plantaciones de pino en la parte superior de la microcuenca



Vista de perfil de la quebrada Shinahing y el CCP Chango.



Fuente: Elaboración propia


HECTOR
ESPINOZA CCENTE
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 145855

EDEN ATALAYA HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 92730