

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



Diseño de Muros de Contención para Reducir el Riesgo de
Movimiento de Masas en el Asentamiento Humano
Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Alvaro Manuel Bazán Zanabria

REVISOR

Manuel Ismael Laurencio Luna

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	ALVARO MANUEL
Apellidos	BAZAN ZANABRIA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71404888
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	MANUEL ISMAEL
Apellidos	LAURENCIO LUNA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42362708
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-5992-0202

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	Muros de contención, gravedad, diseño, movimiento de masas, factores de seguridad
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 053-2023-UCSS-FI/TPICIV

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Los Olivos, 31 de mayo de 2023

Siendo el día lunes 15 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

“Diseño de Muros de Contención para Reducir el Riesgo de Movimiento de Masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022”

Presentado por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Sede Lima:

BAZAN ZANABRIA, ALVARO MANUEL

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. DELGADO GUARDIA, ORLANDO ROSSBEL

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller BAZAN ZANABRIA, ALVARO MANUEL el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,



DELGADO GUARDIA, ORLANDO ROSSBEL
Evaluador especialista 1



CANTA HONORES, JORGE LUIS
Evaluador especialista 2

Anexo 2**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Marco Antonio Coral Ygnacio

Presidente de la Comisión Ejecutora del Programa de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Diseño de Muros de Contención para Reducir el Riesgo de Movimiento de Masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022”**, presentado por BAZAN ZANABRIA, ALVARO MANUEL con código 2015100430 y DNI 71404888 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 09%**. * Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Manuel Ismael Laurencio Luna', is positioned above a horizontal line.

Manuel Ismael Laurencio Luna

Docente Revisor

DNI N° 42362708

ORCID: 0000-0002-5992-0202

Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Resumen

El principal objetivo de la presente investigación fue realizar el diseño de muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. Por ello se enmarca dentro de una investigación cuasi experimental, cuantitativo y aplicativo. Así mismo, se ha considerado como población de estudio la zona del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo y sus pobladores. Se emplearon fichas de recopilación de datos para la recolección de información en campo y en el laboratorio, así como hojas de cálculo y softwares de dibujo. Se llevó a cabo el diseño con la aplicación de la Teoría de Rankine para los suelos cohesivos, así como la verificación de la resistencia portante permitida y los asentamientos. Se tomó como factores de seguridad para el volteo y deslizamiento los valores de 1,5 y 1,25 respectivamente, de esta manera asegurar la integridad de la construcción y las viviendas colindantes. Se verificó el diseño mediante las cargas admisibles. Se calcularon los valores de empuje activo y pasivo que afectan a los muros de contención, para verificar los factores de seguridad; dando como resultado en los 8 diseños elaborados, valores dentro del rango establecido.

Palabras Claves: Muros de contención, gravedad, diseño, movimiento de masas, factores de seguridad.

Abstract

The main objective of the research was to carry out the design of retaining walls to reduce the risk of mass movement in the Jardines de Carabayllo Human Settlement (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. For this reason, it is part of a quasi-experimental, quantitative and applicative. Likewise, the area of the Jardines de Carabayllo Human Settlement and its inhabitants has been considered as the study population. Data collection sheets were used to collect information in the field and in the laboratory, as well as spreadsheets and drawing software. The design was carried out with the application of the Rankine Theory for cohesive soils, as well as the verification of the allowed bearing resistance and the settlements. The values of 1,5 and 1,25 respectively were taken as safety factors for overturning and sliding, thus ensuring the integrity of the construction and the adjoining houses. In addition, the design was verified through the allowable loads. The values of active and passive thrust that affect the retaining walls were calculated, to verify the safety factors; resulting in the 8 elaborated designs, values within the established range.

Keywords: Retaining walls, gravity, design, movement of masses, safety factors.

Índice General

Resumen.....	2
Abstract	3
Índice General.....	4
Índice de Tablas	6
Índice de Figuras.....	10
1. Introducción.....	11
2. Trayectoria del Autor	14
2.1. Descripción de la Empresa / Institución.....	14
2.2. Organigrama de la Institución	15
2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas	16
2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización.....	17
3. Problemática.....	20
3.1. Planteamiento del Problema	20
3.2. Determinación del Problema	22
3.3. Objetivo General	22
3.4. Objetivos Específicos	23
3.5. Justificación.....	23
3.6. Alcances y Limitaciones.....	24
4. Marco Teórico	26
4.1. Antecedentes Bibliográficos.....	26
4.2. Bases Teóricas	33
4.3. Definición de Términos Básicos	48

5.	Propuesta de Solución	51
5.1.	Metodología de Solución.....	51
5.2.	Desarrollo de la Solución	68
5.3.	Factibilidad Técnica – Operativa.....	105
5.4.	Cuadro de Inversión	114
6.	Análisis de Resultados.....	115
6.1.	Análisis Costos – Beneficio.....	119
7.	Aportes más Destacables a la Institución	121
8.	Conclusiones.....	122
9.	Recomendaciones	125
10.	Referencias	126
11.	Anexos.....	131

Índice de Tablas

Tabla 1. Tipos de movimientos en masas	43
Tabla 2. Tabla numérica de Saaty	56
Tabla 3. Modelo Matriz Saaty	57
Tabla 4. Modelo de Matriz de Normalización	57
Tabla 5. Determinación del vector de priorización	58
Tabla 6. Determinación del vector de suma ponderada	58
Tabla 7. Índice Aleatorio (IA).....	59
Tabla 8. Normativa de ensayos de suelo.....	61
Tabla 9. Parámetros de evaluación	68
Tabla 10. Relación de parámetro Magnitud.....	69
Tabla 11. Sistema de normalización del factor magnitud.....	69
Tabla 12. Cálculo de Vector Suma Ponderada del factor Magnitud.....	70
Tabla 13. Determinación del máximo autovalor (n_{max}) del parámetro Magnitud	70
Tabla 14. Sistema de normalización de la variable Prof. Hipocentral	71
Tabla 15. Índice de consist. (IC) y relación de consist. (RC) del parámetro profundidad hipocentral	71
Tabla 16. Sistema de normalización de intensidad.....	72
Tabla 17. I.C. y R.C. del parámetro intensidad sísmica	73
Tabla 18. Variables de susceptibilidad	73
Tabla 19. Parámetro Momento Sísmico.....	73
Tabla 20. Relación comparativa del factor condicionante.....	74

Tabla 21. Normalización del factor condicionante	74
Tabla 22. I.C. y R.C. de los condicionantes.....	75
Tabla 23. Normalización del parámetro pendiente	75
Tabla 24. I.C. y R.C. de pendiente	76
Tabla 25. Matriz de Normalización de la variable Unid. Geomorfológicas	76
Tabla 26. I.C. y R.C. del parámetro pendiente de la variable Unid. Geomorfológicas	77
Tabla 27. Normalización del parámetro Unidades Geológicas	77
Tabla 28. I.C. y R.C. de la variable Unidades Geológicas.....	78
Tabla 29. Ponderación de la variable de evaluación.....	78
Tabla 30. Ponderación de la variable de susceptibilidad	79
Tabla 31. Cálculo de niveles de peligrosidad	79
Tabla 32. Rango de peligro	80
Tabla 33. Estratificación del peligro	80
Tabla 34. Parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de Dimensión Social	81
Tabla 35. Comparación de pares del parámetro cantidad de habitantes en la vivienda. (parámetro de exposición social)	82
Tabla 36. Normalización del parámetro cantidad de habitantes en la vivienda (parámetro de exposición social).....	82
Tabla 37. IC y RC de la cantidad de habitantes en la vivienda (parámetro de exposición social).	83
Tabla 38. Relación de los parámetros de fragilidad social	83
Tabla 39. Normalización del parámetro de fragilidad social	84
Tabla 40. I.C. y R.C. del parámetro de fragilidad social	84

Tabla 41. Comparación de pares de los parámetros de resiliencia social	85
Tabla 42. Normalización de parámetros de resiliencia social.....	85
Tabla 43. I.C. y R.C. del parámetro de resiliencia social.....	85
Tabla 44. Relación comparativa de la dimensión social.....	86
Tabla 45. Normalización de la dimensión social	86
Tabla 46. I.C. y R.C. de la dimensión social.....	86
Tabla 47. Parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de Dimensión Económica	87
Tabla 48. Comparación de pares del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas (exposición).....	87
Tabla 49. Normalización del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas	88
Tabla 50. I.C. y R.C. del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas	88
Tabla 51. Comparación de pares de los parámetros de fragilidad social.....	89
Tabla 52. Normalización del parámetro de fragilidad social.....	89
Tabla 53. I.C. y R.C. del parámetro de fragilidad social	90
Tabla 54. Comparación de pares de los parámetros de resiliencia económica.....	90
Tabla 55. Normalización del parámetro de resiliencia económica	91
Tabla 56. I.C. y R.C. del parámetro de resiliencia económica.....	91
Tabla 57. Matriz de comparación de pares de dimensión económica	91
Tabla 58. Matriz de normalización de dimensión económica	92
Tabla 59. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro de la dimensión económica.....	92
Tabla 60. Niveles de vulnerabilidad.....	92
Tabla 61. Estratificación de vulnerabilidad	93

Tabla 62. Niveles de riesgo.....	95
Tabla 63. Matriz de Riesgo del Asentamiento Humano Jardines de Carabaylo.....	95
Tabla 64. Localización del Proyecto.....	106
Tabla 65. Cantidad de población y viviendas del Asentamiento Humano	108
Tabla 66. Tasa de crecimiento poblacional de Asentamiento Humano.....	109
Tabla 67. Material de construcción predominante de las edificaciones	110
Tabla 68. Estado de conservación de las edificaciones	110
Tabla 69. Hogares que cuentan con Servicios Básicos.....	111
Tabla 70. Nivel Educativo de los pobladores del Asentamiento Humano.....	111
Tabla 71. Seguro de Salud de los pobladores del Asentamiento Humano.	112
Tabla 72. Actividad económica de la población	113
Tabla 73. Cuadro de Costos para la elaboración del Muro de contención.....	114
Tabla 74. Dimensionamiento de los componentes de los muros de contención.....	116
Tabla 75. Empuje activo y pasivo de los muros de contención.....	117
Tabla 76. Factor de seguridad al volteo y deslizamiento de los muros de contención	118
Tabla 77. Capacidad de carga admisible del muro de contención.....	119

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama del Municipio de Carabaylo	15
Figura 2. Predimensionamiento de muros de contención	37
Figura 3. Esquema de la volcadura de bloques de tierra	44
Figura 4. Clasificación del peligro.....	46
Figura 5. Procedimiento general para calcular el rango de peligrosidad.....	52
Figura 6. Procedimiento general para realizar el análisis de vulnerabilidad	53
Figura 7. Flujograma de procesos para análisis de información recopilada	54
Figura 8. Diagrama de flujo para la determinar el grado de riesgo	55
Figura 9. Predimensionamiento de muro de contención.....	64
Figura 10. Mapa de sectorización del distrito de Carabaylo	107
Figura 11. Partes del muro de contención.....	115
Figura 12. Ubicación de secciones analizadas.....	117

1. Introducción

Los desastres ocasionados por el desencadenamiento de peligros originados por las condiciones de la naturaleza, son grandes causantes de pérdidas humanas y de la mayor destrucción de los medios de vida. Estos peligros no pueden ser evitados; sin embargo; la ausencia de un conjunto de medidas de protección y/o acciones para prevenir o disminuir el riesgo para hacer frente a la ocurrencia de los mismos, aumentan las probabilidades de que se provoque un mayor impacto en lo que respecta a pérdidas.

Existen diferentes elementos de protección utilizados para mitigar el riesgo de acuerdo a la naturaleza del peligro como, por ejemplo, los diseños antisísmicos en las edificaciones son acciones que se toman para reducir el impacto del movimiento telúrico en la construcción; de esta manera se permite salvaguardar vidas humanas y reducir el impacto de pérdidas materiales. Otro ejemplo de elemento de protección para reducción y mitigación de riesgos son las defensas ribereñas para el peligro de inundación por desborde de río. Por otro lado, tenemos el uso de muros de contención para mitigar peligros generados como fenómenos de geodinámica externa; ya sean derrumbes, deslizamientos, caída de rocas, etc. como en el caso del proyecto en cuestión.

Estos elementos de estabilización cuentan con una gran variedad de tipos y diseños, entre estos se encuentran los de gravedad, quienes tienen la característica de emplear o utilizar su peso propio para evitar el deslizamiento o volcadura. Según comenta Fernández (2016), el costo de construcción es relativamente bajo con respecto a los otros tipos de muro y su altura recomendada se encuentra entre el rango de los 2,0 a 5,0 metros.

El proyecto se realizó en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, el cual se localiza en el Sector 10 del distrito de Carabayllo, colindando con el cementerio Lomas de

Carabayllo, Ampliación Juan Pablo II, Agrupación Familiar de Vivienda Bella Vista de Carabayllo, Asentamiento Humano Nueva Jerusalén II y con Ampliación Asentamiento Humano Nueva Jerusalén II.

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica y Evaluación del riesgo en el distrito de Carabayllo (CISMID, 2013), el Asentamiento Humano en cuestión se encuentra en una zona de tipo IV; con periodos de predominancia en los suelos mayor a 0,7 s, teniendo factores de seguridad sísmica $S = 1,6$ y un periodo natural igual a 1,2 s. por otro lado, indicó la presencia de taludes inestables con material suelto y canteras informales con potencial peligro de movimiento de masas (deslizamiento de detritos, derrumbes y caída de material rocoso). Además, la zona se caracteriza por presentar pendientes mayores a los 7 grados, rocas sedimentarias en depósito de areniscas, fragmentos de rocas heterométricas y material suelto susceptible a ser acarreado como flujos de detritos (huaicos).

Inspecciones oculares de la Subgerencia de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) de la Municipalidad de Carabayllo, indican que debido a las características y condiciones del terreno en las que se encuentra el área estudiada, se categorizó al asentamiento humano con niveles de riesgo alarmantes; sobre todo en zonas con viviendas colindantes a lomadas o formaciones rocosas de pendientes elevadas y depósitos aluviales propensas a generar derrumbes. Se identificaron antecedentes previos sobre incidentes de caída de material rocoso en el área mencionada, lo que advierte sobre un nivel de susceptibilidad alto de movimiento de masas en el asentamiento humano.

Mediante las inspecciones y análisis de las zonas con mayor susceptibilidad en el asentamiento humano se concretaron áreas con mayor necesidad de intervención. Mediante la evaluación del riesgo ante movimiento de masas se puede realizar un mapa temático sobre las

zonas de riesgo, de esta manera utilizar esta información para tomar acciones en la gestión prospectiva y reactiva de la gestión ante catástrofes. En este caso mitigar el riesgo mediante elementos de protección como muros de contención.

La finalidad del diseño del muro es proporcionar las especificaciones técnicas para la construcción del muro que sea estable y de la seguridad a los pobladores ante alguna situación de riesgo. Esto puede lograrse verificando la interacción entre las fuerzas resistentes y los actuantes, además de verificar la capacidad portante admisible. Mediante la teoría de consolidación se calcularon los asentamientos en el terreno cohesivo.

2. Trayectoria del Autor

2.1. Descripción de la Empresa / Institución

La Municipalidad de Carabaylo se ubica en la dirección: Av. Tupac Amaru N° 1733, Carabaylo. Esta institución estuvo dirigida por su alcalde, el Sr. Marco Lorenzo Espinoza Ortiz (periodo 2019-2022) y cuya misión como entidad gubernamental local, es fomentar el bienestar de su población para lograr un desarrollo sustentable del distrito promoviendo la identidad y el patrimonio cultural municipal, mejorar la producción y la calidad de los servicios ofrecidos, reducir la pobreza y el desempleo, proteger el medio ambiente y la salud, proporcionar la infraestructura y el equipamiento necesario, y aprovechar los recursos municipales de forma racional y transparente, mediante la planificación participativa y concertada que dé prioridad a la inversión en servicios, infraestructura y desarrollo humano.

La misión de la organización municipal es elaborar, formular y llevar a cabo ideas y sugerencias con la finalidad de incrementar la calidad de vida de los habitantes del distrito de Carabaylo, mediante la realización de campañas de divulgación, talleres para desarrollar habilidades específicas, programas y proyectos de intervención.

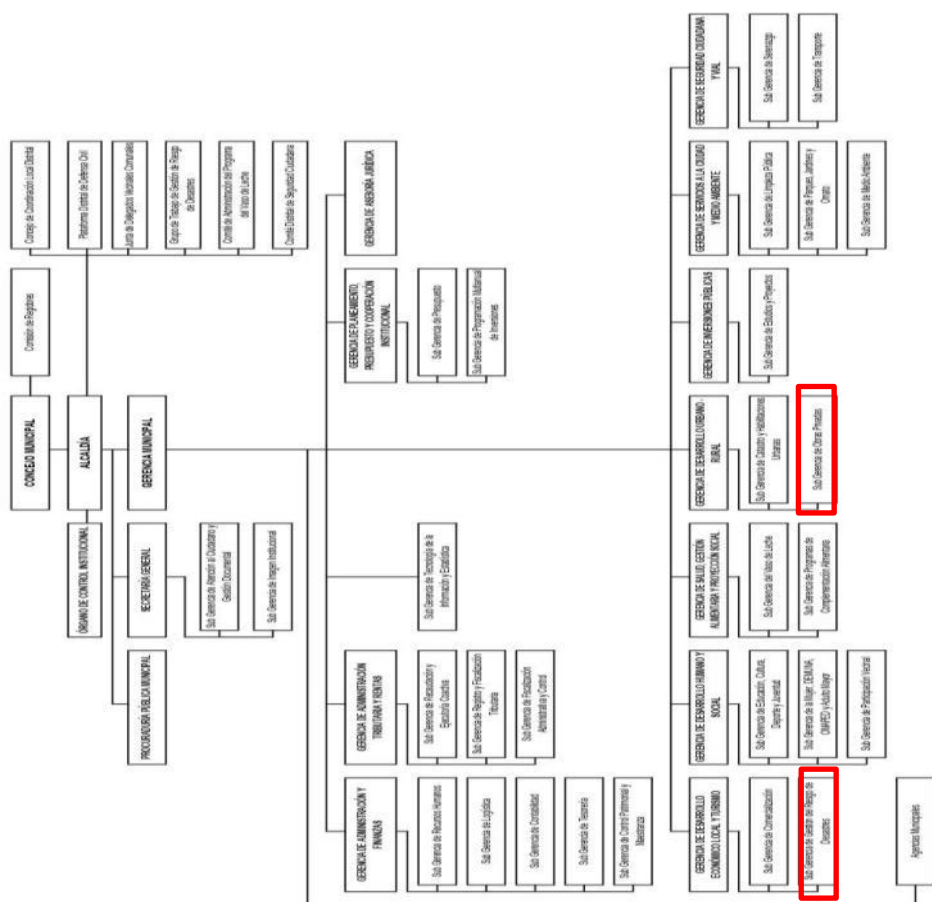
Esta entidad busca establecer una metodología de gobierno local democrática, usando como pilares fundamentales, el consenso, la planificación y la representación proactiva en el desarrollo y superación local, contando con los recursos adecuados para conseguir sus objetivos. Esto convertirá al distrito de Carabaylo en un destino turístico y cultural de Lima, ofreciendo un ambiente con características seguras y saludables para los pobladores y visitantes. El mejoramiento económico se apoyará en la actividad comercial competitiva, así como en el liderazgo que ejercerán los jóvenes.

La Municipalidad Distrital de Carabayllo está empeñada en realizar mejoras en beneficio de sus habitantes, promoviendo la participación organizada, ofreciendo servicios locales de forma eficiente y favoreciendo el desarrollo armónico, sostenible y participativo del distrito. Esto se realiza a través de las comisiones de regidores conforme a lo establecido en el acuerdo del Consejo N° 011-2020-MDC.

2.2. Organigrama de la Institución

Figura 1

Organigrama del Municipio de Carabayllo



Nota. <http://www.municarabayllo.gob.pe/Municipalidad/Organigrama>

2.3. Áreas y Funciones Desempeñadas

Área: Subgerencia de Defensa Civil y GRD

Funciones:

- Realización de Análisis de Riesgo (ADR) con fines de Formalización.
- Conformar al equipo técnico para la elaboración de Evaluaciones de Riesgo (EVAR).
- Proponer proyectos para la reducción y mitigación de riesgo en el distrito.
- Inspecciones oculares a colegios, viviendas y entidades nacionales que solicitaban dicha inspección.
- Elaboración de Planes relacionados a la preparación, disposición y prevención ante siniestros.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Uso y cuidado de los almacenes de bienes de ayuda humanitaria.
- Elaboración de planos para el acondicionamiento de almacenes de bienes de ayuda humanitaria.
- La subgerencia realiza inspecciones en establecimientos comerciales según su nivel de riesgo.
- Realización de inspecciones de seguridad en edificaciones y viviendas.
- Inspección para verificar las Condiciones de Seguridad realizada al realizar un Espectáculo Público, ya sea deportivo o no deportivo.
- Capacitaciones sobre la GRD.

Área: Subgerencia de Estudios y Proyectos

Funciones:

- Planificar, crear y vigilar investigaciones para desarrollar infraestructuras fundamentales de apoyo a la producción, el transporte, los servicios sociales y la comercialización.

- Fomentar la inversión para elaboración y el cuidado de servicios y obras de infraestructura pública.
- Controlar las actividades de construcción y conservación de la infraestructura urbana y rural del Distrito.
- Gestionar, monitorear y recepcionar las obras públicas del área en sus etapas y modalidades.
- Brindar asistencia para la formulación de los fundamentos técnicos y administrativos necesarios para licitaciones, concursos públicos y adjudicaciones directas en relación con obras públicas y/o estudios.
- Efectuar los cálculos de valorización de los avances de los estudios, obras, extensión de plazos y adiciones a los acuerdos.
- Planificar, llevar a cabo y monitorear acciones de construcción, preservación y mantenimiento de carreteras, veredas, puentes, caminos y edificaciones municipales.
- Elaborar los perfiles de pre inversión priorizados en los presupuestos participativos en calidad de unidad formuladora.
- Elaborar expedientes técnicos, de los proyectos declarados viables por el SNIP (Sistema Nacional de Inversiones).

2.4. Experiencia Profesional Realizada en la Organización

Como labor principal, en la Subgerencia de GRD de la Municipalidad Distrital de Carabayllo, estuve realizando los apoyos respectivos para la elaboración de los ADR de los centros poblados y asentamientos humanos a pedido de COFOPRI para su proceso de formalización, esto solicitado mediante oficio. Además de la elaboración de estimaciones de riesgo para constancias de posesión emitidas por la Subgerencia de Catastro y Habilitaciones Urbanas.

El ADR consiste, en un primer paso, dar a conocer y caracterizar los distintos peligros a los que el centro poblado se encuentra expuesto, para ello realizaba una visita de reconocimiento por todo el centro poblado y realizaba consultas a la plataforma web Sistema de Información para la GRD (SIGRID), posteriormente realizaba un trabajo de campo en la cual visitaba a todas las viviendas utilizando fichas para poder levantar información de cada una de ellas.

Participe del equipo de EVAR, el cual tiene un proceso muy similar al de los ADR, con la diferencia en que para un EVAR se necesitaba un equipo técnico, ya que trataba de un estudio más especializado y específico por el cual generalmente el equipo estaba conformado por ingenieros geólogo, geográficos, ambientales, civiles y sociólogos.

Estas EVAR concluían con la determinación del riesgo en las áreas de estudio, siendo complementadas con propuestas de proyectos para reducir y permitir la mitigación del riesgo como muros de contención, estabilización de taludes, recomendaciones estructurales y no estructurales. Estos proyectos vendrían a ser de prioridad alta para la entidad debido al sustento cuantitativo que proporciona el informe indicado. Por ser obras de mitigación de riesgo ante desastres naturales, la Subgerencia de obras públicas pedía apoyo en el desarrollo de perfiles del proyecto. Participé en un total de 3 EVAR; siendo una de ellas realizado al Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

Otra de mis funciones era la realización de inspecciones oculares, esta consistía en evaluar las medidas de seguridad y el estado de conservación de la infraestructura, para ello se realizaba una visita a la edificación que se evaluaría y se observarían las instalaciones eléctricas, la implementación de extintor, señalización adecuada, laminado de ventanas, el estado de los elementos estructurales y muros, finalmente se elaboraba un informe técnico en la cual se determinaba el nivel de riesgo y en otros casos se realizaba una declaración de inhabitabilidad.

En la Subgerencia de Estudios y Proyectos de la Municipalidad Distrital de Carabayllo fui parte del equipo como asistente técnico en proyectos de mejoramiento y reconstrucción. La función que realizaba en la subgerencia era la de apoyar en las inspecciones técnicas de las zonas destinadas a algún proyecto de inversión pública. Apoyo técnico en la realización de perfiles de inversión pública y expedientes técnicos. Además de verificar los avances con relación a los tiempos programados de los proyectos de construcción que estaban a cargo de la Municipalidad de Carabayllo.

3. Problemática

3.1. Planteamiento del Problema

El Perú está expuesto a varios fenómenos naturales que pueden ser amenazantes o peligrosos, los cuales están relacionados con el clima, la geología y la geomorfología. Según Abad (2011), uno de los países con una gran actividad sísmica es el Perú, con una historia reciente de terremotos de magnitud 8,0 y 7,7. Esto ha llevado a ser un generador de peligros subsecuentes, dando niveles elevados de riesgo de desastres naturales en varias zonas urbanas del país.

De acuerdo a lo mencionado por Gómez (2012), los sismos y los movimientos de masas están estrechamente relacionados ya que los terremotos pueden desencadenar deslizamientos de tierra, derrumbes y otros movimientos de masas. Estos movimientos de masas pueden afectar tanto a la superficie terrestre como a la hidrológica, causando daños a estructuras, destruyendo hogares y causando pérdidas de valor humano. Los deslizamientos de tierra son particularmente peligrosos ya que pueden ocurrir sin previo aviso, especialmente en áreas de pendiente pronunciada. Por lo tanto, es importante estar preparado para los sismos y los movimientos de masas.

Villavicencio (2021) comenta que, debido al continuo aumento poblacional en la ciudad de Lima, cierta cantidad de habitantes, con la intención de obtener predios disponibles para construir sus respectivas viviendas, y a su vez que se encuentren cerca a los bienes básicos y trabajos, son tentados a ocupar zonas destinadas a la conservación de la biodiversidad o zonas consideradas de alto riesgo o intangibles. Siendo conscientes estos pobladores de la situación a la cual se exponen ellos mismos y sus familias, también realizan grandes inversiones para realizar

construcciones que no cuentan con estudios previos para su diseño sismorresistente o construcción de elementos complementarios para proteger su vivienda. Según Yauri (2017), INDECI estima que unas 162 352 personas podrían ser afectadas por el peligro de caídas de rocas en los distritos de Lima Norte.

Esta es la situación del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, el cual está situado en la falda del cerro; exponiendo a las viviendas a desplazamiento de masas (derrumbes, descenso de rocas y huaicos). Para determinar de manera técnica y cuantitativa el riesgo de la zona, se utilizó la metodología de la EVAR, dando como resultado un mapa temático con la ubicación gráfica de las áreas de riesgo con niveles de riesgo, lo que indicaba una posibilidad muy alta de pérdidas materiales y humanas en caso sucediera algún fenómeno natural que detonará los peligros mencionados.

El estudio topográfico de la zona revela la existencia de áreas con fuertes pendientes, formadas por inestabilidad que provoca deslizamientos y/o derrumbes, que pueden ser causados por taludes compuestos por rocas sedimentarias, material suelto y coluvial. Esto por la alteración de las rocas naturales de la ladera como por la deposición de material por parte de las personas.

Según Valentín (2019), hay varios factores que aportan a la generación de irregularidades en los taludes, entre los cuales destacan la pendiente de las laderas, los comportamientos mecánicos del suelo y las cargas presentes en el talud.

La implementación de elementos de protección para mitigar el riesgo es de gran importancia en estos casos donde se evidencia una alta vulnerabilidad. Al elaborar un informe de EVAR se permitió conocer cuáles serían las opciones más viables para reducir el riesgo en la zona de estudios. En este caso se optó por la elaboración de infraestructuras de contención para el resguardo de las viviendas ante flujos o desplazamientos de masas; debido a que, de acuerdo a

Terzaghi et al. (1996), estos elementos sirven como soporte para pendientes pronunciadas de suelos y rocas fracturadas, así como para materiales heterogéneos con ángulos ascendentes de equilibrio. Su propósito principal es contener el terreno, ofreciendo resistencia a los esfuerzos y presiones ejercidos sobre él.

3.2. Determinación del Problema

3.2.1. Problema Principal

¿Como realizar el diseño de muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022?

3.2.2. Problemas Secundarios

¿Cuál es el predimensionamiento en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022?

¿Cómo verificar el dimensionamiento por seguridad ante las fallas por deslizamiento y volteo en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022?

¿Cómo verificar mediante esfuerzos admisibles el dimensionamiento en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022?

3.3. Objetivo General

Realizar el diseño de muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022.

3.4. Objetivos Específicos

Calcular el predimensionamiento en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022.

Verificar el dimensionamiento por seguridad ante las fallas por deslizamiento y volteo en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022.

Verificar mediante esfuerzos admisibles el dimensionamiento en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022.

3.5. Justificación

Según las condiciones encontradas en el Asentamiento Humano, se evidenciaron áreas con intensidades de riesgo de gran envergadura. De los cálculos referentes a las consecuencia y daños, se estima gran cantidad de personas con lesiones graves y fallecidos; además de pérdidas económicas y de bienes importantes en caso suceda un desastre en el asentamiento. De acuerdo con el nivel de tolerancia del riesgo, según el estudio de EVAR, este es de nivel inaceptable, dando a conocer el estado de la zona.

La investigación tiene como objetivo realizar los diseños de una infraestructura de contención que permita reducir el impacto ante movimientos de masas en el asentamiento humano indicado, esto debido a que se ha demostrado de manera cuantitativa la urgencia del desarrollo de tareas de carácter prioritario para poder controlar los riesgos latentes. La Subgerencia de Estudios y Proyectos priorizó la elaboración del expediente técnico usando como sustento el Informe N°019-2022-SGRD/GDELT/MDC de la Subgerencia de GRD, estudio

donde se determinaron niveles de riesgo, consecuencias y daños ante sucesos generados por fenómenos de origen natural (tales como movimientos telúricos y peligros consecuentes) en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

Las implicaciones prácticas de esta investigación es que brinda solución de taludes inestables dentro del perímetro del asentamiento humano, de esta manera protege la vida humana y bienes o recursos materiales de los pobladores. A su vez, complementa este proyecto con la elaboración de pistas y veredas para mejorar la transitabilidad, beneficiando a los mismos vecinos y a los que se encuentran en centros poblados o asentamientos humanos contiguos.

A través de este proyecto, se permite la implementación de elementos de protección ante movimiento de masas (caída de rocas y derrumbes), con ello se genera un aporte en la protección de los habitantes residentes del asentamiento humano, además del resguardo de sus bienes materiales; logrando reducir el riesgo frente a fenómenos de geodinámica externa. Sin embargo; debido a las características y condiciones, estos los peligros originados por la naturaleza continúan siendo un riesgo latente para los habitantes del asentamiento humano.

3.6. Alcances y Limitaciones

Para Hernández et al. (2014), se tiene un estudio cuantitativo; debido a que su análisis es precedido por una recolección de datos. Cualquier investigación que contenga números de relación constante y comprobaciones debe aplicar este diseño de investigación.

Este estudio es aplicativo debido a que se ha diseñado para aplicar directamente la metodología para la elaboración de diseño de muros de contención a otros proyectos asociados. El trabajo de investigación busca generar diseños de infraestructuras de contención para el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, en particular en las zonas de laderas.

El diseño de investigación es descriptivo; ya que describe las casuísticas relevantes para garantizar el correcto diseño de estos elementos, los cuales tienen la finalidad de reducir el riesgo de movimiento de masas en las viviendas y vías pertenecientes al Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo. La medición en esta investigación es longitudinal debido a que es un tipo de metodología que se aboca a la observación con el propósito de obtener datos estadísticos.

Hernández et al. (2014), consideran que el enfoque de la presente investigación es de cuasi experimental debido a que la zona de estudio no se ha escogido de manera aleatoria.

El alcance de la investigación es el diseño y por ende la implementación de los muros de contención y dar solución a la problemática del nivel de riesgo en el cual se encuentra el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

La investigación se limita al análisis técnico de los parámetros de origen geotécnico, como pesos específicos, ángulos friccionantes y factor de cohesión de los suelos, entre otros; en conjunto con verificaciones ante las fuerzas que generen el volteo y/o deslizamiento del elemento de contención por gravedad.

4. Marco Teórico

4.1. Antecedentes Bibliográficos

Rojas (2018), determinó la influencia de la variabilidad de los parámetros geotécnicos (peso específico del suelo, ángulo de fricción y cohesión) en el diseño de la estabilidad de un muro de contención en voladizo en la zona J, Huaycán del distrito de Ate – Lima en el año 2017. Cuando se realizó el diseño de la infraestructura mencionada, generalmente aplicamos el método de tipo determinístico, el cual considera a los parámetros geotécnicos como valores constantes en toda la zona inferior de la zapata en contacto con el terreno. Sin embargo, esta premisa es parcialmente idealista debido a que encontrar suelos homogéneos en terreno natural es inusitado o poco común. Esto quiere decir que las propiedades geotécnicas; van a ser variables a lo largo del recorrido del muro de contención. Por esta razón, se llevó a cabo un estudio experimental con un enfoque cuantitativo, con el propósito de explicar un fenómeno particular. El diseño del estudio fue aplicativo. Se aplicó un análisis probabilístico en el diseño del muro mediante el uso de las Simulaciones de Monte Carlo para simular valores aleatorios dentro de un rango específico para su cálculo de estabilidad. Adicional a ello se realizó un diseño de muro aplicando el método determinístico y se realizó la comparación respectiva. En la obtención de datos, se llevó a cabo un muestreo intencionalmente seleccionado para recopilar datos, tomando 10 muestras cada 200 metros en el área de estudio. Los instrumentos fueron los formatos de recolección de datos utilizados en los ensayos de laboratorio acorde con la normativa técnica peruana y las normas ASTM, por lo que los instrumentos usados son confiables para el estudio. Por lo tanto, los resultados del método determinístico muestran que el elemento en voladizo con una altura de 10 m presenta un mayor riesgo de deslizamiento debido a que su FSD está cercano

al límite establecido. Por otra parte, el riesgo de falla por volteo es mayor para las infraestructuras en voladizo con alturas de 5 y 7 metros. En el método probabilístico, las deficiencias a volcaduras son las que afectan más los diseños de muro con las alturas mencionadas, mientras que la estabilidad al deslizamiento es la que gobierna el muro de 10,00 m. Los valores promedio de los factores de seguridad se calculan para cada tipo de muro de contención, lo cual permite determinar el nivel de seguridad que ofrece cada diseño. Se descubrió que la variación de los parámetros del suelo en la construcción de muros de contención tiene un impacto importante en los cálculos de estabilidad de dichas estructuras. Las analogías realizadas han demostrado cómo se ve afectada la estabilidad, con una reducción de los factores de seguridad al descenso y volcaduras de un 11 % y 30 %, respectivamente. Además, se determinó que el ángulo de rozamiento del suelo era la variable geotécnica más importante a tener en cuenta para verificar la estabilidad de los muros de contención en voladizo frente al volteo y al deslizamiento.

Valentín (2019) determinó los análisis técnicos y económicos de los muros de contención en la estabilización de taludes inferiores de la carretera Canta – Huayllay, km 1+920 al km 2+000. El Perú un país con diversidad en lo que respecta a su clima y topología, la presencia de eventos naturales como precipitaciones pluviales que generan las erosiones, derrumbes y deslizamientos afectan constantemente las infraestructuras viales en el caso de carreteras. Estos factores son los causantes del incremento de obras afectadas en nuestro país. En el caso del tramo que fue seleccionado para el estudio, se detectaron gran variedad de sectores inestables debido a las características morfológicas estructurales y litológicas de la zona, los cuales generan un peligro latente para las estructuras viales, razón por la cual se propuso el diseño y construcción de elementos de contención tipo voladizo y de gravedad en el trazo de la carretera

Canta - Huayllay. Esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de nivel explicativo y un diseño analítico. En la toma de muestreo para ensayos de geotecnia, se extrajo material del tramo cada 140 m entre las progresivas 1+920 y 2+000. Se utilizaron fichas de recopilación de datos para la información resultante del estudio de suelos. Una vez obtenidos los parámetros del suelo se procedió al dimensionamiento de estas infraestructuras; verificando su estabilidad ante el volteo, deslizamiento y presiones bajo la cimentación. Se determinaron los costos para luego realizar las comparaciones respectivas entre estas dos clases de muro. En los resultados, se notó que el incremento de la altura de los muros de voladizo y de gravedad no se correlaciona con el esfuerzo realizado, ya que al aumentar la altura de 4,00 m a 5,00 m no hubo una proporción directa, el esfuerzo para los voladizos fue de 104,28 a 160,95 kN/m, por otro lado, en los de gravedad se tuvieron valores de 96,31 a 142,79 kN/m. Además, se puede observar que el aumento de la altura en voladizos de 4,00 m a 5,00 m resulta en una variación del esfuerzo de 56,67 kN/m, mientras que el aumento de la misma altura del muro de gravedad solamente resulta en un aumento del esfuerzo de 46,8 kN/m, lo cual indica que el aumento de la altura del muro de gravedad no se incrementa proporcionalmente como el del muro en voladizo. El informe finaliza con la conclusión de que el elemento estructural en voladizo es superior al de tipo gravedad en términos de comportamiento estructural, ya que produce un esfuerzo máximo y momento máximo promedio más alto. En lo referente a los costos, los muros de contención son una opción mucho más asequible que los muros en voladizo, con un ahorro del 42 %.

Núñez (2020) analizó el comportamiento estructural y diseño del muro de contención en voladizo de concreto armado para el sostenimiento de talud en la ciudad de Huancayo, 2018. El aumento poblacional generado en la ciudad de Huancayo ha provocado que una parte numerosa de la población se sitúe en áreas intangibles, como fajas marginales o taludes inestables, lo que a

su vez conlleva la construcción de numerosas edificaciones y vías de comunicación. Esto aumentando que el Perú se encuentra en una región en donde se producen regularmente terremotos y erupciones volcánicas debido al movimiento de las placas tectónicas; además de la presencia de eventos climáticos a los cuales está expuesta la zona, el riesgo al que los pobladores están expuestos aumenta por la presencia de deslizamiento de taludes. A raíz de querer disminuir el riesgo de la zona en la cual actualmente se habita, se consideró como solución el uso de muros de contención; los cuales no solo evitan algunos eventos potencialmente catastróficos; también ayudan a prevenirlo y evitar que suceda. Se realizó una investigación cuantitativa aplicada, explicativa y no experimental para entender mejor el tema. Se utilizó el método cuantitativo para recolectar los datos necesarios. El análisis se realizó mediante los métodos de Coulomb, Rankine y Mononobe Otabe, aplicando una comparación de los resultados extraídos del diseño mediante estos 3 métodos, adicionando el factor de sismicidad. Se aplicó el método dirigido para la muestra de la investigación, diseñando los muros de contención para las zonas de Tambo, Huancayo y Chilca en Huancayo. El estudio comenta que las técnicas usadas fueron los análisis documentarios y la observación, mientras que los instrumentos de medición correspondieron a fichas Excel programadas para diseñar los muros con los métodos mencionados. El resultado final indica que no se encontró gran diferencia en los valores de las fuerzas de empuje obtenidos aplicando el método de Coulomb y el de Rankine. Por otro lado, al generar la gráfica de momentos en la base del cimiento vs. la longitud del muro; se evidenciaron diferencias significativas comparando los dos métodos indicados, siendo el valor obtenido por el método de Coulomb el que tiende a descender al utilizar una altura de 7,90 para la pantalla del muro. De esta manera, se pudo determinar que el uso del método de Rankine influenciado por sismos es la mejor opción para el cálculo del elemento de contención de los tres distritos de Huancayo. Esto

da como resultado dimensiones más pequeñas en el talón de la zapata, así como esfuerzos y momentos menores en comparación con el método de Coulomb con la influencia del sismo.

Quispe (2022) evaluó el factor de seguridad en taludes para la determinación sistemas de sostenimiento en la carretera Huaypo Grande – Chinchero – Urubamba en Cusco, 2021. Al realizar el diseño de carreteras, es necesario tener en cuenta los estudios de estabilidad de taludes. Se ha demostrado que los taludes son propensos a deslizamientos durante los períodos de lluvia debido a la erosión del suelo. Se descubrieron problemas de estabilidad en los taludes alrededor de la nueva ruta, durante el proceso del trazado de la nueva vía, generando un posible bloqueo en la red de carreteras, especialmente durante los períodos de lluvia. Sin un análisis exhaustivo de los factores de seguridad de las laderas con una pendiente más pronunciada, existe un gran riesgo de deslizamientos causantes de daños a la población. El estudio fue realizado mediante un enfoque cuantitativo y aplicada, siendo un diseño de tipo no experimental. Se aplicó un muestreo no probabilístico debido a que las muestras extraídas de los taludes fueron por elección del investigador. En la investigación mencionada se utilizó una herramienta para recabar información denominada ficha de laboratorio, además de softwares como el GEO5 y Excel. Los resultados de los estudios de los 4 taludes mostraron que su factor de seguridad era menor a 1,5. Para mejorar la estabilidad se propuso un sistema de sostenimiento de concreto y se descubrió que la implementación de banquetas podía aumentar el factor de seguridad. Por lo tanto, se tiene como conclusión que la colocación de banquetas es una forma efectiva de estabilizar los terrenos y reducir el riesgo de deslizamientos, siendo complementado con muros de contención como una opción factible. La investigación menciona como métodos de sostenimiento las banquetas o sistemas de terrazas en las zonas críticas de la Carretera Huaypo Grande, esto debido a que se lograba un mayor factor de seguridad.

Flores (2020) analizó la susceptibilidad a deslizamientos en el municipio de Valle de Bravo para obtener un mapa de las zonas susceptibles y su representación cartográfica. Mediante las atlas o estudio de riesgo, se determinó que en lo que respecta a los deslizamientos geológicos, hay zonas con pendientes altas (de 30° a 90°) identificadas y documentadas, evidenciando peligros de geodinámica externa. La identificación de zonas susceptibles permite a los asentamientos humanos en Valle de Bravo eviten que las familias se ubiquen en zonas de riesgo para prevenir desastres y daños a sus casas, ahorrando así a la ciudad gastos económicos. Con la investigación se propuso contribuir al municipio de Valle de Bravo en varios ámbitos, incluyendo el turismo, se pretende que los estudios de investigación ayuden a evitar la construcción de edificios turísticos, comerciales, escuelas, hospitales, viviendas y calles en áreas propensas a deslizamientos para prevenir cualquier situación de riesgo. Se clasificó a la investigación mencionada como una de tipo cuantitativa, con un diseño de nivel interviniente, medición longitudinal y un enfoque cuasi experimental. Se utilizaron estudios previos para generar la base gráfica de susceptibilidad en el área de estudio. Se utilizaron programas de computadora para el desarrollo de un sistema de información geográfica. Estas herramientas permitieron la creación de un sistema para el procesamiento de datos geográficos, se utilizó el programa ArcMAP 10.1 de ArcGIS. El resultado final del trabajo fue el mapa de susceptibilidad, el cual fue clasificado en 3 rangos (bajo, medio y alto), se pudo identificar que 12 localidades de Valle de Bravo presentan una susceptibilidad alta al movimiento de masas. Por otro lado, 32 localidades de la zona presentan susceptibilidad entre nivel medio y bajo. El estudio concluye que las zonas con una mayor susceptibilidad de deslizamiento se relacionan con una conjunción de ciertas características. Esto incluye una pendiente alta, suelos aluviales no compactos y suelos

con poca vegetación. Estos suelos descubiertos o usados para la agricultura son propensos a la erosión y, por lo tanto, están más susceptibles.

Céspedes (2022) realizó la zonificación de riesgo por procesos de remoción de masa en la ciudad de Lebu. La zona de investigación cuenta con antecedentes históricos relacionados al proceso de remoción en masa (según datos previos registrados en ONEMI), donde se señala la constante ocurrencia de este fenómeno debido a grandes precipitaciones y por el efecto desencadenante de un sismo. A pesar de los planes específicos de emergencia por este riesgo, no existen medidas activas que permitan la contención, disminución o prevención de este siniestro. Se identificaron 4 sectores que se encuentran en amenaza por procesos de remoción de masas los cuales son: Maquehue, Millonhue, extremo norte del sector Borde Mar y los sectores en zonas de fallas geográficas. Se propuso la aplicación de un enfoque cuantitativo al analizar las variables de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo. Se establecieron criterios específicos para la evaluación de cada una de estas variables con el objetivo de normalizarlas y obtener los resultados más precisos. Se utilizaron herramientas como el software Arcgis10.5 y fichas de recolección de información en campo. Los resultados indican que la ciudad de Lebu está en una situación de alto y medio grado de amenaza para más del 54,4 % del área. Además, se evidencia una gran dependencia de los sistemas de producción que rodean a la ciudad, lo que genera un nivel de riesgo del 66,46 %. La investigación concluye que los niveles de amenaza para Lebu están influenciados por la geomorfología, la pendiente, la precipitación y la cubierta vegetal de la zona. La expansión urbana hacia terrenos con pendientes altas y la disminución de áreas verdes las secciones de la ciudad hacen que se eleven las posibilidades de que se generen eventos de remoción de masas. Por otro lado, se recomendó tener en cuenta la conexión entre infraestructura vial y servicios educativos como escuelas y viviendas con áreas productivas en zonas de alto

riesgo. Además, es importante señalar el cercano vínculo entre estos servicios y la infraestructura para facilitar el acceso a estas áreas.

Rojas (2019) determinó el resultado de la estabilización con muros de mampostería y su eficiencia para la protección de viviendas en el distrito de Ate, Lima. La investigación se realizó debido a la necesidad del municipio para mejorar las áreas con alta de vulnerabilidad y riesgo al que la población se enfrenta debido al crecimiento urbano. El estudio fue realizado mediante un enfoque cuantitativo y aplicado, siendo un diseño de tipo no experimental. Se utilizaron herramientas como inspección visual, fichas, cámaras, etc. Además, se usaron diversos softwares principalmente Excel, AutoCAD y Civil 3D. Se realizó un total de 6 diseños de diferentes alturas, cuyas dimensiones fueron evaluadas ante los factores de seguridad de deslizamiento y volteo, además de la determinación de sus cargas admisibles, tenido estos un valor aceptable o superior al límite normado. En base al estudio, se concluyó que los muros de mampostería eran generalmente eficientes para brindar protección a las viviendas, además que su estabilización con material adicional permitió proporcionar una mayor seguridad.

4.2. Bases Teóricas

Torres (2008) define a los muros de contención como estructuras que soportan las presiones laterales generadas por el material almacenado detrás de ellos. Esto se logra principalmente mediante el peso propio del muro y del material de relleno. Estos muros se comportan como voladizos fijos en la base para lograr la estabilidad.

Galindo (2016) menciona que los muros de contención son estructuras destinadas a retener o contener material del suelo en una pendiente donde el espacio es insuficiente para formar un talud natural. Estas estructuras son necesarias debido a limitaciones de propiedades, funcionalidad o economía. Los muros se pueden dividir en tres tipos: aquella gravedad, los de

voladizo y los de contrafuertes. Los primeros están hechos de concreto armado o albañilería o mampostería y se sostienen gracias solo a su peso para conservar su estado de estabilización. Los segundos necesitan tanto del peso del suelo como el del propio muro para mantenerse estables. Los últimos los reconocemos por las pantallas verticales que unen el muro con la base mediante conexiones reforzadas. Los muros visibles desde el frente se denominan muros con contrafuertes, mientras que los de la parte posterior quedan ocultos bajo el relleno y se les conoce como muros con estribos.

Braja M. Das (2004) considera que el objetivo primordial al diseñar un muro de contención es su uso como una infraestructura preparada para resistir fuerzas laterales ejercidas en la parte trasera del elemento. En ocasiones, estos empujes laterales pueden ser considerados como: originados de manera natural o ser el resultado de un relleno artificial. Estos elementos estructurales ayudan a transferir de manera segura las fuerzas hacia la fundación o cualquier otro lugar fuera del área de movimiento analizado. La esencia o funcionalidad de esa construcción es actuar como un componente de soporte de tierras para resistir la presión lateral del suelo detrás de él (que algunos casos es terreno natural o relleno hecho por el hombre) y transfiere esas fuerzas de manera segura fuera de la base o de masa en movimiento. La presión lateral del suelo se genera en los costados de estructuras bajo tierra. Esta fuerza es el resultado de la combinación del peso del suelo, el agua y los muros laterales.

Harmsen (2002) manifiesta que los muros de sostenimiento o muros de contención son construcciones que mantienen el terreno o materiales desiguales. Se usan para mantener el material estabilizado, disminuyendo la posibilidad de que su ángulo de reposo natural se desarrolle de manera desfavorable para el talud. Estos muros son usados en cambios o variaciones de pendientes abruptos; además en procesos de cortes y rellenos para acoplar el nivel

de terreno en construcciones de carreteras y líneas ferroviarias, muros de sótano, alcantarillas, estribos de puentes, entre otros. Entre la variedad de tipos de muros de sostenimiento se encuentran los de tipo gravedad; los cuales basan su estabilidad en su propio peso. Esta clase de muro es una opción asequible, ya que normalmente están hechos de concreto simple o de mampostería.

De León (1997) menciona que los muros de contención de tipo gravedad resisten las fuerzas de empuje gracias a su propio peso, y que generalmente se usa para estabilizar taludes con alturas menores de 3 m de altura. Esto debido a que, al utilizarlos en taludes de mayor altura, el factor costo beneficio es desfavorable; por lo que, en casos así se recomienda usar la infraestructura de tipo voladizo. Para estos casos, su resistencia a las fuerzas de empuje se debe a que poseen una zapata, que en su interior del talud recibe el peso del mismo suelo de relleno, que evita fallas por volteo. El muro actúa como una viga en voladizo, soportando el empuje lateral a medida que se incrementa hasta llegar al punto de empotramiento. Para mantener la estructura estable, se añaden refuerzos verticales para contrarrestar el momento flexionante y refuerzos horizontales para prevenir la formación de grietas.

Sayago y Múnera (2011) mencionan que el predimensionamiento de muros de contención se refiere al proceso de diseño preliminar de una estructura de contención, como un muro de contención, antes de que se realice una evaluación detallada. Esto implica una evaluación preliminar de los factores de diseño, como la estabilidad, la tenacidad a la erosión, altura, ancho y profundidad en la infraestructura. Los predimensionamientos también involucra la evaluación de los efectos del agua y la vegetación en los muros de contención, así como la selección de materiales adecuados para la aplicación.

La American Society of Civil Engineers (2004) ha mencionado que el predimensionamiento de muros de contención de tipo gravedad es un paso necesario para garantizar la estabilidad de la infraestructura, ya que estos son diseñados para resistir la presión de los materiales de relleno y suelos adyacentes. Mediante la evaluación de la tenacidad de los materiales y los requisitos geotécnicos, el diseñador puede establecer las dimensiones adecuadas para un muro con el fin de contrarrestar las cargas o esfuerzos a los que se encontrará sometido este elemento. Estas consideraciones pueden ser usadas para estimar la resistencia necesaria para los diversos componentes del muro y para determinar los requisitos de diseño. El proceso de un primer dimensionamiento de los muros de contención de tipo gravedad es una etapa importante para asegurar la seguridad y la estabilidad de los muros. El proceso es una parte integral del diseño del muro, ya que permite al diseñador establecer los parámetros adecuados para el diseño y garantizar resistencia ante las tensiones analizadas a las que será expuesta la infraestructura.

Reyes (2018) menciona que un requisito fundamental para el predimensionamiento de un muro de contención es el cálculo de su altura y a su vez el tamaño de la base, las pendientes y el ángulo de retroceso; los cuales varían dependiendo del terreno y la elevación. La gravedad actuará empujando todo el material retenido hacia abajo, por lo que se debe tomar en cuenta para reducir la cantidad de presión lateral detrás del tallo del muro, que finalmente puede generar volcamientos en el muro. La dimensión de altitud del muro de contención depende del suelo y la pendiente. Esta información es proporcionada con los estudios de topografía y estudio de suelos que pertenecen al proyecto.

Conforme a la Norma CE.020 (2012) el profesional responsable debe realizar el dimensionamiento y la planificación geotécnica de un tipo de muro, teniendo en cuenta mínimamente la prevención de posibles volcamientos, deslizamientos, el análisis de la

resistencia de la base y los asentamientos o deformaciones. Para una primera cuantificación de la geometría del muro de contención, se utiliza como base la altura requerida; la cual se obtiene de la necesidad para la cual se realizará la construcción del muro y las características del talud). Generalmente, se utilizan los elementos de contención de tipo gravedad cuando se requiere que el elemento de protección tenga una altura menor o iguales a los 5 m.

Figura 2

Predimensionamiento de Muros de Contención

Tipo	Esquema	Predimensiones
MUROS DE GRAVEDAD $H \leq 5 \text{ m}$		$b_0 = (0,25 \sim 0,3) H$ $b = (0,4 \sim 0,6) H$
MUROS DE SEMIGRAVEDAD $H \leq 5 \text{ m}$		$b = (0,5 \sim 0,7) H$ $b_0 = 0,3 \sim 0,5 \text{ m}$ $ht = (\frac{1}{8} \sim \frac{1}{16}) H$ $b_1 = 0,5 ht$
MUROS EN VOLADIZO $H \leq 10 \text{ m}$		$b_0 = 0,2 \sim 0,5 \text{ m}$ $b_1 = (\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}) B$ $ht = (\frac{1}{8} \sim \frac{1}{12}) H$ $b = (0,4 \sim 0,7) H$
MUROS EN VOLADIZO CON CONTRAFUERTE $H > 10 \text{ m}$		$b_0 = 0,2 \sim 0,3 \text{ m}$ $b_1 = (\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}) H$ $ht = (\frac{1}{14} \sim \frac{1}{12}) H$ $b = (0,4 \sim 0,7) H$ $e = (0,3 \sim 0,6) H$ $a = 0,2 \text{ m}$

Nota. En la imagen se observa las dimensiones mínimas con las cuales se puede comenzar a realizar el dimensionamiento del muro de contención. Información extraída de la Norma CE.020.

Gallegos (2016) comenta asegurar un adecuado diseño o cálculo de muro se debe aplicar factores de seguridad de dos tipos: el factor al volteo y el factor al deslizamiento. Se calcula al dividir los momentos estabilizadores entre los momentos de volteo que son generados debido al componente horizontal de la presión activa del suelo. Por otro lado, los momentos estabilizantes que equilibra la fuerza es generada por el peso propio de la infraestructura y del suelo de relleno encima del muro. Esta división entre el valor de los momentos indicados debe ser superior a 1,5 en suelos granulares; y, por otro lado, superior a 2 en terrenos con presencia de cohesión; de esta manera poder asegurar que el diseño del muro resiste a las fuerzas de volteo. De no encontrarse en estos rangos se deben tomar medidas para evitar el efecto de volteo en el muro. Una de ellas puede ser la construcción de muros más gruesos y por lo tanto más pesadas o se pueda cambiar la forma de la pared aplicando tacones o puntas. Por otro lado, el factor de seguridad ante deslizamiento se calcula utilizando el coeficiente de fricción del suelo. En la práctica, este factor usado para suelos granulares gruesos es el de fricción entre el terreno y la sección inferior de la zapata, mientras que en suelos con cohesión se utiliza la resistencia al esfuerzo cortante o cohesión. Obteniendo el coeficiente de rozamiento (μ), se puede determinar la fuerza de rozamiento de las superficies de contacto con la finalidad de determinar el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD). El coeficiente de rozamiento se usa para calcular la fuerza de rozamiento entre el muro y el suelo, tomando en cuenta la fuerza normal, incluyendo el peso del muro, el peso del suelo sobre el muro y la parte vertical de la presión activa.

Ballón y Echenique (2017) comentan que el método de limitación general de equilibrio se basa en satisfacer las ecuaciones del factor de seguridad; las de equidad de momentos y de esfuerzos horizontales. Es importante verificar la resistencia y estabilidad del muro a través de un análisis de volteo que generalmente se ubica en uno de los puntos inferiores en la zapata del

muro. Esto se realiza para comprobar si los momentos desestabilizantes son inferiores a los momentos estabilizantes, y así determinar la geometría óptima; esto debido a que la resistencia a los esfuerzos depende de las dimensiones del mismo elemento. La segunda verificación sería la de deslizamiento; con la cual se desea asegurar que el muro no se derrumbe por una fuerza excesiva. Para reducir el efecto de deslizamiento en un muro se debe aumentar la principal fuerza de resistencia ante el mismo, el cual se denomina fricción y se ocurre al contacto entre la zapata y el terreno.

Suarez (2019) en su libro de deslizamiento define al factor de seguridad como la relación entre las fuerzas resistentes del terreno y las inestabilizadoras. El Factor de Seguridad se usa para determinar la estabilidad de un talud o ladera. Valores superiores a 1 se consideran estables, mientras que valores menores a 1 se consideran inestables. Cuando el Factor de Seguridad es igual a 1, el talud o ladera se encuentra en el punto de ruptura. El método más simple para la determinación del Factor de Seguridad en deslizamientos traslacionales es el que considera un talud infinito. Este análisis se puede incorporar a un Sistema de Información Geográfica, donde se consideran los deslizamientos formados por una serie de unidades (celdas de una malla regular). La información sobre la geometría del deslizamiento se utiliza para determinar el Factor de Seguridad del deslizamiento. La metodología de Deslizamiento Estimado (MDE) permite determinar parámetros como la pendiente, grosor saturado sobre la superficie de rotura y profundidad de la superficie de rotura, así como para proporcionar un modelo de referencia para calcular las cotas de las superficies.

Mesa et al. (2021) comenta que las formas o procesos para determinar la estabilidad del talud son de gran variedad. Los análisis de equilibrio límite proporcionan valores de seguridad a una estructura al calcular la resistencia a la fuerza cortante que se requiere para llegar a la falla.

Teniendo los valores de resistencia al corte del terreno proveniente del estudio de suelos y a su vez obteniendo las dimensiones del talud, el siguiente paso es dar a conocer el Factor de Seguridad, siendo esta la relación de los esfuerzos cortantes resistentes con las cortantes movilizantes ubicada a lo largo de la superficie en la falla. De manera general, se toma como valor del Factor de Seguridad = a 1,5; valor min. para considerar al talud en un estado estable y seguro; adicional a ello, normativas y autores consideran factores mínimos diferentes al tener casuísticas de terraplenes y presas.

Lopez et al. (1999) en su libro de diseño del elemento de contención y sótanos, indica que el coeficiente de seguridad se encuentra definido en el reglamento de construcción de cada país. En el caso de España, este se rige por la norma de instrucción de hormigón estructural (EHE), en el cual se relaciona al coeficiente de seguridad al vuelco con los valores establecidos entre 1,75 y 2, mientras que el coeficiente de seguridad al deslizamiento es de 1,5, a menos que se esté haciendo una prueba sísmica, en cuyo caso se reduce a 1,2.

Báez y Echevarri (2015) mencionan que la resistencia de la estructura de contención se diseña de acuerdo con su capacidad de carga admisible. La presión vertical que se ejerce sobre el suelo a través de la zapata del muro no debe ser mayor que la resistencia del terreno, caso contrario podría llegar a ser una situación que afecte la integridad estructural del elemento. Para completar la determinación del factor de seguridad, es necesario analizar primero la capacidad de carga máxima del suelo. Esto se puede lograr aplicando las ecuaciones de Meyerhof, Hansen y Vesic modificadas. Estas ecuaciones permitirán calcular el nivel de presión o carga máxima en los extremos de las secciones de pie o talón de la estructura.

Sayago y Múnera (2011) mencionan que una de las revisiones necesarias para el diseño de un muro de contención, es necesario revisar la capacidad de carga o cargas admisibles. Esto

implica el estudio de las presiones máxima y mínima que se transmiten de la base del muro al suelo debido a las cargas verticales.

Espinosa (2009) en su tesis indica que, para realizar el diseño de cimentaciones superficiales, estos se deben determinar en base a la capacidad de carga admisible del suelo. Esta variable indica la cantidad de presión que el terreno puede aguantar sin sufrir daños. Se determina la capacidad de carga admisible dividiendo la capacidad de carga última entre un factor de seguridad que puede variar entre 1,5 y 3.

Paul (2021) define la tensión admisible como la propiedad del suelo que soporta los elementos sin hundirse. La resistencia que el terreno puede soportar a una determinada profundidad se denomina tensión. Esta se mide normalmente en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2). Un valor bajo de tensión admisible indica un suelo inestable, mientras que un valor cercano o superior a los 3 significa que el terreno es adecuado para la construcción.

ICG (2006) define a la carga admisible del suelo como aquella presión que, al ser ejercida sobre el terreno de fundación, no causa falla o daño en la estructura. Estas propiedades dependen de diferentes factores tales como las propiedades del suelo, diseño de cimentación, el nivel de la napa freática y los factores de seguridad asignados.

UNGRD (2020) indica que los movimientos de masas se refieren a los desplazamientos de suelos, rocas y tierras en pendientes como resultado de la fuerza de gravedad. Esto puede incluir deslizamientos, derrumbes y remociones en masa. Los factores naturales que pueden contribuir a estos movimientos son los elementos superficiales del terreno, la inclinación, sus propiedades, las precipitaciones y la actividad sísmica. La Unidad Nacional para la GRD menciona que, a pesar de que los movimientos o deslizamientos de masa tienen efectos generalmente locales, la acumulación de víctimas supera a las afectadas por eventos telúricos.

Además, los desplazamientos en masa tienen un impacto negativo en la propiedad pública y privada, exponiéndola a daños y destruyendo los sistemas productivos de vida, así como la infraestructura vial.

El manual de estimación proporcionado por INDECI ante movimiento en masa en laderas (2011) define a los movimientos de masas como procesos de erosión que cambian la forma de la tierra. Estos se deben a una variedad de factores geológicos, hidrometeorológicos y mecánicos en el terreno. Adicional a ello, el levantamiento tectónico ayuda a crear montañas, mientras que otros factores como erosión, precipitaciones, los movimientos telúricos, la actividad humana y situaciones adversas tienen la capacidad de alterar el relieve, llevándolo a una condición más llana. Esto significa que los movimientos en masa son posibles desde el momento en que se crea una ladera natural o artificial, y que el análisis de esta posibilidad implica la colaboración de varias disciplinas científicas de la tierra, el medio ambiente y las ciencias naturales.

Cruden (1991) ha mencionado como definición para el movimiento en masas como todos aquellos movimientos en laderas bajo una masa de rocas, de detritos o de masas de tierras por efecto de la fuerza de gravedad. Los movimientos de masas pueden clasificarse de acuerdo al tipo de material con el cual está compuesto, a los mecanismos o tipos de desplazamiento, formación de material y nivel de saturación.

Varnes (1958) realizó la clasificación de movimiento de masas de acuerdo a los criterios de tipo de material y el tipo de movimiento con el cual se desplazan las masas de tierra. Esta clasificación es una de las más aceptadas entre habla inglesa e hispana respecto a este tema. El conjunto de movimiento de masas el cual se clasifica según su movimiento es: caída, vuelcos, deslizamiento, propagaciones y flujos. Por otro lado, la clasificación utilizando el tipo de material se dividen en rocas y suelos.

Tabla 1*Tipos de movimientos en masas*

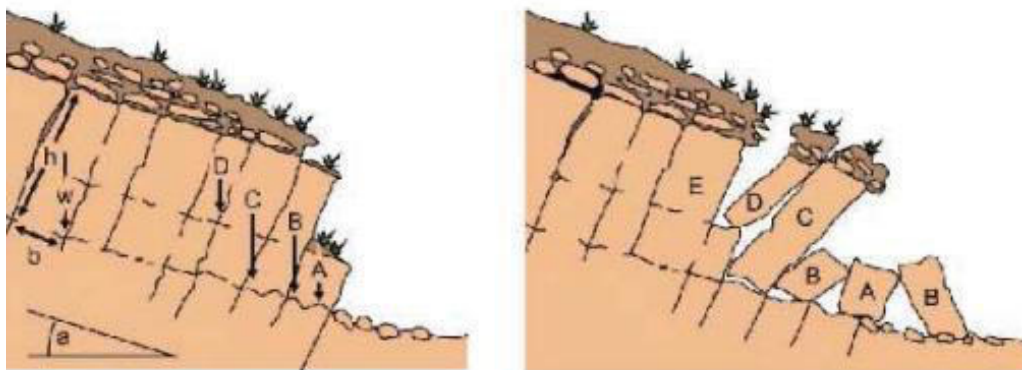
Tipo	Subtipo
Caídas	Caídas de rocas (detritos o suelo) Volcamiento de roca (bloque)
Volcamiento	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento transnacional, deslizamiento en cuña Deslizamiento rotacional
Propagación	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos Crecida de detritos Flujo de lodo Flujo de tierra Flujo de turba Avalancha de detritos Avalancha de rocas
Reptación	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada) Reptación de suelos Soliflucción, geliflucción (en permafrost)

Nota. Se visualiza un cuadro con la clasificación de los tipos de movimiento. Información extraída de Vila y Vásquez (2016).

El volcamiento es un tipo de deslizamiento caracterizado por la rotación de bloques de roca o suelo desde un punto en la parte inferior del talud. Esto se debe a la acción de la gravedad, el empuje de elementos sueltos adyacentes y la presión de fluidos en fisuras. De acuerdo con Varnes (1978) estas son las principales causas de los volcamientos.

Figura 3

Esquema de la volcadura de bloques de tierra



Nota. La imagen a la cual se referencia es una esquematización grafica del proceso de volcamiento de masas de tierra en una zona de pendiente elevada. Imagen perteneciente a de Fraitas y Watters (1973).

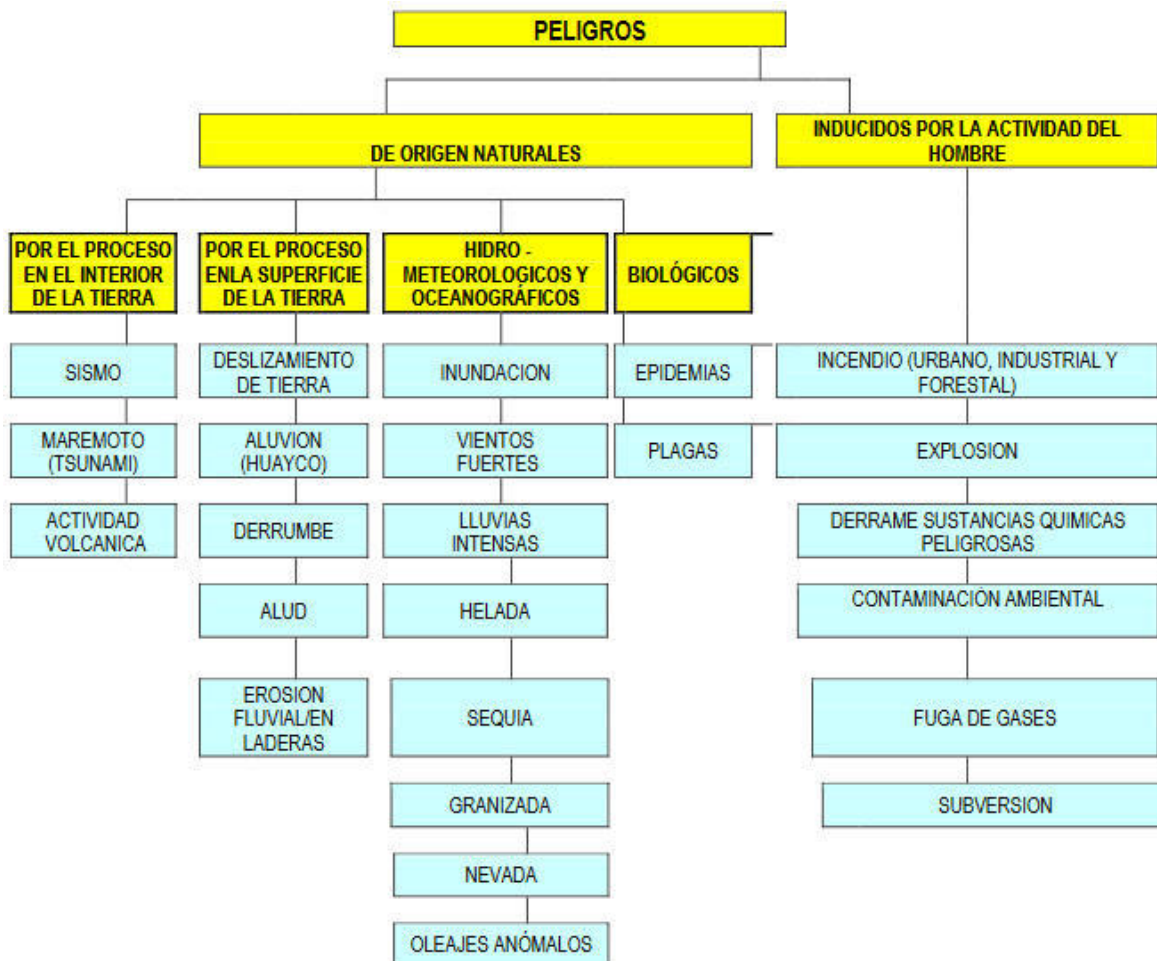
Por otro lado, se tiene el deslizamiento; el cual Varnes (1978) lo clasifica como un movimiento ladero debajo de una masa de suelo o roca que sucede, generalmente a lo largo de la superficie de la falla. Se menciona que los deslizamientos de tierra se pueden categorizar de acuerdo con la forma de la superficie de falla, siendo estas formas los deslizamientos traslacionales y los deslizamientos rotacionales. Los deslizamientos traslacionales suelen ser mayormente superficiales y suceden frecuentemente en discontinuidades geológicas. Los deslizamientos rotacionales implican el movimiento de grandes depósitos de tierra sobre superficies de falla con formas curvas o cóncavas. Se caracteriza por tener una tasa de movimiento con frecuencia baja, razón por la que el mecanismo rotacional tiene la característica de ser estabilizante por sí mismo; sin embargo, esto no sucede cuando existe presencia de material altamente frágiles como las arcillas y limos.

Vila y Vásquez (2016) menciona que para evaluar el riesgo que implican los movimientos en masa, se requiere establecer un parámetro de intensidad, identificar los elementos susceptibles de ser afectados y calificar su vulnerabilidad a estos fenómenos. Para evaluar con precisión los movimientos en masa durante la investigación, se deben usar parámetros de intensidad que reflejen adecuadamente la gravedad de los mismos y que permitan medir, estimar, comparar y predecir el impacto de los mismos con un cierto grado de fiabilidad. Asimismo, es de gran importancia identificar los elementos físicos expuestos a los efectos o impactos potenciales de los movimientos en masa. Por lo tanto, es de gran importancia tener la información de la ubicación y las características relevantes de estos elementos para determinar su vulnerabilidad física. La ecuación utilizada para calcular el riesgo, en términos matemáticos multiplicando el peligro y vulnerabilidad.

$$R = P \times V$$

El CENEPRED (2014) define al factor de peligrosidad como la probabilidad de que un evento perjudicial, creado por la naturaleza o la acción humana, ocurra en una ubicación específica, con una cierta intensidad, duración y frecuencia.

El manual de estimación del riesgo (2006) clasifica al peligro en base a su origen, es decir si este proviene o es generado de manera natural o si ha sido inducido por la actividad del hombre. Es peligros de origen natural, a su vez se encuentran subclasificados las 4 secciones: Debido al proceso de geodinámica interna, debido al proceso en la superficie de la tierra, biológicos e hidrometeorológicos y oceanográficos.

Figura 4*Clasificación del Peligro*

Nota. En esta imagen se logra apreciar la clasificación de los peligros, en base a su origen. Esta imagen pertenece a la guía EDAN proporcionado por INDECI (2016).

Con respecto a la variable de vulnerabilidad, CENEPRED (2014) la define como la exposición de la población, la infraestructura física o las actividades socioeconómicas a daños causados por una amenaza o riesgo.

Cardona (1993) menciona que la vulnerabilidad puede ser clasificada en dos categorías: la vulnerabilidad técnica, que se puede cuantificar en términos de pérdidas potenciales, como daños o interrupción de servicios; y la vulnerabilidad social, que se relaciona con aspectos económicos, educativos, culturales e ideológicos, y por lo tanto sólo se puede valorar de manera cualitativa y relativa. Su análisis permite evaluar los niveles a los cuales estaría expuesta la zona donde se elabora el estudio; además del cálculo de posibles pérdidas en lo que respecta a bienes debido a ciertas amenazas específicas. Esto con el fin de determinar intensidades de riesgo al que están expuestos debido a la interacción con el entorno amenazante.

Lozano (2008) indica que una EVAR permite promover y guiar el desarrollo de los centros urbanos, asentamientos humanos, localidades, etc. en áreas con niveles de seguridad aceptables frente a amenazas naturales y de origen antrópico. Además, permite plantear medidas para mitigar y prevenir los riesgos y desastres, que deben incorporarse al Plan de Ordenamiento Territorial. Estas medidas se aplican tanto a áreas ocupadas como a aquellas que todavía no lo están. Por otra parte, se identifican y priorizan proyectos y acciones para reducir los niveles de afectación ante desastres en zonas vulnerables de la ciudad.

La UNGRD (2020) destaca que la GRD es un proceso cuyo objetivo es aumentar la seguridad, bienestar de los pobladores y el desarrollo sostenible mediante diseños, implementación, continuo seguimiento y análisis estratégico en lo que respecta a las tomas de decisiones, los instrumentos a utilizar, las medidas y tareas para comprender y mitigar el riesgo y hacer frente a los desastres.

La ley N°29664 (Ley que crea el Sistema Nacional de G.R.D. – SINAGERD) gestiona a la GRD en tres componentes. La gestión prospectiva, refiriéndose a tareas que se realizan para evitar riesgos futuros. La gestión correctiva implica el planificar y ejecutar acciones destinadas a

corregir o mitigar los riesgos existentes. Por último, se encuentra la gestión reactiva, encargada de generar medidas destinadas a combatir los desastres.

A su vez el SINAGERD menciona 7 procesos pertenecientes a la G.R.D.: prevención, estimación, reducción, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción.

4.3. Definición de Términos Básicos

Muro de Contención: Esta infraestructura es utilizada para detener los desplazamientos de tierra y prevenir la erosión del suelo. Se construye generalmente con materiales resistentes a la intemperie como bloques de hormigón, ladrillos, piedras, madera, etc. Estos muros se usan a menudo en terrenos en pendiente para prevenir el deslizamiento de tierras, avalanchas o derrumbes, así como para controlar el flujo de aguas de deshielo o para contener las aguas pluviales.

Predimensionamiento: Es una etapa de diseño previa mediante el cual se logra evaluar los requisitos estructurales y de estabilidad de un muro para una aplicación específica. Esto implica determinar la altura y anchura del muro, así como determinar los materiales necesarios para garantizar la estabilidad. Esta evaluación preliminar es importante para verificar si el muro será capaz de soportar todas las cargas y si se ajusta a los requerimientos para el propósito para el que fue construido.

Factores de Seguridad: Se definen como valores críticos para garantizar la estabilidad estructural, evitar daños y deslizamientos en el muro de contención. La verificación de estos factores garantiza que el diseño es capaz de resistir cargas externas y/o internas. Para el caso del diseño del muro, se busca que el elemento presente un factor de seguridad ante el volteo y deslizamiento mayor a 1,5, este valor puede variar de acuerdo a las propiedades del terreno y la clase de muro de contención

Esfuerzos admisibles: Son los límites máximos de cargas, presiones y deformaciones que se le pueden someterse los muros para que no sufran daño. Estos límites dependen del material empleado, la geometría, la resistencia al cambio de forma y la resistencia al corte. Estos límites se determinan por el fabricante o el diseñador del muro.

Riesgo de Movimiento de Masas: Se define como la posibilidad de que se generen desplazamientos de masas de tierra o rocas en lugares con alto nivel de susceptibilidad. Estos movimientos de masas pueden incluir deslizamientos, aludes, derrumbes y corrimientos de tierra. Estos eventos pueden ser provocados tanto por desastres naturales como por la actividad humana, lo que conlleva destrucción de viviendas, infraestructuras y pérdida de vidas.

Características del área de estudio: Se refiere a las características físicas, económicas y sociales referentes al área de estudio a analizar. La caracterización del área permite identificar los recursos naturales, de carácter económico y humanos disponibles en el área como el suelo, la vegetación, infraestructuras y/o fuentes de ingreso. Las variables del área de estudio cambian de acuerdo a los factores de ubicación

Nivel de Peligrosidad: Es una evaluación de posibles sucesos ocasionados de por la naturaleza o inducidos debido a actuaciones de la humanidad ocasionen un daño físico, pérdidas humanas o deterioro al medio ambiente. Se calcula en función de la cantidad, la duración y la exposición al peligro, así como de la eficacia de elementos de protección para minimizar el riesgo. El peligro puede ser de origen natural, antropogénico o una combinación de ambos. Conocer los peligros a nuestro alrededor permite tomar decisiones efectivas en la gestión territorial, social y económica.

Análisis de Vulnerabilidad: Es el proceso para identificar y evaluar los factores que contribuyen a la vulnerabilidad frente a desastres. Se consideran los aspectos sociales,

económicos, políticos, físicos y geográficos para determinar la susceptibilidad de una comunidad a los desastres. Esta información se usa para establecer estrategias de prevención, reducción de riesgos y preparación ante desastres.

5. Propuesta de Solución

Para tener los recursos necesarios y generar un mapa de riesgo, en el cual se pueden identificar las zonas de mayor necesidad de intervención en el asentamiento humano, se empleó la metodología de EVAR mediante el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad. Mediante mapas temáticos de los factores del riesgo se logra realizar la estratificación de los niveles de riesgo. El procedimiento utilizado en la determinación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo se aplica del método de análisis jerárquico, el cual estima valores de importancia a los parámetros utilizados para calcular el riesgo.

En base a la problemática indicada, se propuso la elaboración de muros de contención de mampostería, de esta manera contar con condiciones de protección y seguridad contra caídas de piedras y tierras para las viviendas de las zonas; y mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular de las vías que pertenecen al Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, Sector 10 del distrito de Carabayllo.

5.1. Metodología de Solución

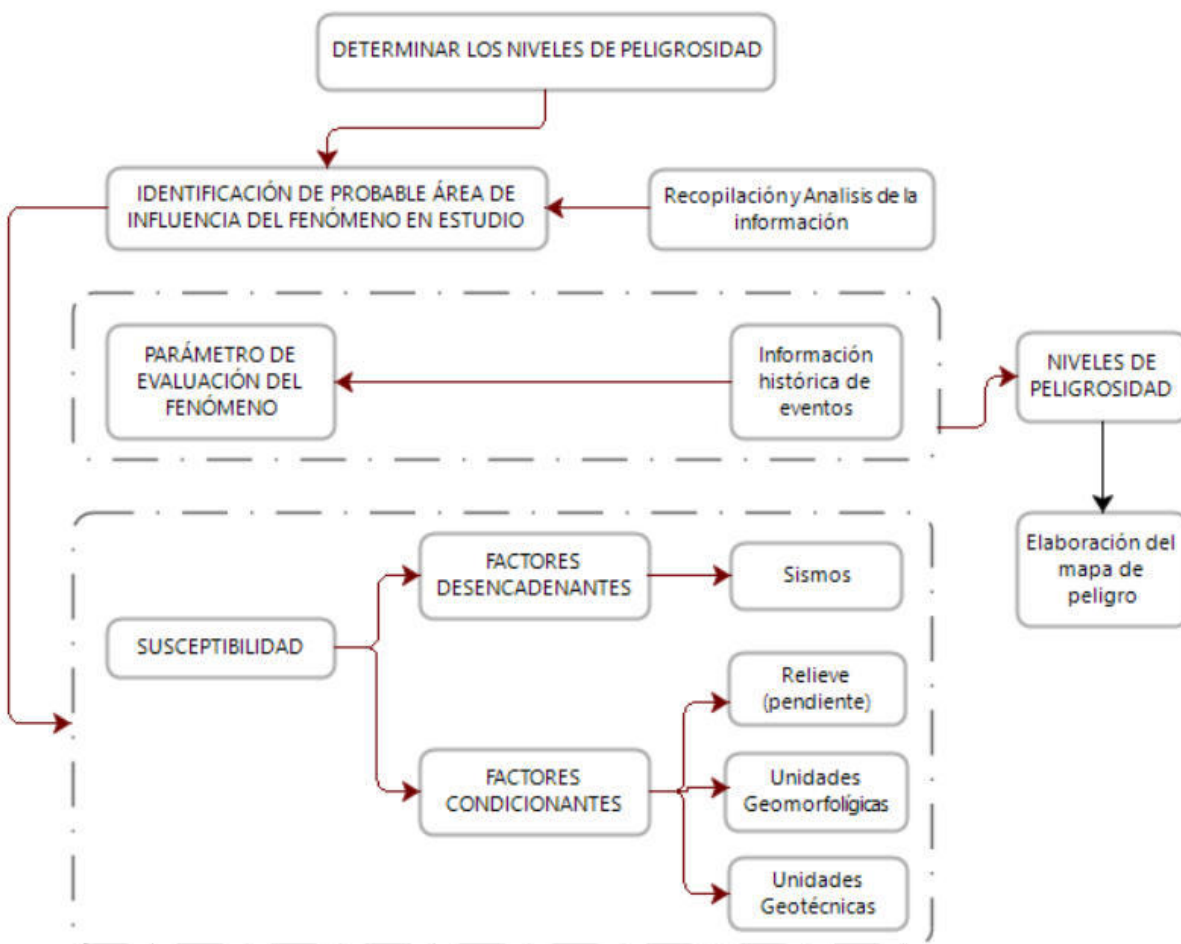
Cálculo del Peligro

Generar el cálculo de peligro de un informe de EVAR sigue las recomendaciones encontradas en la EVAR originados por fenómenos naturales - 2da versión.

Para identificar y evaluar el peligro originado por fenómenos naturales se consideró información generada por INGEMMET y CISMID, la cual fue analizada en gabinete usando la metodología descrita a continuación.

Figura 5

Procedimiento general para calcular el rango de peligrosidad



Nota. En esta imagen se resume el proceso utilizado para el cálculo del peligro, información extraída de Manual de EVAR generados por fenómenos de origen natural proporcionada por CENEPRED.

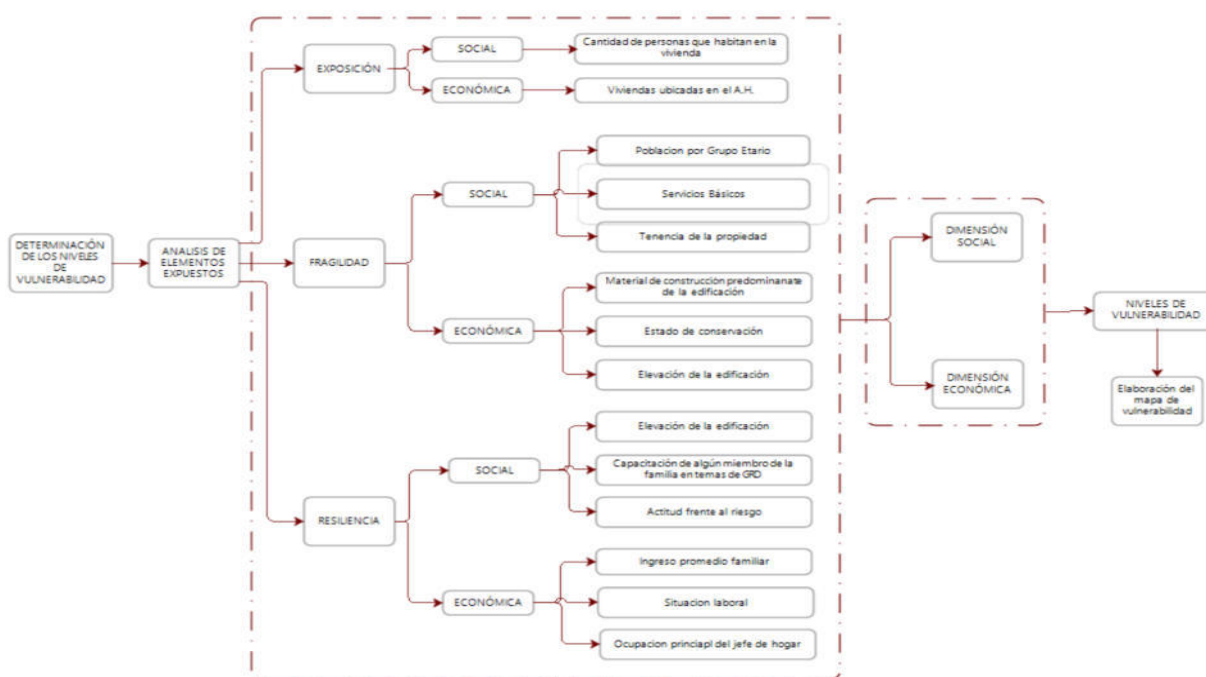
Cálculo de la Vulnerabilidad

Para la examinación de vulnerabilidad se debe conocer todos los elementos expuestos que se encuentran en el área de estudio. Para ello se trabajó con información levantada a nivel de lote a través de encuestas con cuestionamientos inclinados a identificar la fragilidad y resiliencia

aplicando las dimensiones sociales y económicas; cada una de estas preguntas representan los descriptores para cada parámetro, los cuales se emplean en las matrices Saaty. La fragilidad para el dimensionamiento social hace referencia a que tan susceptibles son los individuos y grupos de individuos a los cambios, cuyos efectos pueden tener consecuencias significativas para el bienestar y la estabilidad social. Por otro lado, la resiliencia social se refiere a la habilidad de las personas o grupo de personas a recuperarse después de algún tipo de cambio adverso como un desastre.

Figura 6

Procedimiento general para realizar el análisis de vulnerabilidad



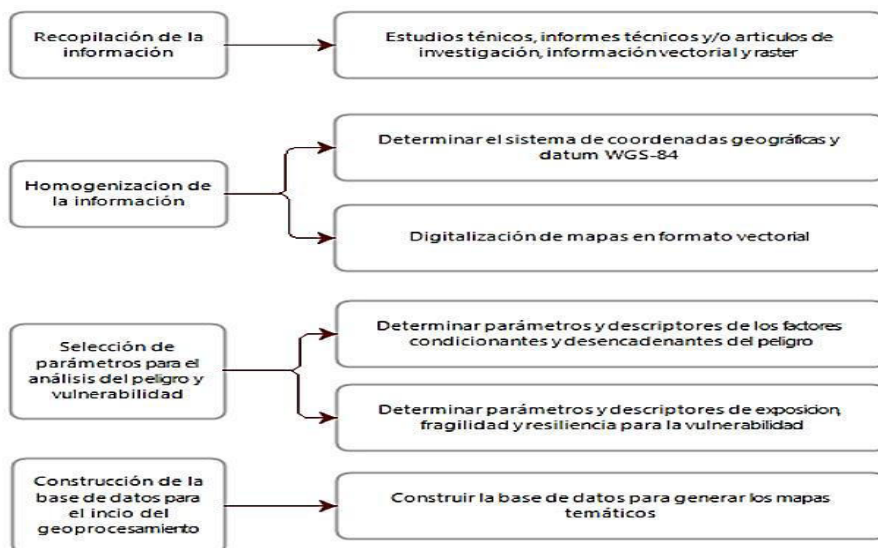
Nota. En esta imagen se resume el proceso utilizado para el análisis de vulnerabilidad, el cual se basa en los parámetros en los cuales está basando este cálculo; la exposición del área de estudio, la fragilidad y resiliencia de los pobladores. La información fue extraída de Manual de EVAR originados por fenómenos naturales – 2da versión, proporcionada por el CENEPRED.

Para la recopilación y análisis de información, se revisó estudios publicados por entidades técnico-científicas competentes (INGEMMET, IGP, CISMID), información histórica, estudio de peligros, información cartográfica, topográfica, geotecnia, geomorfología y pendientes del distrito. Con respecto a la obtención de información necesaria en campo, se identificaron peligros en el área de estudio, recopilación y delimitación de las zonas susceptibles y generación de registro fotográfico de la información más relevante. Adicionalmente, realizó el llenado de fichas de información en campo que permite determinar la vulnerabilidad, data extraída de población residente.

La información recopilada fue procesada y almacenada en un archivo de GEODARABASE, el cual permite un mejor orden y gestión de la información geoespacial.

Figura 7

Flujograma de procesos para análisis de información recopilada



Nota. En la imagen se observa el sistema que se siguió para la evaluación de datos recopilada de estudios anteriores y la data extraída en campo. El flujograma es de elaboración propia, en base a la necesidad del proyecto.

Cálculo del riesgo

El procedimiento para identificar el riesgo de la zona consiste en identificar los factores de riesgo potenciales, evaluar la probabilidad de ocurrencia de los mismos, evaluar la consecuencia de la ocurrencia y determinar el nivel de riesgo resultante.

Figura 8

Diagrama de flujo para la determinar el grado de riesgo



Nota. El flujograma es un resumen del método para la determinación del riesgo encontrado en el Manual de EVAR originados por fenómenos naturales – 2da versión, proporcionada por el CENEPRED.

Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ)

Saaty (1980) elaboró un procedimiento para solucionar problemáticas complejas con varios criterios. Esta técnica consiste en crear un modelo jerárquico que permita a los involucrados visualizar el problema.

El enfoque principal del PAJ es la asignación de valores a los factores y características relacionadas con una decisión, así como la evaluación de diferentes alternativas respecto a los criterios elegidos.

Se recurrió a la metodología de comparación de pares (PAJ) de Saaty (1980) para estimar el valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores. Se seleccionó esta técnica debido a su capacidad de ser flexible y permitir a todos los participantes tener un voto activo en la toma de decisiones. Se tiene la escala numérica de relevancia, la cual se observa a continuación:

Tabla 2

Tabla numérica de Saaty

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Nota. La tabla permite realizar la sinonimia de parámetros pares para determinar el nivel de relevancia. Matriz perteneciente a Saaty (1980).

Terminada la comparación de pares, se genera la sumatoria de cada una de las columnas de la matriz, luego dividir entre 1 para calcular la inversa de la suma total.

Tabla 3

Modelo Matriz Saaty

PARAMETRO	P1	P2	P3
P1	1	c	e
P2	a	1	f
P3	b	d	1
Suma	g	h	i
1/suma	1/g	1/h	1/i

Se calcula la matriz de normalización multiplicando los valores de las columnas usando inversa de la suma total de esa columna.

Tabla 4

Modelo de Matriz de Normalización

PARAMETRO	P1	P2	P3
P1	$1 \times 1/g = j$	$c \times 1/h = m$	$e \times 1/i = p$
P2	$a \times 1/g = k$	$1 \times 1/h = n$	$f \times 1/i = q$
P3	$b \times 1/g = l$	$d \times 1/h = o$	$1 \times 1/i = r$

Luego se genera el vector de priorización (ponderación) aplicando la media aritmética a los elementos de cada fila.

Tabla 5

Determinación del vector de priorización

PARAMETRO	P1	P2	P3	Vector Priorización
P1	j	m	p	$(j + m + p) / 3 = s$
P2	k	n	q	$(k + n + q) / 3 = t$
P3	l	o	r	$(l + o + r) / 3 = u$

La acción siguiente es calcular la suma ponderada, el cual puede determinar multiplicando las matrices.

Tabla 6

Determinación del vector de suma ponderada

PARAMETRO	P1	P2	P3	Vector Priorización	Vector de suma ponderada
P1	1	c	e	s	v
P2	a	1	f	t	w
P3	b	d	1	u	x

Se calcula el n_{\max} dividiendo el vector suma ponderada y la priorización, luego se calcula su media aritmética para determinar este valor.

Se determina el índice de consistencia (IC) mediante la fórmula:

$$IC = n_{\max} - n / n - 1, \text{ siendo } n \text{ la cantidad de parámetros}$$

Se calcula la relación de consist. (RC) mediante la siguiente fórmula:

$$RC = IC/IA$$

Siendo IA el índice de valor aleatorio el cual se obtiene en base a la cantidad de parámetros.

Tabla 7

Índice Aleatorio

n	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16
IA	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,484	1,513	1,535	1,555	1,570	1,583	1,595

Si el valor del RC < 0,1, se da a conocer que los lineamientos empleados para la analogía entre pares son los más apropiados.

Estudio topográfico

Un levantamiento topográfico se lleva a cabo para obtener datos del terreno y crear planos topográficos. Incluyendo labores en campo y escritorio, para producir representaciones del terreno, como avenidas, calles, canales, puentes y líneas de transmisión.

Es importante tener en cuenta que todas las tareas relacionadas con la topografía se ven afectadas por los errores que se producen en los instrumentos y en su manejo. Por lo tanto, para garantizar un buen resultado, es necesario entender la naturaleza y magnitud de los errores potenciales de la topografía. En caso de este proyecto se realizará con los instrumentos de alta precisión: estación total y miras. Adicional a ello se utiliza otros equipos como radios de

comunicación portátiles, cámara fotográfica, winchas de 50 m y estacas; esto en las inspecciones o trabajos de campo. Por otro lado, en gabinete se emplea los softwares de AutoCAD y Civil 3D.

Considerando el tipo de proyecto, a nivel de estudio definitivo, muros de contención, utilizamos como red poligonal al de tipo poligonales ligadas en sus dos extremos. es decir, iniciamos el recorrido conociendo las coordenadas de inicio y fin del levantamiento. El control vertical se desarrolló, aplicando el método de la nivelación geométrica o también llamada diferencial o directa.

El error de llegada de la nivelación debe ser \leq o igual al valor obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$20 \text{ mm. } \sqrt{K}$$

Siendo K, la distancia total recorrida, expresada en Km.

Estudio de Suelos

Los estudios de suelo fueron realizados con la finalidad de clasificar las muestras del terreno, obteniendo las propiedades de carácter físico y mecánico del suelo que sirven como parámetros para el diseño del elemento de contención. Los ensayos de laboratorio fueron ejecutados según el reglamento de la American Society for Testing and Material, la AASHTO y Normas Técnicas Peruanas (NTP), los cuales son mencionados a continuación:

Tabla 8*Normativa de ensayos de suelo*

Ensayos de laboratorio	Normativa
Ensayos Estándar de Clasificación SUCS y AASHTO. Granulometría por Tamizado	ASTM D2487/ D6913/ D4318/ NTP 339.127
Ensayo de Contenido de Humedad	ASTM D2216 / NTP 339.127
Ensayo de Límites de Atterberg	ASTM D-4318 / NTP 339.129
Ensayo de Peso específico	ASTM D854-10 / NTP 339.131
Ensayo de Corte Directo	ASTM – D 3080 / 339.171

Nota. Recopilación de normativas aplicadas en los ensayos de suelos necesario para la estructuración la infraestructura de contención.

La resistencia al corte es un elemento clave en el diseño de un muro, ya que los resultados obtenidos de las variables de resistencia al corte permiten calcular la capacidad portante del suelo. Información obtenida mediante de diversos trabajos de campo y laboratorio que miden las características físicas del suelo, y se usa para determinar la capacidad admisible de las estructuras del proyecto.

Se realiza los cálculos de capacidad admisible del terreno considerando que las estructuras tendrán una cimentación superficial, mediante la teoría de Karl Terzagui, donde la capacidad portante admisible se calcula con la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = 1/f_s(0.4 \times N_y \times B \times \gamma + \gamma \times N_q \times D_f + 0.867 \times C \times N_c)$$

N_c = Factor de capacidad de carga debido a cohesión

N_y = Factor de capacidad de carga debido a sobrecarga

N_q = Factor de capacidad de carga debido a peso de suelo

C = Factor de cohesión del suelo

γ = Peso específico

B = Ancho de cimentación

D_f = Profundidad de desplante de cimentación

f_s = Factor de seguridad

Se puede aplicar las siguientes fórmulas para determinar de los parámetros de capacidad de carga en base al ángulo de fricción.

$$N_c = \frac{C}{\tan(\Phi)}$$

$$N_q = e^{\pi \tan(\Phi)} \times \tan^2(45 + \Phi/2)$$

$$N_y = (N_q + 1) \times 2 \times \tan(\Phi)$$

Asentamiento

Un incremento de la carga en la siempre será acompañada por un incremento en el asentamiento. Estos asentamientos elásticos en este tipo de suelo se pueden calcular mediante la siguiente formula:

$$A_s = \frac{B \times q_s \times (1 - \mu^2) \times I_w}{E_s}$$

B = Ancho de cimentación

I_w = Factor de influencia

E_s = Módulo de elasticidad

μ = Relación de Poisson

q_s = Esfuerzo transmitido

Predimensionamiento

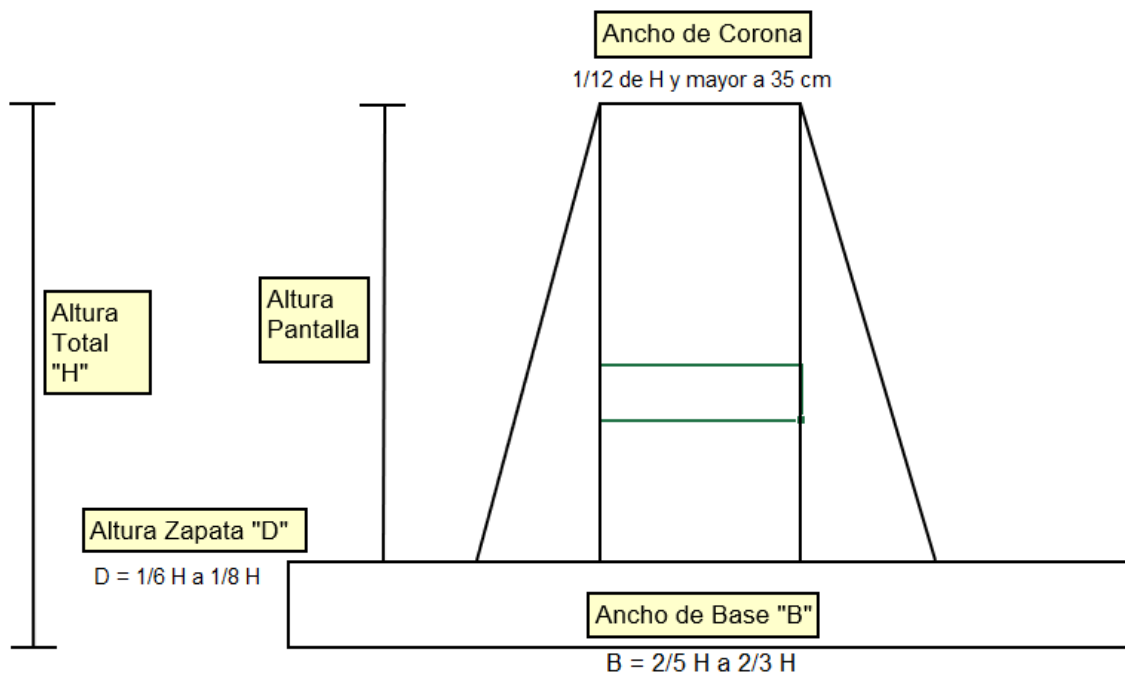
Alva (2012), comenta que el diseño inicia eligiendo dimensiones tentativas, que luego se evalúan para garantizar estabilidad y la estructura adecuada. Una vez analizadas, se revisan las dimensiones.

Según Bowles (1996), las dimensiones tentativas se rigen considerando las siguientes fórmulas:

$$\text{Altura de Zapata (D)} = 1/6 H \text{ a } 1/8 H$$

$$\text{Ancho de Base de Cimentación (B)} = 2/5 H \text{ a } 2/3 H$$

$$\text{Grosor de corona del muro} = 1/12 H \text{ y/o mayor a } 35 \text{ cm}$$

Figura 9*Predimensionamiento de muro de contención*

Nota. Información procedente de Bowles (1996).

Empuje activo

Este empuje se genera cuando el elemento de contención se desliza hacia afuera o gira en una dirección exterior, lo que provoca que descompensaciones en el terreno. Este empuje de terreno se genera como respuesta a una fuerza externa en dirección contraria a la de la estructura de contención (Torres, 2008). El empuje activo se calcula con la siguiente fórmula:

$$E_a = \left(\frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \right) \times k_a$$

Sin embargo, esta fórmula no considera terrenos con suelos cohesivos. La fuerza efectiva en la dirección horizontal que genera el estado activa debido a la carga del terreno, aumenta linealmente con relación a la profundidad. Además, la tensión efectiva horizontal debido a la cohesión toma un valor negativo que es incluido en la fórmula del empuje activo (Jara, 2008). Adicional a ello, se suma los empujes adicionales como los generados por vehículos y peatones (sobrecarga), concluyendo en la siguiente fórmula:

$$E_a = \left(\frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \right) \times k_a + s/c \times H \times k_a - 2 \times C \times H \times \sqrt{k_a}$$

Siendo:

γ = *Peso específico de relleno*

H = *Altura de influencia*

k_a = *Coefficiente de empuje activo*

s/c = *Sobrecarga vehicular o Peatonal*

C = *Coefficiente de Cohesión*

Torres (2008) menciona que el coeficiente de presión activa de Rankine se estima mediante:

$$k_a = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right), \text{ para una superficie horizontal.}$$

$$k_a = \cos \alpha \times \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}, \text{ para terraplenes inclinados}$$

Siendo:

$k_a =$ *Coefficiente de empuje activo*

$\alpha =$ *Inclinación del Talud*

$\phi =$ *Ángulo de fricción del suelo*

Empuje pasivo

Torres (2008) menciona que cuando un muro se apoya en el terreno, se genera una reacción conocida como "empuje pasivo de la tierra". La tierra que se comprime horizontalmente aumenta su resistencia hasta alcanzar su valor máximo. Estos elementos actúan para resistir la presión lateral ejerciendo una fuerza de empuje horizontal en la estructura. Esta fuerza de empuje controla el colapso del muro de contención y proporciona una mayor estabilidad. El empuje pasivo en suelos cohesivos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E_a = \left(\frac{1}{2} \times \gamma \times D_f^2 \right) \times k_p + 2 \times C \times D_f \times \sqrt{k_p}$$

El coeficiente correspondiente a la presión pasiva dada por Rankine es:

$$K_p = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_o} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right), \text{ para una superficie horizontal.}$$

$$k_p = \cos \alpha \times \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}, \text{ para terraplenes inclinados}$$

Factor de Seguridad

- Factor de Seguridad al Volcamiento (FSV)

Se genera a partir del elemento horizontal de la Presión Activa, generando momentos de volteo. Los empujes pasivos no son considerados en esta sección debido a que, por ser acciones opuestas a la Presión activa, tienden a dar seguridad al muro. Tanto el peso del muro como el del suelo, además del factor vertical de la Presión Activa, permiten recompensar el efecto del momento de volteo.

$$F_{sv} = \Sigma M / (E_h \times d_h) \geq 1,5$$

Estos valores deben encontrarse en este rango de la seguridad de vuelco, y si es menor, se deben tomar medidas para evitarlo. Una de ellas puede ser la construcción de muros más gruesos y por lo tanto más pesadas o se pueda cambiar la forma de la pared aplicando tacones o puntas. Sin ellos, el peso total del muro se desplazaría en dirección a la superficie interior, aumentando el momento de resistencia.

- Factor de Seguridad al Desplazamiento (FSD)

La infraestructura mencionada es propensa a ser afectado por el deslizamiento debido a los efectos producidos por los componentes horizontales de la Presión Activa. La propiedad opositora al deslizamiento es la fuerza de rozamiento que se genera mediante el contacto del material del terreno con la base de la zapata, razón por la cual se genera mayor seguridad construir en superficies con la mayor rugosidad.

Para hallar el nivel de seguridad contra el deslizamiento, primero es necesario determinar el coeficiente de fricción, que se obtiene a través de la fricción entre el suelo y el concreto de la base, así como la resistencia al esfuerzo cortante o la cohesión en materiales con cohesión.

Para calcular el Factor de Seguridad al Deslizamiento (FSD) entre el muro y el suelo, es necesario determinar primero el coeficiente de rozamiento entre los dos. Luego, con este coeficiente, se puede calcular la fuerza de rozamiento.

$$Fsv = [\Sigma P \times \text{Tang } \Phi] / E \geq 1.25$$

5.2. Desarrollo de la Solución

Cálculo del Peligro

Para determinar los índices de evaluación de los peligros, se cuenta con data previa de los eventos sucedidos, adoleciendo a la información de magnitud de daños de las zonas afectadas. Debido a que se está analizando el peligro de movimiento de masas generado por movimientos sísmicos, se consideran parámetros de evaluación la magnitud, intensidad sísmica y profundidad hipocentral.

Tabla 9

Parámetros de evaluación

Parámetros de evaluación	Desencadenante
Magnitud	
Intensidad Sísmica	Sismos – interacción entre placas
Profundidad Hipocentral	

Parámetro de evaluación del fenómeno

a) Magnitud

Tabla 10

Relación de parámetro Magnitud

Mw	Mayor a 8	De 6 a 7,9	De 4,5 a 5,9	De 3,5 a 4,4	Menor a 3,4
Mayor de 8	1,000	3,000	4,000	6,000	8,000
De 6 a 7,9 - Sismo mayor	0,333	1,000	2,000	3,000	6,000
De 4,5 a 5,9	0,250	0,500	1,000	2,00	3,00
De 3,5 a 4,4	0,167	0,333	0,500	1,000	2,00
Menor a 3,4	0,125	0,167	0,333	0,500	1,000
Suma	1,875	5,000	7,833	12,500	20,000
1/Suma	0,533	0,200	0,128	0,080	0,050

Tabla 11

Sistema de normalización del factor Magnitud

Mw	Mayor a 8	De 6,0 a 7,9	De 4,5 a 5,9	De 3,5 a 4,4	Menor a 3,4	Vector de priorización
Mayor de 8	0,533	0,600	0,511	0,480	0,400	0,505
De 6 a 7,9	0,178	0,200	0,255	0,240	0,300	0,235
De 4,5 a 5,9	0,133	0,100	0,128	0,160	0,150	0,134
De 3,5 a 4,4	0,089	0,067	0,064	0,080	0,100	0,080
Menor a 3,4	0,067	0,033	0,043	0,040	0,050	0,047

Tabla 12*Cálculo de Vector Suma Ponderada del factor Magnitud*

Magnitud (Mw)	Mayor a 8	De 6,0 a 7,9	De 4,5 a 5,9	De 3,5 a 4,4	Menor a 3,4	Vector Suma Ponderada
Mayor de 8	0,505	0,704	0,537	0,479	0,372	2,597
De 6 a 7,9	0,168	0,235	0,268	0,240	0,279	1,190
De 4,5 a 5,9	0,126	0,117	0,134	0,160	0,140	= 0,677
De 3,5 a 4,4	0,084	0,078	0,067	0,080	0,093	0,402
Menor a 3,4	0,063	0,039	0,045	0,040	0,047	0,233

Tabla 13*Determinación del máximo autovalor (n_{max}) del parámetro Magnitud*

Vector Suma Ponderada	Vector de priorización (Ponderación)	n_{max}
2,597	0,505	5,144
1,190	0,235	5,072
0,677	÷ 0,134	= 5,045
0,402	0,080	5,037
0,233	0,047	5,018
	Suma	25,317
	Promedio	5,063

$$IC = \frac{5,063 - 5}{5 - 1} = 0,016$$

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0,016}{1,115} = 0,014, \text{ siendo } IA = 1,115$$

Nota. El valor del coeficiente debe ser menor a 0,1 – indicando parámetros adecuados en la comparación de variables.

b) Profundidad Hipocentral

Tabla 14

Sistema de normalización de la variable Prof. Hipocentral

Prof. Hipocentral	< de 70 km	70 a 145 km	146 a 220 km	221 a 300 km	> de 300 km	Vector de priorización
Menores a 70 km	0,490	0,500	0,516	0,480	0,381	0,473
De 70 a 145 km	0,245	0,250	0,258	0,240	0,286	0,256
De 146 a 220 km	0,122	0,125	0,129	0,160	0,190	0,145
De 221 a 300 km	0,082	0,083	0,065	0,080	0,095	0,081
Mayores de 300 km	0,061	0,042	0,032	0,040	0,048	0,045

Tabla 15

Índice de consist. (IC) y relación de consist. (RC) del parámetro profundidad hipocentral

I.C.	0,011
R.C.	0,010

c) Intensidad Sísmica

Tabla 16*Sistema de normalización de intensidad*

Intensidad	Entre XI y XII	Entre IX y X	Entre VI, VII y VIII	Entre III, IV y V	Entre I y II	Vector de priorización (Ponderación)
Entre XI y XII. Ondas sísmicas se observan en el suelo, grandes rocas cayendo por taludes	0,478	0,500	0,516	0,435	0,350	0,456
Entre IX y X. El suelo resulta considerablemente fracturado. Agrietamiento de fallas.	0,239	0,250	0,258	0,261	0,300	0,262
Entre VI, VII Y VIII. Perceptible por todos. Daños ligeros en estructuras de buen diseño.	0,119	0,125	0,129	0,174	0,200	0,149
Entre III, VI y V. Notado por muchos en el interior de las viviendas, árboles y postes se balancean. Caída de escombros entre pequeño y mediano tamaño.	0,096	0,083	0,065	0,087	0,100	0,085
Entre I y II. Casi nadie lo siento y/o perceptibles por unas cuantas personas	0,068	0,042	0,032	0,043	0,050	0,047

Tabla 17*I.C. y R.C. del parámetro intensidad sísmica*

I.C.	0,015
R.C.	0,014

Susceptibilidad del territorio

La susceptibilidad indica la posibilidad que ocurra un evento en un lugar específico.

Tabla 18*Variables de susceptibilidad*

Factor Desencadenante	Factores condicionantes
	Pendiente
Momento sísmico	Geomorfología
	Geología

Factor Desencadenante: Momento Sísmico**Tabla 19***Parámetro Momento Sísmico*

Factor Desencadenante	V.P.
Momento sísmico	1,00

Factor Condicionantes

Se consideró 3 componentes condicionantes para generar los pesos ponderados de los parámetros: geotécnica, pendientes y unidades o estratos geomorfológicas.

Tabla 20

Matriz comparativa del factor Condicionante

Parámetros	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.000	2.000	7.000
Geomorfología	0.500	1.000	8.000
Geología	0.143	0.125	1.000
Suma	1.643	3.125	16.000
1/Suma	0.609	0.320	0.063

Tabla 21

Normalización del factor condicionante

Parámetros	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector de priorización (Ponderación)
Pendiente	1,000	2,000	7,000	0,562
Geomorfología	0,500	1,000	8,000	0,375
Geología	0,143	0,125	1,000	0,063

Tabla 22*I.C. y R.C. de los fact. condicionantes*

IC	0,033
RC	0,071

a) Pendiente

Tabla 23*Normalización del parámetro pendiente*

Pendiente	> a 45°	> 25° ≤ 35°	> 15° ≤ 25°	> 5° ≤ 15°	≤ a 5°	Vector de priorización (Ponderación)
> a 45°	0,537	0,613	0,522	0,453	0,333	0,492
> 25° ≤ 35°	0,179	0,204	0,261	0,302	0,259	0,241
> 15° ≤ 25°	0,134	0,102	0,130	0,151	0,222	0,148
> 5° ≤ 15°	0,090	0,051	0,065	0,075	0,148	0,086
≤ a 5°	0,060	0,029	0,022	0,019	0,037	0,033

- > a 45° Pendiente muy escarpada
- > 25° ≤ 35° Pendiente muy fuerte
- > 15° ≤ 25° Pendiente fuerte
- > 5° ≤ 15° Pendiente moderada
- ≤ a 5° Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave

Tabla 24*I.C. y R.C. de pendiente*

IC	0,046
RC	0,041

b) Unid. Geomorfológicas

Tabla 25*Matriz de normalización de la variable Geomorfológica*

Unidades Geomorfológicas	Depósitos antrópicos (D-a), Ladera en roca sedimentaria (La-rs)	Colina o lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial con intervención antrópica (P-at-ant)	Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at), vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	Llanura o planicie aluvial	Vector de priorización (Ponderación)
Depósitos antrópicos (D-a), Ladera en roca sedimentaria (La-rs)	0.524	0.638	0.466	0.345	0.381	0.471
Colina o lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	0.175	0.213	0.350	0.345	0.286	0.273
Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial con intervención antrópica (P-at-ant)	0.131	0.071	0.117	0.207	0.190	0.143
Vertiente o piedemonte aluvio – torrencial (P-at), vertiente o piedemonte aluvial (V-al)	0.105	0.043	0.039	0.069	0.095	0.070
Llanura o planicie aluvial	0.066	0.035	0.039	0.034	0.048	0.042

Tabla 26*I.C. y R.C. del parámetro pendiente de la variable Unid. Geomorfológicas*

IC	0,052
RC	0,047

c) Unid. Geológicas

Tabla 27*Normalización del parámetro Unidades Geológicas*

Und. Geológica	Formación Pamplona	Depósito aluvial	Depósito aluvial antiguo	Depósitos aluviales – fluviales	Formación Atocongo	Vector de priorización (Ponderación)
Formación Pamplona (Ki-pa)	0,537	0,613	0,522	0,453	0,333	0,492
Depósito aluvial (Qh-al)	0,179	0,204	0,261	0,302	0,259	0,241
Depósito aluvial antiguo (Qp-al)	0,134	0,102	0,130	0,151	0,222	0,148
Depósitos aluviales – fluviales (Q-alf)	0,090	0,051	0,065	0,075	0,148	0,086
Formación Atocongo (Ki-at)	0,060	0,029	0,022	0,019	0,037	0,033

Tabla 28*I.C. y R.C. de la variable Unidades Geológicas*

IC	0,046
RC	0,042

Ponderado de parámetros de evaluación**Tabla 29***Ponderación de las variables de evaluación*

Magnitud		Profundidad		Intensidad		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
	0,505		0,473		0,456	0,491
	0,235		0,256		0,262	0,243
0,623	0,134	0,239	0,145	0,137	0,149	0,139
	0,080		0,081		0,086	0,081
	0,047		0,045		0,047	0,046

Ponderado de parámetros de susceptibilidad

Tabla 30

Ponderación de las variables de susceptibilidad

Factor condicionante						Factor desencadenante		
Pendiente		Geomorfología		Geología		Valor	Movimiento Sísmico	
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor		Parámetro	Descriptor
	0,492		0,471		0,494	0,484		
	0,241		0,273		0,246	0,254		
0,562	0,148	0,375	0,143	0,063	0,157	0,147	1	1,000
	0,086		0,070		0,068	0,079		
	0,033		0,042		0,034	0,037		

Tabla 31

Cálculo de niveles de peligrosidad

Variables de evaluación		Susceptibilidad		Valor
Peso	Valor	Peso	Valor	
	0,492		0,484	0,486
	0,243	0,7	0,254	0,251
0,3	0,139		0,147	0,144
	0,081		0,078	0,079
	0,046		0,037	0,040

Tabla 32*Rango de peligrosidad*

Nivel	Rango		
Muy Alto	0,251	$\leq P \leq$	0,486
Alto	0,144	$\leq P <$	0,251
Medio	0,079	$\leq P <$	0,144
Bajo	0,040	$\leq P <$	0,079

Tabla 33*Estratificación del peligro*

Nivel	Descripción	Rango
MUY ALTO	<p>Generado por la interacción de placas tectónicas medido por el movimiento sísmico. Con magnitud mayor a 8,0. intensidad entre XI y XII. Microzonificación sísmica correspondiente a Zona V, pendiente $> 35^\circ$, con geomorfología de terreno abrupta y escarpada con gran fracturamiento.</p>	$0,251 \leq P \leq 0,486$
ALTO	<p>Generado por interacción de placas tectónicas medido por el momento sísmico. Con magnitud mayor a 8,0. Con intensidad entre IX y X. Microzonificación sísmica correspondiente a Zona IV, pendiente $> 25^\circ - \leq 35^\circ$ (quebrada), con geomorfología de relieve suave con fracturamiento considerable.</p>	$0,144 \leq P < 0,251$
MEDIO	<p>Generado por interacción de placas tectónicas medido por el momento sísmico. Con magnitud mayor a 8,0. Con intensidad entre VI, VII y VIII. Microzonificación sísmica correspondiente a Zona IV, suelos finos y suelos arcillosos de consistencia media rígida. Pendiente $> 15^\circ - \leq 25^\circ$ (moderadamente inclinada), con</p>	$0,079 \leq P < 0,144$

geomorfología conformada por colina o lomada en roca sedimentaria con leve fracturamiento. Vertiente con intervención antrópica con presencia de vegetación.

BAJO Generado por interacción de placas tectónicas medido por el momento sísmico. Con magnitud mayor a 8,0. Con intensidad entre I y II. Microzonificación sísmica en zona I y II. Pendiente $\leq 5^\circ$ (plano casi a nivel) y/o $> 5^\circ - \leq 15^\circ$ (ligeramente inclinada), con $0,040 \leq P < 0,079$

geomorfología conformada por colina o lomada en roca sedimentaria y vertiente aluvio-torrencial

Análisis de Vulnerabilidad

Para calcular la vulnerabilidad se evalúa las dimensiones sociales y económicas según los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia.

a) Análisis de los parámetros de la dimensión social

Tabla 34

Parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de Dimensión Social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cantidad de habitantes en la vivienda	Grupo etario Servicios Básicos Tenencia de propiedad	Tipo de seguro Capacitación de algún miembro de la familia en tema de GRD Postura frente al riesgo

Evaluación de exposición en la dimensión social

Tabla 35

Comparación de pares del parámetro cantidad de habitantes en el hogar

Cantidad de habitantes en la vivienda	Mayor a 12 personas	De 9 a 11 personas	De 6 a 8 personas	De 2 a 5 personas	1 persona
Mayor a 12 personas	1,000	2,000	3,000	4,000	9,000
De 9 a 11 personas	0,500	1,000	3,000	4,000	6,000
De 6 a 8 personas	0,333	0,333	1,000	3,000	4,000
De 2 a 5 personas	0,250	0,250	0,333	1,000	2,000
1 persona	0,111	0,167	0,250	0,500	1,000
Suma	2,191	3,750	7,583	12,500	22,000
1/suma	0,456	0,267	0,132	0,080	0,045

Tabla 36

Normalización de variable cantidad de habitantes en viviendas (parámetro de exposición social)

Cantidad de habitantes en la vivienda	Mayor a 12 personas	De 9 a 11 personas	De 6 a 8 personas	De 2 a 5 personas	1 persona	Vector de priorización (ponderación)
Mayor a 12 personas	1,000	2,000	3,000	4,000	9,000	0,423
De 9 a 11 personas	0,500	1,000	3,000	4,000	6,000	0,297
De 6 a 8 personas	0,333	0,333	1,000	3,000	4,000	0,190
De 2 a 5 personas	0,250	0,250	0,333	1,000	2,000	0,079
1 persona	0,111	0,167	0,250	0,500	1,000	0,043

Tabla 37

IC y RC de la cantidad de habitantes en la vivienda (parámetro de exposición social)

IC	0,033
RC	0,029

Evaluación de fragilidad en la dimensión social

Consideramos 3 índices: grupo etario, servicio básicos tenencia de la propiedad. Se realiza la evaluación de los parámetros del fact. fragilidad de esta dimensión.

Tabla 38

Relación de los parámetros de fragilidad social

Fragilidad Social	Grupo etario	Servicios básicos	Tenencia de la propiedad
Grupo etario	1,000	3,000	8,000
Servicios básicos	0,333	1,000	3,000
Tenencia de la propiedad	0,125	0,333	1,000
Suma	1,458	4,333	12,000
1/suma	0,686	0,231	0,083

Tabla 39*Normalización del parámetro de fragilidad social*

Fragilidad Social	Grupo etario	Servicios básicos	Tenencia de la propiedad	Vector de priorización (ponderación)
Grupo etario	0,686	0,692	0,667	0,682
Servicios básicos	0,229	0,231	0,250	0,236
Tenencia de la propiedad	0,086	0,077	0,083	0,082

Tabla 40*I.C. y R.C. del parámetro de fragilidad social*

I.C.	0,001
R.C.	0,001

Evaluación de la resiliencia en la dimensión social

Se considera 3 criterios: tipo de seguro, capacitación en GRD de algún integrante de la familia y la actitud frente al riesgo.

Tabla 41*Comparación de pares en resiliencia social*

Resiliencia social	Tipo de seguro	Capacitación en GRD	Actitud frente al riesgo
Tipo de seguro	1,000	2,000	9,000
Capacitación en GRD	0,500	1,000	3,000
Postura frente al riesgo	0,111	0,333	1,000
Suma	1,611	3,333	13,000
1/Suma	0,621	0,300	0,077

Tabla 42*Normalización de parámetros de resiliencia social*

Fragilidad Social	Tipo de seguro	Capacitación en GRD	Postura frente al riesgo	Vector de priorización (ponderación)
Tipo de seguro	0,621	0,600	0,692	0,638
Capacitación en GRD	0,310	0,300	0,231	0,280
Postura frente al riesgo	0,069	0,100	0,077	0,082

Tabla 43*I.C. y R.C. del parámetro de resiliencia social*

I.C.	0,009
R.C.	0,0017

Evaluación de los parámetros de la dimensión social

Tabla 44

Relación comparativa de la dimensión social

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,000	2,000	4,000
Fragilidad	0,500	1,000	2,000
Resiliencia	0,250	0,500	1,000
Suma	1,750	3,500	7,000
1/Suma	0,571	0,286	0,143

Tabla 45

Normalización de la dimensión social

Dimensión Social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de priorización (ponderación)
Exposición	1,000	2,000	4,000	0,571
Fragilidad	0,500	1,000	2,000	0,286
Resiliencia	0,250	0,500	1,000	0,143

Tabla 46

I.C. y R.C. de la dimensión social

I.C.	0,000
R.C.	0,000

b) Análisis de los parámetros en la dimensión económica

Tabla 47

Parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de Dimensión Económica

Exposición		Fragilidad	Resiliencia
Cercanía de vivienda a zonas afectadas	Material de construcción predominante en edificación Material de construcción predominante en techos	Estado de conservación	Ingreso promedio familiar Ocupación laboral Tipo de seguro

Evaluación de la exposición en la dimensión económica

Tabla 48

Comparación de pares del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas (exposición)

Cercanía de vivienda a zona afectada	Mediamente cerca				
	Muy cerca	Cerca	Alejada	Muy Alejada	
Muy cerca	1,000	3,000	5,000	7,000	8,000
Cerca	0,333	1,000	3,000	7,000	8,000
Mediamente cerca	0,200	0,333	1,000	5,000	4,000
Alejada	0,143	0,143	0,200	1,000	2,000
Muy Alejada	0,125	0,125	0,250	0,500	1,000
Suma	1,801	4,601	9,450	20,500	23,000
1/Suma	0,555	0,217	0,106	0,049	0,043

Tabla 49*Normalización del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas*

Cercanía de vivienda a zona afectada	Muy cerca	Cerca	Mediamente cerca	Alejada	Muy Alejada	Vector de Priorización
Muy cerca	1,000	3,000	5,000	7,000	8,000	0,485
Cerca	0,333	1,000	3,000	7,000	8,000	0,282
Mediamente cerca	0,200	0,333	1,000	5,000	4,000	0,141
Alejada	0,143	0,143	0,200	1,000	2,000	0,053
Muy Alejada	0,125	0,125	0,250	0,500	1,000	0,038

Tabla 50*I.C. y R.C. del parámetro cercanía de viviendas a zonas afectadas*

I.C.	0,078
R.C.	0,070

Determinación de fragilidad en la dimensión económica

Se considera 3 criterios: material de construcción que predomina en la edificación, material de construcción que predomina en los techos y estado de conservación. Se realiza la evaluación de los índices del fact. fragilidad de esta dimensión.

Tabla 51*Comparación de los criterios de fragilidad social*

Fragilidad económica	Material de construcción predominante en la edificación	Material de construcción predominante en techos	Estado de conservación
Material de construcción predominante en edificaciones	1,000	2,000	8,000
Material de construcción predominante en techos	0,500	1,000	3,000
Estado de conservación	0,125	0,333	1,000
Suma	0,624	3,333	12,000
1/Suma	0,615	0,300	0,083

Tabla 52*Normalización del parámetro de fragilidad social*

Fragilidad económica	Material de construcción predominante en la edificación	Material de construcción predominante en techos	Estado de conservación	Vector de priorización (ponderación)
Material de construcción predominante en edificaciones	1,000	2,000	8,000	0,627
Material de construcción predominante en techos	0,500	1,000	3,000	0,286
Estado de conservación	0,125	0,333	1,000	0,087

Tabla 53*I.C. y R.C. del parámetro de fragilidad social*

I.C.	0,005
R.C.	0,000

Análisis de resiliencia en la dimensión económica

Se considera 3 parámetros: Ingreso promedio familiar, ocupación laboral y tipo de seguro.

Tabla 54*Comparación de los parámetros de resiliencia económica*

Fragilidad Social	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de seguro
Ingreso promedio familiar	1,000	3,000	6,000
Ocupación laboral	0,333	1,000	3,000
Tipo de seguro	0,167	0,333	1,000
Suma	1,500	4,333	10,000
1/Suma	0,667	0,231	0,100

Tabla 55*Matriz de normalización del parámetro de resiliencia económica*

Fragilidad Social	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de seguro	Vector de priorización (ponderación)
Ingreso promedio familiar	0,667	0,692	0,600	0,653
Ocupación laboral	0,222	0,231	0,300	0,251
Tipo de seguro	0,111	0,077	0,100	0,096

Tabla 56*I.C. y R.C. del parámetro de resiliencia económica*

I.C.	0,009
R.C.	0,017

Análisis de los parámetros de la dimensión económica**Tabla 57***Matriz de comparación de pares de dimensión económica*

Resiliencia económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1,000	3,000	8,000
Fragilidad	0,333	1,000	3,000
Resiliencia	0,125	0,333	1,000
Suma	1,458	4,333	12,000
1/suma	0,686	0,231	0,083

Tabla 58*Matriz de normalización de dimensión económica*

Resiliencia económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector de priorización (ponderación)
Exposición	1,000	3,000	8,000	0,682
Fragilidad	0,333	1,000	3,000	0,236
Resiliencia	0,125	0,333	1,000	0,082

Tabla 59*I.C. y R.C. del parámetro de la dimensión económica*

I.C.	0,001
R.C.	0,001

Nivel de Vulnerabilidad

Se generan los rangos de vulnerabilidad empleando los índices evaluados mediante las dimensiones sociales y económicas.

Tabla 60*Niveles de vulnerabilidad*

Nivel	<	RANGO	≤
Muy Alta	0,287	V	0,447
Alta	0,153	V	0,287
Media	0,071	V	0,153
Baja	0,043	V	0,071

Tabla 61*Estratificación de vulnerabilidad*

Nivel	Descripción	Rango
MUY ALTO	Cantidad de personas que viven en la vivienda: Más de 12. Grupo etario: desde los 0 a los 5 años y mayores de 65 años. Servicios básicos: no los hay. Propiedad: posesión. Tipo de seguro: no hay. Capacitación en materia de seguridad: no hay. Actitud hacia el riesgo: actitud fatalista y conformista. Cercanía de la vivienda a zonas afectadas: muy cerca. Material predominante de la construcción: módulos prefabricados. Los techos están en un estado muy malo, con estructuras tan dañadas que se presume que colapsarán. No hay un material predominante presente. Ingreso promedio familiar: menor que el salario mínimo. Ocupación laboral: trabajo familiar no remunerado.	$0,287 \leq P \leq 0,447$
ALTO	El número de personas que viven en la vivienda oscila entre 9 y 11, con un rango de edades de 6 a 12 años. Los servicios básicos son provisionales, la tenencia de la propiedad es posesionaria y el seguro es SIS. Alguno de los miembros de la familia cuenta con capacitación en temas de GRD mínimo hace 2 años. Se presenta una actitud escasamente previsoras frente al riesgo. La vivienda está cerca de la zona afectada. La madera es el material predominante para la construcción, mientras que la estera/plástico es el predominante para los techos. El estado de conservación malo, ya que las viviendas no reciben mantenimiento. El ingreso promedio familiar se encuentra entre 930 – 1 200 soles y la ocupación laboral es principalmente jubilado.	$0,153 \leq P < 0,287$

MEDIO	<p>Cantidad de habitantes en la vivienda es de 6 a 8. El grupo etario es de 13 a 19 años. Los servicios básicos son solo luz. La propiedad es de poseionario. El tipo de seguro es de salud. Algún miembro de la familia fue capacitado hace 1 a 2 años en temas de GRD. La actitud frente al riesgo es parcialmente previsor, asumiendo el riesgo sin implementar medidas para prevenirlo. La vivienda está medianamente cerca de la zona afectada. El material de construcción predominante de la edificación es Drywall. Los techos son de madera. El estado de la estructura es en general aceptable, con edificaciones que reciben atención ocasional; no hay signos de deterioro que pongan en peligro la estructura. El ingreso promedio familiar está entre 1 201 y 1 500 y la ocupación laboral es asalariada.</p>	$0,071 \leq P < 0,153$
BAJO	<p>La cantidad de personas que habitan en la vivienda es de entre una y cinco. El grupo etario abarca desde los 51 a 64 años, así como los 20 a 50 años. El servicio básico más común es la luz. La tenencia de la propiedad es por poseionario. Se recomienda un seguro privado o alguno similar. Se sugiere una capacitación específica de al menos tres a seis meses para algún miembro de la familia para temas de GRD. Se espera una actitud proactiva frente al riesgo por parte de todos. La vivienda se encuentra alejada o muy alejada a la zona afectada. La edificación está hecha principalmente de ladrillo, mientras que los techos se componen principalmente de planchas de calamina, eternit o concreto. Está en buen estado o muy buen estado. El ingreso promedio familiar está entre 1 501 y 1 800. La ocupación laboral más común es ser trabajador independiente o empleado público.</p>	$0,043 \leq P < 0,071$

Nivel de Riesgo

Los niveles de riesgo en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

Tabla 62

Niveles de riesgo

Nivel	<	Rango	≤
Muy Alta	0,072	V	0,216
Alta	0,022	V	0,072
Media	0,006	V	0,022
Baja	0,002	V	0,006

Tabla 63

Matriz de Riesgo del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo

Matriz del Riesgo					
PMA	0,485	0,035	0,075	0,140	0,216
PA	0,252	0,018	0,039	0,072	0,112
PM	0,145	0,010	0,022	0,042	0,065
PB	0,079	0,006	0,154	0,023	0,035
Peligro	0,002	0,072	0,154	0,287	0,444
	Vulnerabilidad	VB	VM	VA	VMA

Nota. Identificando las zonas de mayor riesgo mediante el mapa de riesgo del asentamiento humano, se propuso la implementación de elementos protectores en zonas de mayor afectación.

Diseño de Muro de contención

Se realizaron 8 diseños de muros de contención para las alturas $H = 2,40$ m; $2,90$ m; $3,20$ m; $3,40$ m; $4,00$ m; $4,50$ m; $4,90$ m y $5,40$ m.

- Calculo de muro de contención para $H=2,40$ m

Data del Suelo Base:

$\Phi = 30,5^\circ$ ángulo de fricción interna del terreno (Talud Natural)

0,5323 (ángulo radianes)

Pe suelo = 1,65 tn/m³ Peso Específico

c.p.s. = 2,46 kg/cm² Capacidad Portante

C = 0,15 tn/m² Factor de cohesión

Data del Relleno:

$\Phi = 30,5^\circ$ ángulo de fricción de Suelo

0,5323 (ángulo radianes)

$\alpha = 0,00$ No tiene Talud

Pe rell. = 1,65 tn/m³ Peso Específico

C = 0,15 tn/m² Factor de cohesión

Data del Concreto:

Pe muro = 2,00 tn/m³ Peso Específico de Pantalla

Pe Cimentación = 2,20 tn/m³ Peso Específico de Cimentación

f'c = 100 kg/cm² Resistencia de Concreto

FSV =	1,50	Factor Seguridad Volteo (1,50)
FSD =	1,25	Factor Seguridad Deslizamiento (1,25)
$f = \text{tang}(\Phi) =$	0,59	Coefficiente de Fricción

h equiv s/c Vehi o Peat

Sobrecarga (s/c o w)= 1 000 Kg/cm²

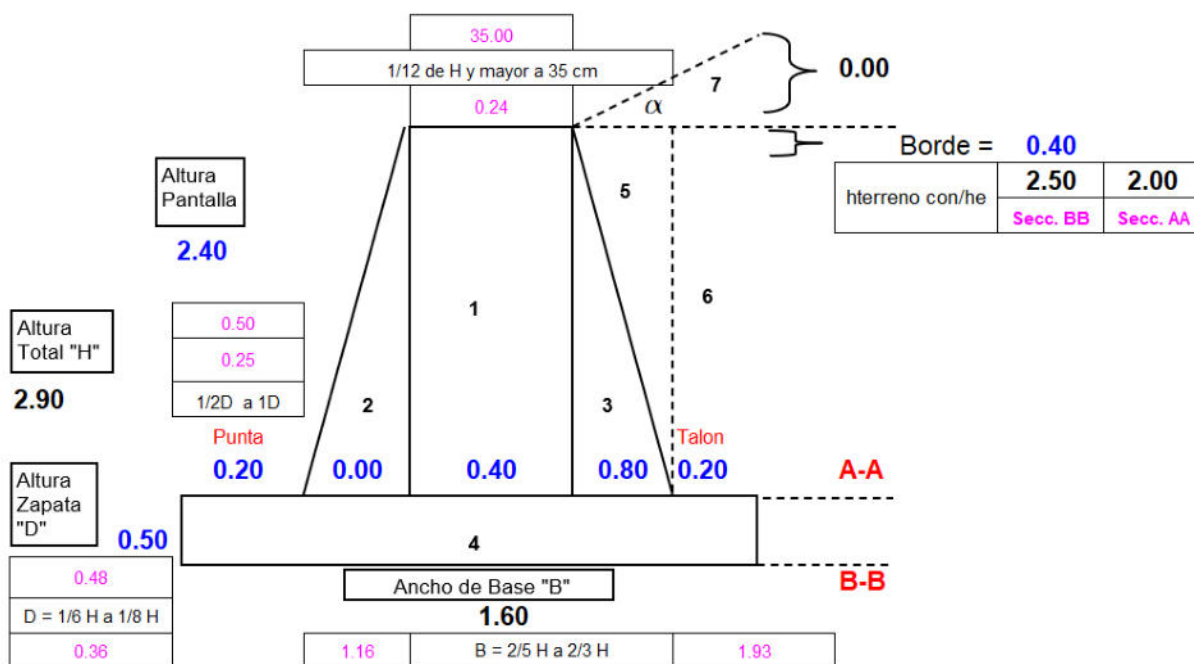
$$h' = w / P.e.\text{relleno}$$

$$h' = 0,61$$

Datos de Sobrecarga Superior:

q =	0.00	tn/m ²
a' =	0.00	m
b' =	0.00	m
D _f =	1.60	m Profundidad de Desplante

Predimensionamiento



Cálculo del Factor de Coeficiente de empuje Activo:

$$K_a = \frac{\cos(\alpha) \times \cos(\alpha) - \sqrt{\cos^2(\alpha) - \cos^2(\Phi)}}{\cos(\alpha) + \sqrt{\cos^2(\alpha) - \cos^2(\Phi)}}$$

$$K_a = 0,3267$$

Cálculo del Factor de Coeficiente de empuje Pasivo:

$$K_p = \tan^2(45 + \Phi/2)$$

$$K_p = 3,0613 \quad \text{Coeficiente de Empuje Pasivo}$$

Prof. de Grieta de Tensión:

$$z_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}} = 0,32 \text{ m.}$$

Análisis para la Sección A - A:**Determinación de Empuje Activo**

$$E_a = \frac{1}{2} \times P_e \times K_a \times (H)^2 + s/c \times H \times K_a - 2 \times C_x h \times \sqrt{K_a}$$

$$E_a = 1,388$$

Empuje Activo después de la ocurrencia de la grieta de tensión:

$$E_a = \frac{1}{2}(H-z_c) \times (\gamma H K_a - 2c\sqrt{K_a}) + s/c \times H \times K_a$$

$$E_a = 1.42 \text{ tn para sección A-A}$$

Empuje Activo con Ka' :

$$q = H \times Ka \times \gamma - 2c \times \sqrt{Ka} \quad Ka' = \frac{q}{\gamma \times H} = \frac{1,18}{4,13}$$

$$q = 1,18 \text{ tn/m}^2 \quad \frac{1,18}{4,13}$$

$$Ka' = 0,2851$$

$$Ea = \frac{1}{2} \times \gamma \times Ka \times h^2 + s/c \times H \times Ka$$

$$Ea = 1,511 \text{ tn para sección A - A}$$

$$Ea \text{ max} = 1,511 \text{ tn} \quad \text{Empuje activo máximo para sección A - A}$$

$$dh = \frac{1}{3} \times h \times \left[\frac{(h + 3 \times h')}{(h + 2 \times h')} \right]$$

$$dh = 0,79 \text{ m}$$

$$Ev = Ea \times \text{sen}(\text{ang.})$$

$$Ev = 0,000 \text{ tn.}$$

$$Eh = Ea \times \text{cos}(\text{ang.})$$

$$Eh = 1,511 \text{ tn.}$$

Verificación de estabilidad A-A:				Coefic.	Pesos	Brazo de	Momento
Base	Altura	Pe	Rectan=1	(PexBxAx		Momento de los Pesos	
			Triang=0,5	Coef)			
P1	0,40	2,40	2,00	1,00	1,920	0,20	0,384
P2	0,00	2,40	2,00	0,50	0,000	0,00	0,000
P3	0,80	2,00	2,00	0,50	1,600	0,67	1,067
P5	0,80	2,00	1,65	0,50	1,320	0,93	1,232
P7	0,80	0,00	1,65	0,50	0,000	0,93	0,000
Ev					0,000	1,20	0,000
				ΣP =	4,840	ΣM =	2,683
a) Por Volteo	ΣM / (Eh x dh)		FSV =	2,24	>	1,50	Conforme
b) Por Deslizamiento	[ΣP x Tang Φ] / E		FSD =	1,70	>	1,25	Conforme

Análisis para la Sección B - B:

Determinación de Empuje Activo

$$Ea = \frac{1}{2} \times Pe \times Ka \times (H)^2 + s/c \times H \times Ka - 2 \times C \times h \times \sqrt{Ka}$$

$$Ea = 2,07237$$

Empuje Activo después de la ocurrencia de la grieta de tensión:

$$Ea = \frac{1}{2}(H-zc) \times (\gamma H Ka - 2c\sqrt{Ka}) + s/c \times H \times Ka$$

$$Ea = 2.10 \text{ tn para sección B - B}$$

Empuje Activo con Ka':

$$q = Ka \times H \times \gamma - 2c \times \sqrt{Ka} \quad Ka' = \frac{q}{H \times \gamma} = \frac{1,18}{4,13}$$

$$q = 1,18 \text{ tn/m}^2 \quad Ka' = \frac{1,18}{4,13}$$

$$K_a' = 0,2851$$

$$E_a = \frac{1}{2} \times g \times K_a \times h^2 + s/c \times H \times K_a$$

$$E_a = 2,18278 \text{ tn. para sección B - B}$$

$$E_a \text{ max} = 2,18278 \text{ tn. Empuje activo máximo para sección B - B}$$

$$d_h = \frac{1}{3} \times h \times [(h + 3 \times h') / (h + 2 \times h')]]$$

$$d_h = 0,97 \text{ m}$$

$$E_v = E_a \times \text{sen}(\text{ang.})$$

$$E_v = 0,000 \text{ tn.}$$

$$E_h = E_a \times \text{cos}(\text{ang.})$$

$$E_h = 2,183 \text{ tn.}$$

Comprobación de estabilidad B-B:				Coficiente	Pesos	Brazo de	Momento
	Base	Altura	P.e.	Rectan=1	(PexBxAxCoef)	Momento	de los
				Triang=0,5			Pesos
P1	0,40	2,40	2,00	1,00	1,920	0,40	0,768

P2	0,00	2,40	2,00	0,50	0,000	0,20	0,000
P3	0,80	2,00	2,00	0,50	1,600	0,87	1,387
P4	1,60	0,50	2,20	1,00	1,760	0,80	1,408
P5	0,80	2,00	1,65	0,50	1,320	1,13	1,496
P6	0,20	2,00	1,65	1,00	0,660	1,50	0,990
P7	1,00	0,00	1,65	0,50	0,000	1,27	0,000
Ev					0,000	1,60	0,000
			$\Sigma P =$	7,260	$\Sigma M =$	6,049	

a) Por Volteo	$\Sigma M / (E h \times d h)$	FSV =	2,86	>	1,50	Conforme
b) Por Deslizamiento	$[\Sigma P \times \text{Tang } \Phi] / E$	FSD =	1,77	>	1,25	Conforme

Ubicación de Resultante:

$$x_o = \text{Centro de Gravedad de la Resultante Ideal}$$

$$x_o = \Sigma \text{Momentos} - (E h \times d h) / \Sigma P$$

$$x_o = 0.542 \text{ m}$$

Cálculo de Excentricidad:

Comprobación a hundimiento

$$e = B/2 - x_o < B/6$$

$$e = 0.258 < 0.267 \text{ Conforme}$$

Presiones:

$$q_1 = \Sigma P/B \times (1 + (6 \times e) / B) = 8,94 \text{ tn/m}^2$$

$$q_2 = \Sigma P/B \times (1 - (6 \times e) / B) = 0,14 \text{ tn/m}^2$$

$$0,894 < 2,46 \text{ Conforme}$$

Capacidad de Carga Ultima

Datos del Suelo de la Base:

$\Phi =$	30.5	
Peso Específico del Suelo: $P_e =$	1.65	tn/m ³
	0.00165	kg/cm ³
Profundidad de Desplante: $D_f =$	1.60	m
	160.00	cm
Ancho de Zapata: $B' =$	1.08	m
	108.00	cm
Longitud del Muro: $L =$	1.00	m
Cohesión: $C =$	0.15	tn/m ²
	0.015	kg/cm ²

Factor de Capacidad de Carga

$$N_c = (N_q - 1)/\text{tg}(\Phi) = 31,37$$

$$N_q = e^{\pi \text{tg}(\Phi)} \times \text{tg}^2(45 + \Phi/2) = 19,48$$

$$N_y = (N_q + 1) \times 2 \times \text{tg}(\Phi) = 24,13$$

Factor de Forma

$$S_c = 1 + (N_q/N_c) \times (B/L) = 1,67$$

$$S_q = 1 + (\text{tg}\Phi) \times (B/L) = 1,64$$

$$S_y = 1 - 0,4 \times (B/L) = 0,57$$

Factor de Profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \times (D/B') = 1,00$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \times \text{tg}\Phi \times (1 - \text{sen}\Phi)^2 \times (D/B') = 1,00$$

$$F_{yd} = 1,00$$

$$\psi = \arctan(Ea \cos \alpha / \sum P) = 16,71$$

Factor de inclinación

$$F_{ci} = (1 - \psi/90)^2 = 0,66$$

$$F_{qi} = (1 - \psi/90)^2 = 0,66$$

$$F_{yi} = (1 - \psi/\Phi)^2 = 0,20$$

$$q_{ult} = 1/2 P.e. B' N_y F_{yd} F_{yi} + c N_c F_{cd} F_{ci} + P.e. D_f N_q F_{qd} F_{qi} +$$

$$q_{ult} = 6,36 \text{ kg/cm}^2 = 63,64 \text{ tn/m}^2 \quad \text{Capacidad Ultima}$$

$$q_{ult} / q_{punta} \text{ FSV} = 7,122 > \text{F.S.} = 3,00 \quad \text{Conforme}$$

$$q_{adm} = 2,12 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Capacidad Admisible}$$

Cálculo de Asentamientos:

$$q_s = 4,54 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Esfuerzo Transmitido } \sum P / (B \times L)$$

$$\mu \text{ (Poisson)} = 0,30 \quad \text{Relación de Poisson}$$

$$I_w = 100,00 \text{ cm/cm} \quad \text{Factor de Influencia}$$

$$B = 1,08 \text{ m} \quad \text{Ancho de la Cimentación}$$

$$E_s = 1\,000,00 \text{ tn/m}^2 \quad \text{Módulo de Elasticidad}$$

$$100,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$As = \frac{q_s \times B \times (1-\mu^2) \times I_w}{E_s} = 0,45 \text{ cm} < 2,54 \text{ Conforme}$$

A su vez, este proceso se realiza para con los muros con altura = 2,90 m; 3,20 m; 3,40 m; 4,00 m; 4,50 m; 4,90 m y 5,40 m.

5.3. Factibilidad Técnica – Operativa

Factibilidad Técnica

El proyecto se encuentra localizado en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo – Sector 10 del distrito de Carabayllo.

Tabla 64*Localización del Proyecto*

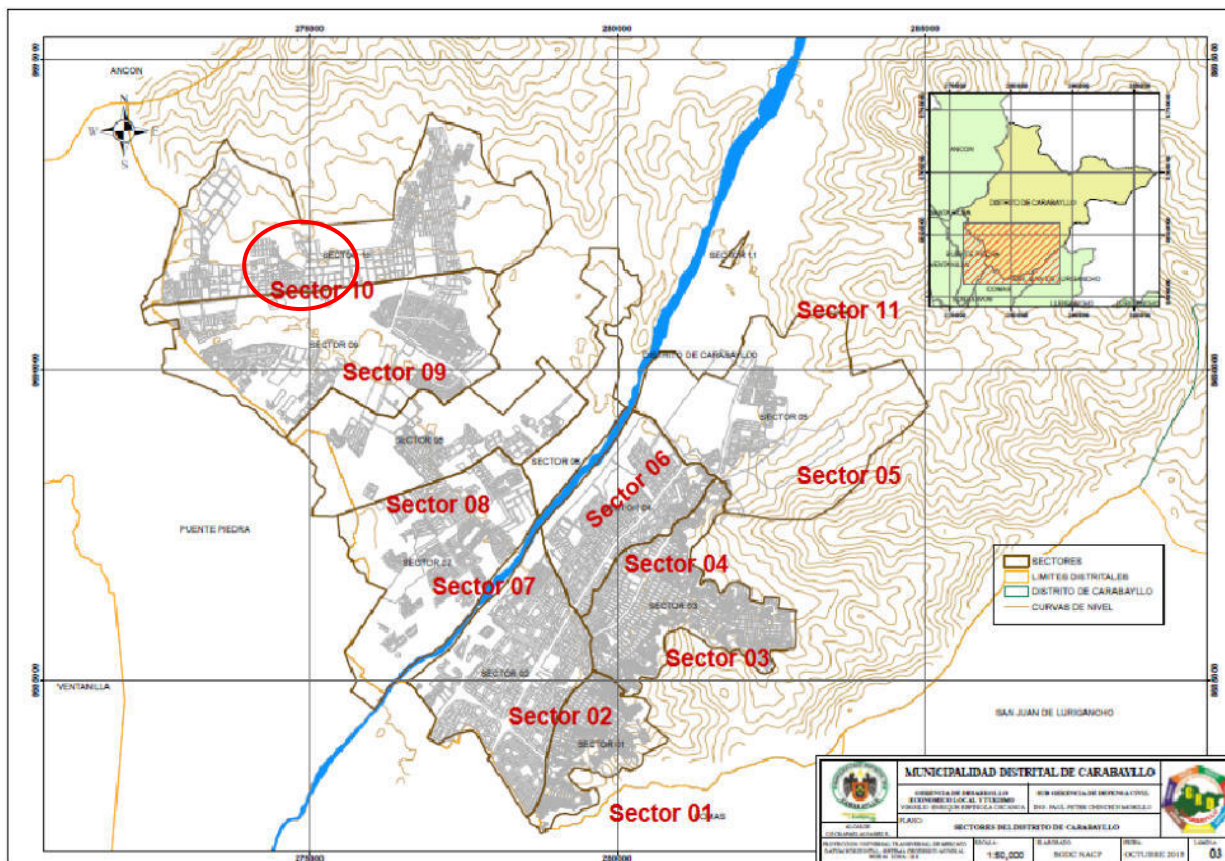
Localización del Proyecto	
Departamento/Región	Lima
Provincia	Lima
Distrito	Carabayllo
Localización	Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo – Sector 10
Región Natural	Costa
Coordenadas Geográficas	Latitud: 11° 49' 29.55'' Longitud: 77° 4' 12.96''
Altitud	350 – 378 m s.n.m.
Código de Ubigeo	150106

Limites: El Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo limita con:

- Por el Norte: Con el Cementerio Lomas de Carabayllo
- Por el Sur: Con Ampliación Juan Pablo II, Agrupación Familiar de Vivienda Bella Vista de Carabayllo
- Por el Este: Con el Cementerio Lomas de Carabayllo
- Por el Oeste: Con el Asentamiento Humano Nueva Jerusalén II y Ampliación Asentamiento Humano Nueva Jerusalén II

Figura 10

Mapa de sectorización del distrito de Carabayllo



Nota. Imagen obtenida de la Subgerencia de GRD de la Municipalidad de Carabayllo.

Características del Entorno

En esta sección se identifica que existen taludes a las viviendas aledañas que exponen al peligro a la población, así como accesos inadecuados las zonas altas comprendidas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo – Sector 10 del Distrito de Carabayllo, son vías en estado de terreno natural que requieren intervención debido a sus condiciones y estado inadecuado, se detalla más características:

- Rutas de Acceso:

Para tener acceso al área de estudio del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, se debe tomar la Av. Santa María hasta llegar a la base de serenazgo de Lomas, llegando ese punto gira a la izquierda y avanzar con dirección oeste por la Av. Lomas de Carabayllo hasta el cruce con la Av. Nueva Jerusalén, vía que llega hasta el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

- Características del entorno Social:

Se describen a continuación las características sociales del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo de acuerdo a la información proporcionada por los pobladores.

Población

Según el Censo Nacional poblacional y de vivienda del año 2017, elaborado por el INEI, y el trabajo realizado por el estudio de informe de EVAR por movimiento de masa, donde realizan encuestas al Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, de los cuales se extrae información de las zonas de intervención.

En el área de estudio que corresponde al Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo que presenta un número poblacional de 691 habitantes que participaron, según datos recogidos en campo. A continuación, los cuadros sobre características y de la población según sexo y por grupo etario:

Tabla 65

Cantidad de población y viviendas del Asentamiento Humano

Descripción	N° de Viviendas	N° de Población
Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo	172	691
Total de Población	172	691

Por lo que se estima contar con 172 viviendas, según encuesta se determina una población de 691 habitantes que se encuentran aledañas a las vías locales. Asimismo, se ha considerado una tasa de crecimiento poblacional de 4,55 %, tasa que ha sido calculada con la data de la población distrital del censo poblacional 2007 y 2017.

Tabla 66

Tasa de crecimiento poblacional de Asentamiento Humano

Año	2007	2017	Tasa de crecimiento poblacional
Población	213 386	333 0445	4,55 %

Nota. Información obtenida del INEI.

Vivienda

El Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo del distrito de Carabayllo que, según la información levantada en trabajo de campo, en total cuenta con 172 lotes. A continuación, se detalla las condiciones de vivienda identificadas, el estado de conservación y la elevación de las edificaciones del área de estudio.

Las condiciones de las viviendas del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo presentan como materiales de construcción predominante madera (36,6 %); el 62,2 % de las viviendas identificadas en campo están en estado regular de conservación.

Tabla 67*Material de construcción predominante de las edificaciones*

Material de construcción predominante de las edificaciones	Viviendas	%
Concreto Armado	31	18,0
Ladrillo	42	24,4
Drywall	3	1,7
Madera	63	36,6
Módulo prefabricado	33	19,2
Total de Viviendas	172	100,00

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.**Tabla 68***Estado de conservación de las edificaciones*

Estado de conservación de las edificaciones	Viviendas	%
Muy malo	5	1
Bueno	37	7,4
Regular	107	65,0
Malo	22	19,0
Muy Malo	1	7,5
Total de Viviendas	172	100,00

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.

En el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, las viviendas tienen instalaciones de servicios de luz, agua y desagüe, también se han identificado que más del 50 % de las viviendas cuentan con instalaciones de gas natural.

Tabla 69*Hogares que cuentan con Servicios Básicos*

Servicios Básicos	Cantidad	%
Agua, luz y desagüe	172	100
Total de Viviendas	172	100,00

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.**Educación**

En el área se encontró con una I. E. de nivel de Estimulación Temprana denominado “Piet”, sin embargo, en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo hay colegios cercanos donde la población escolar acude a estudiar. El 52,3 % de la población a la cual se les realizó las encuestas, cuentan con nivel de estudios secundarios, seguido por nivel de estudios primarios (30,8 %).

Tabla 70*Nivel Educativo de los pobladores del Asentamiento Humano*

Nivel Educativo	Cantidad	%
Superior Universitario	3	1,7
Técnico (Superior no universitario)	13	7,6
Secundaria	90	52,3
Primaria	53	30,8
Ningún Nivel y/o inicial	13	7,6
Total	172	100,0

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.

Salud

En el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo no cuenta con centros de salud, solo se ha identificado con un puesto de salud a unas cuadras del asentamiento identificado como Juan Pablo II. Para casos de mayor complejidad los derivan al Hospital Carlos Lanfranco La Hoz (ubicado en Puente Piedra), también al Hospital Sergio Bernales en Collique, ubicado en el distrito vecino de Comas. El 56,98 % de la población encuestada cuenta con SIS como seguro de salud.

Tabla 71

Seguro de Salud de los pobladores del Asentamiento Humano

Tipo de Seguro de Salud	Cantidad	%
Seguro Privado y/u otro	2	1,16
Essalud	28	16,28
SIS	98	56,98
No tiene	44	25,58
Total	172	100,0

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.

Actividades Económicas

El 58,8 % de la población del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo tiene como ocupación principal ser trabajadores independientes, dedicándose al comercio por menor y transporte; mientras que el 11,8 % de la población son asalariados dedicándose a realizar trabajos

en construcción, en fabricación y otros; recibiendo un sueldo fijo. La población faltante se dedica a otras actividades.

Tabla 72

Actividad económica de la población

Ocupación Principal (Jefe del Hogar)	Cantidad	%
Asalariado	24	13,95
Empleado Público	18	10,47
Independiente	103	59,9
Jubilado	4	59,88
Trabajador familiar no remunerado	23	2,33
Total	172	100,0

Nota. Información obtenida del trabajo de campo.

Situación Actual

El proyecto prioriza su intervención mediante el informe de EVAR de la Subgerencia de GRD, informe donde se detalla el nivel de riesgo (Alto - MuyAlto).

De acuerdo a las recomendaciones proporcionadas por el EVAR, le corresponde a la Municipalidad de Carabayllo gestionar y/asesorar; se deben desarrollar actividades de aplicación inmediata y de gran prioridad para el manejo de riesgo.

Partiendo de la situación actual, en donde la población no cuenta con servicios de muro de protección y escaleras para el tránsito peatonal en las zonas altas, de calles, pasajes de las vías, así como dar seguridad a las viviendas. Las vías que se encuentran en terreno natural con

desniveles y muchas partículas de tierra que afecta a las viviendas alrededor de las vías. Estas rutas de acceso carentes de servicios de protección son las Calles 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9 y escaleras del Pasaje 2, Calle 2 del Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, Sector 10, Distrito de Carabayllo, Departamento de Lima, Provincia de Lima.

5.4. Cuadro de inversión

En este punto se define el monto para la construcción de este elemento de protección, el mismo que será el mínimo posible debido al tipo de muro de propuesto y a la optimización de las dimensiones del elemento.

Tabla 73

Cuadro de Costos para la elaboración del muro de contención

Ítem		Monto (S/)
Costo Directo		501 614,30
Gastos Generales	(10,00 %)	50 161,43
Utilidades	(10,00 %)	50 161,43
Sub Total		601 937,16
IGV (18,00 %)		108 348,69
Total Presupuesto		710 285,85
Supervisión De Obra		36 000,00
Expediente Técnico		20 000,00
Costo total Proyecto		766 285,85

Nota. Se realizó la memoria del costo total de la inversión, dando un plazo de ejecución de 90 días calendario. Información proporcionada por el expediente de infraestructura de contención para el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

6. Análisis de resultados

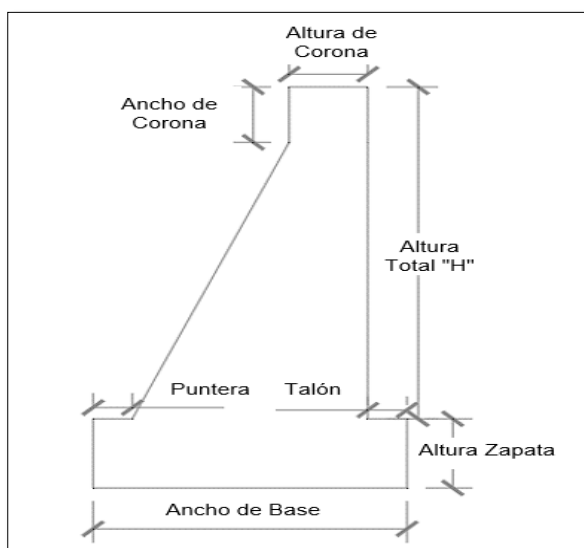
Mediante el ADR ante un movimiento de masas, se localizó viviendas con riesgo inminente en los lotes 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 de la Mz I – Ca. N° 9, lotes 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12 de la Mz K – Ca. N° 08, lotes 01, 02, 03, 04 de la Mz D – Ca. N° 6, lote 09 de la Mz. C; asimismo las áreas verdes de las manzanas L, J y D.

Se propuso la implementación de medidas de protección (muros de contención) para estas áreas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo.

Se determinó el dimensionamiento óptimo de los muros que permiten reducir el riesgo el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo. Se aplicó 8 alturas diferentes.

Figura 11

Partes del muro de contención



Nota. Se muestran los componentes o partes del muro de contención, de esta manera se identifican las dimensiones geométricas de cada uno.

Tabla 74*Dimensionamiento de los componentes*

Dimensiones del Muro de Contención	Ancho de Corona	Altura de Corona	Ancho de Zapata	Altura de Zapata	Puntera	Talón
H =2,40 m	0,40	0,40	1,60	0,50	0,20	0,20
H =2,90 m	0,40	0,40	1,90	0,50	0,20	0,20
H =3,20 m	0,40	0,40	2,10	0,50	0,20	0,20
H =3,40 m	0,40	0,40	2,30	0,60	0,20	0,20
H =3,90 m	0,40	0,40	2,60	0,70	0,20	0,20
H =4,40 m	0,40	0,40	2,90	0,70	0,20	0,20
H =4,90 m	0,40	0,40	3,20	0,70	0,20	0,20
H =5,40 m	0,40	0,40	3,50	0,70	0,20	0,20

Nota. Dimensionamiento óptimo de muros de contención con alturas de 2,40 m, = 2,90 m; 3,20 m; 3,40 m; 4,00 m; 4,50 m; 4,90 m y 5,40 m.

Al aumentar la altura, se incrementa proporcionalmente las dimensiones de la zapata para permitir una resistencia al volteo del muro de contención. Por otro lado, el ancho y largo de la corona se mantiene debido a que no se encuentra taludes sobre el nivel del muro, por lo que no se generan esfuerzos adicionales.

Para verificar las dimensiones de los muros de contención se calculó los empujes activos y pasivos, además de la ubicación en donde el muro de contención se encuentra afectado por estos. Se verificó por seguridad ante las fallas al deslizamiento y volteo en el diseño.

Se aplicaron 2 puntos de evaluación; la primera sección B-B (base de zapata); y sección A-A que se encuentra sobre la zapata y base de la pantalla del muro. Se tomó como factor de seguridad al volteo el valor de 1,50; mientras que el factor de seguridad al deslizamiento es de 1,25.

Figura 12

Ubicación de secciones analizadas

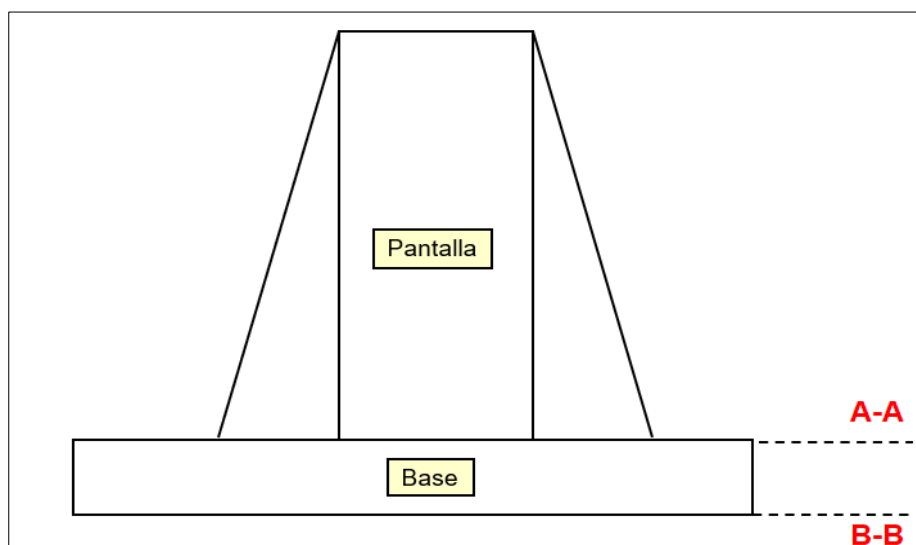


Tabla 75

Resultados de empuje activo y pasivo de los muros

H de Muros	Coefficiente Empuje activo (Ka)	Coefficiente Empuje pasivo (Kp)	Empuje activo máximo (Ea) tn	Ubicación de empuje activo (dh) m	Empuje pasivo (Ep) tn
H =2,40 m	0,3267	3,0613	2,183	0,97	7,305
H =2,90 m	0,3267	3,0613	3,044	1,14	7,305
H =3,20 m	0,3267	3,0613	3,626	1,25	7,305

H =3,40 m	0,3267	3,0613	4,256	1,35	7,305
H =3,90 m	0,3267	3,0613	5,662	1,56	7,305
H =4,40 m	0,3267	3,0613	6,982	1,73	7,305
H =4,90 m	0,3267	3,0613	8,436	1,90	7,305
H =5,40 m	0,3267	3,0613	10,025	2,07	7,305

Nota. Recopilación de los valores de empujes activos y pasivos de los muros con alturas de

2,40 m, = 2,90 m; 3,20 m; 3,40 m; 4,00 m; 4,50 m; 4,90 m y 5,40 m.

Tabla 76

Resultados de Factor de seguridad al volteo y deslizamiento

Muros de contención	En la sección A-A		En la sección B-B	
	Factos de Seguridad al Volteo	Factos de Seguridad al Deslizamiento	Factos de Seguridad al Volteo	Factos de Seguridad al Deslizamiento
H =2,40 m	2,24	1,70	2,86	4,80
H =2,90 m	2,37	1,68	2,89	3,81
H =3,20 m	2,50	1,79	2,97	3,49
H =3,40 m	2,76	1,87	3,07	3,23
H =3,90 m	2,82	1,89	2,98	2,78
H =4,40 m	2,87	1,91	3,01	2,55
H =4,90 m	2,92	1,93	3,05	2,38
H =5,40 m	2,97	1,95	3,08	2,25

Se verificó el diseño de los muros los esfuerzos o capacidad admisibles mediante el uso de la capacidad de carga última. Se calculó el asentamiento de la base, verificando que sea mejor a 2,54 cm o 1 pulg.

Tabla 77

Resultados de Capacidad de carga admisible

Muros de contención	Capacidad de carga ultima (kg/cm²)	Carga última/carga puntual (factor de seguridad > 3)	Carga admisible (kg/cm²)	Asentamiento (cm)
H =2,40 m	6,36	7,122	2,12	0,45
H =2,90 m	6,86	6,456	2,29	0,63
H =3,20 m	7,24	6,283	2,41	0,78
H =3,40 m	7,66	6,116	2,55	0,88
H =3,90 m	8,00	5,354	2,67	1,22
H =4,40 m	8,45	5,074	2,82	1,52
H =4,90 m	8,88	4,838	2,96	1,86
H =5,40 m	9,32	4,645	3,11	2,24

Nota. Recopilación de los valores de capacidad admisible y carga ultima de los muros de contención con alturas de 2,40 m, = 2,90 m; 3,20 m; 3,40 m; 4,00 m; 4,50 m; 4,90 m y 5,40 m.

6.1. Análisis Costos – Beneficio

Con respecto al beneficio no financiero, teniendo en cuenta la disponibilidad y la necesidad de elementos de protección en la zona de estudio, esta investigación lo utilizó la

metodología del cálculo geométrico más adecuado para realizar los diseños de muros de contención que permitieran reducir el riesgo ante movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo, dando protección a las viviendas aledañas a las laderas del talud. Es posible llevar a cabo este proyecto desde una perspectiva técnica, económica, social, institucional y ambiental.

En lo que respecta a la evaluación de impacto social y/o ambiental, la construcción del muro tiene el agregado de mejorar el acceso vehicular y peatonal en asentamiento humano y los centros poblados aledaños. Esta mejora permite un mejor desarrollo de la población debido a que se puede acceder a recursos de una manera mucho más fácil y práctica. Por otro lado, el transporte de productor generará un impacto social en la población debido a que permite generar nuevos negocios.

Una evaluación de los impactos en los aspectos físicos y socioeconómicos sobre los efectos adversos de la realización y puesta en marcha del proyecto ha revelado que, debido a la naturaleza del proyecto, no hay consecuencias negativas de gran importancia. No obstante, se descubrieron algunos impactos temporales para tomar precauciones.

Además, la población beneficiaria del proyecto es estimada en 890 habitantes, los mismos que están comprendidos dentro del grupo socioeconómico medio bajo.

7. Aportes más Destacables a la Institución

En lo que respecta a los aportes destacados en la cultura organizativa a la institución, se destacaron la aplicación de los valores esenciales como el respeto, responsabilidad, sinceridad, y responsabilidad en lo que respectan a las tareas asignadas por los coordinadores de las subgerencias. Se aportó en el desarrollo continuo y mejoramiento de un entorno laboral beneficioso para el desarrollo de los profesionales. Se destacó un ambiente laboral de tipo consultivo y participativo, generando confianza entre los miembros de la subgerencia, dando cabida a un mejor aprendizaje y aplicando nuevas ideas y procesos de trabajo.

Se implementó el uso de hojas Excel para la verificación la propuesta geométrica de los muros de contención. Esto fue posible gracias al programa de Excel, se organizó la información y se introdujeron las fórmulas necesarias con la finalidad de poder alimentar esta hoja de cálculo con información básica proveniente del estudio de suelos y del predimensionamiento para calcular de manera rápida los esfuerzos activos y pasivos y a su vez los factores de seguridad, verificando que estos se encuentren en el rango deseado según normativa.

Ser parte del equipo EVAR para la subgerencia de GRD, realizando el cálculo de peligro vulnerabilidad y riesgo. Además de la elaboración de mapas temáticos de riesgo, esto siendo posible gracias a la recopilación de información en campo y su respectivo procesamiento. Los mapas de riesgo permiten identificar las zonas de mayor vulnerabilidad en el área de estudio, los cuales necesitan obras de mitigación; siendo estos futuros proyectos para la entidad municipal.

8. Conclusiones

En el proyecto se elaboró el diseño de muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. Según el autor Braja (2013), el diseño adecuado de muro de contención permite transmitir las fuerzas generadas por el empuje de manera segura a la fundación. Además, Valentín (2019), menciona que el muro de contención de tipo gravedad tiene un menor costo en un 42 % con respecto a otros tipos de muro como los voladizos; aun así, su aplicación permite subsanar las necesidades para las cuales se ha generado el proyecto en cuestión. Adicional a ello, menciona que el proceso de los cálculos de dimensionamiento para los muros de tipo de gravedad se tomó como guía lo estipulado en las normas CE.020 del RNE. Por lo tanto, se concluyó que mediante el uso de muros de contención de tipo gravedad, se generaron medidas de protección ante movimientos de masa, beneficiando a los pobladores del Asentamiento Humano. Este diseño fue realizando siguiendo los parámetros de Reglamento Nacional de Edificaciones, generando un diseño adecuado y siguiendo los parámetros de seguridad mínimos.

Por otro parte el proyecto tenía la finalidad de calcular el dimensionamiento óptimo de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas en el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. Ramos (2018), comenta que para determinar las características geométricas del muro se debe conocer las designaciones de cada parte del muro: se tiene la llave en la parte inferior, en la parte superior se encuentra la corona, la puntera en la parte frontal del muro y el talón en la zona posterior. Quispe (2022), mencionó que el predimensionamiento permite estimar las dimensiones iniciales de los elementos estructurales, lo que permite que estos puedan ser analizados y verificados. Indicó la

importancia de familiarizarse con las dimensiones estándar usadas para crear una estructura de manera eficiente. El estudio describió la metodología para el cálculo y diseño de muros de contención por medio de la aplicación del mismo para las alturas de 2,40 m; 2,90 m; 3,20 m; 3,40 m; 4,00 m; 4,50 m; 4,90 m y 5,40 m; aplicando la información recopilada, ofreciéndole los procedimientos y fórmulas implementadas. Se observó un aumento proporcional del ancho y altura de la zapata con respecto al incremento de altura del muro.

La investigación verificó el dimensionamiento por seguridad ante las fallas por deslizamiento y volteó en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. Según el autor Mesa et al. (2021), la fuerza cortante resistente y la fuerza cortante movilizada se miden a lo largo de la superficie de falla para determinar el factor de seguridad. Para garantizar la estabilidad y seguridad del talud, el valor mínimo del factor de seguridad es 1,5.

Rojas (2018), indicó en su trabajo de investigación que el diseño de muro con mayor altura es más propenso al deslizamiento, teniendo su factor de seguridad casi al límite establecido. En el caso del estudio realizado, los muros con alturas 2,40 y 2,90 presentan los valores más cercanos al límite designado, con respecto a fallas al deslizamiento y volteo.

Por otro lado, la investigación verificó mediante esfuerzos admisibles el dimensionamiento en el diseño de los muros de contención para reducir el riesgo de movimiento de masas el Asentamiento Humano Jardines de Carabayllo (Sector 10) - Carabayllo, Lima 2022. Según los autores Sayago y Múnera (2011), es importante realizar una revisión para garantizar la capacidad de soporte del muro de contención. Esto implica el análisis de las cargas verticales sobre la base del muro para determinar la presión máxima y mínima ejercida sobre el suelo.

Rojas (2019), aplica la relación entre la carga última y la carga puntual para determinar la carga admisible del muro, teniendo esta un factor de seguridad mayor a 3,00. La investigación concluyó como diseño con una mayor carga admisible al muro de altura 5,40 m y de menor capacidad de carga admisible al de 2,40. Además, al calcular el asentamiento se observó que estos aumentan de manera proporcional a la altura designada.

9. Recomendaciones

Es fundamental reunir todos los datos necesarios antes de comenzar el proyecto de una estructura de contención, como la altura del muro, las propuestas de cimentación del suelo y el material que se usará para retener el muro.

Se recomienda el diseño de otros tipos de infraestructuras en la zona de estudio para determinar su comportamiento ante las fuerzas de empuje. Por otro lado, se aconseja a los que viven en la parte alta del muro que se preparen preventivamente ya que el muro de contención podría derrumbarse en cualquier momento debido a un deslizamiento.

Se recomienda solicitar el apoyo de las autoridades locales junto con los programas sociales para llevar a cabo este trabajo en otras áreas del distrito de Lima, con la finalidad de beneficiar económica y socialmente a las comunidades que lo necesitan.

Para futuras investigaciones que sigan la misma línea, se aconseja verificar el comportamiento cuando el suelo de fundación y el material de relleno tienen propiedades distintas, ya que para este estudio se seleccionó el mismo material para los dos debido a la construcción típica de la zona. Se recomienda tomar una gran cantidad de muestras de suelo para obtener los parámetros físicos con mayor exactitud, y se sugieren que las muestras sean inalteradas para obtener resultados más precisos.

Se recomienda el uso de tecnologías de vanguardia de levantamiento topográfico como drones y nubes de puntos para facilitar el análisis de terrenos difícilmente accesibles.

10. Referencias

- Abad, A. (2011). *La naturaleza en el Perú*. Instituto de Estudios Peruanos (IEP).
- American Society of Civil Engineers (2004). *Muros de contención de tipo gravedad: conceptos básicos, diseño y construcción*. ASCE Press.
- Ballón, A., y Echenique, J. (2017). *Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/621687>.
- Béaz y Echevarri (2015). *Diseño de estructuras de contención considerando interacción suelo - estructura*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Braja, D. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica - Cuarta edición* (S. Cervantes, Ed.; 4ta Edición). Ediciones OVA.
- Cardona, O. (1999). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014). Orientaciones para la implementación de la gestión prospectiva y correctiva del riesgo de desastres en los gobiernos regionales y locales.
- Cesped, I. (2022). *Zonificación de Riesgo por procesos de remoción en masa en la ciudad de Lebu*. Universidad de Concepción.
- CISMID (2013). *Estudios de Microzonificación Geotécnica Sísmica del distrito de Carabayllo y El Agustino (provincia y departamento de Lima); distrito del Cusco (provincia y departamento del Cusco) y distrito de Alto Selva Alegre (provincia y departamento de Arequipa)* (pp. 7–9). <http://www.cismid.uni.edu.pe>

- Cruden, D. (1991). *A simple definition of a landslide*. Bulletin of the International Association of Engineering Geology – April 1991.
- De León, C. (1997). *Diseño de Muros de Contención de Suelos*. [Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Espinosa, R. (2009). Revisión de consideraciones geotécnicas y estudio del diseño preliminar de zapatas aisladas en base a análisis de cargas gravitacionales del proyecto ejecutivo para el edificio CENTIA en la UDLAP. Universidad de las Américas Puebla.
- Fernández, J. (2016). Sostenimiento: *Muros de gravedad en esencia*. Revista Obras Urbanas.
- Flores, D. (2020). *Identificación de Zonas Susceptibles a Deslizamientos en el Municipio de Valle de Bravo, Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gallegos, C. (2006). *Guía multimedia para el diseño de muros a gravedad, muros en cantiliver y muros con contrafuertes* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
- Gallindo, J. (2016). *Desarrollo de hojas de cálculo para el diseño en concreto armado* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Gomez, S. (2012). *Estudio de los movimientos de masas en la ciudad de Lima, Perú*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981112000948>
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado* (2da Edición). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación: Vol. 6ta Edición* (Mc Graw Hill).
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2006). Norma E.020. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil (2001). *Manual de Estimación del Riesgo ante Movimientos en Masa en Laderas*. Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos.

López, J., López, L., y Moreno, A. (1999). *Muros de contención y de sótano*. Universidad de Castilla – La Mancha.

Lozano, O. (2008). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos*. Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES).

Mesa, M., Álvarez, J., y Chávez, J. (2020). Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 103, 1–17.
<https://doi.org/10.18867/ris.103.489>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma CE. 020. Suelos y Taludes.

<http://www.munisantamariadelmar.gob.pe/documentos/Licencia%20de%20Edificacion%202/titulo2/2/CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf>.

Núñez, I. (2020). *Comportamiento estructural y diseño del muro de contención en voladizo de concreto armado para el sostenimiento de talud, ciudad de Huancayo – 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Continental].

Paul (2021). *Tensión Admisible del Terreno: El conocimiento de los Suelos*.

<https://blog.structuralia.com/tension-admisible-terreno-conocimiento-suelos>

Quispe, W. (2022). *Evaluación del factor de seguridad en taludes para la determinación del sistema de sostenimiento, carretera Huaypo Grande – Chinchero – Urubamba, Cusco 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].

- Reyes, N. (2018). Diseño y Tipos de Muros de Contención.
<https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/muros-contencion/>.
- Rojas, Y. (2018). *Influencia de la variabilidad de los parámetros geotécnicos en el diseño de la estabilidad de un muro de contención* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de los Andes].
- Rojas, E. (2019). *Estabilización con Muros de Mampostería y su eficiencia para la protección de viviendas en el Distrito de Ate, Lima*. Universidad Peruana de los Andes.
- Suarez, J. (2019). *Análisis de grandes deslizamientos* (1era Edición). Universidad Industrial de Santander.
- Sayago y Munera (2011). *Optimización de muros de contención en voladizo, mediante algoritmos genéticos*. Universidad EAFIT.
- Terzaghi, Peck y Mesri (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (Third Edition). A Willey – Interscience Publication.
- Torres, R. (2008). *Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado* (2da Edición). Universidad de los Andes.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2020). *Análisis de Riesgos*. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Valentín, J. (2019). *Análisis técnico y económico de muros de contención para estabilizar taludes inferiores de plataformas de la carretera Canta – Huayllay, Km1+920 al Km2+000*. Universidad Cesar Vallejo.
- Varnes, D. (1978) Slope movements types and processes, Landslides analysis and control: Washington D.C, national Academy Press, Transportation Research Board Spatial report 176, p. 9-33.

Vila y Vásquez (2016). *Evaluación del riesgo originado por movimientos en masa, quebrada Thuniyoc, distritos de San Sebastián y San Jerónimo, Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Villavicencio, J. (2021). *Lima: una ciudad expuesta y vulnerable*.

<https://especial.elcomercio.pe/estemoslistos/lima-una-ciudad-expuesta-y-vulnerable/>.

Yauri, S. (2017). *Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw*. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

11. Anexos

ANEXO 01: FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA

VISTA DE LA CALLE 8



VISTA DE LA CALLE 4



Vista de la Calle 2



Viviendas con Pircas en el A.H.



Inspecciones Oculares



Interaccion con la Población



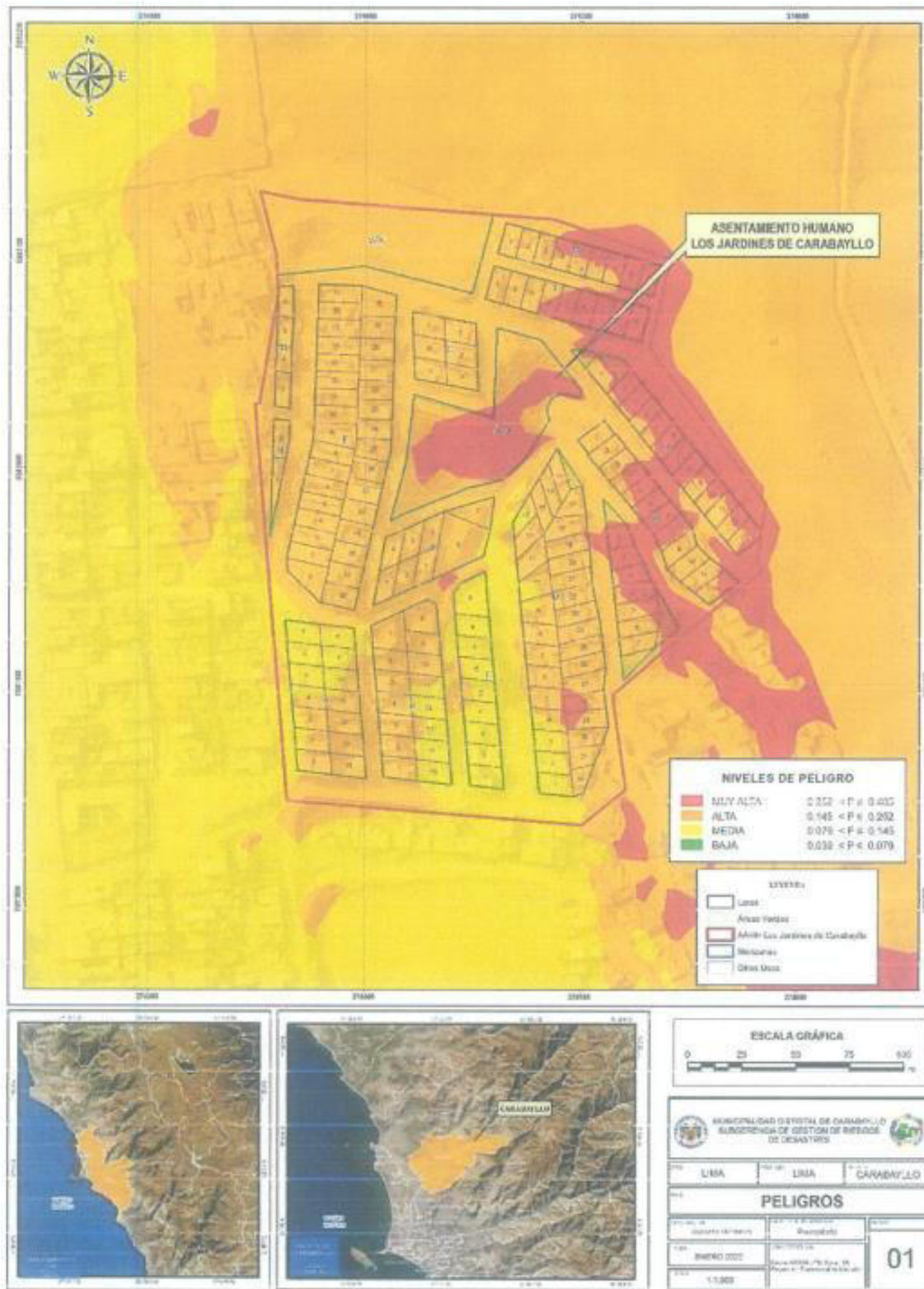
ANEXO 02: FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN LOTE Y MANZANA PARA LA EVALUACIÓN DEL ANALISIS DE RIESGO

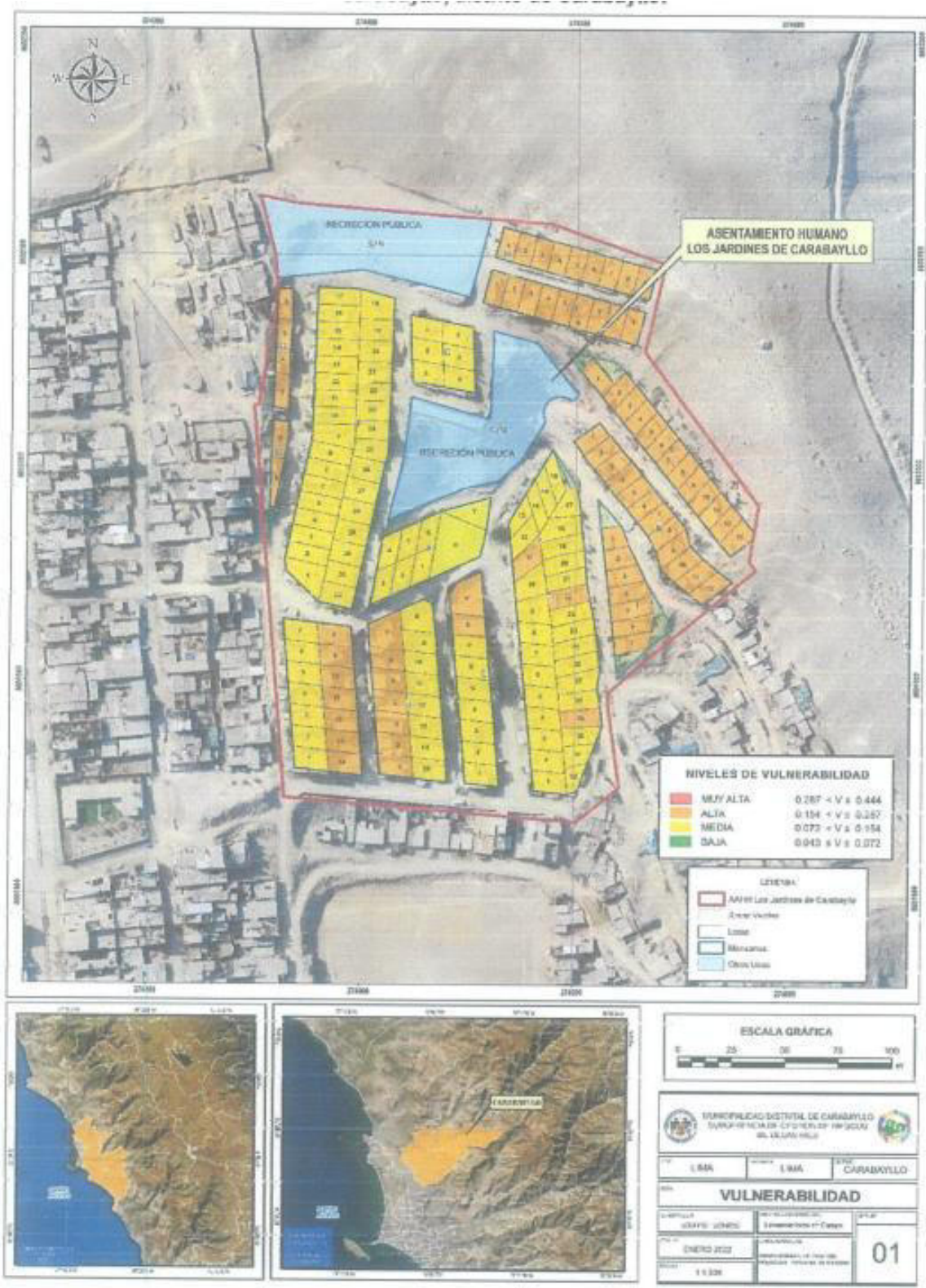
NOMBRE DEL ASENTAMIENTO HUMANO:			
AÑOS DE POSESIÓN DEL PUEBLO RECONOCIDO POR LA MUNICIPALIDAD:			
N° de MANZANA:		N° de LOTE:	
AVENIDA / CALLE / PASAJE:			
NOMBRE DEL JEFE DE FAMILIA:			
Cantidad de VARONES:			
Cantidad de MUJERES:			
Grupo Etereo		Personas Vulnerables	
1	¿Cuántas personas de 15 a 24 años habitan en la vivienda?	<input type="text"/>	1 Hogar s/n personas vulnerables <input type="text"/>
2	¿Cuántas personas de 25 a 34 años habitan en la vivienda?	<input type="text"/>	2 Niños <input type="text"/>
3	¿Cuántas personas de 35 a 59 años habitan en la vivienda?	<input type="text"/>	3 Personas con problemas de salud que requieren atención médica o medicamento constante <input type="text"/>
4	¿Cuántas personas de 6 a 14 y 60 a 64 años habitan en la vivienda?	<input type="text"/>	4 Embarazadas y Ancianos <input type="text"/>
5	¿Cuántas personas de 0 a 5 años y mayor a 65 años habitan en la vivienda?	<input type="text"/>	5 Poblacion con limitaciones físicas y/o sensoriales <input type="text"/>
¿Cuál es su fuente de abastecimiento de agua?		¿Cuál es su medio de alumbrado?	
1	Red Pública	1	Electricidad
2	Pilon de uso Público	2	Kerosene, Mechero, Lamparin
3	Camion Cisterna u otro similar	3	Petroleo, gas, luz provicional
4	Río, acequia, manantial o similar	4	Vela u otros
5	No tiene	5	No tiene
¿Cuál es su medio de desechos orgánicos		¿Cuál es su actitud frente al riesgo en su localidad?	
1	Red publica de desagüe dentro de la vivienda	1	Actitud Previsora
2	Red publica de desagüeen el exterior de la vivienda	2	Actitud parcialmente previsora
3	Pzo séptico, pozo negro, letrina	3	Actitud parc. previsora sin implementar medidas ante el riesgo
4	Río, acequia o canal	4	Actitud escasamente previsora
5	No tiene	5	Actitud fatalista
¿Cuenta con capacitaciones en temas de GRD?		¿Cuenta con algún tipo de seguro de salud?	
1	Menor a 3 meses	1	Seguro Privado y/u otro
2	Hace 6 meses	2	FFAA - PNP
3	Hace 1 año	3	Essalud
4	Mayor a 2 años	4	SIS
5	No tiene	5	No tiene
¿Cuánto es el ingreso monetario a nivel familia?		¿Qué nivel educativo alcanzó?	
1	Más de S/. 3500	1	Superior universitario u otro similar
2	Entre S/. 2000 a S/. 3500	2	Técnico (Superior no universitario)
3	Entre S/. 1200 a S/. 2000	3	Secundaria
4	Entre S/. 930 a S/. 1200	4	Primaria
5	Menos de S/. 930	5	Ningún nivel y/o inicial
¿Cuál es su ocupación laboral?		¿Cuál es su percepcion frente a los peligros de su localidad?	
1	Trabajador dependiente y/o independiente: Personal profesional de nivel alto y medio; técnicos.	1	La poblacion conoce los peligros de su localidad y realiza proyectos de mitigacion y actividades para reducir la vulnerabilidad de su localidad.
2	Trabajador dependiente: Personal de apoyo administrativo, Operadores de instalaciones y maquinaria. Miembro de rango medio en la marina, fuerzas armadas, policia y/o ejercito.	2	La poblacion conoce los peligros de su localidad , se encuentran capacitados y preparados ante el impacto de un siniestro.
3	Trabajador independiente: Obreros, trabajadres de los servicios y vendedores de comercios y mercados. Personas con empleo a medio tiempo o temporales formales.	3	La poblacion conoce los peligros en su localidad y reconoce el riesgo al cual estan expuestos.
4	Trabajador de actividades agricolas, crianza animal, pesca artesanal o trabajadores temporales informales.	4	La poblacion conoce los peligros en su localidad, pero no percibe el riesgo al cual se exponen
5	Trabajador familiar no remunerado, Desempleado	5	Población desconoce de los peligros y no percibe el riesgo en su localidad

ANEXO 03: MAPAS TEMÁTICOS

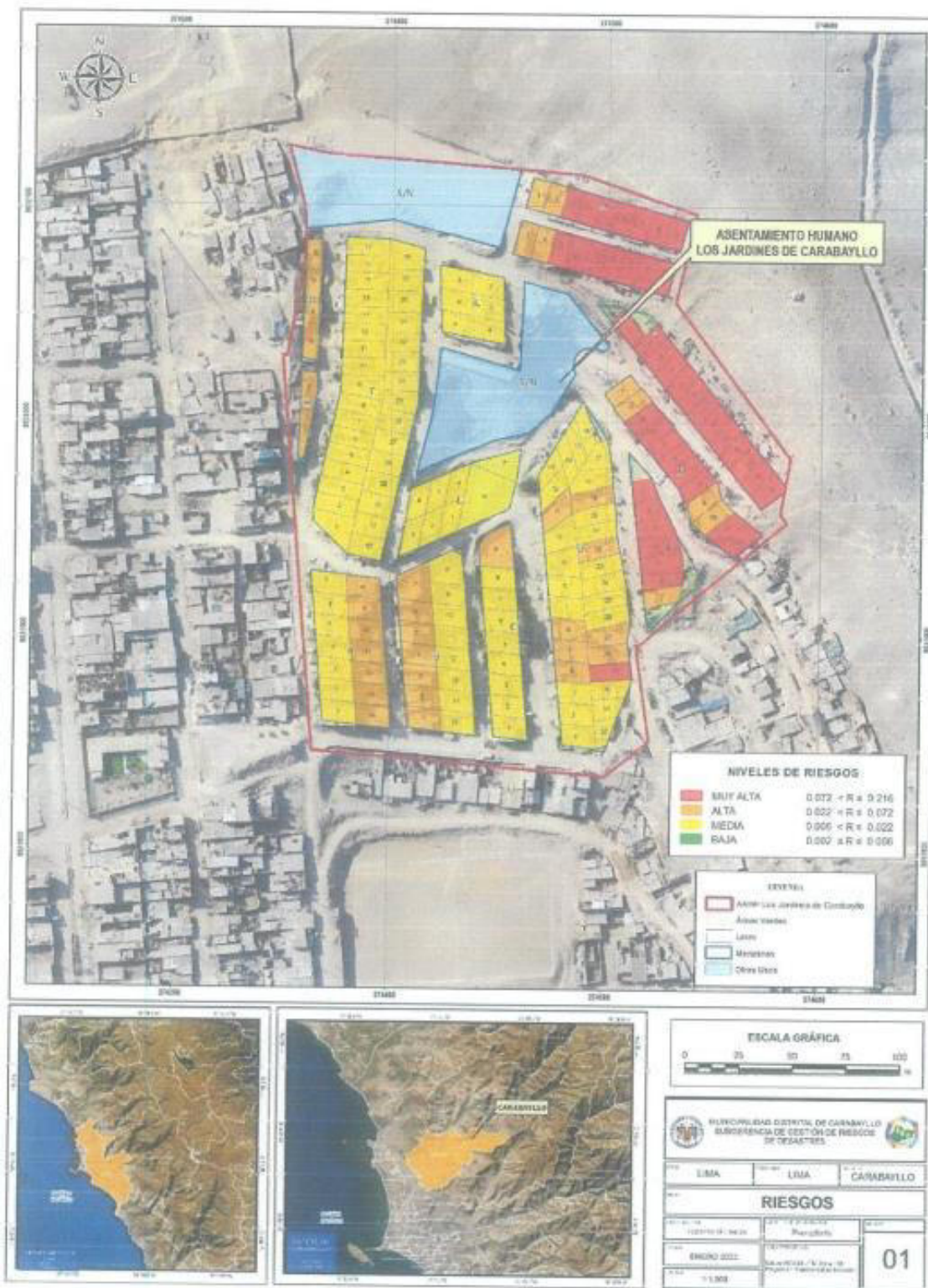
MAPA DE PELIGRO



MAPA DE VULNERABILIDAD



MAPA DE RIESGO



ANEXO 04: ESTUDIO TOPOGRÁFICO



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO

INFORME TOPOGRÁFICO

INFORME TOPOGRAFICO

1. GENERALIDADES:

El presente trabajo se realizó para determinar el modelo digital del terreno a través de curvas de nivel en el muro proyectado en la calle El Porvenir que es parte del proyecto cuyo expediente lleva el nombre de "CREACION DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE TALUD EN LA CALLE 1 (COLINDANTE AL PARQUE), CALLE 9 (COLINDANTE MZ I), CALLE 7 (COLINDANTE MZ J), CALLE 8 (COLINDANTE MZ K), CALLE 6 (COLINDANTE MZ D), CALLE 4 (COLINDANTE COMEDOR POPULAR) Y ESCALERAS EN EL PASAJE 2 (COLINDANTE A LA CALLE 2), CALLE 2 (TRAMO CALLE 4 HASTA CALLE 5) AA.HH. LOS JARDINES DE CARABAYLLO - SECTOR 10 DEL DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA - I ETAPA" CUI N° 2545179

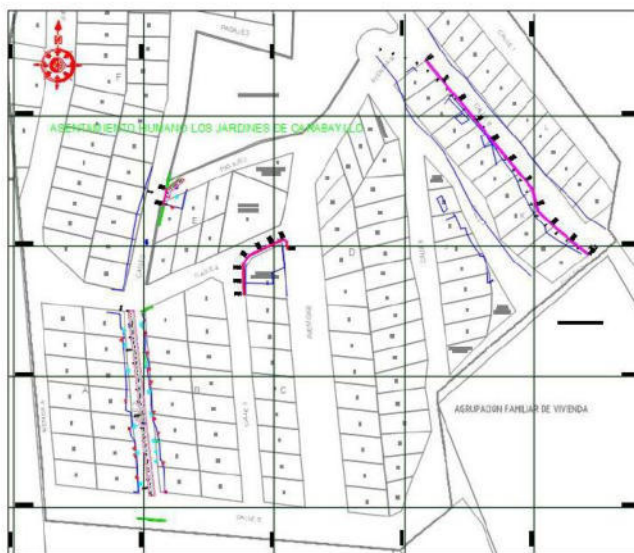
1

El sistema elipsoidal de referencia empleado en este levantamiento es el Sistema Elipsoidal **WGS- 84** y el sistema de proyección empleado fue el "**UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR- UTM**"

274433.51m E, 8691958.99 m S

1.1 LOCALIZACIÓN:

La zona de mediciones se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de Carabayllo en el agrupamiento de familias los Ángeles de Carabayllo.



"CREACION DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE TALUD EN LA CALLE 1 (COLINDANTE AL PARQUE), CALLE 9 (COLINDANTE MZ I), CALLE 7 (COLINDANTE MZ J), CALLE 8 (COLINDANTE MZ K), CALLE 6 (COLINDANTE MZ D), CALLE 4 (COLINDANTE COMEDOR POPULAR) Y ESCALERAS EN EL PASAJE 2 (COLINDANTE A LA CALLE 2), CALLE 2 (TRAMO CALLE 4 HASTA CALLE 5) AA.HH. LOS JARDINES DE CARABAYLLO - SECTOR 10 DEL DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA - I ETAPA" CUI N° 2545179



1.2 TOPOGRAFÍA DEL LUGAR

La zona en estudio se encuentra a una altura de 300 m.s.n.m., la topografía del lugar es accidentada, pendiente longitudinal pronunciada encontrándose la parte central como la más elevada y en ambos extremos va disminuyendo, pendiente transversal pronunciada.

2

2. OBJETIVOS:

El presente levantamiento topográfico se realizó con el objetivo de determinar el modelo digital para fines de diseño geométrico de muros del expediente técnico que lleva como nombre "CREACION DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE TALUD EN LA CALLE 1 (COLINDANTE AL PARQUE), CALLE 9 (COLINDANTE MZ I), CALLE 7 (COLINDANTE MZ J), CALLE 8 (COLINDANTE MZ K), CALLE 6 (COLINDANTE MZ D), CALLE 4 (COLINDANTE COMEDOR POPULAR) Y ESCALERAS EN EL PASAJE 2 (COLINDANTE A LA CALLE 2), CALLE 2 (TRAMO CALLE 4 HASTA CALLE 5) AA.HH. LOS JARDINES DE CARABAYLLO - SECTOR 10 DEL DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA – I ETAPA" CUI N° 2545179

3. REFERENCIAS METODOLÓGICAS

El tipo levantamiento es del tipo topográfico donde se efectúan con el fin de obtener los datos del terreno necesarios para la elaboración de planos topográficos. Involucran trabajos de campo y gabinete que culminan en la edición e impresión de los mismos, con curvas de nivel, que representan el terreno de avenidas, calle, pasaje, canales, puentes y líneas de transmisión, etc.

Vale considerar que todas las operaciones topográficas están sujetas a las imperfecciones de los instrumentos y a los errores inherentes a su manejo. Por eso, **NINGUNA MEDICION TOPOGRAFICA ES EXACTA**. En consecuencia, la naturaleza y magnitud de los errores del trabajo topográfico deberán ser bien comprendidas si se desea asegurar buenos resultados.

Hay varios grados de precisión posible en cualquier medición. En caso de este proyecto se realizara con los instrumentos de alta precisión: **ESTACIÓN TOTAL Y MIRAS**.

Considerando el tipo de proyecto, a nivel de estudio definitivo, muros de contención, utilizamos como red poligonal al de tipo: **POLIGONAL LIGADAS EN SUS DOS EXTREMOS**. Es decir iniciamos el recorrido conociendo las coordenadas de inicio y fin del levantamiento.

3.1 EQUIPOS Y PROGRAMAS EMPLEADOS:

Los equipos y programas empleados para esta medición fueron los siguientes:

- **TOPOGRAFIA:**
Estación Total Leica y 02 prismas con precisión de lectura angular y Vertical de 0.5" y alcance de lectura de hasta 3.0 km.
GPS Roaming 2C456.
- **SOFTWARE**
 - AutoCAD Civil 3D
 - AutoCAD



- **MATERIAL DE CAMPAÑA Y COMUNICACIÓN**
 - Radios de Comunicación portátiles de 24 canales
 - Cámara fotográfica
 - Winchas de 50m
 - Estacas
- **EQUIPO DE PROCESAMIENTO**
 - 02 Computadora de escritorio de 3.4 GHz, con 8 Gb de RAM y 1 Tb de Disco Duro, para la descarga de los archivos.
 - Impresora Hp Design 5200
- **PERSONAL EMPLEADO**
 - 01 topógrafo Operador de Estación Total
 - 01 topógrafo Asistente
 - 02 ayudantes

3

3.2 REFERENCIAS:

El trabajo preliminar de topografía, consistió en la revisión de la cartografía existente del IGN, del plano de Lotización de COFOPRI y el Plano Catastral de Carabayllo, a las escalas de 1: 10,000 y 1: 100,000.

Reconocimiento de Terreno:

En primer lugar, se realizó el reconocimiento del terreno en el que se pudo observar zonas pocas accidentadas con pendientes no tan pronunciadas las cuales bordean la zona en estudio (ver panel fotográfico). Zona con poca vegetación y presencia de árboles y arbustos en algunos predios.

Como actividad de campo, se ha realizado la ubicación de los **puntos de control** teniendo como finalidad la visibilidad entre vértices, que normalmente se ha ubicado en las esquinas o puntos de monumentación que a partir de dichos puntos sea fácil de levantar el terreno.

Determinación de la poligonal de apoyo:

Se determinó una poligonal de apoyo referida a los puntos de control horizontal y vertical determinados por un GPS Navegador.

Considerando el tipo de proyecto, a nivel de estudio definitivo, muros de contención, utilizamos como red poligonal al de tipo: **POLIGONAL LIGADAS EN SUS DOS EXTREMOS.**

4. ESPECIFICACIONES TECNICAS:

4.1 CONTROL HORIZONTAL

Para efectuar el transporte de coordenadas desde las estaciones Fijas o conocidas hacia estaciones nuevas de apoyo al levantamiento topográfico, se han efectuado dos repeticiones de mediciones angulares y dos mediciones de distancias por cada punto de traslado.

Las mediciones hacia un punto nuevo de apoyo al levantamiento se efectuaban hacia un prisma apoyado en un pin de aplomar y base nivelante, centrado horizontal y verticalmente sobre el punto a medir y fijado sobre un trípode.



Los valores obtenidos fueron promediados para luego hacer el ajuste del polígono o calculo directo de coordenadas (radial), según sea el caso.

4.2 CONTROL VERTICAL

El control vertical se desarrolló, aplicando el método de la nivelación geométrica o también llamada diferencial o directa.

El error de llegada de la nivelación debe ser menor o igual al valor obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$20 \text{ mm. } \sqrt{K}$$

Siendo K, la distancia total recorrida, expresada en Km.

4.3 CARTOGRAFIA

Para el levantamiento topográfico se partieron de los puntos **BM-1 y BM-2** y los cuales fueron los puntos de estacionamiento. A partir de estos puntos se partió con el levantamiento, tomando todos los datos necesarios así como la toma de datos de algunos elementos existentes para la elaboración de los planos topográficos correspondientes. No se utilizó ningún Datum, pero las coordenadas de referencia o conocidas fueron las obtenidas por el GPS Diferencial. A partir de los BM1 y BM2 (X, Y, Z) a través de la red obtuvimos coordenadas de los puntos BM1, BM2.

COORDENADAS UTM				
Nº	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)	DESCRIPCIÓN
BM1	274399.88	8691882.08	294.95	BUZON CALLE 2
BM2	274448.04	8691954.58	300.60	BUZON CALLE 4

5. METODOLOGIA DEL TRABAJO

Para la ejecución del levantamiento topográfico se utilizó una **ESTACIÓN TOTAL**, que es un aparato electro-óptico, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un **DISTANCIÓMETRO** y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Este instrumento nos ha permitido efectuar las mediciones con rapidez, precisión adecuada y almacenamiento de las coordenadas determinadas, ya sean polares o métricas. Posteriormente, en gabinete, estas mediciones grabadas en la memoria de la estación total serán descargadas y procesadas en un software topográfico, para finalmente elaborar los planos correspondientes.

La estación total tiene como elementos complementarios los **PRISMAS**, los cuales son muy importantes para la medición de las distancias, las mismas que se realizan mediante una onda electromagnética portadora con distintas frecuencias que rebota en uno o varios prismas ubicados en el punto a medir y regresa, tomando el instrumento el desfase entre las ondas. Esta estación total presenta la capacidad de medir sin un prisma reflectante.

Las estaciones totales se estacionan horizontal y verticalmente sobre la estación de referencia, teniendo como apoyo un **TRÍPODE**. Asimismo los prismas fueron apoyados en bases nivelante y trípode (estaciones de origen), o bastones para el levantamiento taquimétrico.



Se ha realizado el levantamiento respectivo de toda el área de la zona donde se proyectara las vías vehiculares y peatonales así como elementos aledaños a él, dicho levantamiento topográfico se realizó con el **METODO RADIAL** programado en la Estación Total a partir de los puntos de Estacionamiento antes determinadas, obteniendo así las coordenadas de puntos taquimétricos o puntos de relleno.

El trabajo de campo se dividió en tres fases:

- Una corresponde a la inspección visual de la zona a medir, concretando la zona y los aspectos más interesantes a medir,
- El establecimiento de bases en el poblado, para el control topográfico, por lo que se implantó y observó una red poligonal de precisión de 2 puntos de cambio
- La toma de datos para el taquimétrico con Estación Total, por el método de coordenadas a través del método radial.

5

5.1 PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

Los puntos de referencia para efectuar el levantamiento topográfico de los vértices de las manzanas y servicios antes mencionadas, fueron establecidos arbitrariamente.

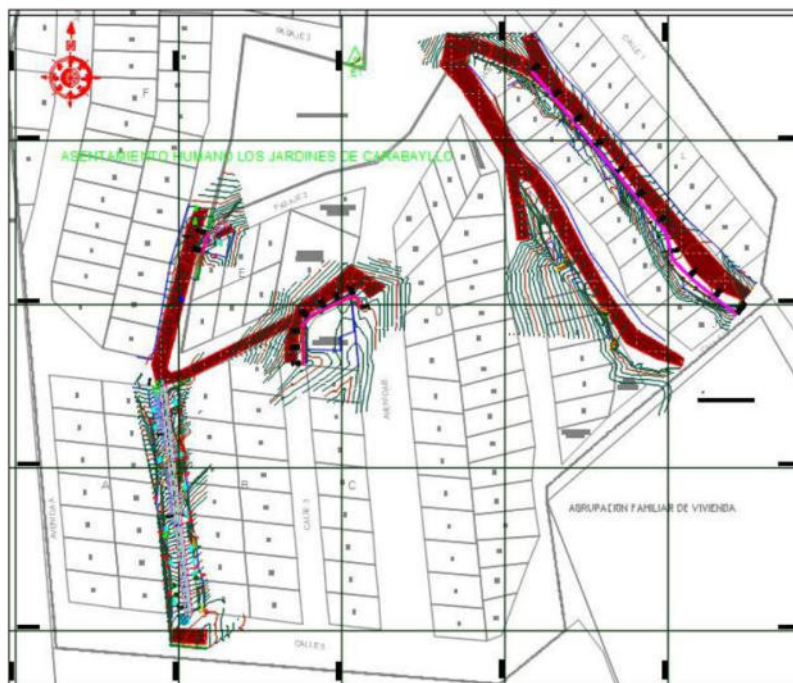
Estos puntos de referencia, graficados y expresados en los planos entregados, mencionan los hitos BM-1, 2.

Coordenadas de los puntos del relleno topográfico obtenidos.

6. TRABAJOS DE GABINETE: DISEÑO GEOMETRICO MUROS

El trabajo de gabinete corresponde a exportar las coordenadas de los puntos del relleno y demás al software AUTOCAD CIVIL 3D y desarrollar los planos correspondientes: Plano Topográfico, detalles de Perfiles Longitudinales y Secciones Transversales del proyecto. Se aplicó la normatividad vigente de diseño según el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

Los trabajos de gabinete se realizaron satisfactoriamente, llegando a elaborar los planos adecuados de planta.



7. RESULTADOS DEL ESTUDIO

7.1 OBTENCION DE LAS COORDENADAS DE TAQUIMETRIA.

"CREACION DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE TALUD EN LA CALLE 1 (COLINDANTE AL PARQUE), CALLE 9 (COLINDANTE MZ I), CALLE 7 (COLINDANTE MZ J), CALLE 8 (COLINDANTE MZ K), CALLE 6 (COLINDANTE MZ D), CALLE 4 (COLINDANTE COMEDOR POPULAR) Y ESCALERAS EN EL PASAJE 2 (COLINDANTE A LA CALLE 2), CALLE 2 (TRAMO CALLE 4 HASTA CALLE 5) AA.HH. LOS JARDINES DE CARABAYLO - SECTOR 10 DEL DISTRITO DE CARABAYLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA - I ETAPA" CUI N° 2545179



ANEXOS: PANEL FOTOGRÁFICO DEL LUGAR.

Foto 01: Toma de puntos con estación total.*Foto 02: Parte baja colindante*



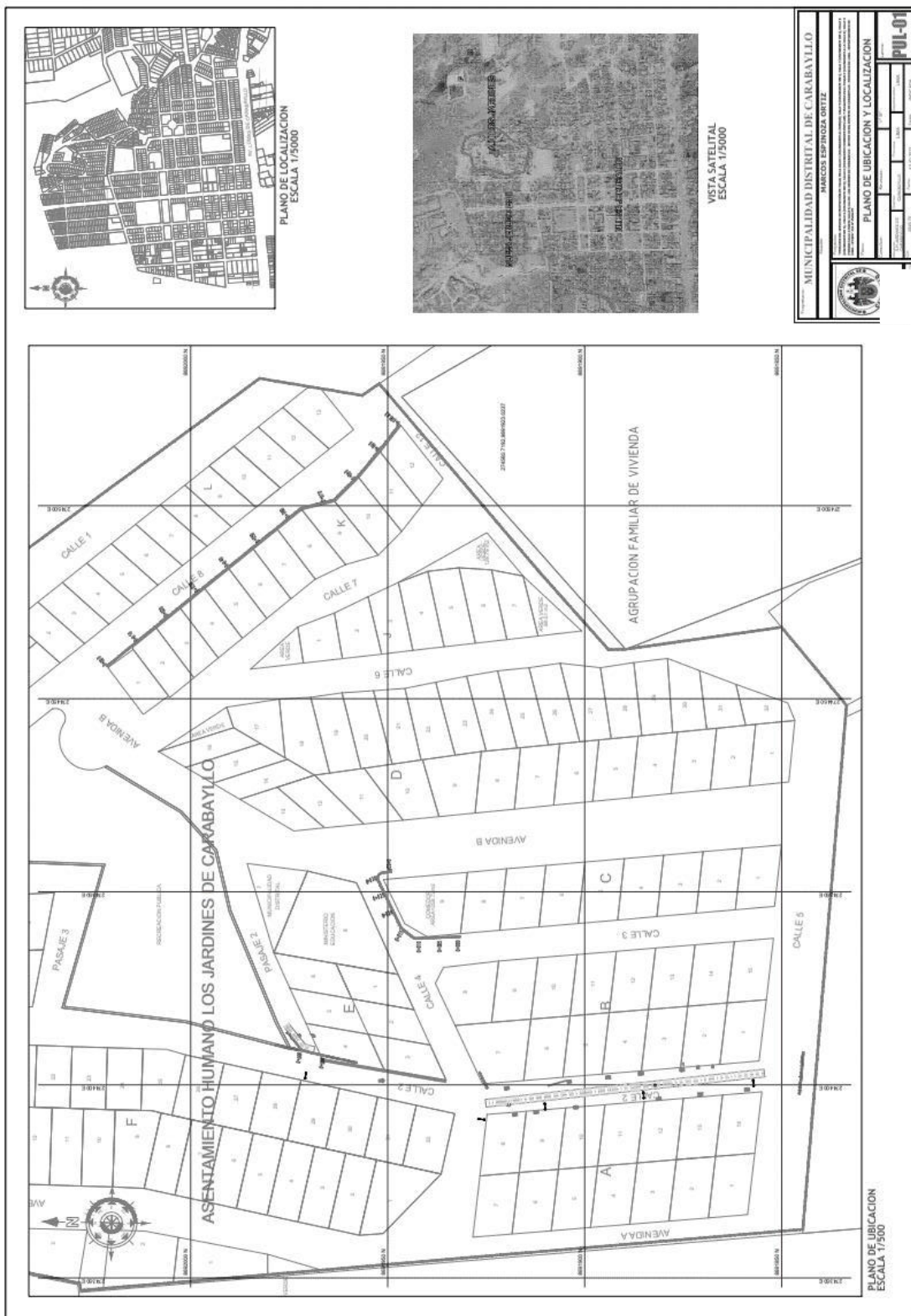
8. CONCLUSIONES

- ✓ El presente trabajo se concluyó en el plazo previsto.
- ✓ La zona donde se realizó el trabajo es una zona medianamente accidentada y parcialmente presenta acceso vehicular a la zona de trabajo.
- ✓ El trabajo topográfico concluyo con la culminación de los respectivos planos.
- ✓ Se obtuvieron los puntos necesarios para el proyecto.

7

ANEXO 05: PLANOS

PLANOS DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



PLANO GENERAL DEL PROYECTO



PERFIL DE CALLE 02



LEYENDA

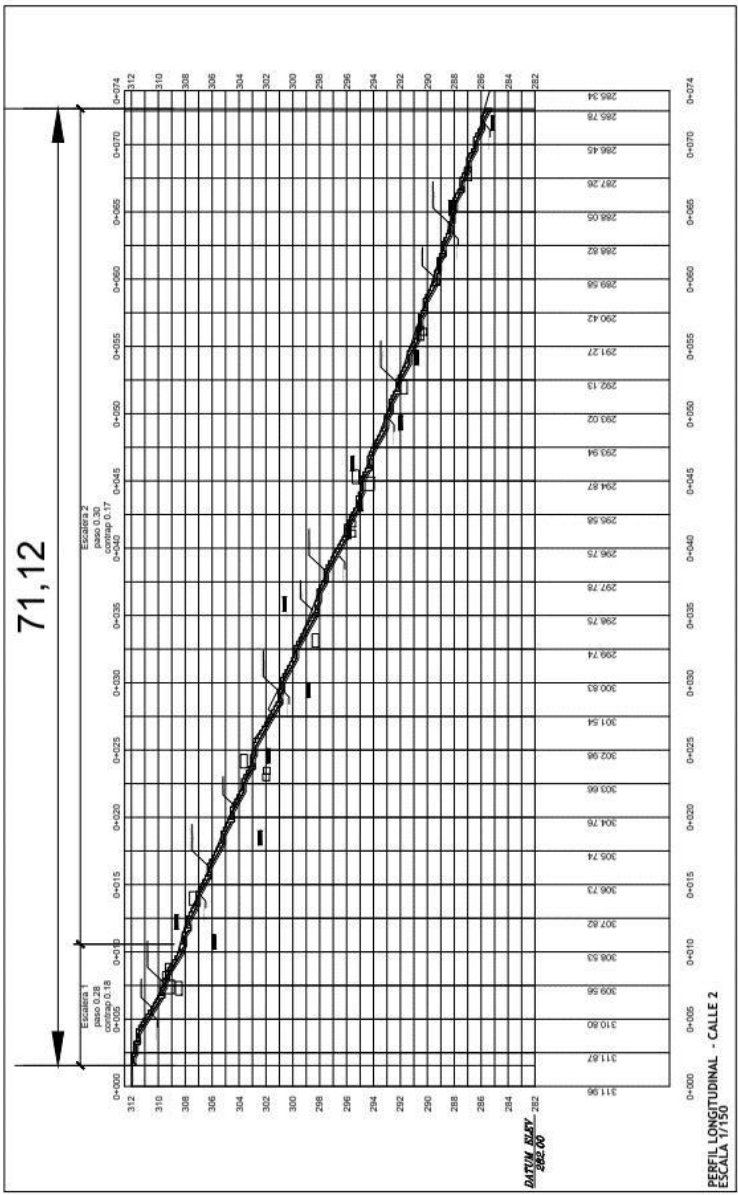
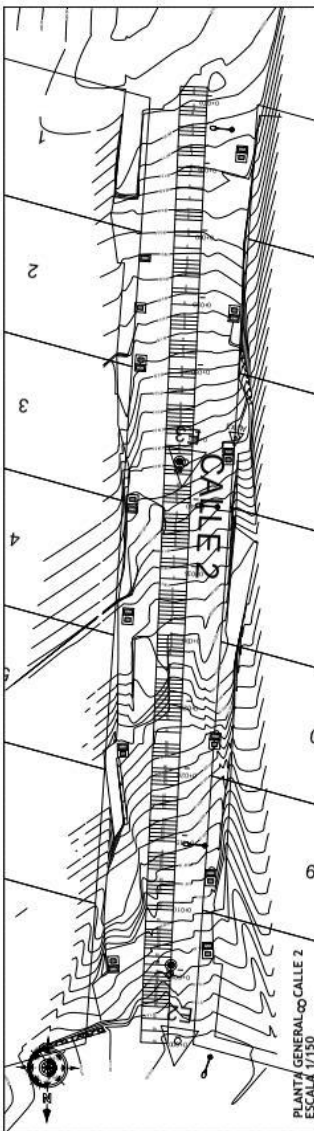
	CALLE EXISTENTE
	CALLE PROPUESTA
	LÍNEA DE LÍMITES DE CALLES
	ANCHO DE CALLES
	NOMBRE DE CALLES
	TIPO DE CALLES
	CATEGORÍA DE CALLES
	ESTADO DE CALLES
	PLAN DE CALLES
	NÚMERO DE CALLES
	LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES
	NÚMERO Y LETRA DE CALLES

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLO
MARCOS ESPINOZA ORTIZ

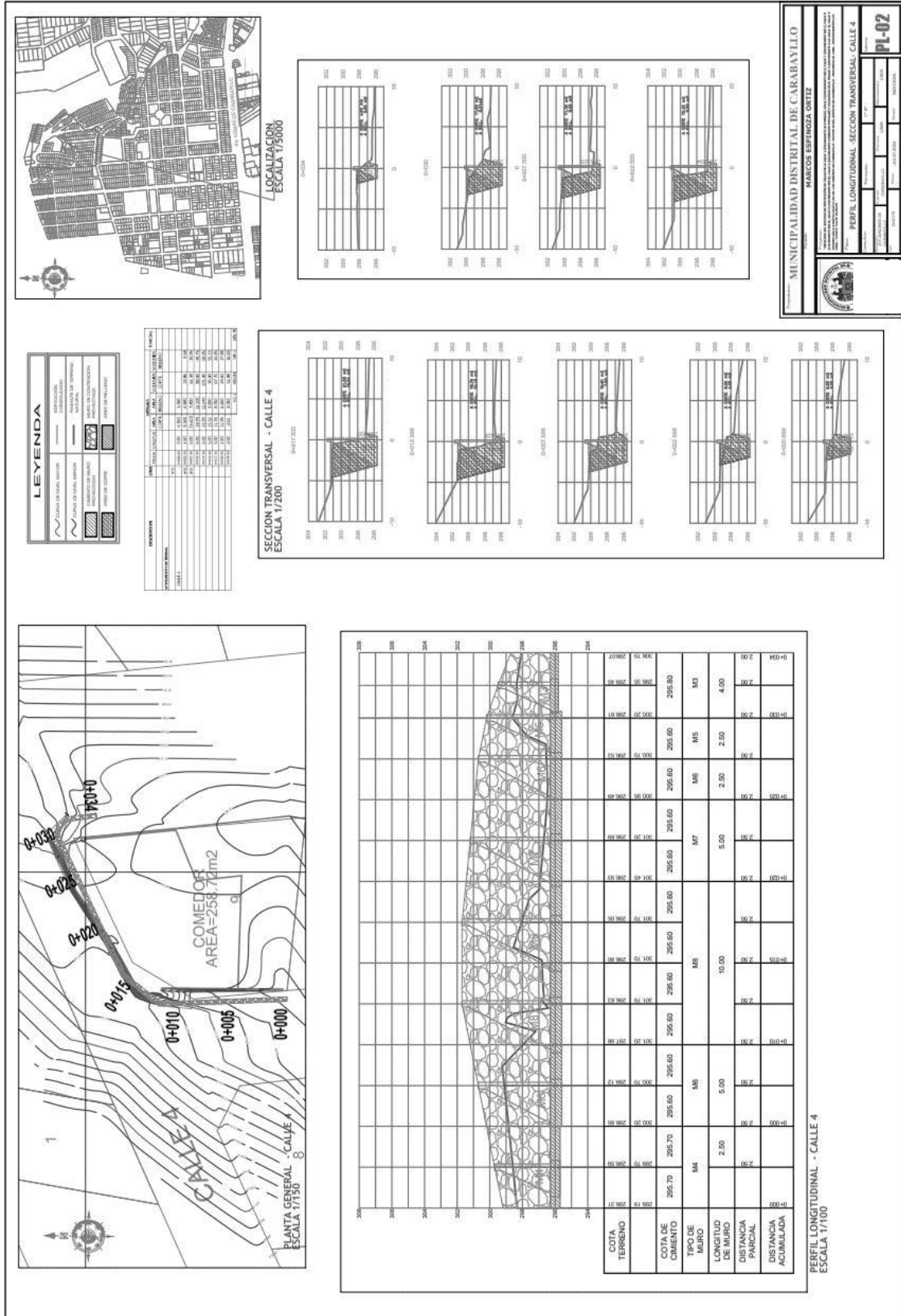
PERFIL LONGITUDINAL - CALLE 8
Escala: 1:150
Fecha: 01/03/2010

Proyecto:	...
Objetivo:	...
Ubicación:	...
Autores:	...
Revisado:	...
Aprobado:	...

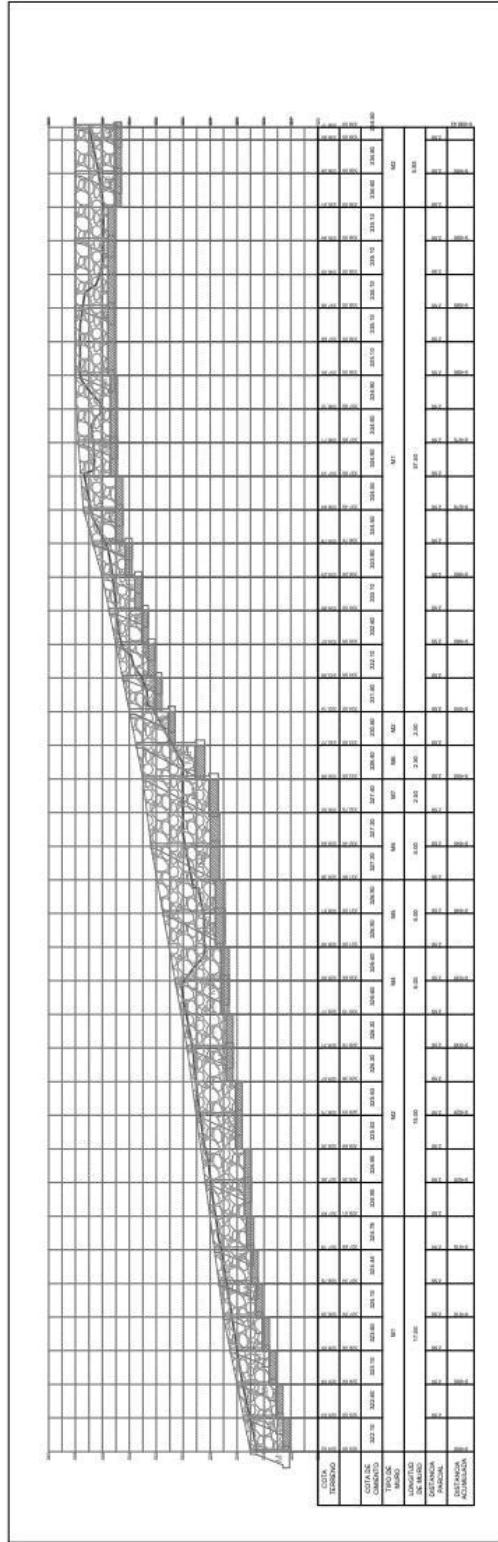
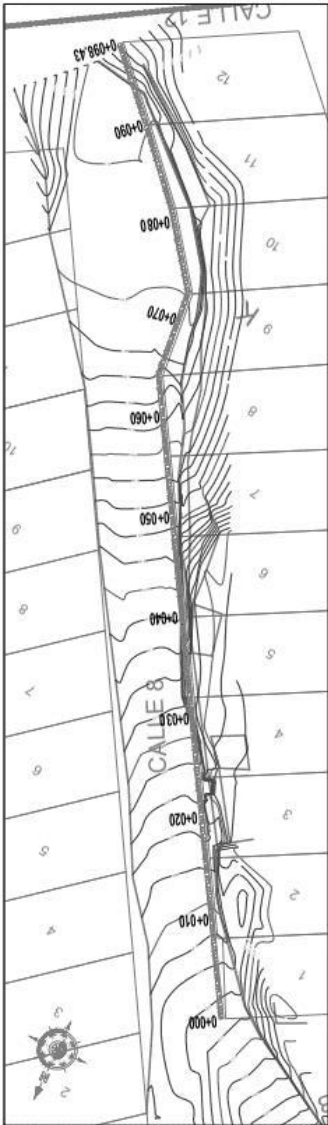
PI-03



PERFIL DE CALLE 04



PERFIL DE CALLE 08



PERFIL LONGITUDINAL - CALLE 8
ESCALA 1/100

LEYENDA

- CANTONAL (SIN TUBERIA)
- CANTONAL (CON TUBERIA)
- CANTONAL (CON TUBERIA)
- CANTONAL (CON TUBERIA)
- CANTONAL (CON TUBERIA)
- CANTONAL (CON TUBERIA)

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
MARCOSE ESPINOZA ORTIZ

PERFIL LONGITUDINAL - CALLE 8

PL-01

PERFILES DE MUROS DE CONTENCIÓN

