



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

“Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Guerrero Quiroz, Yuly Yasmit (ORCID: 0000-0001-9092-276X)

Bach. Atencio Llocle, Jordan Jefferson (ORCID: 0000-0003-2093-1008)

ASESORA:

Mg. Ing. Ramos Gallegos, Susy Giovana (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural.

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos.

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, nos permites sonreír ante todos nuestros logros que son resultado de tu ayuda.

Este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y agradecemos a nuestros padres y no cesan nuestras ganas de decir que es gracias a ustedes que esta meta está cumplida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de la investigación	14
3.2 Variables y operacionalización.....	14
3.3 Población, muestra y muestreo	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	15
3.5 Procedimientos	17
3.6 Manejo de análisis de datos	17
3.7 Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN	45

VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	57
Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.	58
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.	60
Anexo 3: Planos.....	62
Anexo 4: Panel fotográfico.....	69
Anexo 5: Registro de campo.....	107
Anexo 6: Ficha de ubicación de calicata.....	109
Anexo 7: Memoria de cálculo.....	111
Anexo 8: Ensayos de laboratorio de suelos.....	114
Anexo 9: Ficha de validación.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vistas de las estructuras de almacenamiento existentes.	21
Tabla 2: Líneas de Conducción.	22
Tabla 3: Líneas de impulsión.	23
Tabla 4: Redes troncales de refuerzo.	23
Tabla 5: Redes de distribución mejoradas.	23
Tabla 6: Redes de distribución proyectadas.	24
Tabla 7: Colectores principales a rehabilitar.	24
Tabla 8: Redes secundarias y buzones proyectados.	24
Tabla 9: Redes secundarias y buzones a rehabilitar.	25
Tabla 10: Metrado de tubería de rebose.	25
Tabla 11: Control de exploración – parte 1.	26
Tabla 12: Control de exploración – parte 2.	27
Tabla 13: Registro de exploración.	28
Tabla 14: Cálculo de capacidad de carga por el método de Meyerhof-hoja 01.	39
Tabla 15: Cálculo de capacidad de carga por el método de Meyerhof-hoja 02.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16: Cálculo del asentamiento.	43
Tabla 17: Asentamiento total para la cámara de bombeo tipo Booster.	44
Tabla 18: Matriz de consistencia.	59
Tabla 19: Matriz de operacionalización de variables.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema capacidad de carga del suelo.....	8
Figura 2: Falla por corte.	10
Figura 3: Esquema del Método de Meyerhof.....	11
Figura 4: Ubicación de la zona en estudio.	18
Figura 5: Foto de la calicata 102.	36
Figura 6: Plano N°1 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	63
Figura 7: Plano N°2 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	64
Figura 8: Plano N°3 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	65
Figura 9: Plano N°4 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	66
Figura 10: Plano N°5 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	67
Figura 11: Plano N°6 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.....	68
Figura 12: Foto 1.	70
Figura 13: Foto 2.	70
Figura 14: Foto 3.	71
Figura 15: Foto 4.	71
Figura 16: Foto 5.	72
Figura 17: Foto 6.	72
Figura 18: Foto 7.	73
Figura 19: Foto 8.	73
Figura 20: Foto 9.	74
Figura 21: Foto 10.	74
Figura 22: Foto 11.	75
Figura 23: Foto 12.	76
Figura 24: Foto 13.	77
Figura 25: Foto 14.	77
Figura 26: Foto 15.	78
Figura 27: Foto 16.	78
Figura 28 Foto 17.	79
Figura 29: Foto 18.	79

Figura 30: Foto 19.....	80
Figura 31: Foto 20.....	80
Figura 32: Foto 21.....	81
Figura 33: Foto 22.....	81
Figura 34: Foto 23.....	82
Figura 35: Foto 24.....	82
Figura 36: Foto 25.....	83
Figura 37: Foto 26.....	83
Figura 38: Foto 27.....	84
Figura 39: Foto 28.....	84
Figura 40: Foto 29.....	85
Figura 41: Foto 30.....	85
Figura 42: Foto 31.....	86
Figura 43: Foto 32.....	86
Figura 44: Foto 33.....	87
Figura 45: Foto 34.....	87
Figura 46: Foto 35.....	88
Figura 47: Foto 36.....	88
Figura 48: Foto 37.....	89
Figura 49: Foto 38.....	89
Figura 50: Foto 39.....	90
Figura 51: Foto 40.....	90
Figura 52: Foto 41.....	91
Figura 53: Foto 42.....	91
Figura 54: Foto 43.....	92
Figura 55: Foto 44.....	92
Figura 56: Foto 45.....	93
Figura 57: Foto 46.....	93
Figura 58: Foto 47.....	94
Figura 59: Foto 48.....	94
Figura 60: Foto 49.....	95
Figura 61: Foto 50.....	95
Figura 62: Foto 51.....	96

Figura 63: Foto 52.	96
Figura 64: Foto 53.	97
Figura 65: Foto 54.	97
Figura 66: Foto 55.	98
Figura 67: Foto 56.	98
Figura 68: Foto 57.	99
Figura 69: Foto 58.	100
Figura 70: Foto 59.	100
Figura 71: Foto 60.	101
Figura 72: Foto 61.	101
Figura 73: Foto 62.	102
Figura 74: Foto 63.	102
Figura 75: Foto 64.	103
Figura 76: Foto 65.	103
Figura 77: Foto 66.	104
Figura 78: Foto 67.	104
Figura 79: Foto 68.	105
Figura 80: Foto 69.	105
Figura 81: Foto 70.	106
Figura 82: Registro de campo C-173.	108
Figura 83: Ficha de ubicación.	110
Figura 84: Memoria de cálculo.	112
Figura 85: Análisis granulométrico.	115
Figura 86: Ensayo de corte directo.	118
Figura 87: Ensayo de corte directo.	118
Figura 88: Ficha de Validación.	123
Figura 89: Validación del Instrumento – Experto N°01.	124
Figura 90: Validación del Instrumento – Experto N°02.	125
Figura 91: Validación del Instrumento – Experto N°03.	126

RESUMEN

La presente tesis titulada “Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo”, tiene como finalidad determinar los parámetros geotécnicos más importantes a emplearse para el cálculo de la capacidad de carga de suelo y evaluar los factores de diseño a emplearse en el método de Meyerhof para cimentación del reservorio del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo-Lima.

El tema elegido para la presente tesis es muy importante debido a que actualmente la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo ubicada en la ciudad de Lima, dentro de su plan anual de actividades, ha planificado la realización del mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para el esquema Vallecito Bajo – sector 309 de dicho distrito, esto debido a que el sistema de agua potable actual es deficiente y la tasa demográfica en dicho sector se ha incrementado en los últimos años. El problema del ineficiente abastecimiento de agua a su vez ha originado un aumento de las enfermedades gastrointestinales en la población, elevando las tasas de morbilidad.

En el lugar de estudio se pudo apreciar que los elementos del sistema de agua potable más afectados son los reservorios y las tuberías forzadas ya que existe una conjugación de factores naturales y antropogénicos que sumados a su exposición y antigüedad de las mismas las han hecho vulnerables a dichos factores.

Por ello en la presente tesis se determinará la capacidad de carga de suelo en el sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo en Lima, para poder realizar eficientemente la cimentación superficial que apoyará el nuevo reservorio de cámara de bombeo tipo Booster del sector 309.

Palabras clave: Capacidad de carga del suelo, Método de Meyerhof.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Determination of soil bearing capacity using the Meyerhof method for the pumping chamber of sector 309 - Villa María del Triunfo", aims to determine the most important geotechnical parameters to be used to calculate the bearing capacity of soil and evaluate the design factors to be used in the Meyerhof method for the foundation of the reservoir of Sector 309 of the district of Villa María del Triunfo-Lima.

The topic chosen for this thesis is very important because currently the District Municipality of Villa María del Triunfo located in the city of Lima, within its annual plan of activities, has planned to carry out the improvement and expansion of the water systems drinking water and sewerage system for the Vallecito Bajo scheme - sector 309 of said district, this due to the fact that the current drinking water system is deficient and the demographic rate in this sector has increased in recent years. The problem of inefficient water supply has in turn led to an increase in gastrointestinal diseases in the population, raising morbidity rates.

At the study site, it was observed that the elements of the drinking water system most affected are reservoirs and forced pipes, since there is a combination of natural and anthropogenic factors that, added to their exposure and age, have made them vulnerable to said factors.

For this reason, this thesis will determine the soil load capacity in sector 309 of the Villa María del Triunfo district in Lima, in order to efficiently carry out the surface foundations that will support the new Booster type pumping chamber reservoir in sector 309.

Keywords: Soil bearing capacity, Meyerhof method.

I. INTRODUCCIÓN

El distrito de Villa María del Triunfo es uno de los más conocidos en la ciudad limeña. De acuerdo al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017, el distrito de Villa María del Triunfo cuenta con 461,200 habitantes (4.5% de la Población de Lima y Callao) y está compuesto por 120,551 hogares.

Sin embargo, es importante mencionar que lamentablemente el Distrito de Villa María del Triunfo se caracteriza por ser uno de los más pobres de Lima. Según INEI (2017) se ha registrado 97 mil 634 personas en las zonas urbano marginales del distrito de Villa María del Triunfo, el 36,8% (35 mil 929 personas) se encontraban en situación de pobreza, al presentar al menos una necesidad básica insatisfecha (NBI) de la cuales el 26,0% eran pobres no extremos y el 10,8% son pobres extremos.

En este contexto, actualmente la Municipalidad Distrital de Villa María del Triunfo, dentro de su plan anual de actividades y en coordinación con la empresa Sedapal, ha planificado la realización del mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado para el esquema Vallecito Bajo – sector 309 de dicho distrito. Serán en total 39 habilitaciones beneficiadas que poseen distintas cantidades de lotes, los cuales ascienden a 7693 predios. La importancia de llevar a cabo estas actividades de mejoramiento radica en que el sistema de agua potable actual es deficiente y la tasa demográfica en dicho sector se ha incrementado en los últimos años.

En el lugar de estudio se pudo apreciar que los elementos del sistema de agua potable más afectados son los reservorios y las tuberías forzadas ya que existe una conjugación de factores naturales y antropogénicos que sumados a su exposición y antigüedad de las mismas las han hecho vulnerables a dichos factores.

Por ello en la presente tesis se ha determinado la capacidad de carga de suelo en el sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo en Lima, para poder realizar eficientemente la cimentación superficial que apoyará la cámara de bombeo tipo Booster que impulsará el agua hacia el nuevo reservorio R-2A del sector 309.

Dentro de los aportes más importantes de la presente tesis podemos mencionar que, el tema elegido contribuirá a mejorar la calidad del sistema de agua potable que consumen los pobladores y a crear condiciones de salubridad mediante un eficiente servicio de agua potable, asimismo se disminuirá la incidencia de enfermedades gastrointestinales, dermatológicas, parasitarias y con ello se podrá garantizar el bienestar de la población del sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo.

Ante la problemática se plantea la siguiente pregunta de carácter general: ¿De qué manera el método de Meyerhof determinará la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima? Además, se plantean tres problemas específicos, el primero ¿De qué manera los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima? Segundo, ¿De qué manera los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima?, y por último ¿De qué manera los factores de inclinación influyen con la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima?

La investigación presenta una justificación tecnológica, ya que permitirá tener un mayor conocimiento sobre el Método de Meyerhof y su aplicación en el cálculo de la capacidad de carga del suelo, así como los ensayos de campo y laboratorio que deben realizarse para la obtención de los parámetros geotécnicos empleados en el Método de Meyerhof. Además, presenta una justificación social, ya que contribuye al bienestar de la salud de los habitantes del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo-Lima, debido a que la población carece actualmente de un sistema eficiente de abastecimiento agua potable, lo cual provoca enfermedades infecciosas y gastrointestinales. Con el desarrollo del tema tratado en la presente tesis se reducirá en gran medida la tasa de morbilidad de la población y mejorará su calidad de vida. Por otra parte, se justifica económicamente ya que el tema elegido para la presente tesis hará posible la reducción de gastos económicos por problemas de salud en los pobladores del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo-Lima. A su vez también evitará pérdidas económicas debido a fallas en la

cimentación del reservorio producidas por un mal análisis de capacidad portante en roca, lo cual podría llegar a ocasionar incluso el colapso de dicho reservorio.

Como hipótesis general, se establece que el método de Meyerhof podrá determinar la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima. Por otra parte, la primera hipótesis específica establece que los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima. En la segunda hipótesis específica se señala que los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, y en la tercera hipótesis específica se establece que los factores de inclinación influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

Por otro lado, la presente tesis tiene como objetivo general, determinar por el Método de Meyerhof la capacidad de carga de suelo para cimentación de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, y como objetivos específicos, determinar cómo los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, también determinar cómo los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, y como último objetivo específico, determinar cómo los factores de inclinación influyen en la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Castillo (2017) realizó la tesis denominada “Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la Parroquia La Matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua”, investigación llevada a cabo con la finalidad de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, posee por objetivo realizar la zonificación de los suelos existentes en la zona en estudio mencionada anteriormente en función a la capacidad de carga. Es importante mencionar que se hizo uso de una metodología descriptiva. Asimismo, se puede afirmar como conclusión obtenida que luego de haber determinado la capacidad de carga la resistencia calculada resultó ser superior a 30 ton/m² para las zonas denominadas 1 y 7.

Baque (2017) señala en la tesis titulada “Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja, sector By Pass – John F. Kennedy, ciudad Jipijapa”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Estatal del Sur de Manabi – Ecuador, tiene como objetivo principal, reconocer mediante ensayos de campo y laboratorio las características físicas y mecánicas del suelo para la cimentación de las edificaciones de categoría baja en el sector By Pass – John F. Kennedy de la ciudad de Jipijapa. La metodología empleada fue de tipo descriptiva. La conclusión general a la que se llegó fue que, en la zona de estudio el terreno se mostró rígido en proceso de consolidación sin presencia del nivel freático con buena capacidad de carga, apto para las cimentaciones en las edificaciones de categoría baja.

Vanegas (2020) señala en la tesis titulada “Determinación de factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas, a nivel local”, tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Civil por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Colombia, tiene como objetivo principal, determinar factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas que tomen en cuenta las

características propias de los suelos que se presentan a nivel local. La metodología empleada fue de tipo explicativa. La conclusión general a la que se llegó fue que, los factores de resistencia al ser determinados a partir de la resistencia o capacidad portante, toman en cuenta las dimensiones de la cimentación, lo cual también genera variabilidad en los factores de resistencia.

Aguilar (2016) realizó la tesis titulada “Estudio geotécnico: estimación de la capacidad portante en proyecto construcción de puente, sobre río San Antonio Municipio De La Jagua de Ibirico, César”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Geólogo por la Fundación Universitaria del Área Andina – Colombia, presentó por objetivo calcular eficientemente la capacidad de carga para el proyecto mencionado anteriormente. Asimismo, es importante señalar que la investigación realizada hizo uso de una metodología descriptiva-explicativa. Finalmente, se puede mencionar como conclusión obtenida que considerando una profundidad de 70 centímetros pudo apreciarse una capacidad de carga muy buena, lo cual se comprobó gracias al empleo del ensayo SPT ya que en la realización de éste se supera los 50 golpes por cada 30 cm.

Vargas y Dueñez (2018) realizaron la tesis denominada “Comparación de parámetros de resistencia determinados por ensayos de laboratorio y campo en suelos de la formación Sabana del Occidente de Bogotá”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Católica de Colombia – Colombia, presentó por objetivo realizar una comparación entre ensayos de campo y ensayo de laboratorio para ver su nivel de confiabilidad. Asimismo, es importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva-explicativa. Finalmente, como conclusión obtenida se puede mencionar que después del análisis realizado se determinó una resistencia al corte no drenado del suelo de un valor de 0.5 kg/cm².

Antecedentes nacionales

Olarte (2019) señala en la tesis titulada “Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del E.P. Cusco – Varones”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villarreal-Perú, presentó por objetivo la realización de un correcto estudio de suelos que permita calcular la capacidad de carga en la zona en estudio mencionada anteriormente. Asimismo, resulta importante señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue aplicativa. La conclusión general a la que se llegó fue que se deben emplear zapatas cuadradas conectadas por vigas de conexión y la carga final admisible fue de 1.29 kg/cm².

Beltrán y Díaz (2018) realizó la tesis denominada “Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas-Perú, presentó por objetivo la realización de una análisis acerca de cómo varía la capacidad de carga que posee el suelo sobre la carga que actúa en el muro de la zona en estudio mencionada. Asimismo, resulta necesario señalar que se hizo uso de una metodología descriptiva-explicativa. Finalmente, se puede afirmar como conclusión obtenida que actualmente se registra un incremento del nivel freático de hasta 0.80 m de profundidad, lo que expone al suelo a soportar una capacidad de carga de 1.20 kg/cm²; mientras que según la estimación de equilibrio límite a 0.40 m puede soportar 1.17 kg/cm², lo que deja una estrecha tolerancia.

Adauto y Cheong (2018) señalan en la tesis titulada “Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000 m³ en el Sector 330 Villa María del Triunfo – Lima”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad de San Martín de Porres-Perú, tiene como objetivo principal, evaluar la incidencia del estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20,000 m³ en el sector 330 de Villa María del Triunfo. La metodología empleada fue de tipo descriptiva-explicativa. La

conclusión general a la que se llegó fue que, los resultados del estudio geotécnico influyen en la determinación del ancho (1.20), la longitud (158), la profundidad (1.20), el ángulo de fricción (30°), la cohesión (0), y el tipo de cemento I que se utiliza en el diseño de la cimentación del reservorio, en el sector 330, de Villa María del Triunfo.

Velayarce (2018) realizó la tesis denominada “Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano San Juan – distrito De la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de San Martín-Perú, presentó por objetivo conseguir realizar un mapa para zonificar la capacidad de carga existente en la zona en estudio mencionada anteriormente. Asimismo, resulta imprescindible señalar que la metodología de la cual se hizo uso fue descriptiva. Finalmente se puede mencionar como conclusión obtenida que los valores de la capacidad portante están en el rango general de 1.00 – 2.00 Kg/cm², se obtuvo mediante la aplicación de la teoría de Karl Terzaghi para el caso de Falla local para cimentaciones cuadradas.

Misme (2018) realizó tesis denominada “Cálculo de capacidad portante de los suelos de la zona nor-oeste y nor-este de la Ciudad de Lampa”, investigación llevada a cabo con fines de lograr la obtención del título de Ingeniero Civil por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez – Perú, presentó por objetivo calcular la capacidad de carga del terreno de la zona en estudio mencionada anteriormente para realizar los trabajos de cimentación. Asimismo, resulta imprescindible mencionar que la metodología de la cual se hizo fue descriptiva-explicativa. Finalmente se puede mencionar como conclusión obtenida que se llegó a calcular un valor de 1.01 kg/cm² para la capacidad de carga.

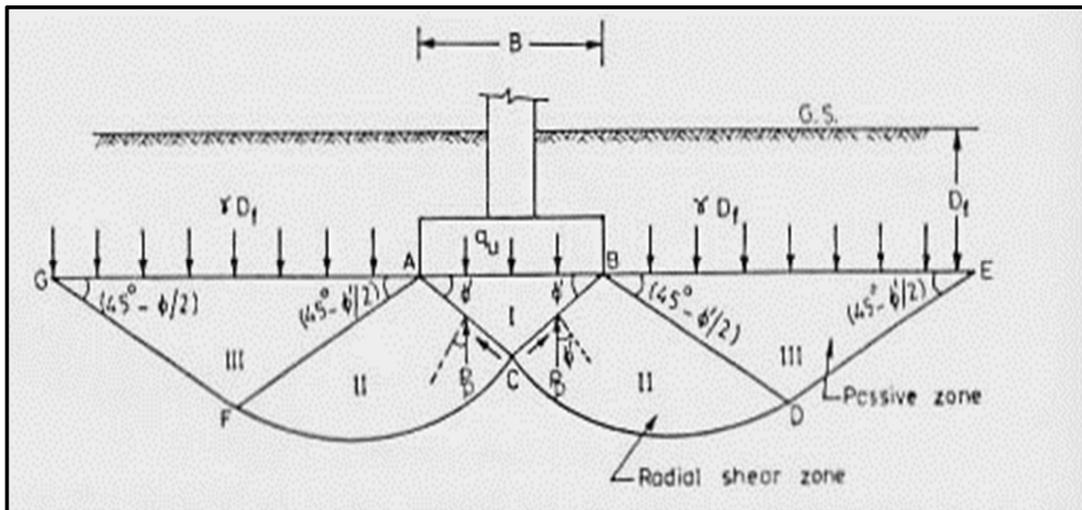
Bases teóricas

Capacidad de carga del suelo

Para definir la capacidad de carga del suelo, Baque señala que:

Esta viene a ser la carga por unidad de área que resulta de la falla por corte bajo la cimentación, con lo cual se puede mencionar que es la mayor presión que el suelo es capaz de soportar, pero, y es importante decirlo, sin llegar al estado considerado plástico. Debido a la carga que soporta el suelo es imprescindible señalar que surgen asentamientos los cuales pueden ser graficados de acuerdo a la presión media. La capacidad de carga del suelo depende de las características y propiedades del suelo, por lo cual para calcularla se requieren los valores de los parámetros geotécnicos. (2017, p. 55).

Figura 1: Esquema capacidad de carga del suelo.



Fuente: Beltrán y Díaz, 2018.

Capacidad de carga admisible del suelo (q_{ad})

Baque (2017) señala que: “Es la presión que al ser aplicada al terreno de fundación no genera falla o daño en la estructura” (p. 56). Dicha capacidad no solo depende de las características geomecánicas del suelo, sino también del tipo de cimentación, ubicación del nivel freático y factor de seguridad adoptado.

Asimismo, la capacidad de carga admisible del suelo puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = \frac{q_{última}}{F.S.}$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad de carga admisible.

$q_{última}$ = Capacidad de carga última.

F.S. = Factor de seguridad.

Capacidad de carga última

Baque (2017) señala que: “La capacidad de carga última del suelo es la máxima presión que soporta el suelo de antes de ocurrir una falla” (p. 56).

Factor de seguridad (F.S.)

Baque (2017) señala que: “Es un factor que se aplica a la capacidad de carga última (q_u) para determinar la capacidad de carga admisible q_{ad} ” (p. 56).

Estos factores son los siguientes:

Para cargas estáticas: 3.0

Para sollicitación máxima de sismo o viento: 2.5

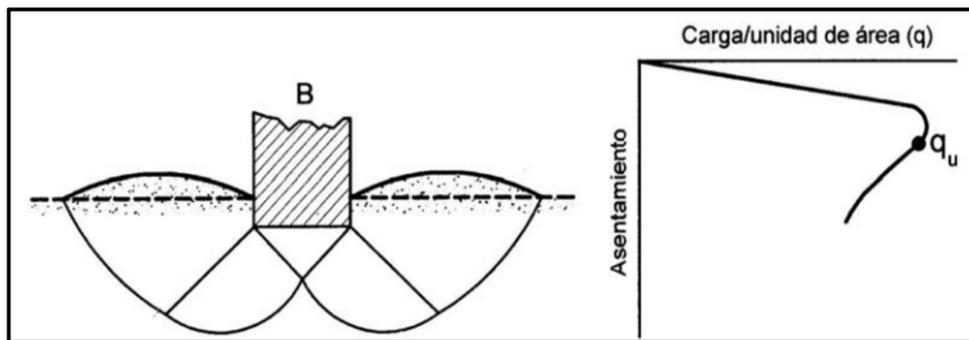
Dimensiones

Baque (2017) señala que el estudio de la capacidad portante parte de tres dimensiones fundamentales:

Dimensión 1: Falla por corte

Baque (2017) señala que: “Es aquella que se caracteriza por la presencia de una superficie de deslizamiento continuo dentro del terreno, que se inicia en el borde de la cimentación y que avanza hasta la superficie del terreno” (p. 57).

Figura 2: Falla por corte.



Fuente: Baque, 2017.

Dimensión 2: Asentamientos

Baque (2017) señala que: “Es la deformación vertical en la superficie de un terreno proveniente de la aplicación de cargas o debido al peso propio de las capas. Para su estudio se hace uso de la Teoría Elástica de Suelos” (p. 57).

Dimensión 3: Parámetros geomecánicos

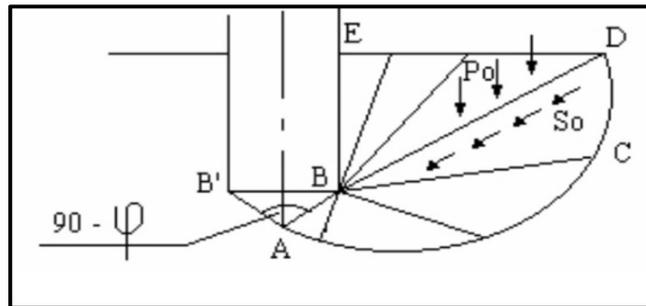
Baque (2017) señala que: “Son aquellos que determinan el comportamiento mecánico de los suelos, como el contenido de humedad, límites de consistencia y la granulometría, los cuales pueden ser obtenidos a partir de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos” (p. 57).

Método de Meyerhof

En relación al Método de Meyerhof, Beltrán y Díaz señalan que:

George Geoffrey Meyerhof en el año de 1963 realizó estudios teóricos y experimentales, de esa manera hizo un amplio análisis de la teoría de la plasticidad en zapatas superficiales y profundas, estableciendo mecanismos de falla y soluciones para zapatas con cargas inclinadas y excéntricas. (2018, p. 22)

Figura 3: Esquema del Método de Meyerhof.



Fuente: Castillo, 2017.

Meyerhof (1963) presenta la siguiente ecuación de capacidad general de carga:

$$q_u = c N_c S_c d_c i_c + q N_q S_q d_q i_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Donde:

c : cohesión del suelo

γ : peso específico del suelo

q : $\gamma \cdot D_f$

B : ancho de la cimentación

S_c, S_q, S_γ : factores de forma

d_c, d_q, d_γ : factores de profundidad

i_c, i_q, i_γ : factores de inclinación de la carga

N_c, N_q, N_γ : factores de capacidad de carga

Dimensiones

Beltrán y Díaz (2018) señalan que el Método de Meyerhof, parte de cuatro dimensiones fundamentales:

Dimensión 1: Factores de capacidad de carga.

Beltrán y Díaz (2018) señalan que: “Son aquellos relacionados a la capacidad de carga que puede soportar el suelo. Los factores de capacidad de carga dependen únicamente del ángulo de fricción” (p. 23). Para calcularlos, Meyerhof presenta las siguientes expresiones:

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \phi)$$

Dimensión 2: Factores de forma.

Beltrán y Díaz (2018) señalan que: “Los factores de forma son aquellos que están relacionados a la forma de la cimentación. Estos factores dependen del ancho y largo de la cimentación, así como del ángulo de fricción interna” (p. 24). Para calcularlos, Meyerhof presenta las siguientes expresiones:

Para cualquier ángulo ϕ :

$$S_c = 1 + \left[\left(0.2 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right) \left(\frac{B}{L} \right) \right]$$

Para cualquier ángulo $\phi > 10^\circ$:

$$S_q = S_\gamma = 1 + \left[\left(0.1 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right) \left(\frac{B}{L} \right) \right]$$

Dimensión 3: Factores de profundidad.

Beltrán y Díaz (2018) señalan que: “Los factores de profundidad son aquellos que están relacionados a la profundidad de la cimentación. Estos factores dependen del

ancho y profundidad de la cimentación, así como del ángulo de fricción interna” (p. 24). Para calcularlos, Meyerhof presenta las siguientes expresiones

Para cualquier ángulo ϕ :

$$D_c = 1 + \left(0.2 \sqrt{\tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})} \right) \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

Para cualquier ángulo $\phi > 10^\circ$:

$$D_q = D_v = 1 + \left(0.1 \sqrt{\tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})} \right) \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

Dimensión 4: Factores de inclinación

Beltrán y Díaz (2018) señalan que: “Los factores de inclinación son aquellos que están relacionados a la inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical, siendo esta inclinación denotada por la letra β ” (p. 25).

$$I_c = I_q = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$I_v = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{\phi} \right)^2$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Enfoque

Cuantitativo, puesto que recolecta datos con la finalidad de poder comprobar las hipótesis empleando la medición numérica. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Tipo de investigación

Aplicada, puesto que está dirigida a la solución de problemas prácticos y específicos en un área determinada, aplicando conocimientos existentes, y no creando nuevos conocimientos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Diseño de investigación

No experimental, ya que es llevado a cabo sin la necesidad de manipular deliberadamente las variables y sólo observándose el fenómeno para luego poder realizar un análisis. Y de corte transeccional o transversal porque recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único, con la finalidad de describir la incidencia de las variables. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Nivel de investigación

Descriptivo ya que se realiza con fines de poder especificar las características y propiedades de objetos, personas o procesos para proceder a realizar su análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2 Variables y operacionalización

- Variable dependiente: Capacidad de carga del suelo.
- Variable independiente: Método de Meyerhof.

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en el anexo 03.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Arias (2012) definió a la población como: “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81). En este sentido la presente investigación toma como población los suelos que existen en el distrito de Villa María del Triunfo-Lima.

Muestra y muestreo

Arias (2012) definió a la muestra como: “El subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). En este sentido la presente investigación toma como muestra el suelo existente en el Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo-Lima, siendo el muestreo realizado con un criterio no probabilístico y de tipo intencional. Arias (2012) señala que: “El muestreo no probabilístico de tipo intencional es aquel en el que los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (p. 85). Para el muestreo se han realizado exploraciones de campo en el Sector 309 precisamente en la intersección de la Calle Miraflores y Calle Fundadores del distrito de Villa María del Triunfo – Lima, recolectándose muestras de suelos mediante la realización de calicatas y llevando un registro de excavaciones.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Según Arias (2012) sustenta que: “Las técnicas son aquellas que componen el conjunto de recursos o mecanismos orientados a recabar, preservar y transferir información de los fenómenos sobre los cuales se está investigando” (p. 67).

Las técnicas que se emplearon en la presente investigación fueron: la observación directa llevando a cabo visitas a las zonas de estudio, la experimentación con la aplicación de ensayos para lograr la determinación de las características del suelo en la zona estudiada, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente y fuentes

bibliográficas consultadas relacionadas al Método de Meyerhof y la capacidad portante en suelos, y la evaluación de los datos obtenidos en los diferentes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos realizados.

Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012) señala que: “Los instrumentos son cualquier medio o formato ya sea digital o en papel, utilizado para registrar o acopiar información y posteriormente poder procesarla, analizarla e interpretarla” (p. 16). Por lo tanto, para la presente investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

- Ensayo de corte directo: Este es uno de los ensayos más empleados en la mecánica de suelos. Este ensayo permitió determinar los parámetros resistentes como la cohesión, el ángulo de fricción interna ϕ y el ángulo de inclinación. Para ello se empleó un equipo de corte directo, en donde una probeta (obtenida de la muestra de suelo) de forma cilíndrica que se encuentra restringida lateralmente por las paredes rígidas de una caja, se cortó por un plano horizontal mientras se encontraba sometida a una presión normal a dicho plano.
- Memoria de cálculo: permitió aplicar el Método de Meyerhof utilizando las formulaciones empíricas propuestas por él. Con ello se calculó la capacidad de carga del suelo estableciendo el ancho y profundidad para la cimentación propuesta, determinándose también la carga unitaria y la presión media.
- Análisis granulométrico. Este ensayo tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 μm . Los resultados de laboratorio obtenidos del ensayo de análisis granulométrico brindaron información geotécnica valiosa como el contenido de humedad, los límites de consistencia, la granulometría del suelo y por consiguiente su clasificación.

Validación y confiabilidad de instrumento

La validez hace referencia al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir (Hernández, 2014). Se utilizó el criterio de juicio de expertos, donde se sometió el instrumento a la valoración por quienes juzgaron la capacidad de éste para evaluar todas las variables que deseamos medir.

La confiabilidad de un instrumento de medición hace referencia al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto brinda los mismos resultados (Hernández, 2014). Las mediciones de los datos serán exactas ya que el laboratorio de mecánica de suelos cumple con todos los estándares de calidad para la evaluación de las muestras. Los resultados del análisis de validez y confiabilidad se adjuntan en los anexos.

3.5 Procedimientos

- Inspección de campo en la zona en estudio y extracción de calicatas para obtención de muestras de suelo, anotándose un registro de excavaciones.
- Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos: análisis granulométrico, límites de Atterberg, corte directo, con fines de obtener los límites de consistencia, la granulometría del suelo y por consiguiente su clasificación.
- Memorías de cálculo, para obtener los valores de los factores de diseño del Método de Meyerhof, la capacidad de carga del suelo y el cálculo del asentamiento.

3.6 Manejo de análisis de datos

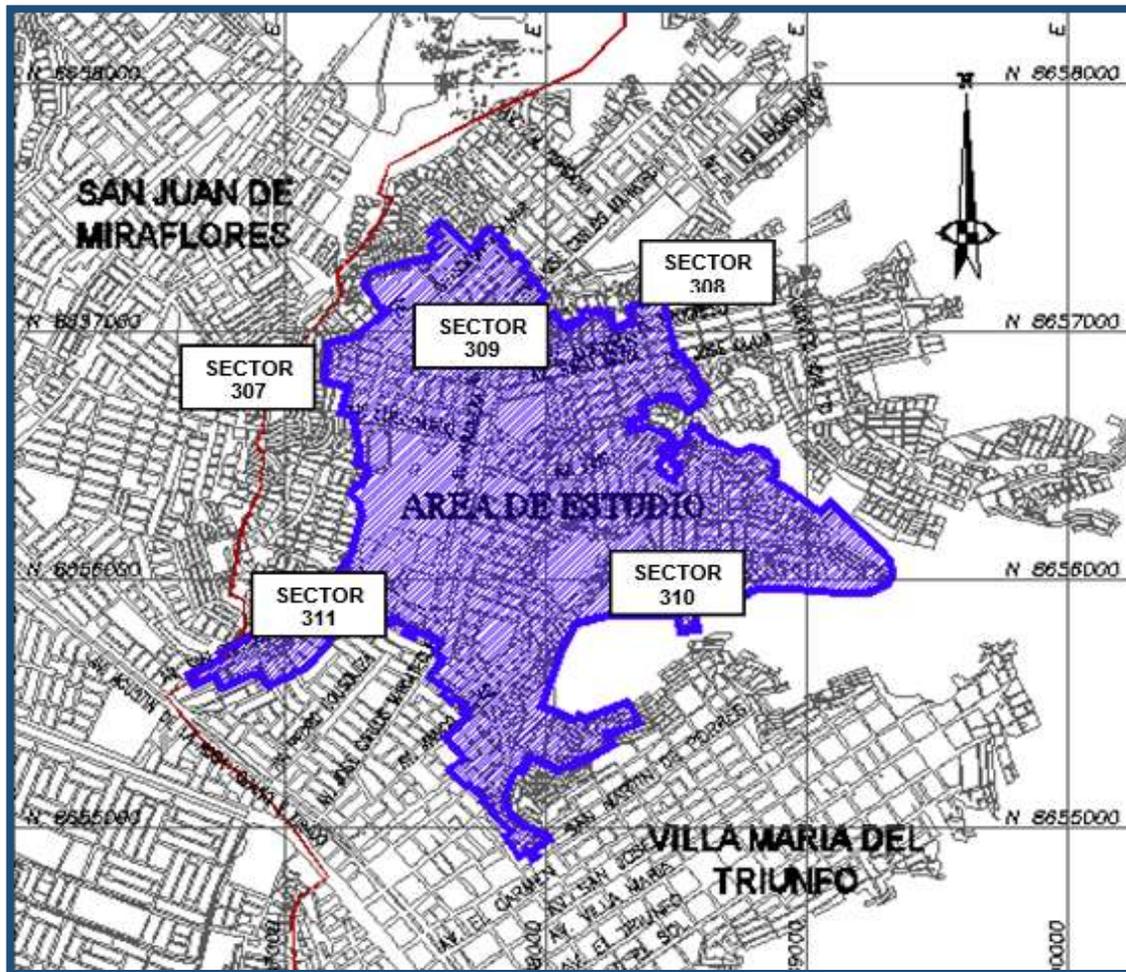
Se ha realizado un registro de excavaciones, gracias al cual fue posible anotar las principales características de los estratos que fueron encontrados, dentro de éstas podemos mencionar: humedad, compacidad, consistencia, plasticidad, forma y tamaño de las partículas, clasificación, presencia del nivel freático, etc. Posteriormente se hizo uso de las formulaciones empíricas propuestas por Meyerhof empleando una memoria de cálculo.

Análisis de la zona en estudio

Ubicación del área de estudio

El proyecto en el que se basa la presente tesis se ubica en el departamento y provincia de Lima, en el distrito de Villa María del Triunfo, específicamente en el Sector 309.

Figura 4: Ubicación de la zona en estudio.



Fuente: IGN.

Los límites del Sector 309 son los siguientes:

- Por el Norte: El Sector 308 y las calles Elías Aguirre, 5 de diciembre y parte de los cerros del Distrito de Villa María del Triunfo.
- Por el Sur: El Sector 310 del Distrito Villa María del Triunfo.
- Por el Este: El Sector 308 y las calles Elías Aguirre, 5 de diciembre y parte de cerros del Distrito de Villa María del Triunfo.
- Por el Oeste: El Sector 311 y 307 bordeando la cota 180, por las calles J. Chávez, 28 de Julio, Los Laureles, Júpiter, Av. Manco Cápac, José Olaya, 9 de agosto, Distrito Villa María del Triunfo.

El sector 309 se ubica en la parte media de la quebrada Seca José Carlos Mariátegui con coordenadas geográficas UTM: 288038.27E y 8656296.96N.

Reconocimiento del terreno

Se realizó la verificación inicial del terreno materia de estudio, donde se realizó la primera visita de campo, en la cual se observó las principales dificultades y obstáculos que se deben afrontar. En el reconocimiento del terreno, se verificó, la relación de habilitaciones a intervenir, en este Sector 309.

Recopilación de Información.

Para iniciar los trabajos de campo se necesitó tener una información mínima para comenzar con la ubicación y toma de calicatas y los ensayos de campo. Por ello se realizó y recopiló:

- Estudio de mecánica de suelos y geotecnia.
- Planos de obras generales y secundarias existentes y proyectadas de agua potable y alcantarillado.
- Planos de habilitaciones involucradas en el área de estudio de la Municipalidad de Villa María del Triunfo, catastro de Sedapal, COFOPRI, etc.
- Información geológica, geográfica, geomorfológica y geodinámica de la zona de estudio.

Ubicación y Ejecución de Calicatas.

Se realizaron calicatas con el objetivo de extraer muestras para realizar los ensayos y determinar las propiedades de los diversos suelos donde se proyectan las estructuras a estudiar.

En general, en el proyecto en que se basa la presente tesis se ejecutaron calicatas en líneas primarias, redes secundarias, estructuras principales - menores y muros de contención, ejecutándose bajo las siguientes condiciones:

- Para Redes secundarias: 1 calicata por cada 50 lotes
- Para Líneas Primarias: 1 calicata cada 200 mts.
- Estructuras Principales: 3 calicatas para estructuras proyectadas.
- Estructuras Menores (CRP y CD): 1 calicata por cada estructura.
- Muros de contención: 3 calicatas.

Se han realizado un total 261 calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto” distribuidas uniformemente en el área de estudio, las cuales fueron ubicadas convenientemente a fin de definir los perfiles estratigráficos de la zona.

Análisis de sistema de agua potable

El sector 309 tiene 2 ingresos de abastecimiento, conformando 2 subsectores 309A y 309B. Los cuales con la implementación del proyecto en el que se basa la presente tesis serán mejoradas y ampliadas.

- Sector 309A: Abastecido a partir de la estación de bombeo existente EB-6, a través de una línea de impulsión existente que alimenta el reservorio existente R-13, y este a su vez alimenta al R-1A.
- Sector 309B: Se proyecta la instalación de una cámara de derivación en la línea matriz La Atarjea, hacia la estación Booster proyectada, que abastecerá al reservorio existente R-2A, que cuenta con 01 cámara de rebombeo existente CR-32B que abastece al reservorio existente RP-10, además se proyecta la cámara de rebombeo CR-328A, que alimentará al reservorio proyectado R-Ricra,

y esta a su vez abastecerá por gravedad al reservorio proyectado R-Viñas 3, y de este serán abastecidos los reservorios existentes R-Nuevo Amanecer y R-Viñas, los cuales serán mejorados.

Tabla 1: Vistas de las estructuras de almacenamiento existentes.

 A photograph of a concrete water reservoir with a flat roof and a blue-painted base, situated in a hilly area with mountains in the background. A date stamp '20/04/2019' is visible in the bottom right corner.	 A photograph of a white cylindrical water reservoir with a red top, located on a dirt slope next to some buildings. A black pipe runs across the foreground. A date stamp '20/04/2019' is visible in the bottom right corner.
Reservorio R-2A y CR-328	Reservorio R-Viñas 1
 A photograph of a large blue cylindrical water reservoir with the 'sedapal' logo and 'CR-34' visible. It is situated on a dirt slope. A date stamp '20/04/2019' is visible in the bottom right corner.	 A photograph of a blue concrete cistern with the 'sedapal' logo and 'CR-34 700283' visible. It is located next to a set of concrete stairs with a yellow handrail. A date stamp '20/04/2019' is visible in the bottom right corner.
Reservorio Nuevo Amanecer	Cisterna Nuevo Amanecer



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2: Líneas de Conducción.

Línea de Conducción	Longitud Aprox. (Km)	Estado
Matriz Villa El Salvador - Cámara Booster	0.4	Proyectado
R-Ricra a R-Viñas 3	0.8	Proyectado
R-Viñas 3 a R-Nuevo Amanecer	1.2	Proyectado

Fuente: Sedapal.

Tabla 3: Líneas de impulsión.

Línea de Impulsión	Longitud Aprox. (Km)	Estado
Estación Booster a R-2A	1	Proyectado
CR-328A a R-Ricra	0.4	Proyectado
CR-328 a RP-10	1.1	Mejorado
R-Viñas 3 a R-Viñas 1	0.3	Proyectado

Fuente: Sedapal.

Tabla 4: Redes troncales de refuerzo.

Red Troncal de Refuerzo	Longitud Aprox. (Km)	Estado
Red Troncal del R-2A	0.4	Proyectado
Red Troncal del R-Ricra	1.6	Proyectado
Red Troncal del R-Viñas 3	0.5	Proyectado
Red Troncal del R-Viñas 1	0.2	Proyectado
Red Troncal del R-13	2.1	Proyectado

Fuente: Sedapal.

Tabla 5: Redes de distribución mejoradas.

Áreas de Servicio	Longitud Aprox. de Redes de Agua (Km)
R-13	23.00
R-2A	9.60
R-Nuevo Amanecer	0.10
RP-10	2.30
R-Ricra	0.80
R-Viñas 3	1.70
Sub Total	17.50

Fuente: Sedapal.

Tabla 6: Redes de distribución proyectadas.

Áreas de Servicio	Longitud Aprox. de Redes de Agua (Km)
R-13	4.80
R-2A	2.30
R-Viñas 1	2.70
RP-10	0.30
R-Ricra	4.40
R-Viñas 3	2.90
Sub Total	17.40

Fuente: Sedapal.

Sistema de alcantarillado

Tabla 7: Colectores principales a rehabilitar.

Diámetro (mm)	Long. Tubería Aprox. (Km)
300	0.3
400	0.6
450	0.25
600	0.35
Total =	1.5

Fuente: Sedapal.

Tabla 8: Redes secundarias y buzones proyectados.

Descripción	Unid	Long. Tubería Aprox. (Km)
Long. Tubería Aprox.	Km	10.2
N° Buzones	Und	571

Fuente: Sedapal.

Tabla 9: Redes secundarias y buzones a rehabilitar.

Descripción	Und.	Long. Tubería Aprox. (Km)
Long. Tubería Aprox.	Km	40
N° Buzones Aprox.	Und	837
N° Buzones Aprox.	Und	571

Fuente: Sedapal.

Tabla 10: Metrado de tubería de rebose.

Descripción del Rebose	Und	Long. Aprox.
Rebose del Reservorio R-Ricra	Km	0.4
Rebose del Reservorio R-Viñas 3		
Rebose del Reservorio R-Viñas 1		

Fuente: Sedapal.

Pozos exploratorios estructuras principales.

A continuación, se muestra el control de exploración con las calicatas realizadas para las estructuras principales.

Tabla 11: Control de exploración – parte 1.

Fuente:

CONTROL DE EXPLORACION							
ITEM	NOMBRE DE LA CLICATA	ESTRUCTURA A LA QUE PERTENECE	UBICACIÓN -UTM WG 84		PROF. (M)	TIPO DE SUELO	OBSERVACIONES
			COORDENADA"X"	COORDENADA"Y"			
REDES PRIMARIAS							
171	C-171	ESTRUCTURAS PRICIPALES (ESTACION DE BOMBEO TIPO BOOSTER)	287518.47	8655115.89	3.0	NORMAL	
172	C-172	ESTRUCTURAS PRICIPALES (ESTACION DE BOMBEO TIPO BOOSTER)	287543.66	8655133.64	3.0	NORMAL	
173	C-173	ESTRUCTURAS PRICIPALES (ESTACION DE BOMBEO TIPO BOOSTER)	287529.11	8655139.62	3.1	NORMAL	
174	C-174	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO 2A)	287951.37	8655794.48	2.2	NORMAL	
175	C-175	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO 2A)	287973.1	8655766.20	1.3	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.30M
176	C-176	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO 2A)	287986.58	8655780.96	1.6	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.60M
177	C-177	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO RICRA)	288287.25	8655578.21	0.6	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 0.60M
178	C-178	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO RICRA)	288278.42	8655860.35	0.8	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 0.80M
179	C-179	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO RICRA)	288298.35	8655857.65	0.8	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 0.80M

Elaboración Propia.

Tabla 12: Control de exploración – parte 2.

CONTROL DE EXPLORACION							
ITEM	NOMBRE DE LA CLICATA	ESTRUCTURA A LA QUE PERTENECE	UBICACIÓN -UTM WG 84		PROF. (M)	TIPO DE SUELO	OBSERVACIONES
			COORDENADA "X"	COORDENADA "Y"			
REDES PRIMARIAS							
180	C-180	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 3)	288955.85	8655987.99	2.80	NORMAL	SE ENCONTRO ROCA DURA A 2.80M
181	C-181	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 3)	288954.06	8655968.34	2.70	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 2.70M
182	C-182	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 3)	288979.47	8655971.08	2.10	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 2.10M
183	C-183	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 1)	289188.87	8655967.14	2.20	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 2.20M
184	C-184	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 1)	289208.52	8655962.09	1.80	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.80M
185	C-185	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO VIÑAS 1)	289202.75	8655987.89	2.20	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 2.20M
186	C-186	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO NUEVO AMANECER)	288692.34	8656557.27	1.85	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.85M
187	C-187	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO NUEVO 5666AMANECER)	288671.39	8656576.31	1.20	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.20M
188	C-188	ESTRUCTURAS PRINCIPALES (RESERVORIO NUEVO AMANECER)	288665.46	8656554.11	1.85	SEMIROCOSO/ROCOSO	SE ENCONTRO ROCA DURA A 1.85M

Fuente: Elaboración Propia.

Registro de exploración.

A continuación, se muestra el registro de exploración con los resultados de los ensayos de granulometría y las características del suelo halladas en los ensayos de laboratorio. Se ha realizado la clasificación de los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS ASTM D – 2487). Se ha tomado como referencia sólo las calicatas del número C-171 a la C-189, puesto que estas corresponden al área donde se ubicarán las estructuras principales, y el reservorio a cimentar es una estructura principal.

Tabla 13: Registro de exploración.

Calicata	Prof.	%G	%A	%F	W%	LL	IP	SUCS	AASHTO	Descripción	Tipo de suelo (Sedapal)
C-171	0.3-3.0	0.56	84.86	14.58	3.40	NP	NP	SM	A-2-4(0)	ARENA LIMOSA	Normal
C-172	0.2-3.0	0.29	90.58	9.13	1.80	NP	NP	SP-SM	A-3(0)	ARENA CON LIMO	Normal
C-173	0.3-3.1	1.31	70.51	28.18	9.26	NP	NP	SM	A-2-4(0)	ARENA LIMOSA	Normal
C-174	0.7-2.2	64.48	28.84	6.68	3.12	23.42	NP	GP-GM	A-1-a(0)	GRAVA CON LIMO	Normal
C-175	0.3-1.3	59.59	32.28	8.13	5.41	23.40	3.01	GW-GM	A-1-a(0)	GRAVA CON LIMO	Semirocoso /rocoso
C-176	0.2-1.6	67.92	26.96	5.12	4.87	51.53	17.98	GW-GM	A-2-7(0)	GRAVA CON LIMO	Semirocoso /rocoso
C-178	0.0-0.8	95.35	3.15	1.50	3.30	NP	NP	GW	A-1-a(0)	GRAVA BIEN	Normal
C-180	0.1-2.8	69.74	24.83	5.43	2.86	49.11	16.17	GP-GM	A-1-a(0)	GRAVA CON LIMO	Semirocoso /rocoso
C-181	0.2-2.7	29.82	49.44	20.74	9.01	42.27	11.96	SM	A-2-7(0)	ARENA LIMOSA	Semirocoso /rocoso
C-182	0.0-2.1	57.22	34.78	8.00	4.49	36.68	12.03	SP-SM	A-2-6(0)	ARENA CON LIMO	Semirocoso /rocoso
C-183	0.2-2.2	58.98	25.36	15.66	4.88	21.7	6.15	GC-GM	A-1-b(0)	GRAVA ARCILLOSA CON	Semirocoso /rocoso
C-184	0.2-1.8	80.58	14.19	5.23	2.83	20.08	3.92	GP-GM	A-1-a(0)	GRAVA CON LIMO	Semirocoso /rocoso
C-185	0.3-2.2	60.23	25.34	14.43	2.75	18.85	3.30	GM	A-1-a(0)	GRAVA LIMOSA	Semirocoso /rocoso
C-186	0.2-1.85	91.32	7.64	1.04	4.61	NP	NP	GP	A-1-a(0)	GRAVA MAL GRADUADA	Semirocoso /rocoso
C-187	0.2-1.2	52.24	25.02	22.74	13.41	48.61	24.49	GC	A-2-7(0)	GRAVA ARCILLOSA	Semirocoso /rocoso
C-188	0.4-1.85	92.93	5.43	1.64	3.08	NP	NP	GW	A-1-a(0)	GRAVA BIEN GRADUADA	Semirocoso /rocoso
C-189	0.6-3.20	---	98.48	1.52	2.61	NP	NP	SP	A-3(0)	ARENA MAL GRADUADA	Normal

Fuente: Elaboración Propia.

Perfiles estratigráficos en las áreas de las estructuras principales.

Cámara booster

En la calicata C-171: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravillas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.30m, subyaciendo arena limosa de grano fino, de color beige, con un porcentaje de grava 5.56%, arena en un 84.86% y finos en 14.51%, con una humedad de $w=3.4\%$, no plástico, en estado semicompacto, hasta la profundidad explorada de 3.00m.

En la calicata C-172: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravillas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo arena mal graduada con limo, de grano fino, de color beige, con un porcentaje de grava 0.29%, arena en un 90.58% y finos en 9.13%, con una humedad de $w=1.80\%$, no plástico, en estado semicompacto, hasta la profundidad explorada de 3.00m.

En la calicata C-173: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, de color beige oscuro, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.30m, subyaciendo arena limosa de grano fino, de color beige, con un porcentaje de grava 1.31%, arena en un 70.51% y finos en 28.18%, con una humedad de $w=9.26\%$, no plástico, en estado semicompacto, hasta la profundidad explorada de 3.10m.

Reservorio 2A

En la calicata C-174: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravas angulosas y restos de raíces, parcialmente húmedo, no plástico, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.70m, subyaciendo grava mal graduada, producto de roca muy fracturada e intemperizada, se fragmenta en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 64.48%, arena en un 28.84% y finos en 6.68%, con una humedad de $w=3.12\%$, hasta la profundidad explorada de 2.20m, subyace roca dura.

En la calicata C-175: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravas y restos de bolsas plásticas, de color marrón, parcialmente húmedo, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.30m, continuando grava bien graduada con limos, con un porcentaje de grava 59.59%, arena en un

32.28% y finos en 8.13%, con una humedad de $w=5.41\%$, con un índice plástico $IP=3.01\%$, subyaciendo roca diorita gabroica, hasta la profundidad explorada de 1.30m.

En la calicata C-176: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravas, de color beige, seco, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20, subyaciendo grava bien graduada con limos, producto de roca fracturada e intemperizada, se disgrega en el proceso de excavación manual, con un porcentaje de grava 67.92%, arena en un 26.96% y finos en 5.12%, con una humedad de $w=4.87\%$, con un índice plástico $IP=17.98\%$, hasta la profundidad de 1.60m, subyace roca fracturada dura.

Reservorio proyectado Ricra

En la calicata C-177: Se presenta roca fracturada e intemperizada, se disgrega en el proceso de excavación manual, hasta la profundidad explorada de 0.60m, subyace roca fracturada dura.

En la calicata C-178: Se presenta grava bien graduada, producto de roca fracturada e intemperizada superficialmente, con un porcentaje de grava 95.35%, arena en un 3.15% y finos en 1.5%, con una humedad de $w= 3.30\%$, no plástico, hasta la profundidad explorada de 0.80m, subyace roca fracturada dura.

En la calicata C-179: Se presenta roca fracturada e intemperizada superficialmente, hasta la profundidad explorada de 0.80m, subyace roca fracturada dura.

Reservorio proyectado Viñas 3

En la calicata C-180: Se presenta suelo removido de arena limosa con gravillas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.10m, subyaciendo grava mal graduada con limo, producto de roca fracturada e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 69.74%, arena en un 24.83% y finos en 5.43%, con una humedad de $w= 2.86\%$, con un índice plástico $IP=16.17$ hasta la profundidad explorada de 2.90m, subyace roca diorita gabroica.

En la calicata C-181: Se presenta suelo removido de arena limosa, con presencia de gravillas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo arena limosa, producto de roca fracturada e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 29.82%, arena en un 49.44% y finos en 20.74%, con una humedad de $w=9.01\%$, con un índice plástico $IP=11.96\%$, hasta la profundidad explorada de 2.70m, subyace roca fracturada dura.

En la calicata C-182: Se presenta suelo consistente en arena mal graduada con limos, producto de roca fracturada e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 57.22%, arena en un 34.78% y finos en 8%, con una humedad de $w=4.49\%$, con un índice plástico $IP=12.03\%$, hasta la profundidad explorada de 2.10, subyace roca fracturada dura.

En la calicata C-183: Se presenta suelo removido de arena limosa, con presencia de gravas angulosas y restos de raíces, parcialmente húmedo, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo grava arcillosa con limo, con buen porcentaje de gravas angulosas (Detritus), de color beige, con un porcentaje de grava 58.98%, arena en un 25.36% y finos en 15.66%, con una humedad de $w=4.88\%$, con un índice plástico $IP=6.15\%$, en estado semicompacto, hasta la profundidad explorada de 2.20m, subyace roca dura.

Reservorio proyectado Viñas 1

En la calicata C-184: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravillas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo grava mal graduada con limo, producto de roca fracturada e intemperizada, se fragmenta en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 80.58%, arena en un 14.19% y finos en 5.23%, con una humedad de $w=2.83\%$, con un índice plástico $IP=3.92\%$, hasta la profundidad explorada de 1.80m, subyace roca dura.

En la calicata C-185: Se presenta suelo consistente en arena limosa, con presencia de gravas angulosas y restos de bolsas plásticas, parcialmente húmedo, en estado

semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.30m, subyaciendo grava limosa, producto de roca fracturada e intemperizada, se fragmenta en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 60.23%, arena en un 25.34% y finos en 14.43%, con una humedad de $w=2.75\%$, con un índice plástico $IP=3.30\%$ hasta la profundidad explorada de 2.20m, subyace roca intrusivo diorítico gabroica.

Reservorio Nuevo Amanecer

En la calicata C-186: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con presencia de gravas angulosas, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo grava mal graduada, producto de roca muy fractura e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 91.32%, arena en un 7.64% y finos en 1.04%, con una humedad de $w=4.61\%$, no plástico, hasta la profundidad explorada de 1.85m, subyace roca dura.

En la calicata C-187: Se presenta suelo removido consistente en arena, con presencia de gravas, de color beige, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.20m, subyaciendo grava arcillosa, producto de roca muy fractura e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 52.24%, arena en un 25.02% y finos en 22.74%, con una humedad de $w=13.41\%$, con un índice plástico $IP=24.49\%$, hasta la profundidad explorada de 1.20m, subyace roca dura.

En la calicata C-188: Se presenta suelo removido consistente en arena limosa, con buen porcentaje de gravas angulosas, medianamente húmedo, en estado semicompacto, en un espesor de 0.00 a 0.40m, subyaciendo suelo consistente en grava bien graduada producto de roca muy fractura e intemperizada superficialmente, se disgrega en el proceso de excavación manual (Detritus), con un porcentaje de grava 92.93%, arena en un 5.43% y finos en 1.64%, con una humedad de $w=3.08\%$, no plástico, hasta la profundidad explorada de 1.85m, subyace hacia el fondo andesita gabroica.

En la calicata C-189: Se presenta relleno removido de arena fina, color beige oscuro, con restos de bolsas plásticas, parcialmente húmedo, no plástico, en estado semicompactado, en un espesor de 0.60m, subyaciendo arena fina, de color beige oscuro, parcialmente húmedo, no plástico, en estado semicompactado, hasta la profundidad explorada de 3.20m.

3.7 Aspectos éticos

El tema de determinación de la capacidad de carga del suelo empleando el Método de Meyerhof para la cimentación de reservorio del Sector 309 en el distrito de Villa María del Triunfo-Lima, ha cumplido con toda la normatividad exigida por el Reglamento Nacional de Edificaciones, especialmente con la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones. Asimismo, se cumplió con el reglamento del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad César Vallejo y con las normas de citación estipuladas por el estilo ISO 690. Se destaca que todos los datos y resultados que se exponen en la presente investigación son veraces y respetan los derechos de propiedad intelectual. Asimismo, la presente investigación resalta el respeto por el medio ambiente y la responsabilidad jurídica, social, política y ética.

A continuación, se muestran los valores éticos utilizados en la presente investigación:

Respeto

Hirsch (2019) señala sobre el respeto: “Es un valor ético fundamental e imprescindible en toda investigación. Está relacionado con el respeto a los colegas, así como a la ley y a la propiedad intelectual” (p. 54).

Objetividad

Hirsch (2019) señala sobre la objetividad: “Es otro valor científico y ético que sobresale en la investigación. Este valor resalta que todo investigador debe ver más allá de su propia apreciación evitando alguna desviación de la evidencia que justifica las conclusiones presentadas” (p. 53).

Honestidad

Hirsch (2019) señala que la honestidad: “significa realizar una investigación brindando y comunicando los resultados que se obtienen de manera completa sin ocultar u omitir nada” (p. 53).

IV. RESULTADOS

Tipo y profundidad de los cimientos

Como ya se ha comentado anteriormente, en la presente tesis se ha tomado como objeto de análisis la cámara de bombeo tipo Booster. Según se desprende de la descripción del perfil estratigráfico en el área donde se ubicará la cámara, se cimentará de acuerdo al nivel de corte para el implante de la cámara de bombeo, sobre suelo arenoso, mediante muros una cimentación tipo cajón con zapatas, a una profundidad promedio de 0.50m, medido con respecto al nivel de piso del fondo de cimentación.

Calculo de la capacidad de carga por el Método de Meyerhof

Para la determinación de los parámetros de resistencia se ha tomado en cuenta los valores obtenidos mediante el ensayo de corte directo y el ensayo de prospección geofísica, complementándose con un análisis granulométrico.

Resultados de laboratorio M-01:

Peso unitario suelo encima NNF	$\gamma_1 = 1.600 \text{ ton}/m^3$
Peso unitario suelo debajo NNF	$\gamma_2 = 1.600 \text{ ton}/m^3$
Prof. de cimentación - cuadro 01	$D_{f1} = 0.50m$
Prof. de cimentación - cuadro 02	$D_{f2} = 0.90m$
Factor de seguridad	3.00
Cohesión	$C = 0.08 \text{ kg}/cm^2$
Angulo de fricción	$\phi = 31.20$
Angulo de fricción local	$\phi = \text{Atan}\left(\frac{2}{3\tan}\phi\right) = 21.9$
Angulo que hace la carga vertical	$\alpha = 0.00$

Figura 5: Foto de la calicata 102.



Fuente: Propia.

Tomando como factor de profundidad como dato N° 01 – $D_{f1} = 0.50m$

1. Factores de capacidad de carga:

Para la variable N_q

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$N_q = e^{\pi \tan(21.99)} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{21.99}{2} \right)$$

Obtenemos:

$$N_q = 7.810$$

Para la variable N_c

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$N_c = \cot(21.99) (7.81 - 1)$$

Obtenemos:

$$N_c = 16.868$$

Para la variable N_y

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\phi)$$

$$N_y = (7.810 - 1)\tan(1.4 * 21.99)$$

$$N_y = 4.057$$

2. Factores de forma, para ángulo $\phi > 10^\circ$:

Para la variable S_c

$$S_{c2} = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$S_{c2} = 1 + 0.2 \left(\frac{1.6}{3.5} \right)$$

Obtenemos:

$$S_{c2} = 1.09$$

Para la variable S_γ

$$S_{\gamma 2} = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$S_{\gamma 2} = 1 - 0.2 \left(\frac{1.6}{3.5} \right)$$

Obtenemos:

$$S_{\gamma 2} = 0.91$$

3. Factores de inclinación.

Para la variable $i_c = i_q$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90} \right)^2$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{0}{90} \right)^2$$

Obtenemos:

$$i_c = i_q = 1.00$$

Para la variable i_y

$$i_y = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$i_y = \left(1 - \frac{0}{21.99}\right)^2$$

Obtenemos:

$$i_y = 1.00$$

Capacidad de carga admisible:

$$q_u = S c i_c N_c + i_q \gamma D_f N_q + 0.5 S_\gamma i_\gamma \gamma_2 B N_\gamma$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los cálculos previo:

$$q_u = 1.09 * 1.00 * 0.8 * 16.868 + 1 * 1.6 * 0.5 * 7.81 + 0.5 * 0.91 * 1 * 1.6 * 1.6 * 4.057$$

$$q_u = 2.57 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última:

$$q_{adm} = \frac{q_{\text{última}}}{F.S.}$$

$$q_{adm} = \frac{2.57}{3}$$

$$q_{adm} = 0.86 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 14: Cálculo de capacidad de carga por el método de Meyerhof-hoja 01.

Evaluando con distintas dimensiones se decidió por tomar el más eficiente:

Cimentación cuadrada

	B(m)	L(m)	Sc	Sy	Qu (kg/cm2)	Qad (kg/cm2)
1	1.50	3.50	1.09	0.91	2.53	0.84
2	1.60	3.50	1.09	0.91	2.57	0.86
3	1.70	3.50	1.10	0.90	2.60	0.87
4	1.80	3.50	1.10	0.90	2.64	0.88
5	2.00	3.50	1.11	0.89	2.70	0.90

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando como factor de profundidad como dato N° 02 – $D_{f2} = 0.90m$

1. Factores de capacidad de carga:

Para la variable N_q

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$N_q = e^{\pi \tan(21.99)} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{21.99}{2} \right)$$

Obtenemos:

$$N_q = 7.810$$

Para la variable N_c

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$N_c = \cot(21.99) (7.81 - 1)$$

Obtenemos:

$$N_c = 16.868$$

Para la variable N_y

$$N_y = (N_q - 1)\tan(1.4\phi)$$

$$N_y = (7.810 - 1)\tan(1.4 * 21.99)$$

$$N_y = 4.057$$

2. Factores de forma, para ángulo $\phi > 10^\circ$:

Para la variable S_c

$$S_{c2} = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$S_{c2} = 1 + 0.2 \left(\frac{1.6}{3.5} \right)$$

Obtenemos:

$$S_{c2} = 1.09$$

Para la variable S_y

$$S_{y2} = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$S_{y2} = 1 - 0.2 \left(\frac{1.6}{3.5} \right)$$

Obtenemos:

$$S_{y2} = 0.91$$

3. Factores de inclinación.

Para la variable $i_c = i_q$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90} \right)^2$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{0}{90}\right)^2$$

Obtenemos:

$$i_c = i_q = 1.00$$

Para la variable i_y

$$i_y = \left(1 - \frac{\alpha}{\emptyset}\right)^2$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los instrumentos de medición:

$$i_y = \left(1 - \frac{0}{21.99}\right)^2$$

Obtenemos:

$$i_y = 1.00$$

Capacidad de carga admisible:

$$q_u = S c i_c c N_c + i_q \gamma D_f N_q + 0.5 S_\gamma i_y \gamma_2 B N_\gamma$$

Reemplazando los resultados obtenidos de los cálculos previo:

$$q_u = 1.09 * 1.00 * 0.8 * 16.868 + 1 * 1.6 * 0.9 * 7.81 + 0.5 * 0.91 * 1 * 1.6 * 1.6 * 4.057$$

$$q_u = 3.07 \text{ kg/cm}^2$$

Capacidad de carga última:

$$q_{adm} = \frac{q_{\text{última}}}{F.S.}$$

$$q_{adm} = \frac{3.07}{3}$$

$$q_{adm} = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 15: Cálculo de capacidad de carga por el método de Meyerhof- cuadro 02.

Cimentación cuadrada

	B(m)	L(m)	Sc	Sy	Qu (kg/cm²)	Qad (kg/cm²)
1	1.50	3.50	1.09	0.91	3.03	1.01
2	1.60	3.50	1.09	0.91	3.07	1.02
3	1.70	3.50	1.10	0.90	3.10	1.03
4	1.80	3.50	1.10	0.90	3.14	1.05
5	2.00	3.50	1.11	0.89	3.20	1.07

Evaluando con distintas dimensiones se decidió por tomar el más eficiente:

Fuente: Elaboración Propia.

En la presente tesis se ha obtenido el valor de la capacidad de carga admisible (q_{adm}) para dos profundidades de cimentación: 0.50 m y 0.90m, obteniéndose valores de 0.86 kg/cm² y 1.02 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, se ha optado por tomar el valor más conservador obtenido, es decir, $q_{adm}=0.86$ kg/cm² y una profundidad de 0.50 m.

A pesar de haberse realizado correctamente el cálculo de la capacidad de carga del suelo empleando el Método de Meyerhof, es necesario continuar con el análisis de asentamientos, para poder asegurar el buen desempeño de la cimentación futura. El análisis de asentamientos se describe a continuación:

Determinación de asentamientos

Los asentamientos elásticos en suelos granulares se pueden determinar mediante la siguiente relación de (Harr 1966), para nuestro análisis se ha tomado la capacidad portante más representativa de los dos análisis realizados.

$$\Delta H = \frac{\alpha B q_o}{E_s} (1 - \mu_s^2)$$

Donde:

Ancho de la cimentación	B
Longitud de la cimentación	L
Carga transmitida	q _o
Relación de poisson	μ _s
Módulo de elasticidad	
Roca Diorita	E _s
Coefficientes cuadro adjunto	α

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m \ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right]$$

Dónde: m = L/B = 2.188

Reemplazan valores se obtiene:

Tabla 16: Cálculo del asentamiento.

Para un Df=0.50-0.90m con respecto al fondo de cimentacion						
Estructuras	B	q _o	μ	E _σ	C _d	s
Camara Booster	m	kg/cm ²		Kg/cm ²		cm
CB- booster- (C-173)	1.6	0.86	0.3	200	0.79	0.495
CB- booster- (C-173)	1.6	1.02	0.3	200	0.79	0.587

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: Asentamiento total para la cámara de bombeo tipo Booster.

CAPACIDAD PORTANTE CAMARA DE BOMBEO TIPO BOOSTER					
Estructura y Tipo de Cimentación	Suelo y/o roca de cimentación	Df (m)	B (m)	qad (Kg/cm²)	S (cm) Asentamiento Total
Muros de contención tipo cisterna	arena	0.50	1.60	0.86	0.495
Muros de contención tipo cisterna	arena	0.90	1.60	1.02	0.587
Caseta cimientos corridos	arena	0.9	0.8	0.93	0.34

Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: El método de Meyerhof podrá determinar la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis, los cuales fueron los valores de capacidad de carga admisible (q_{adm}) para dos profundidades de cimentación: 0.50 m y 0.90m mediante la aplicación del Método Meyerhof, se puede afirmar que este método permitió determinar la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, obteniéndose valores de 0.86 kg/cm² y 1.02 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, se ha optado por tomar el valor más conservador obtenido, es decir, $q_{adm}=0.86$ kg/cm² y una profundidad de 0.50 m.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Beltrán y Díaz (2018) en su tesis titulada “Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático”, quienes obtuvieron resultados similares al lograr determinar mediante el Método de Meyerhof una capacidad de carga del suelo de 1.20 kg/cm².

Por lo tanto, se acepta la hipótesis general que establece que *El método de Meyerhof podrá determinar la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, además se puede afirmar que se cumplió con el objetivo general de *determinar por el Método de Meyerhof la capacidad de carga de suelo para cimentación de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, puesto se obtuvo que mediante el empleo del Método de Meyerhof fue posible obtener la capacidad de carga admisible (q_{adm}) para dos profundidades de cimentación: 0.50 m y 0.90m, obteniéndose valores de 0.86 kg/cm² y 1.02 kg/cm² respectivamente.

Hipótesis específica 1: Los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis como son los factores de forma empleados en el Método de Meyerhof, se puede afirmar que dichos factores influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo puesto que emplea dos de los parámetros que intervienen en el estudio de la falla por corte, como son el ángulo de fricción interna (ϕ) y la cohesión (c) que para el suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo de Lima se obtuvieron los valores de $\phi=0.8$ y $c=31.2$.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostienen Adauto y Cheong (2018) en su tesis titulada “Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000 m³ en el Sector 330 Villa María del Triunfo – Lima”, quienes obtuvieron resultados similares al señalar que el Método de Meyerhof influye en el análisis de la falla por corte debido a que emplea en sus formulaciones empíricas parámetros geotécnicos que se usan para estudiar este tipo de falla, resaltando que el ángulo de fricción interna y la cohesión inciden en la resistencia por área unitaria que ofrece la masa de suelo para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 1 que establece que *los Factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 1 de *determinar cómo los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, puesto que se logró cumplir con el resultado establecido.

Hipótesis específica 2: Los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis como lo fue un asentamiento calculado de 0.587 cm, se puede afirmar que los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, puesto que para un correcto análisis de asentamientos se parte de una determinación correcta de la capacidad de carga del suelo, cuyo valor incide en el cálculo del asentamiento posible, siendo el Método de Meyerhof un método eficiente para calcular el valor de capacidad de carga del suelo y por lo tanto, permite obtener valores realistas y correctos del posible asentamiento que puedan ocurrir.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Misme (2018) en su tesis titulada “Cálculo de capacidad portante de los suelos de la zona nor-oeste y nor-este de la Ciudad de Lampa”, quien obtuvo resultados similares al afirmar que el valor del asentamiento calculado, 0.43 cm, es directamente influenciado por la capacidad de carga del suelo calculada por el Método de Meyerhof.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 2 que establece que *Los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 2 de *determinar cómo los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, ya que se logró cumplir con el objetivo establecido en la presente tesis.

Hipótesis específica 3: Los factores de inclinación influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.

A partir de los resultados obtenidos en la presente tesis como son las características y propiedades del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, como son la granulometría, la cohesión, la resistencia al corte, entre otros, se puede afirmar que los factores de inclinación influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo debido a que para poder emplearlo se requiere conocer estas propiedades y características de la zona en

estudio, es decir este método requiere la previa realización de un estudio geotécnico para poder ser empleado.

Estos resultados obtenidos contrastan con los que sostiene Olarte (2019) en su tesis titulada “Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del E.P. Cusco – Varones”, quien obtuvo resultados similares al apreciar que para que el Método de Meyerhof pueda ser utilizado se requiere partir de un eficiente estudio geotécnico, puesto que sin la obtención correcta de las características y propiedades específicas del suelo de la zona en estudio el Método de Meyerhof no podrá ser aplicado.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica 3 que establece que *los factores de inclinación influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, además que tiene coherencia con el objetivo específico 3 de *determinar cómo los factores de inclinación influyen en la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima*, ya que se logró cumplir con el objetivo establecido en la presente tesis.

VI. CONCLUSIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de determinar por el Método de Meyerhof la capacidad de carga de suelo para cimentación de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se concluye que, mediante el empleo del Método de Meyerhof fue posible obtener la capacidad de carga admisible (q_{adm}) para dos profundidades de cimentación: 0.50 m y 0.90m, obteniéndose valores de 0.86 kg/cm² y 1.02 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, se ha optado por tomar el valor más conservador obtenido, es decir, $q_{adm}=0.86$ kg/cm² y una profundidad de 0.50 m.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se concluye que los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo ya que la falla por corte, emplea dos de los parámetros que intervienen en el estudio de la falla por corte, como son el ángulo de fricción interna (ϕ) y la cohesión (c) que para el suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo de Lima se obtuvieron los valores de $\phi=0.8$ y $c=31.2$.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se concluye que los factores de profundidad del Método de Meyerhof se relacionan con el análisis de asentamiento del suelo de la zona en estudio, puesto que para un correcto análisis de asentamientos se parte de una determinación correcta de la capacidad de carga del suelo, cuyo valor incide en el cálculo del asentamiento posible, siendo el Método de Meyerhof un método eficiente para calcular el valor de capacidad de carga del suelo y por lo tanto, permite obtener valores realistas y correctos del posible asentamiento que pueda ocurrir, obteniéndose en la presente tesis un asentamiento de 0.587 cm.

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de inclinación influyen en la capacidad de carga del suelo de la cámara de

bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se concluye que, los factores de inclinación del Método de Meyerhof guarda una estrecha relación con los parámetros geomecánicos de la capacidad de carga del suelo, destacándose entre ellas la granulometría, la cohesión, los límites de consistencia, la resistencia al corte, entre otros, debido a que para poder emplear este método se requiere conocer estas propiedades y características específicas de la zona en estudio, es decir este método requiere la previa realización de un eficiente estudio geotécnico para poder ser empleado.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: Al respecto del objetivo general planteado de determinar por el Método de Meyerhof la capacidad de carga de suelo para cimentación de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se recomienda aplicar el Método de Meyerhof ya que se ha demostrado, en el desarrollo de la presente tesis, que es sumamente eficiente en el cálculo de la capacidad de carga para el diseño de cimentaciones. Por ello se aconseja su uso en proyectos futuros similares.

Segunda: Al respecto del primer objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de forma influyen en el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se recomienda para futuras investigaciones, ampliar este análisis comparando con el Método de Meyerhof la influencia sobre la falla por corte del Método de Terzaghi y el Método de Hansen.

Tercera: Al respecto del segundo objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de profundidad se relacionan con el análisis de la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se recomienda ampliar esta investigación empleando los criterios de la Teoría Elástica de Suelos para la determinación de asentamientos.

Cuarta: Al respecto del tercer objetivo específico planteado de determinar cómo los factores de inclinación influyen en la capacidad de carga del suelo de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima, se recomienda que los ensayos de laboratorio de suelos sean realizados en laboratorios geotécnicos de confianza, puesto que la granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia que se obtienen de éstos (que demuestran los parámetros geomecánicos del suelo) deben ser correctos ya que son imprescindibles para poder emplear el Método de Meyerhof en el cálculo de la capacidad de carga del suelo para el diseño de cimentaciones.

REFERENCIAS

- Adauto, M. & Cheong, J. (2018). *Estudio geotécnico para el diseño de la cimentación de un reservorio de cabecera de 20.000 m³ en el Sector 330 Villa María del Triunfo – Lima* (Tesis de Pregrado), Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Aguilar, L. (2016). *Estudio geotécnico: estimación de la capacidad portante en proyecto construcción de puente, sobre río San Antonio Municipio De La Jagua de Ibirico, César* (Tesis de Pregrado), Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia.
- Al-Shamrani, M. y Baig, A. (2015). Soluciones de forma cerrada para la capacidad de carga de zapatas en suelos anisotrópicos cohesivos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 30 (2), 109-125.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
- Baque, G. (2017). *Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja, sector By Pass – John F. Kennedy, ciudad Jipijapa* (Tesis de Pregrado), Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.
- Beltrán, J. & Díaz, D. (2018). *Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático* (Tesis de Pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Bunawan, A., Momeni, E., Armaghani, D., Nissa, K. & Rashid, A. (2018). Neuro-Fuzzy and Neural Network Techniques to Estimate Bearing Capacity of Cohesive Soft Soils Reinforced with Soil-Cement Columns. *Measurement*, 124, 529-538.
- Castillo, M. (2017). *Estudio de zonificación en base a la determinación de la capacidad portante del suelo en las cimentaciones de las viviendas del*

casco urbano de la Parroquia La Matriz del Cantón Patate provincia de Tungurahua (Tesis de Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

- Chen, D., Hou, L., Bu, X. & Chen, Y. (2020). A piecewise bearing capacity method of unstructured terrain considering characteristics of soil mechanic and wheel geometry. *Journal of Terramechanics*, 89, 13-20.
- Chen, Q. & Abu-Farsakh, M. (2015). Ultimate bearing capacity analysis of strip footings on reinforced soil foundation. *Soils and Foundations*, 55 (1), 74-85.
- Chen, T. & Xiao, S. (2020). Unified upper bound solution for bearing capacity of shallow rigid strip foundations generally considering soil dilatancy. *Soils and Foundations*, 60 (1), 155-166.
- Chwała, M. (2019). Undrained bearing capacity of spatially random soil for rectangular footings. *Soils and Foundations*, 59, 1508-1521.
- Fu, D., Zhang, Y. & Yan, Y. (2020). Bearing capacity of a side-rounded suction caisson foundation under general loading in clay. *Computers and Geotechnics*, 123.
- Halder, K. & Chakraborty, D. (2020). Effect of inclined and eccentric loading on the bearing capacity of strip footing placed on the reinforced slope. *Soils and Foundations*, 60, 791-799.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw-Hill – Quinta edición.
- Ibáñez, L. (2017). Análisis de la influencia de la profundidad de cimentación en la disminución de asentamientos en losas de fundación combinadas con pilotes. *Obras y proyectos*, 22, 42-49.
- Jin, L., Zhang, H. & Feng, Q. (2019). *Application of improved radial movement optimization for calculating the upper bound of ultimate bearing capacity of shallow foundation on unsaturated soil*. *Computers and Geotechnics*, 109, 82-88.

- Kasama, K., Whittle, A. & Kitazume, M. (2019). Effect of spatial variability of block-type cement-treated ground on the bearing capacity of foundation under inclined load. *Soils and Foundations*, 59, 2125-2143.
- Khorrami, R., Derakhshani, A. & Moayedi, H. (2020). *New explicit formulation for ultimate bearing capacity of shallow foundations on granular soil using M5' model tree. Measurement*, 163, 1-14.
- Lee, J., Jeong, S. & Lee, S. (2016). Undrained bearing capacity factors for ring footings in heterogeneous soil. *Computers and Geotechnics*, 75, 103-111.
- Luo, N. & Bathurst, R. (2017). Reliability bearing capacity analysis of footings on cohesive soil slopes using RFEM. *Computers and Geotechnics*, 89, 203-212.
- Misir, G. & Laman, M. (2018). Estimating the bearing capacity of single reinforced granular fill overlying clay. *Geotextiles and Geomembranes*, 46 (6), 817–829.
- Misme, G. (2018). *Cálculo de capacidad portante de los suelos de la zona nor-oeste y nor-este de la Ciudad de Lampa* (Tesis de Pregrado), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Lima, Perú.
- Motra, H., Stutz, H. & Wuttke, F. (2016). Quality assessment of soil bearing capacity factor models of shallow foundations. *Soils and Foundations*, 56 (2), 265-276.
- Olarte, L. (2019). *Mecánica de suelos aplicada a la verificación de capacidad de carga para cimentaciones a emplearse en los talleres productivos del E.P. Cusco – Varones* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Panique, D., Galindo, R. & Patiño, H. (2020). Bearing capacity of shallow foundation under cyclic load on cohesive soil. *Computers and Geotechnics*, 123, 1-16.
- Quevedo, G. & Martínez, A. (2011). Análisis estocástico y diseño probabilista en la geotecnia: Aplicación al diseño geotécnico de cimentaciones superficiales en suelos cohesivos. *Revista de la construcción*, 10 (1), 15-23.

- Salimi, S., Abbo, A. & Kouretzis, G. (2019). Bearing capacity of strip footings on layered sands. *Computers and Geotechnics*, 114, 1-11.
- Santhoshkumar, G. & Ghosh, P. (2020). Ultimate bearing capacity of skirted foundation on cohesion less soil using slip line theory. *Computers and Geotechnics*, 123.
- Sargazi, O. & Seyedi, E. (2017). Bearing capacity of ring footings on cohesion less soil under eccentric load. *Computers and Geotechnics*, 92, 169-178.
- Schmüdderich, C., Lavasan, A., Tschuchnigg, F. & Wichtmann, T. (2020). Bearing capacity of a strip footing placed next to an existing footing on frictional soil. *Soils and Foundations*, 60 (1), 229-238.
- Tristá, J., Cobelo, W. y Quevedo, G. (2020). Aplicación de la caracterización de suelos parcialmente saturados en la modelación del comportamiento resistente de cimientos aislados sometido a carga axial. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35 (2), 100-110.
- Vanegas, Y. (2020). *Determinación de factores de resistencia para cimentaciones superficiales y profundas, a nivel local* (Tesis de Posgrado), Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia.
- Vargas, G. & Dueñez, H. (2018). *Comparación de parámetros de resistencia determinados por ensayos de laboratorio y campo en suelos de la formación Sabana del Occidente de Bogotá* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vaseghi, S., Imam, R. & McCartney, J. (2019). Relative density effects on the bearing capacity of unsaturated sand. *Soils and Foundations*, 59, 1280-1291.
- Velayarce, P. (2018). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en el asentamiento humano San Juan – distrito De la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

- Wu, Y., Zhou, X., Gao, Y. & Shu, S. (2020). Bearing capacity of embedded shallow foundations in spatially random soils with linearly increasing mean undrained shear strength. *Computers and Geotechnics*, 122, 1-13.
- Zhang, C., Yan, Q., Zhao, J. & Wang, J. (2020). Formulation of ultimate bearing capacity for strip foundations based on the Meyerhof theory and unsaturated soil mechanics. *Computers and Geotechnics*, 126, 1-11.
- Zhang, R., Xiao, Y., Zhao, M. & Jiang, J. (2020). Seismic bearing capacity of strip footings placed near c - ϕ soil slopes. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 136, 1-11.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 18: Matriz de consistencia.

TÍTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo

AUTORES: Bach. Guerrero Quiroz, Yuly Yasmit - Bach. Atencio Llocle, Jordan Jefferson.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGIA		
GENERAL	GENERAL	GENERAL						
¿De qué manera el método de Meyerhof determinará la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima?	Determinar por el Método de Meyerhof la capacidad de carga de suelo para cimentación de la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.	El método de Meyerhof podrá determinar la capacidad de carga del suelo para la cámara de bombeo del Sector 309 del distrito de Villa María del Triunfo, Lima.	VARIABLE INDEPENDIENTE Método de Meyerhof.	Factores de forma.	Ángulo de fricción interna.	Enfoque: Cuantitativo. Diseño de Investigación: No experimental.		
					Ancho de cimentación.			
					Longitud de cimentación.			
				Factores de profundidad.	Ángulo de fricción interna.		Tipo de Investigación: Aplicada.	
					Ancho de cimentación.			
					Profundidad de cimentación.			
				Factores de inclinación.	Ángulo de inclinación.			
					Ángulo de fricción interna.			
				VARIABLE DEPENDIENTE Capacidad de carga del suelo.	Falla por corte.			Máxima presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico.
					Asentamientos.			Carga unitaria.
			Presión media.					
			Parámetros geomecánicos.	Contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría.				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 19: Matriz de operacionalización de variables.

TÍTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo

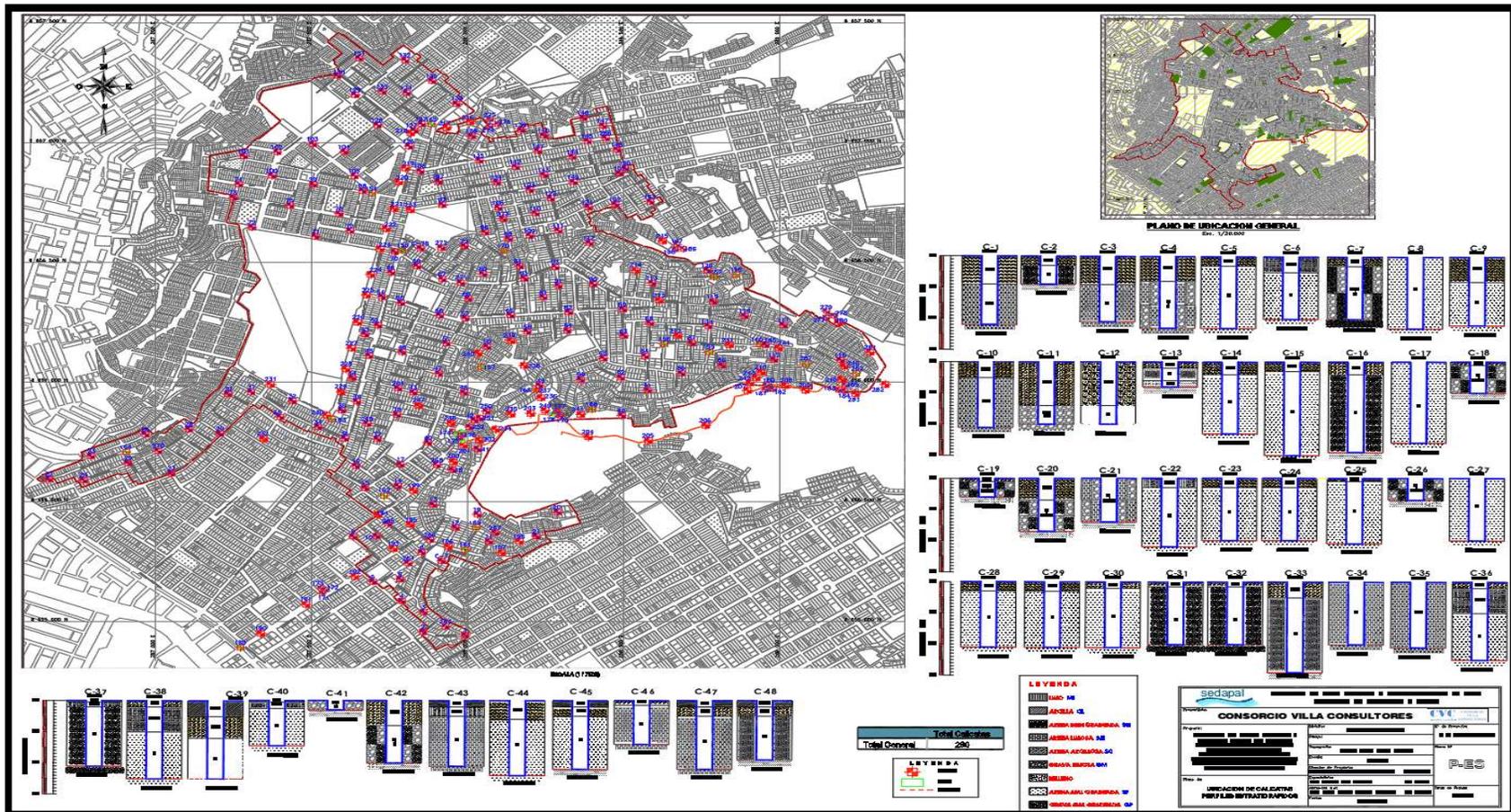
AUTORES: Bach. Guerrero Quiroz, Yuly Yasmit - Bach. Atencio Llocle, Jordan Jefferson.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Método de Meyerhof.	Método basado en la teoría de la plasticidad de suelos que establece mecanismos de falla y es empleado para zapatas superficiales y profundas. (Beltrán y Díaz, 2018).	Método basado en la teoría de la plasticidad que permite calcular la capacidad de carga del suelo de acuerdo a sus parámetros de resistencia, los factores de diseño propuestos por Meyerhof y tomando en cuenta la profundidad de la cimentación. Emplea datos obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio.	Factores de forma.	Ángulo de fricción interna.	Corte directo.	ORDINAL
				Ancho de cimentación.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Longitud de cimentación.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
			Factores de profundidad.	Ángulo de fricción interna.	Corte directo.	ORDINAL
				Ancho de cimentación.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Profundidad de cimentación.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
			Factores de inclinación.	Ángulo de inclinación.	Corte directo.	ORDINAL
Ángulo de fricción interna.	Corte directo.	ORDINAL				
DEPENDIENTE Capacidad de carga del suelo.	Es la carga por unidad de área bajo la fundación bajo la cual se produce la falla por corte. (Baque, 2017).	Es la carga que soporta el suelo bajo la fundación. Su estudio contempla la falla por corte, los asentamientos y las características y propiedades del suelo. Se emplean ensayos de laboratorio y memorias de cálculo.	Falla por corte.	Máxima presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico.	Corte directo.	ORDINAL
			Asentamientos.	Carga unitaria.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
				Presión media.	Memoria de cálculo.	ORDINAL
			Parámetros geomecánicos.	Contenido de humedad, límites de consistencia, granulometría.	Análisis granulométrico.	ORDINAL

Fuente: Elaboración Propia.

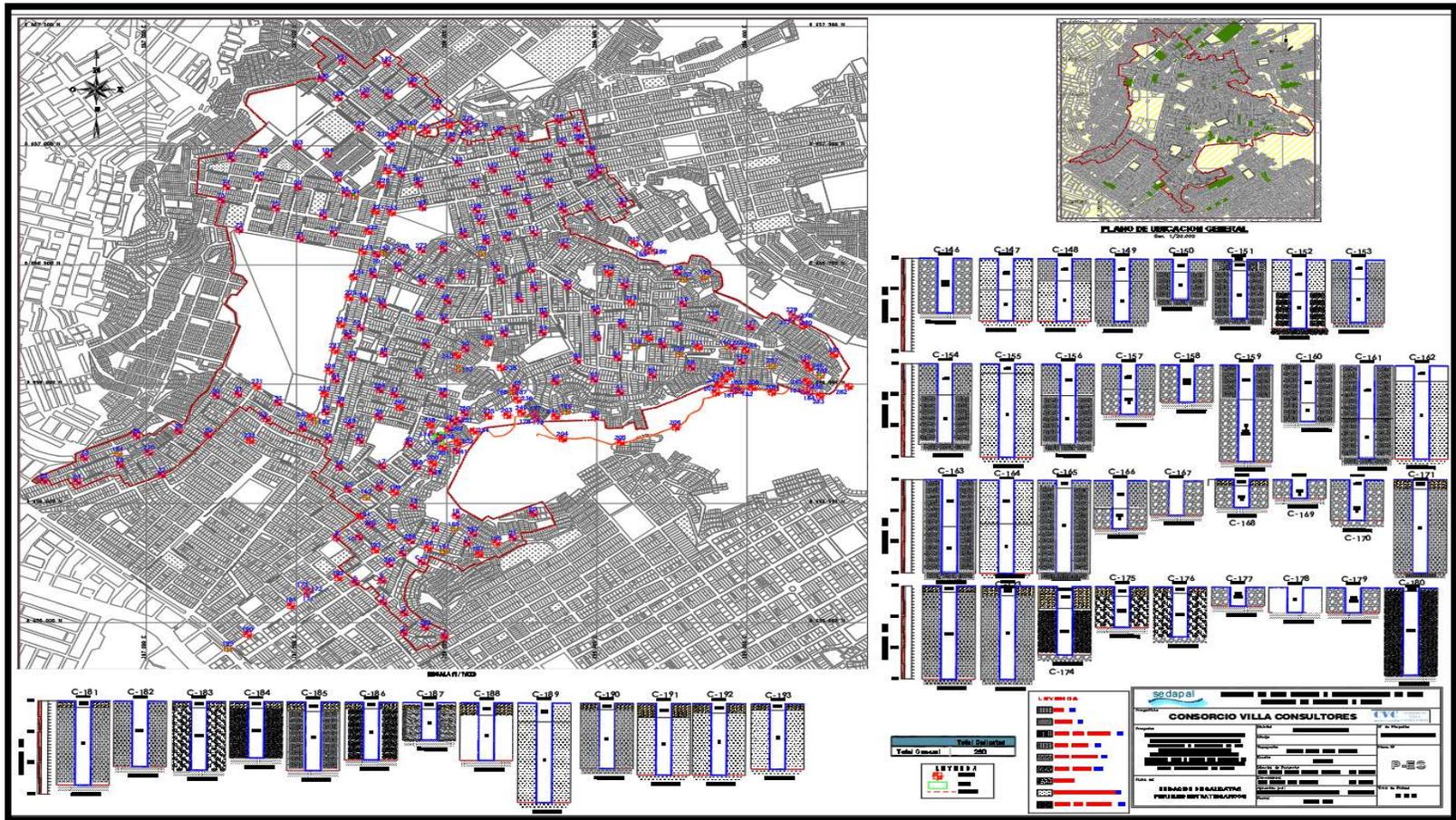
Anexo 3
Planos.

Figura 6: Plano N°1 de ubicación de calcatas y perfiles estratigráficos.



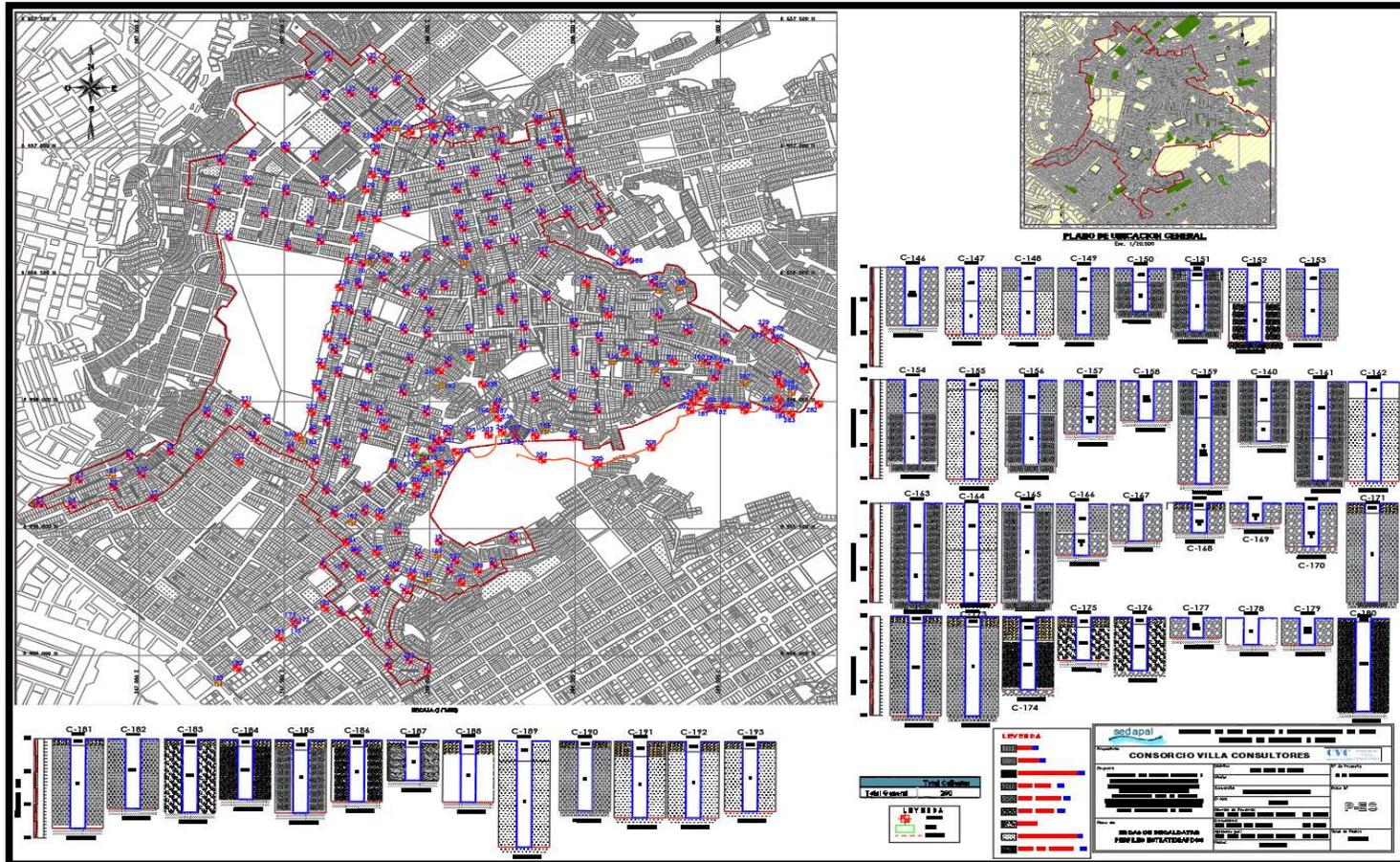
Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo.

Figura 8: Plano N°3 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.



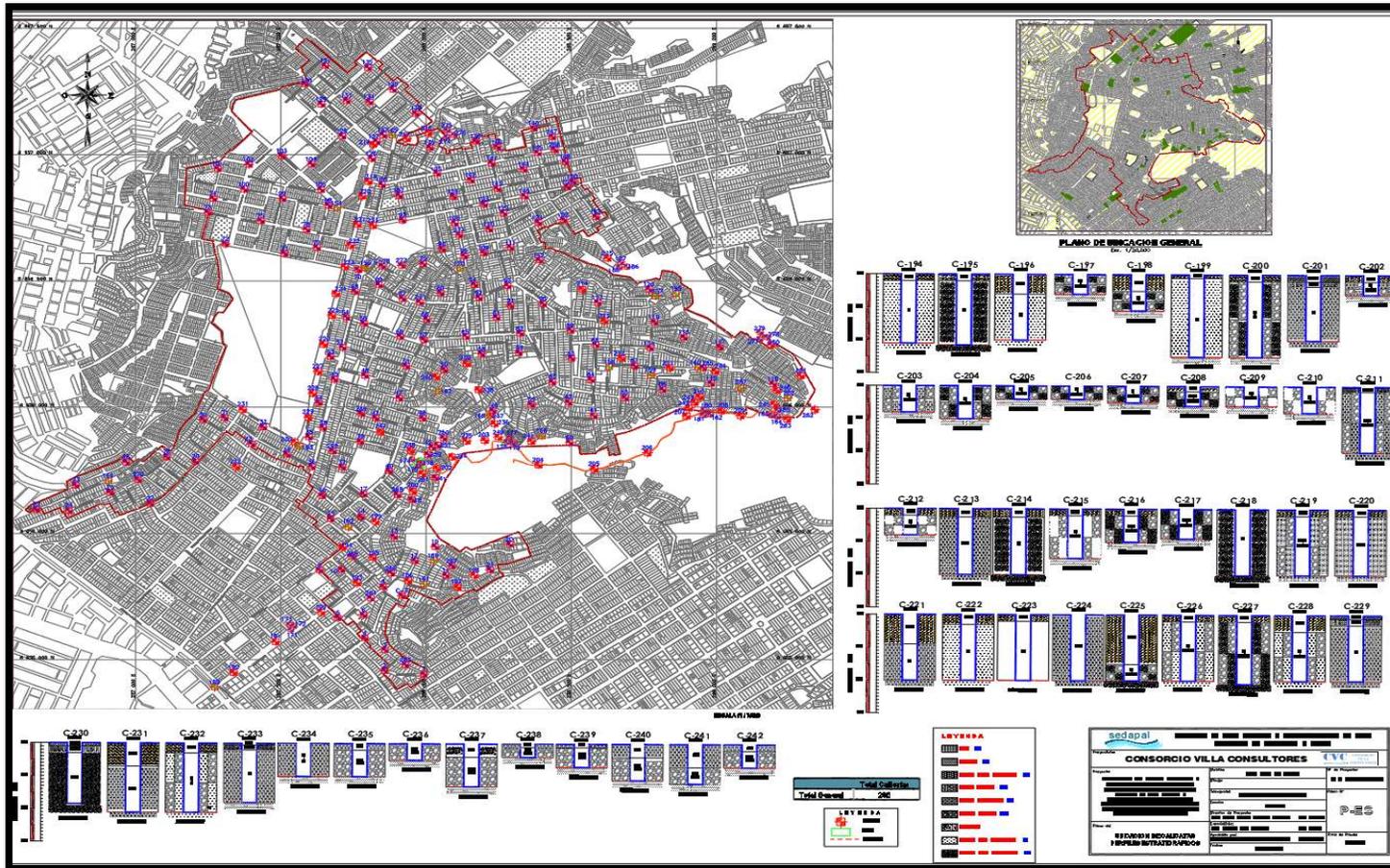
Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo.

Figura 9: Plano N°4 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.



Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo.

Figura 10: Plano N°5 de ubicación de calicatas y perfiles estratigráficos.



Fuente: Municipalidad de Villa María del Triunfo.

Anexo 4
Panel fotográfico.

Figura 12: Foto 1.



Fuente: Propia.

Figura 13: Foto 2.



Fuente: Propia.

Figura 14: Foto 3.



Fuente: Propia.

Figura 15: Foto 4.



Fuente: Propia.

Figura 16: Foto 5.



Fuente: Propia.

Figura 17: Foto 6.



Fuente: Propia.

Figura 18: Foto 7.



Fuente: Propia.

Figura 19: Foto 8.



Fuente: Propia.

Figura 20: Foto 9.



Fuente: Propia.

Figura 21: Foto 10.



Fuente: Propia.

Figura 22: Foto 11.



Fuente: Propia.

Figura 23: Foto 12.



Fuente: Propia.

Figura 24: Foto 13.



Fuente: Propia.

Figura 25: Foto 14.



Fuente: Propia.

Figura 26: Foto 15.



Fuente: Propia.

Figura 27: Foto 16.



Fuente: Propia.

Figura 28 Foto 17.



Fuente: Propia.

Figura 29: Foto 18.



Fuente: Propia.

Figura 30: Foto 19.



Fuente: Propia.

Figura 31: Foto 20.



Fuente: Propia.

Figura 32: Foto 21.



Fuente: Propia.

Figura 33: Foto 22.



Fuente: Propia.

Figura 34: Foto 23.



Fuente: Propia.

Figura 35: Foto 24.



Fuente: Propia.

Figura 36: Foto 25.



Fuente: Propia.

Figura 37: Foto 26.



Fuente: Propia.

Figura 38: Foto 27.



Fuente: Propia.

Figura 39: Foto 28.



Fuente: Propia.

Figura 40: Foto 29.



Fuente: Propia.

Figura 41: Foto 30.



Fuente: Propia.

Figura 42: Foto 31.



Fuente: Propia.

Figura 43: Foto 32.



Fuente: Propia.

Figura 44: Foto 33.



Fuente: Propia.

Figura 45: Foto 34.



Fuente: Propia.

Figura 46: Foto 35.



Fuente: Propia.

Figura 47: Foto 36.



Fuente: Propia.

Figura 48: Foto 37.



Fuente: Propia.

Figura 49: Foto 38.



Fuente: Propia.

Figura 50: Foto 39.



Fuente: Propia.

Figura 51: Foto 40.



Fuente: Propia.

Figura 52: Foto 41.



Fuente: Propia.

Figura 53: Foto 42.



Fuente: Propia.

Figura 54: Foto 43.



Fuente: Propia.

Figura 55: Foto 44.



Fuente: Propia.

Figura 56: Foto 45.



Fuente: Propia.

Figura 57: Foto 46.



Fuente: Propia.

Figura 58: Foto 47.



Fuente: Propia.

Figura 59: Foto 48.



Fuente: Propia.

Figura 60: Foto 49.



Fuente: Propia.

Figura 61: Foto 50.



Fuente: Propia.

Figura 62: Foto 51.



Fuente: Propia.

Figura 63: Foto 52.



Fuente: Propia.

Figura 64: Foto 53.



Fuente: Propia.

Figura 65: Foto 54.



Fuente: Propia.

Figura 66: Foto 55.



Fuente: Propia.

Figura 67: Foto 56.



Fuente: Propia.

Figura 65: Foto 56.



Fuente: Propia.

Figura 68: Foto 57.



Fuente: Propia.

Figura 69: Foto 58.



Fuente: Propia.

Figura 70: Foto 59.



Fuente: Propia.

Figura 71: Foto 60.



Fuente: Propia.

Figura 72: Foto 61.



Fuente: Propia.

Figura 73: Foto 62.



Fuente: Propia.

Figura 74: Foto 63.



Fuente: Propia.

Figura 75: Foto 64.



Fuente: Propia.

Figura 76: Foto 65.



Fuente: Propia.

Figura 77: Foto 66.



Fuente: Propia.

Figura 78: Foto 67.



Fuente: Propia.

Figura 79: Foto 68.



Fuente: Propia.

Figura 80: Foto 69.



Fuente: Propia.

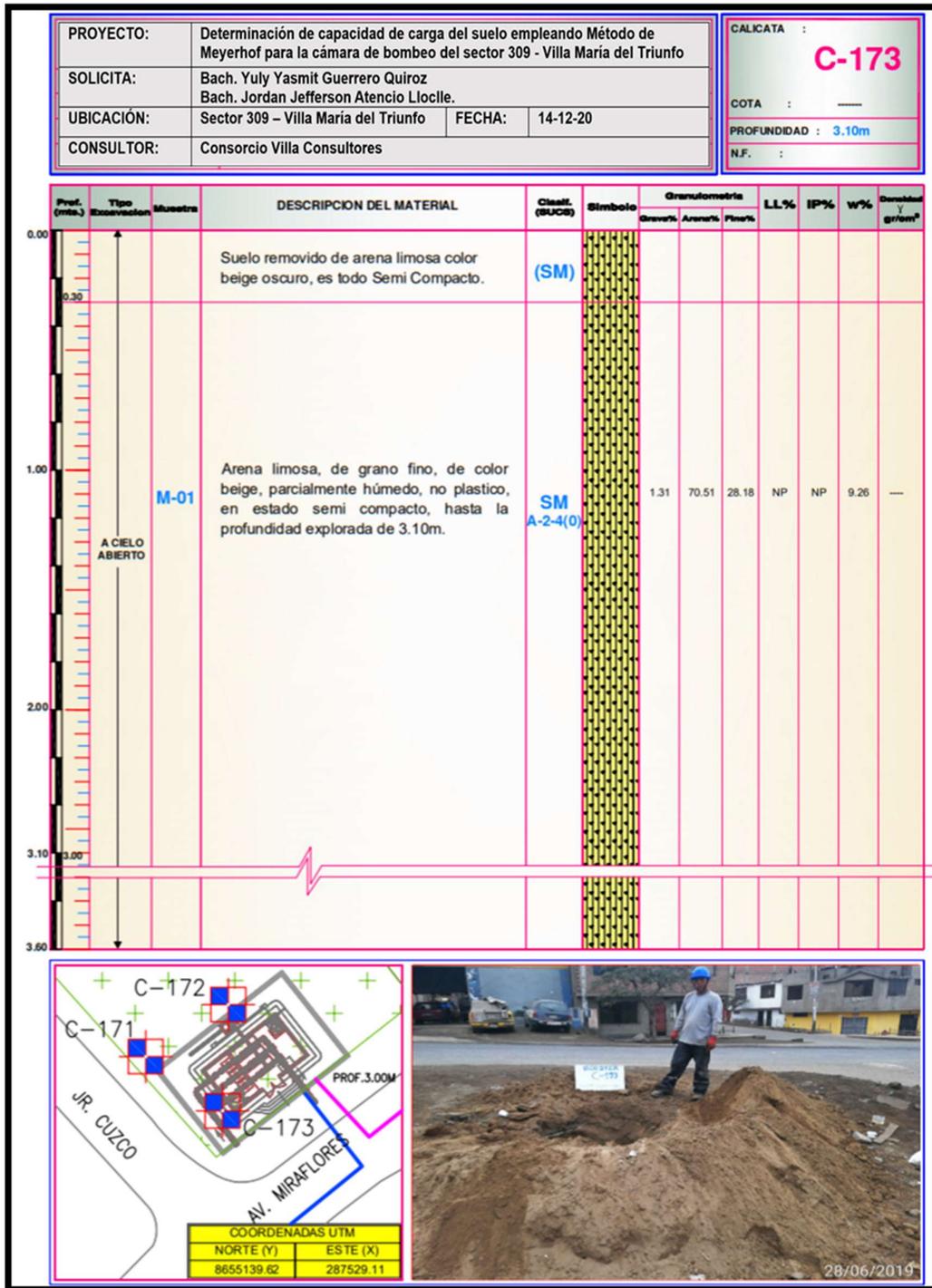
Figura 81: Foto 70.



Fuente: Propia.

Anexo 5
Registro de campo.

Figura 82: Registro de campo C-173.



Fuente: Propia.

Anexo 6

Ficha de ubicación de calicata.

Figura 83: Ficha de ubicación.

TÍTULO:	Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo		CALICATA: C-173	
AUTORES:	Bach. Yuly Yasmit Guerrero Quiroz Bach. Jordan Jefferson Atencio Llocle.			
UBICACIÓN:	Intersección entre Av. Miraflores y Jr. Cuzco	FECHA:		14-12-20
COORDENADAS:	287529.11E, 8655139.62N			

CROQUIS DE UBICACIÓN			
INTERVENCION	SUELO NATURAL <input checked="" type="checkbox"/> PAV. CONCRETO <input type="checkbox"/> BERMA <input type="checkbox"/>	PAV. ASFALTICO <input type="checkbox"/> PAV. CONCRETO Y RECAPEO <input type="checkbox"/> VEREDA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MATERIAL FOTOGRAFICO			
TIPO TAPADO	SUELO NATURAL (COMPACTADO) <input checked="" type="checkbox"/> REPOSICION DE PAVIMENTO <input type="checkbox"/> REPOSICION DE VEREDA <input type="checkbox"/>	REPOSICION DE BERMA <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES			

Fuente: Propia.

Anexo 7
Memoria de cálculo.

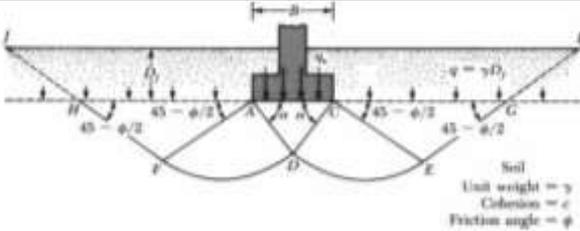
Figura 84: Memoria de cálculo.

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN							
TTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 - Villa María del Triunfo AUTORES: Guerrero Quiroz, Yulv Yasmit - Atencio Lloclle, Jordan Jefferson Fecha: 14-12-20							
CAMARA DE BOMBEO TIPO BOOSTER							
CAPACIDAD DE CARGA				$q_u = S c_i c N_c + i_q \gamma_1 D_f N_q + 0.5 S_\gamma i_\gamma \gamma_2 B N_\gamma$			
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$ $N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \phi)$		FACTORES DE FORMA $S_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$ $S_\gamma = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$		FACTORES DE CORRECCION $i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90}\right)^2$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$			
DATOS: Peso unitario suelo encima NNF $\gamma_1 = 1.600 \text{ ton/m}^3$ Peso unitario suelo debajo NNF $\gamma_2 = 1.600 \text{ ton/m}^3$ Profundidad de cimentación $D_f = 0.50 \text{ m}$ Factor de seguridad 3.00 Cohesión $c = 0.8$ Angulo de fricción $\phi = 31.2$ Angulo de fricción local $\phi = A \tan(2/3 \tan \phi) = 21.99$ Angulo que hace la carga vertical $\alpha = 0.00$							
Angulo de fricción ϕ	cohesión c (Ton/m ²)	Nc	Nq	Ny	i_c	i_q	i_γ
21.99	0.80	16.868	7.810	4.057	1.000	1.000	1.000
B= Ancho de la cimentación							
L= Longitud de cimentación							
CIMENTACION CUADRADA							
B (m)	L (m)	Sc	S_γ	q_s (kg/cm²)	q_{ad} (kg/cm²)		
1.50	3.50	1.09	0.91	2.53	0.84		
1.60	3.50	1.09	0.91	2.57	0.86		
1.70	3.50	1.10	0.90	2.60	0.87		
1.80	3.50	1.10	0.90	2.64	0.88		
2.00	3.50	1.11	0.89	2.70	0.90		
Capacidad de carga a una profundidad de 0.90m con respecto a nivel de fondo de cimentacion en (Kg/cm ²):							
q_{admisible} =				0.86 kg/cm²			

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 85: Memoria de cálculo.

CAMARA DE BOMBEO TIPO BOOSTER



CAPACIDAD DE CARGA

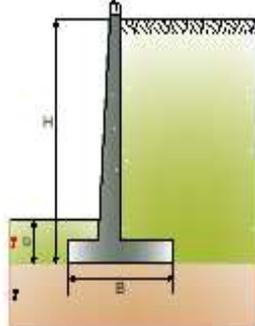
$$q_u = S_c i_c N_c + i_q \gamma D_f N_q + 0.5 S_y i_y \gamma_2 B N_y$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	FACTORES DE FORMA	FACTORES DE CORRECCION
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$ $N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$ $N_y = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi)$	$S_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$ $S_y = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$	$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90}\right)^2$ $i_y = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$

DATOS:

Peso unitario suelo encima NNF	$\gamma_1 =$	1.600 ton/m ³
Peso unitario suelo debajo NNF	$\gamma_2 =$	1.600 ton/m ³
Profundidad de cimentación	$D_f =$	0.90 m
Factor de seguridad		3.00

Cohesion	$C =$	0.8
Angulo de fricción	$\phi =$	31.2
Angulo de fricción local	$\phi = A \tan(2/3 \tan \phi) =$	21.99
Angulo que hace la carga vertical	$\alpha =$	0.00



Angulo de fricción ϕ	cohesion c (Ton/m ²)	N_c	N_q	N_y	i_c	i_q	i_y
21.99	0.80	16.868	7.810	4.057	1.000	1.000	1.000

B= Ancho de la cimentación
L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CUADRADA

B (m)	L (m)	S_c	S_y	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)
1.50	3.50	1.09	0.91	3.03	1.01
1.60	3.50	1.09	0.91	3.07	1.02
1.70	3.50	1.10	0.90	3.10	1.03
1.80	3.50	1.10	0.90	3.14	1.05
2.00	3.50	1.11	0.89	3.20	1.07

Capacidad de carga a una profundidad de 0.90m con respecto a nivel de fondo de cimentación en (Kg/cm²):

$q_{admissible} = 1.02 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 8
Ensayos de laboratorio de suelos.

Figura 86: Análisis granulométrico.

	FORMULARIO	Código : 0-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-005
 SOLICITANTE : BACH. YULY YASMIT GUERRERO QUIROZ / BACH JORDAN JEFRESON ATENCIO LLOCLLE
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EMPLEANDO METODO DE MEYERHOF PARA LA CAMARA DE BOMBEO DEL SECTOR 309 VILLA MARIA DEL TRIUNFO
 UBICACIÓN : SECTOR 309 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra:
 Cantera : -
 Calicata : C-173
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 18/01/2021
 Fecha de Ejecución : 19/01/2021
 Fecha de Emisión : 23/01/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TÁMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 1000,0

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.00	--	--	148.0
2"	50.80	--	--	148.0
1 1/2"	38.10	--	--	148.0
1"	25.40	--	--	148.0
3/4"	19.05	--	--	148.0
3/8"	9.525	1.6	0.3	148.7
N° 4	4.750	42.4	4.0	144.7
N° 10	2.000	252.3	25.2	110.5
N° 20	0.840	335.2	33.5	66.0
N° 40	0.425	369.4	36.9	49.1
N° 60	0.250	235.4	23.5	25.0
N° 100	0.150	45.4	4.5	21.0
N° 200	0.075	15.4	1.5	20.0
200		200.0	20.0	0.0

% Grava (N° 4 < 1" = 3")	4.2
% Arena (N° 20 < 1" = N° 4)	134.7
% Fines (> N° 200)	20.0
LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	68
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	68
Contenido de Humedad ASTM D-2916-08	
Humedad (%)	0.3
CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SW
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3082-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra :	ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Tec. J. CH.
Equipos Usados
 - Bal-TAJ4001-N°1
 - HOF-01-JCH
 - Equipo de Calibración ELE
 - Bal-SI402F-N°2




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Fuente: Propia.

Figura 87: Análisis granulométrico.

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

INFORME N° : JCH 21-005
SOLICITANTE : BACH. YULY YASMIT GUERRERO QUIROZ / BACH. JORDAN JEFRESON ATENCIO LLOCLLE
ENTIDAD : -
PROYECTO : DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EMPLEANDO METODO DE MEYERHOF PARA LA CAMARA DE BOMBEO DEL SECTOR 309 VILLA MARIA DEL TRIUNFO
UBICACIÓN : SECTOR 309 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : -
Calicata : C-173
Muestra : M-1
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 18/01/21
Fecha de Ejecución : 19/01/21
Fecha de Emisión : 23/01/21

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	1644,0	1800,0
Peso de suelo seco + tara g	1512,2	1655,5
Peso de tara g	101,1	92,2
Peso de agua g	131,8	144,5
Peso de suelo seco g	1411,1	1553,3
Contenido de agua %	9,3	9,2
Contenido de Humedad (%)	9,3	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por : Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Figura 89: Análisis granulométrico.

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

INFORME N° : JCH 21-005
SOLICITANTE : BACH. YULY YASMIT GUERRERO QUIROZ / BACH. JORDAN JEFRESON ATENCIO LLOCLLE
ENTIDAD : -
PROYECTO : DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EMPLEANDO METODO DE MEYERHOF PARA LA CAMARA DE BOMBEO DEL SECTOR 309 VILLA MARIA DEL TRIUNFO
UBICACIÓN : SECTOR 309 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-173
Muestra : M-1
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 18/01/21
Fecha de Ejecución : 19/01/21
Fecha de Emisión : 23/01/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	—
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por: Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE




**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

Figura 93: Ensayo de corte directo.

	FORMULARIO	Código : D-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000

SOLICITANTE : BACH, YULY YASMIT GUERRERO QUIROZ / BACH JORDAN JEFRESON ATENCIO LLOCLLE PROYECTO : DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EMPLEANDO METODO DE MEYERHOF PARA LA CAMARA DE BOMBEO DEL SECTOR 309 VILLA MARIA DEL TRIUNFO	Fecha de Recepción : 18/01/21 Fecha de Ejecución : 19/01/21 Fecha de Emisión : 23/01/21
---	---

UBICACIÓN : SECTOR 309 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

Calicata : C-173 Muestra : M-1 Prof.(m) : -	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 1	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 2	DATOS INICIAL DEL ESPECIMEN 3
	Lado : 100,00 mm	Lado : 100,00 mm	Lado : 100,00 mm
	Area : 10000 mm ²	Area : 10000 mm ²	Area : 10000 mm ²
	Altura : 20,00 mm	Altura : 20,00 mm	Altura : 20,00 mm
	Densidad húmeda : 1,600 gr/cm ³	Densidad húmeda : 1,600 gr/cm ³	Densidad húmeda : 1,600 gr/cm ³
	Densidad seca : 1,559 gr/cm ³	Densidad seca : 1,561 gr/cm ³	Densidad seca : 1,556 gr/cm ³
	Humedad : 2,63 %	Humedad : 2,50 %	Humedad : 2,86 %
	Estado : Remoldeado (Matriz< N°4)	Estado : Remoldeado (Matriz< N°4)	Estado : Remoldeado (Matriz< N°4)
	Condición : Sumergido	Condición : Sumergido	Condición : Sumergido

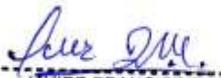
	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO NORMAL
Carga total :	5 kg	10 kg	20 kg
Esfuerzo de corte normal :	0,5 kg/cm ²	1 kg/cm ²	2 kg/cm ²

	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN	ETAPA DE CONSOLIDACIÓN
Altura final de consolidación :	19,748 mm	19,612 mm	19,470 mm

	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE	ETAPA DE CORTE
Velocidad de corte :	0,41 mm/min	0,42 mm/min	0,43 mm/min
Altura final :	19,626 mm	19,534 mm	19,396 mm
Humedad final :	9,62 %	9,00 %	10,80 %
Densidad húmeda final :	1,742 gr/cm ³	1,742 gr/cm ³	1,777 gr/cm ³
Densidad seca final :	1,589 gr/cm ³	1,598 gr/cm ³	1,604 gr/cm ³
Esfuerzo de corte máximo :	0,3589 kg/cm ²	0,6543 kg/cm ²	1,2544 kg/cm ²

Clasificación SUCS de muestra global : SM




JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Observaciones : Se sumergió el material para la condición más crítica. Deformación máxima de corte: 10% Realizado : Téc. JCH	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Equipo usados</th> <th>Fecha Calibración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bal-R31P30-Nº3</td> <td>Nov.-2020</td> </tr> <tr> <td>Bal-TAI4001-Nº1</td> <td>Nov.-2020</td> </tr> <tr> <td>Hor-01-JCH</td> <td>Nov.-2020</td> </tr> <tr> <td>Maq. C.D. ELE (10KN)</td> <td>Jun.-2020</td> </tr> </tbody> </table>	Equipo usados	Fecha Calibración	Bal-R31P30-Nº3	Nov.-2020	Bal-TAI4001-Nº1	Nov.-2020	Hor-01-JCH	Nov.-2020	Maq. C.D. ELE (10KN)	Jun.-2020
Equipo usados	Fecha Calibración										
Bal-R31P30-Nº3	Nov.-2020										
Bal-TAI4001-Nº1	Nov.-2020										
Hor-01-JCH	Nov.-2020										
Maq. C.D. ELE (10KN)	Jun.-2020										

Fuente: Propia.

Figura 95: Ensayo de corte directo.

	FORMULARIO	Código : D-07
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma ASTM D-3080 - NTP 339.171 - MTC E 123-2000

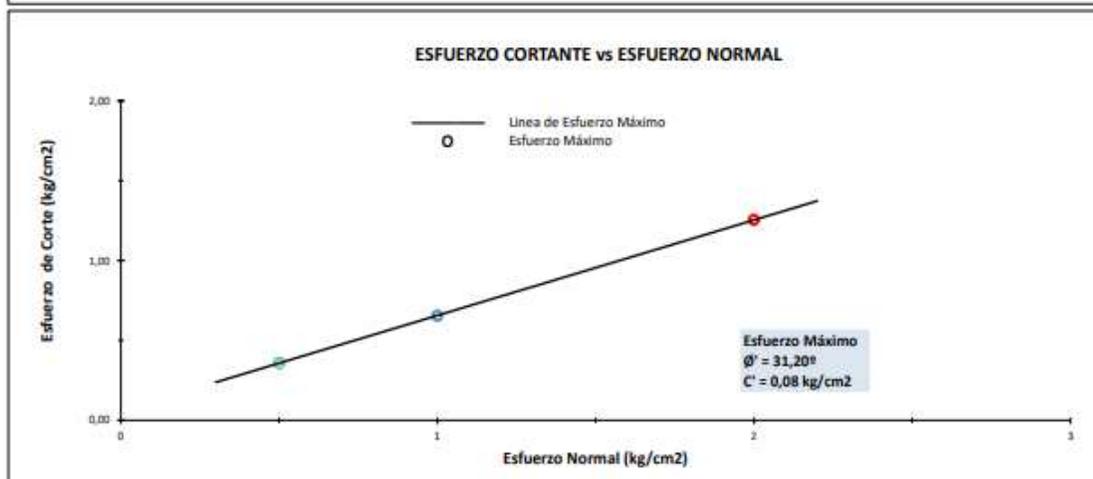
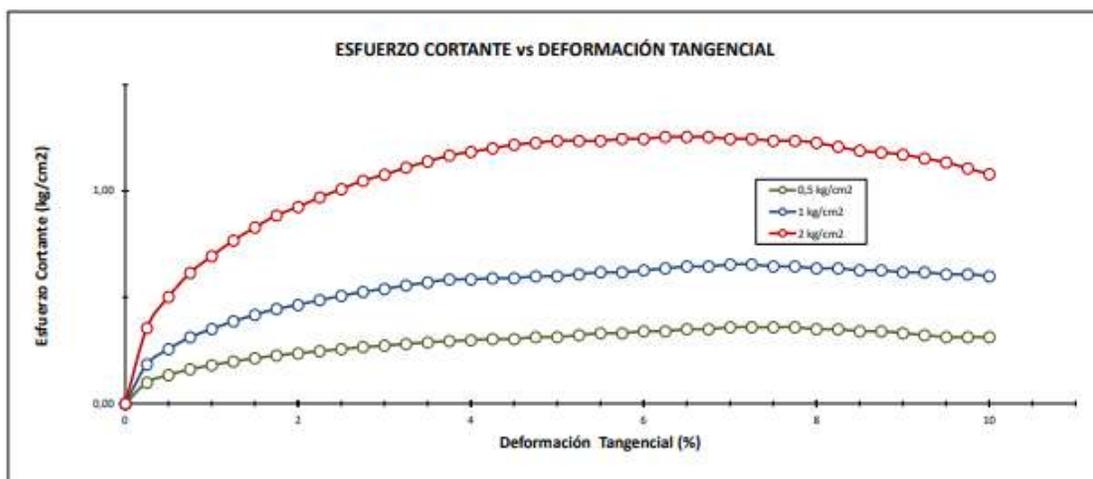
Fecha de Recepción : 11/01/21
Fecha de Ejecución : 19/01/21
Fecha de Emisión : 23/01/21

SOLICITANTE : BACH. YULY YASMIT GUERRERO QUIROZ / BACH. JORDAN JEFFERSON ATENCIO LLOCLLE
PROYECTO : DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO EMPLEANDO METODO DE MEYERHOF PARA LA CAMARA DE BOMBEO DEL SECTOR 309 VILLA MARIA DEL TRIUNFO

UBICACION : SECTOR 309 - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA

Calicata : C-173
Muestra : M-1
Prof.(m) : 2.00

Clasificación SUCS muestra global : SM



Realizado : Téc. JCH



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Nov.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Nov.-2020
Hor-Q1-JCH	Nov.-2020
Maq. C.D. ELE (10kN)	Jun.-2020

LABORATORIO DE SUELO JCH S.A.C. RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.I.L - Lima - Perú
E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

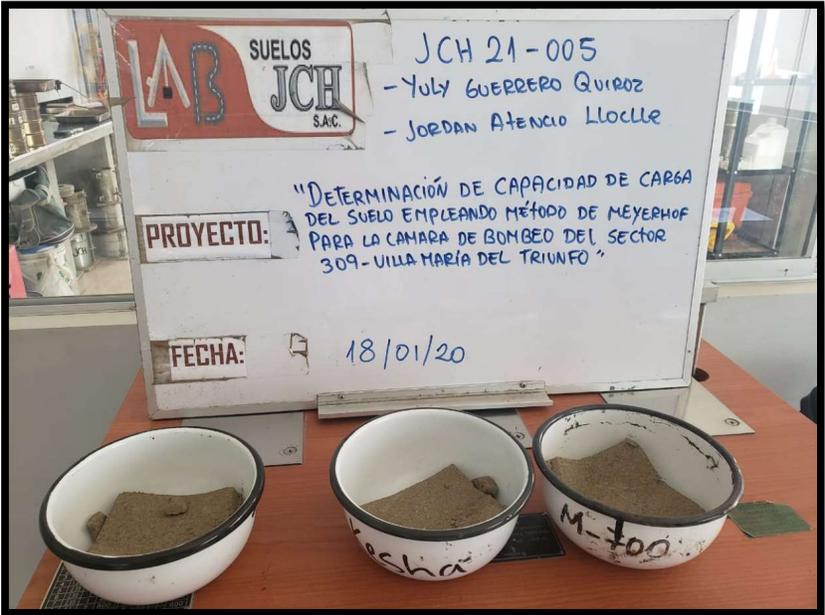
Fuente: Propia.

Figura 97: Fotos de Ensayos en laboratorio.



Fuente: Propia.

Figura 99: Fotos de Ensayos en laboratorio.



Fuente: Propia.

Anexo 9
Ficha de validación.

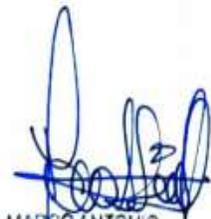
Figura 101: Ficha de Validación

FICHA DE VALIDACIÓN

TÍTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 Villa María del Triunfo

AUTORES: Yuly Yasmit Guerrero Quiroz
Jordan Jefferson Atencio Llocle

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Según Oseda (2012, p. 177) no da la siguiente tabla					
				Validez Nula (0.53 a menos)	Validez Baja (0.54 a 0.59)	Validez Buena (0.60 a 0.65)	Muy válida (0.66 a 0.71)	Excelente Validez (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1.0)
				Ingeniero 1		Ingeniero 2		Ingeniero 3	
Método de Meyerhof	Factores de capacidad de carga	Ángulo de fricción interna	Corte Directo	0.66	0.71	0.84			
		Ángulo de fricción interna	Corte Directo	0.68	0.82	0.82			
	Factores de forma	Ancho de cimentación	Memoria de cálculo	0.70	0.81	0.84			
		Longitud de cimentación	Memoria de cálculo	0.71	0.79	0.85			
	Factores de profundidad	Ángulo de fricción interna	Corte Directo	0.69	0.80	0.79			
		Ancho de cimentación	Memoria de cálculo	0.68	0.71	0.75			
		Profundidad de cimentación	Memoria de cálculo	0.71	0.66	0.86			
	Factores de inclinación	Ángulo de inclinación	Corte Directo	0.98	0.70	0.72			
		Ángulo de fricción interna	Corte Directo	0.88	0.82	0.68			
	Capacidad de carga del suelo	Falta por corte	Máxima presión unitaria que el suelo puede resistir sin llegar al estado plástico	Corte Directo	0.79	0.88	0.85		
Asentamientos		Carga unitaria	Memoria de cálculo	0.85	0.92	0.90			
		Presión media	Memoria de cálculo	0.98	0.82	0.70			
Características y propiedades del suelo		Parámetros geomecánicos	Análisis granulométrico	0.89	0.81	0.84			
				10.20	10.45	10.44			
			0.78	0.80	0.80				
				TOTAL	0.79				


MARCO ANTONIO
SÁNCHEZ QUINTANA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 137210

Ingeniero 1



Ingeniero 2


Yuly Yasmit Guerrero Quiroz
INGENIERO CIVIL
CIP N° 13334

Ingeniero 3

Fuente: Propia.

Figura 102: Validación del Instrumento – Experto N°01.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

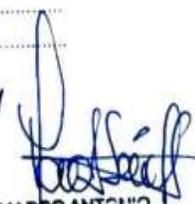
TÍTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 Villa María del Triunfo
 EXPERTO: Marco Antonio Sánchez Quintana
 TESISTAS: Yuly Yasmit Guerrero Quiroz
 Jordan Jefferson Atencio Llocle

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa):

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	CLARIDAD			15		
2	OBJETIVIDAD				18	
3	ACTUALIDAD			16		
4	ORGANIZACIÓN			16		
5	SUFICIENCIA				17	
6	INTENSIONALIDAD			16		
7	CONSISTENCIA			15		
8	COHERENCIA				17	
9	METODOLÓGICA			16		
10	PERTINENCIA			16		
SUB TOTAL				110	32	
TOTAL				16.2		

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 16.2
 VALORACIÓN CUALITATIVA: ACEPTABLE
 VALORACIÓN DE APLICABILIDAD: APLICABLE

Lugar y fecha: LIMA, 10 DE ENERO DEL 2021


 MARCO ANTONIO
 SANCHEZ QUINTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 137210

Ingeniero 1

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Fuente: Propia.

Figura 103: Validación del Instrumento – Experto N°02.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

TITULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la camara de bombeo del sector 309 Villa Maria del Triunfo
 EXPERTO: César Antonio Rivera Obando
 TESISISTAS: Yuly Yasmit Guerrero Quiroz
 Jordan Jefferson Atencio Lloclie

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa):

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	CLARIDAD			16		
2	OBJETIVIDAD			16		
3	ACTUALIDAD			16		
4	ORGANIZACIÓN				17	
5	SUFICIENCIA				17	
6	INTENSIONALIDAD				17	
7	CONSISTENCIA			16		
8	COHERENCIA			16		
9	METODOLÓGICA			16		
10	PERTINENCIA				17	
SUB TOTAL		0	0	96	68	0
TOTAL		0 16.40				

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 16.40
 VALORACIÓN CUALITATIVA: Aceptable
 VALORACIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable

Lugar y fecha: Lima, 20 de Enero del 2021



Ingeniero 2

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Fuente: Propia.

Figura 104: Validación del Instrumento – Experto N°03.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

TÍTULO: Determinación de capacidad de carga del suelo empleando Método de Meyerhof para la cámara de bombeo del sector 309 Villa María del Triunfo
 EXPERTO: YENY COYO ALVAREZ
 TESISISTAS: Yuly Yasmit Guerrero Quiroz
 Jordan Jefferson Alencio Lloclle

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa):

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(01-10)	(10-13)	(14-16)	(17-18)	(19-20)
		01	02	03	04	05
1	CLARIDAD			16		
2	OBJETIVIDAD			15		
3	ACTUALIDAD				17	
4	ORGANIZACIÓN				17	
5	SUFICIENCIA				17	
6	INTENSIONALIDAD				17	
7	CONSISTENCIA				17	
8	COHERENCIA				17	
9	METODOLÓGICA				17	
10	PERTINENCIA			16		
SUB TOTAL				47	119	
TOTAL				16.6		

VALORACIÓN CUANTITATIVA: 16.6
 VALORACIÓN CUALITATIVA: Aceptable
 VALORACIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable

LEYENDA	
01-12	Improcedente
13-15	Aceptable con recomendaciones
16-20	Aceptable

Lugar y fecha: Lima, 18 de Enero del 2021


 Yeny Cuyo Alvarez
 Ing. Civil
 CIP 1644863

Fuente: Propia.