



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis sísmica empleando Software ETABS para evaluar la efectividad del comportamiento sismoresistente de un edificio de servicios , Lurin, Lima

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Matias Saravia, Miguel Angel (ORCID: 0000-0002-9754-7365)

**ASESOR:**

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: 0000-0003-0254-301X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

CALLAO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres y familiares, por su apoyo incondicional siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

A los catedráticos de mi Alma Máter, a la Universidad Cesar Vallejo, mis gracias infinitas por todos los conocimientos que adquirí en mi etapa universitaria y durante el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
I.- INTRODUCCIÓN .....	1
II.- MARCO TEORICO .....	4
III.- METODOLOGÍA .....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	8
3.2. Variables y Operacionalización: .....	9
3.2.1 Variable dependiente .....	9
3.2.2 Variable Independiente .....	9
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis: .....	9
IV.- RESULTADOS .....	13
4.1 Análisis de la zona en estudio .....	13
FIGURA 1. <i>UBICACIÓN DEL PROYECTO.</i> .....	14
FIGURA 2. <i>VISTA ACTUAL DEL PREDIO.</i> .....	15
4.2 Descripción de estructuras proyectadas .....	16
4.3 Materiales a emplearse .....	18
4.4 Normativas y criterios de diseño del edificio de servicios.....	19
4.4.1 <i>Cargas</i> .....	20

4.4.2 Combinaciones .....	21
4.5 Análisis y diseño.....	21
4.5.1 Coeficientes sísmicos .....	21
4.5.2 Análisis.....	23
4.5.3 Diseño.....	23
V.- DISCUSIÓN.....	27
VI.- CONCLUSIONES .....	28
VII.- RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS .....	32
ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores).....	32
ANEXO 2: Matriz de Operacionalización de variables .....	33
ANEXO 3: Matriz de consistencia .....	34
ANEXO 4: Panel fotográfico .....	35
ANEXO 5: Planos Generales .....	46
ANEXO 6: Resultados de los ensayos de mecánica de suelos.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Verificación de los desplazamientos relativos en Edificio de Servicio. ...	26
Tabla 3: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 10. ....	53
Tabla 4: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 11. ....	54
Tabla 5: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 12. ....	55
Tabla 6: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 13. ....	56
Tabla 7: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 14. ....	57
Tabla 8: CBR de laboratorio, sondaje CB-2. ....	76
Tabla 12: Ensayo SPT - Sondaje P-2.....	81
Tabla 13: Ensayo SPT - Sondaje P-3.....	82
Tabla 14: Ensayo SPT - Sondaje P-4.....	83
Tabla 15: Ensayo SPT - Sondaje P-5.....	85
Tabla 16: Ensayo SPT - Sondaje P-6.....	86
Tabla 17: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 1.....	87
Tabla 18: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 2.....	88
Tabla 19: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 3.....	89
Tabla 20: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 4.....	90
Tabla 21: Resultados de los ensayos Próctor Modificado y CBR.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto. ....	14
Figura 2. Vista actual del predio .....	15
Figura 3: Espectro de Respuesta del Edificio de Servicio. ....	22
Figura 4. Modelo Estructural del Edificio de Servicio. ....	23
Figura 5: El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es 1.68cm, en el Eje G. .....	24
Figura 6: El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es 1.68cm, en el Eje 6. ....	25
Figura 7. Foto de perforación rotativa P-1. ....	35
Figura 8: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-1. ....	36
Figura 9: Foto de perforación rotativa P-2. ....	37
Figura 10: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-2. ....	38
Figura 11: Foto de perforación rotativa P-3. ....	39
Figura 12: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-3. ....	40
Figura 13: Foto de perforación rotativa P-4. ....	41
Figura 14: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-4. ....	42
Figura 15: Foto de perforación rotativa P-5. ....	43
Figura 16: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-5. ....	44
Figura 17: Edificio de servicios: Planta de cimentación, cortes y detalles. ....	46
Figura 18: Edificio de servicios: Plano de placas, columnas y detalles de albañilería. ....	47
Figura 19: Plano de cisterna de aguas residuales y trampa de grasa. ....	48
Figura 20: Plano de cisterna y cuarto de bombas. ....	49
Figura 21: Plano de sala de citas: cimentación, techos y elevación. ....	50
Figura 22: Plano de cuarto de mantenimiento y cargas de baterías: cimentación y techo metálico. ....	51
Figura 23: Plano de oficina de balanzas: cimentación y techos. ....	52
Figura 24: Análisis granulométrico – Sondaje P1, profundidad 4.00 - 5.00 m. ....	58
Figura 25: Análisis granulométrico – Sondaje P2, profundidad 8.00 – 8.80 m. ....	59
Figura 26: Análisis granulométrico – Sondaje P2. ....	60
Figura 27: Análisis granulométrico – Sondaje P3. ....	61

Figura 28: Análisis granulométrico – Sondaje P4.....	62
Figura 29: Análisis granulométrico – Sondaje P5.....	63
Figura 30: Análisis granulométrico – Sondaje P6.....	64
Figura 31: Análisis granulométrico – Sondaje CB1 - 0.30-0.50 m.....	65
Figura 32: Análisis granulométrico – Sondaje CB1 – 1.80-2.00 m. ....	66
Figura 33: Análisis granulométrico – Sondaje CB-2.....	67
Figura 34: Análisis granulométrico – Sondaje CB-3.....	68
Figura 35: Análisis granulométrico – Sondaje CB-4.....	69
Figura 36: Análisis granulométrico – Sondaje CB-5.....	70
Figura 37: Análisis granulométrico – Sondaje CB-6.....	71
Figura 38: Análisis granulométrico – Sondaje CB-7.....	72
Figura 39: Análisis granulométrico – Sondaje CB-9.....	73
Figura 40: Análisis granulométrico – Sondaje CB-10.....	74
Figura 41: Análisis granulométrico – Sondaje CB-11.....	75



## RESUMEN

La presente tesis titulada “ANÁLISIS SISMICO EMPLEANDO SOFTWARE ETABS PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD DEL COMPORTAMIENTO SISMORESISTENTE DE UN EDIFICIO DE SERVICIOS, LURIN, LIMA”, tiene por finalidad determinar los desplazamientos máximos y las distorsiones estructurales de la edificación para luego comparar dichos resultados con lo establecido en la Norma Sismo Resistente E.030; así mismo la obtención de los resultados del análisis sismorresistente usando el software ETABS para evidenciar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE - Norma E.030. El desarrollo de la presente investigación tiene su justificación debido a que, en la actualidad el distrito de Lurín viene experimentando un fuerte desarrollo económico, el cual se ve evidenciado en el aumento de empresas de tiendas por departamentos y centros comerciales. Dichas empresas demandan numerosas construcciones como edificios de servicios, los cuales deben ser correctamente diseñados estructuralmente. Para ello es absolutamente necesario realizar un análisis y diseño sísmico con fines de garantizar la seguridad estructural en dichas edificaciones, evitando pérdidas humanas y materiales, y cumpliendo con todos los requisitos exigidos por la norma anteriormente mencionada en lo concerniente al diseño sismo-resistente.

Mediante la toma y adquisición de los datos tanto de la estructura como la de los suelos in situ, se evaluó el desempeño sísmico de la estructura. Adicionalmente, se hicieron las diligencias necesarias para elaborar los planos estructurales y arquitectónicos para luego cruzarla con la información referencial técnica disponible. Con toda esta información, se procedió a configurar el modelo estructural a emplear definiendo tanto los materiales y secciones de mayor predominio de todo el edificio. Con base al tipo de uso de los ambientes y la distribución de su arquitectura, se analizaron las cargas asignadas según lo establecido en la NTE.

Palabras clave: Comportamiento sismorresistente, software Etabs.

## **ABSTRACT**

The present thesis entitled "APPLICATION OF ETABS SOFTWARE TO EVALUATE THE EFFECTIVENESS OF THE SEISM-RESISTANT BEHAVIOR OF THE FIRST LEVEL OF A SERVICE BUILDING - DISTRICT OF LURIN-LIMA", aims to determine the maximum displacements and structural distortions of the building and then compare these results with what is established in the Seismic Resistant Norm E.030. The results of the seismic-resistant analysis using ETABS software are also obtained to demonstrate compliance with the minimum requirements established by the RNE - Norm E.030. The development of this research has its justification due to the fact that, at present, the district of Lurin is experiencing a strong economic development, which is evidenced by the increase of department stores and shopping malls. These companies demand numerous constructions such as service buildings, which must be correctly designed structurally. For this purpose, it is absolutely necessary to carry out a seismic analysis and design in order to guarantee the structural safety of such buildings, avoiding human and material losses, and complying with all the requirements demanded by the aforementioned standard regarding seismic-resistant design.

The seismic performance of the structure was evaluated by taking and acquiring data from both the structure and the soils in situ. In addition, the necessary steps were taken to prepare the structural and architectural drawings and then cross-check them with the available technical reference information. With all this information, we proceeded to configure the structural model to be used, defining the most predominant materials and sections of the entire building. Based on the type of use of the rooms and the distribution of its architecture, the assigned loads were analyzed according to the NTE.

Keywords: Seismic behavior, etabs software.

## I.- INTRODUCCIÓN

El diseño sísmo resistente en diversos países, sobre todo en el continente asiático, quienes como todos tenemos conocimiento, tienen un avance superior a los demás. Nosotros debemos acoplar esa disciplina y enfoque en los proyectos a realizarse en nuestro país, ser más cuidadosos y tener respeto en los rangos permitidos, en toda especificación técnica que demande la edificación. Por experiencia propia, he conocido en una de las obras de la constructora que laboraba, (“Embajada de Japón”), la estricta supervisión que tienen por cada sector a liberar, si bien es cierto que había demoras en la previa programación del proyecto, la supervisión que era de procedencia japonesa verificaba y hacía corregir al milímetro cada parámetro estipulado en los planos, acciones que no se ven reflejas en las obras convencionales con supervisiones más vulnerables.

Es importante que en el Perú se siga incrementando la construcción de similares proyectos, tales como almacenes, centros de distribución, pero sin dejar de lado los criterios y parámetros sismorresistentes. Es leve, pero se ve el aumento de estructuras de ese tipo en el Perú, son pocas las edificaciones en las que podemos observar aisladores sísmicos o disipadores de energía, los cuales podemos ver en Tiendas retail ubicadas en distritos del sector A, o como también por ejemplo el puente “Rayitos del Sol” ubicado en el centro de Lima. Nosotros debemos implementar más la sismoresistencia a la ingeniería de futuros proyectos, todo ello, sin dejar de lado la supervisión de la buena ejecución de estas, respetando los parámetros indicados en la normativa que regula la construcción de edificaciones, los cuales, en su mayoría en construcciones locales, se pueden apreciar muchas imperfecciones a las cuales los distintos especialistas dejan pasar por alto, sin tener en cuenta que pueden traer consecuencias muy graves, tanto mortales como materiales a la hora de un evento sísmico de gran magnitud.

En la actualidad, en el distrito de Lurín se puede apreciar el incremento de infraestructuras, en su mayoría industriales y/o para fines de almacén, en los cuales, si soy testigo de la aplicación y buena supervisión de la construcción de las mismas, respetando los parámetros descritos en las especificaciones técnicas, otro reflejo se observa en la construcción de viviendas, las cuales aproximadamente el 80% son informales.

Dichas empresas que ejecutan los proyectos en el distrito de Lurín, demandan numerosas construcciones, entre ellas los grandes almacenes que se requieren para la distribución de sus productos, y dentro de ellos se encuentran ubicados los edificios de servicios, los cuales deben ser correctamente diseñados estructuralmente, debido a que es allí donde se encuentra toda la logística y ambientes de comunicación necesarios para el funcionamiento del almacén. Para ello es absolutamente necesario realizar un análisis y diseño sísmico con fines de garantizar la seguridad estructural en dichas edificaciones, evitando pérdidas humanas y materiales, cumpliendo con toda la normatividad vigente en lo concerniente al diseño sismo-resistente.

Es notorio el aumento de empresas de tiendas por departamentos y centros comerciales en el distrito, dichas empresas demandan numerosas construcciones como edificios de servicios, los cuales deben ser correctamente diseñados estructuralmente. Para ello es justificado y absolutamente necesario realizar un análisis y diseño sísmico con fines de garantizar la seguridad estructural en dichas edificaciones, evitando pérdidas humanas y materiales, y cumpliendo con todas las normas y ordenanzas vigentes de la normativa que regula la construcción de edificaciones en lo concerniente al diseño sismo-resistente.

De acuerdo con la realidad expuesta, se plantean las siguientes preguntas, como problema general: ¿Cómo el software Etabs podría evaluar la efectividad del comportamiento sismoresistente de un edificio de servicios, Lurín, Lima? Y como Problemas Específicos se plantea lo siguiente: ¿Cómo se determinan las distorsiones de un edificio de servicio en Lurín-Lima utilizando el software Etabs, para luego ser contrastadas con la norma sismoresistente E.030?, ¿Cómo se podrá verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE-Norma E.030 basados en los resultados del análisis sísmico obtenidos con el software Etabs?

Al mismo tiempo la siguiente investigación se plantea el siguiente objetivo general: Evaluar mediante el software Etabs la efectividad del comportamiento sismo-resistente de un edificio de servicios del distrito de Lurín-Lima. Y los siguientes objetivos específicos: Determinar las distorsiones de la estructura de un edificio de

servicios en Lurin-Lima mediante el software Etabs y contrastarlos con lo indicado en la Norma Sismo Resistente E.030, Verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE - Norma E.030 mediante los resultados obtenidos del análisis sismoresistente usando el software Etabs.

Originando ello el planteamiento de la siguiente hipótesis general: Mediante la aplicación del software Etabs se podrá evaluar la efectividad del comportamiento sismo resistente de un edificio de servicios del distrito de Lurín - Lima. Y las siguientes Hipótesis Específicas: Mediante el análisis sismo resistente en el software Etabs se podrá determinar las distorsiones en la estructura del edificio de servicios, para luego contraponerlos con relación a la normativa que regula las construcciones antisísmicas E.030, y empleando las resultados del análisis sísmico obtenido con el software Etabs se podrá verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE - Norma E.030.

## II.- MARCO TEORICO

### **Antecedentes internacionales**

Guzmán (2015) realizó la tesis titulada “Diseño sismo resistente de edificios de hormigón armado (cálculo de periodos de vibración y niveles de agrietamiento)”, trabajo especial de grado para obtener el título de Ingeniero Civil por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Ecuador, en la que analizó y comparó los parámetros principales que regulan el desempeño sísmico de una estructura de hormigón reforzado, particularmente el perfil de agrietamiento y la frecuencia de vibración. La metodología que se empleo fue de tipo aplicada. Concluyendo que en las normativas donde no se consideran los niveles de formación de grietas, la frecuencia vibratoria estructural del edificio es considerablemente menor cuando es comparada con aquellas que si la contemplan.

Guzmán (2014) realizó la tesis titulada “Análisis Comparativo de los Métodos de diseño Sismo resistente basado en Fuerzas y basado en Desplazamientos para Edificaciones en el Ecuador”, trabajo especial de grado para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad San Francisco de Quito – Ecuador, en el que determinó la metodología más efectiva relativa a los criterios de diseño y costo/beneficio entre el método basado en fuerzas y el basado en desplazamientos para realizar un diseño sismo resistente. La metodología utilizada fue de tipo descriptiva con la que concluyó que cuando se incorporan los desplazamientos en el diseño, según los criterios de la NEC, la estructura (independientemente del tipo) tiene mejor desempeño sismorresistente..

Delgado & Ledesma (2016) señalan en la tesis titulada “Consideraciones para el análisis sísmico de edificios irregulares empleando direcciones principales”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Autónoma de México – México, tuvo como objetivo principal, demostrar que la acción sísmica actúa en dirección de los ejes principales de una estructura de un edificio irregular en planta por lo que resalta hacer este tipo de análisis. La metodología que empleo fue de tipo explicativa. La conclusión general determinó que los aspectos geométricos y componentes estructurales proporcionarían una rigidez lateral tal que permite disipar, adecuadamente, la energía sísmica mantenimiento dentro de

los límites de seguridad tanto los esfuerzos como los desplazamientos que se producen.

### **Antecedentes nacionales**

Chaiña (2016) realizó la tesis titulada “Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la Ciudad de Juliaca”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez – Perú, en la que analizó y diseñó un arreglo estructural de seis niveles ubicado en el área urbana de Juliaca con base a los parámetros establecidos para el diseño de estructuras sismorresistentes según la normativa del Estado peruano E.030 (2006) y E.030 (2016). Siguiendo una metodología explicativa, configuró una estructura la cual sometió a diferentes tipos de solicitaciones desde el punto de vista sísmico para luego comprar los resultados. Luego del análisis respectivo, se evidenció que la estructura tuvo comportamientos parecidos para cada tipo de solicitación a la que fue sometida según la norma E.030 (2006). No obstante, los resultados difirieron con relación al desempeño sísmico desde el punto de vista estático según la norma E. 030 (2016), en virtud que esta no incorpora esta perspectiva de análisis para aquellas zonas clasificadas de sismicidad media dentro de la que se incluye la localidad anteriormente mencionada.

Huapaya (2017) tituló su estudio como “Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal”, trabajo especial de grado para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Ricardo Palma – Perú, en la que evaluó la ductilidad y sobrerresistencia en pórticos estructurales empleando la técnica estática no lineal y comparando el límite con las solicitaciones propuestas en la normativa E030. En ese sentido, el método utilizado fue el descriptivo la que permitió concluir que hay una relación de dependencia entre el factor de ductilidad  $\mu$  y el periodo de fundamental de la edificación. En ese sentido, si este último aumenta el primero disminuye proporcionalmente de acuerdo con una función polinómica.

Quispe (2015) señala en la tesis titulada “Análisis y diseño estructural comparativo con la Norma Sismo Resistente E.030-2014 vs. E.030-2003 de un edificio multifamiliar de 5 pisos en distrito de Surquillo”, trabajo especial de grado para la

obtención del título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Ricardo Palma – Perú. Tuvo como finalidad principal establecer las bondades en el diseño de una estructura multifamiliar de cinco niveles, en el distrito de Surquillo, comparando entre si las normas E.030-2003 y E.030-2014. Para tales efectos, llevo a cabo un método explicativo del cual pudo concluir que el diseño del edificio presenta pequeñas reducciones para el caso particular de los cimientos fundacionales. En ese sentido, no hay variabilidad significativa en los cálculos tanto en la cantidad de acero como las secciones de concreto, de acuerdo con la norma E.030-2003 en lo que a las solicitaciones sísmicas se refiere.

### **Bases teóricas**

La teoría de diseño sismo-resistente que establece esta norma consiste en: evitar la pérdida de vidas humanas, asegurando que se continúen los servicios básicos y la de llevar a su mínima expresión las consecuencias del deterioro producido a la estructura asociado a un movimiento telúrico. Con base a estos lineamientos, los aspectos a considerar en el diseño resaltan: la integridad estructural debe mantenerse ante la ocurrencia de un movimiento telúrico severo sin causar daños a los ocupantes del edificio. Asimismo, debe ser capaz de absorber los desplazamientos asociados a sismos moderados y contener los daños dentro de límites razonables (Chaiña, 2016).

Los parámetros in situ modelan, parcialmente, los factores asociados al sismo que repercuten en la performance estructural. Dentro de los parámetros a considerar destacan el factor de amplificación sísmica (C) así como el factor de zona (Z) (Chaiña, 2016).

Este método permite simbolizar los requerimientos sísmicos a través de un cuerpo de cargas horizontales que actúan sobre cada parte de la estructura. Vale la pena decir, que solo es aplicable para construcciones de baja altura y sin irregularidades según se especifique (Chaiña, 2016).

Para analizar desde el punto dinámico una edificación puede utilizarse procedimientos tales como análisis dinámico tiempo-historia y análisis dinámico por combinación espectral donde el primero se emplea para estructuras especiales y el segundo para edificios convencionales (Chaiña, 2016).



Análisis de resistencia: comprende en garantizar que en ningún punto, las cargas asociadas a la estructura inducen un esfuerzo mayor a la resistencia máxima intrínseca del material (Adrian, 2019, p. 8).

Evaluación analítica de resistencia: esta se hace con la finalidad de ponderar tanto los factores que inciden en la disminución de la resistencia y los factores de carga (Adrian, 2019, p. 9).

Diseño por resistencia: “Es una estimación definitiva del factor de seguridad cuida al diseño que define su reserva estructural.” (Adrian, 2019, p. 10)

Análisis estructural: “El análisis estructural consiste en establecer el efecto de las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con el objetivo de efectuar las comprobaciones de los Estados Límites Últimos y de Servicio,” (Adrian, 2019, p. 10).

Concreto estructural: es un componente cuyo diseño deberá cumplir las solicitaciones que garantizan la integridad estructural de la construcción con especial énfasis en zonas de alta incidencia sísmica en las que se requieren valores significativamente grandes de densidad, elasticidad y compresión (Adrian, 2019, p. 10).

Diseño estructural: este comprende la determinación de la sección transversal mínima que debe tener una estructura para garantizar su integridad ante la ocurrencia de un movimiento telúrico para lo cual conjuga el factor económico junto con la seguridad de las personas (Adrian, 2019, p. 10)

Diafragmas estructurales: Son componentes horizontales cuya función es distribuir las cargas laterales entre los elementos de resistencia vertical. Es decir, este es un arreglo estructural que enlaza los muros de la edificación para hacerlos actuar como un todo único (Adrian, 2019, p. 10).

### III.- METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### Enfoque

Realizado bajo un enfoque cuantitativo, se efectúa una captura de los datos para comprobar la hipótesis planteada valiéndose del análisis numérico y estadístico. Y cualitativo, debido a la revisión de documentación y su análisis respectivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

##### Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo 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

El diseño utilizado, fue de naturaleza no experimental dado que no se buscó manipular deliberadamente la variable de la investigación si no que esta fue analizada en su contexto natural a partir del cual se procedió a su posterior análisis en lo que los datos empleados fueron recolectados en un único momento aspecto que le confiere que sea de corte transversal. Estos aspectos permitieron establecer las incidencias entre las variables consideradas en el estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

##### Nivel de investigación

El estudio tuvo un toque descriptivo en virtud que estuvo orientado a describir las propiedades de procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno susceptible de ser tomado como objeto de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Es decir, lo que

se persigue es establecer las propiedades y características así como los perfiles de comunidades, grupos, personas objetos o procesos que tengan cualidad de ser tomado como objeto de una investigación (p. 92).

En esa misma dirección fue de campo Fernández, & Baptista (2010) puesto que, para registrar, analizar e interpretar los fenómenos de estudio se hace con base a la realidad fáctica. Es decir, fue de campo en virtud que la información y datos relevantes para llevar a cabo el estudio fueron tomados de la realidad misma. Por último, fue documental en virtud que se revisaron estudios y teorías previas formulados por otros investigadores.

### **3.2. Variables y Operacionalización:**

#### **Variable dependiente**

La Efectividad Sismoresistente: Determina el estado óptimo tanto del diseño como de la construcción de las edificaciones ante un sismo con los parámetros establecidos de la norma E.030.

#### **Variable Independiente**

Evaluación sísmica: Investigación detallada que nos permite indagar sobre la susceptibilidad de las edificaciones de sufrir un nivel de daño ante un sismo (Barbat 1998).

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:**

Para el presente estudio, se consideró como población el Centro de Distribución de Saga Falabella S.A. que se encuentra ubicado en el parque industrial Macrópolis en el distrito de Lurín. Definiendo la población el arreglo que condensa a todos y cada uno de los elementos que comparten una característica o propiedad en común. En cuanto a la muestra, esta es un subconjunto representativo de aquel que comparte sus mismos atributos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En ese sentido, se tomó como muestra, el edificio de servicios del Centro de Distribución de Saga Falabella S.A. que se encuentra ubicado en el parque industrial Macrópolis en el distrito de Lurín.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

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 de estudio, el análisis e interpretación de la Normativa Vigente.

Los instrumentos que se emplearon fueron hojas de cálculo y fichas de observación, memorias descriptivas.

### **3.5. Procedimientos:**

Considerando los objetivos del presente estudio fue desarrollado en diferentes fases descritas de la siguiente manera:

Fase 1: la primera fase comprendió ubicar, física y geográficamente, la estructura a analizar y la pesquisa de los planos estructurales y arquitectónicos del edificio de servicios del Centro de Distribución de Saga Falabella S.A.

Fase 2: en esta fase se realizó la captura tanto de las medidas como de los demás datos particulares de los diferentes elementos estructurales, así como la revisión de los planos para obtener una panorámica acerca de cómo se distribuye el edificio de servicios del Centro de Distribución de Saga Falabella S.A; y poder establecer tanto la resistencia como demás características inherentes a la ubicación actual del edificio bajo análisis.

Fase 3: esta fase consistió en compilar, observar, explorar y revisar de la bibliografía, documentos normativos y demás registros con el propósito de condensar todo lo concerniente a la temática de peligro sísmico, evaluación sismo resistente, vulnerabilidad sísmica de estructuras y las alternativas para reforzar estas últimas.

Fase 4: Esta fase comprendió la ejecución de los procedimientos y técnicas asumidos para evaluar la integridad estructural del edificio de servicios del Centro de Distribución de Saga Falabella S.A. tales como el metrado de las cargas para luego modelar y analizar las solicitaciones dinámicas y estáticas empleando el software Etabs.

Para la presente tesis se empleó la deducción como método dado que se procedió desde el todo hacia las partes el cual comprendió la siguiente estructura:

- Aplicación: El tema de diseño sismo-resistente para edificio de servicios mediante la aplicación del software de ingeniería Etabs.
- Comprensión: El tema de diseño sismo-resistente para edificio de servicios mediante la aplicación del software de ingeniería Etabs, que se expuso en la tesis desarrollada, cumplió con todas las normas exigidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (haciendo énfasis en la norma E-020: Cargas, la norma E-060: Concreto Armado y la norma E-030: Diseño Sismorresistente) y la Municipalidad de Lurín.
- Demostración: Se realizará mediante el análisis empleando el software.

### **3.6. Manejo de análisis de datos:**

La información recopilada se procesó desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Desde el punto de vista cualitativo, se obtuvo y seleccionó el ordenamiento de los datos obtenidos mediante la revisión bibliográfica de documentos, así como la exploración hecha in situ. Desde el punto de vista cuantitativo, la información recolectada se analizó a los fines de poder establecer la vulnerabilidad sísmica de la estructura bajo análisis, así como el empleo de software a partir del cual se hizo el cálculo y análisis estructural.

### **3.7. Aspectos éticos:**

El tema de diseño sismo-resistente para edificio de servicios mediante la aplicación del software de ingeniería Etabs, cumplió con todas las normas exigidas por el Reglamento

Nacional de Edificaciones (haciendo énfasis en la norma E-020: Cargas, la norma E-060: Concreto Armado y la norma E-030: Diseño Sismorresistente) y la Municipalidad de Lurín.

Adicionalmente las cualidades éticas empleadas en la preparación de este estudio se enfatizan: la Honra, la objetividad, el respeto e imparcialidad, valores científicos y éticos que sobre salen en la investigación. (Hirsch, 2019)

## IV.- RESULTADOS

### 4.1 Análisis de la zona en estudio

La estructura que representa la unidad de análisis de esta investigación se refiere a una edificación con fines de almacenamiento, se encuentra ubicado en el Parque industrial Macrópolis Etapa 1 Sector A, Sub Lote 4, entre la Av. Pampas de Lurín y las calles Pancho Fierro, Fernando de Szyslo y Carlos Baca Flor, Distrito de Lurín, Departamento y Provincia de Lima.

El predio tiene un área de 115,456.16 m<sup>2</sup>, y se encuentra inscrita a nombre de Saga Falabella S.A.

#### Linderos perimétricos

El predio tiene forma rectangular y un perímetro de 1,396.74 ml., colindando con las siguientes calles:

- Por el Norte: Con la vía de acceso por la Avenida Pampas de Lurín, con una línea curva de cinco tramos que miden: tramo 1H-1I con 70.54 ml, tramo 1I-1J con 242.71 ml, tramo 1J-1k con 12.85 ml, tramo 1K-1L con 25.55 ml, tramo 1L-1<sup>a</sup> con 18.36 ml, y colinda con la Av. Pampas de Lurín.
- Por el Sur: Con una línea curva de tres tramos que miden: tramo 1G-1F con 30.05 ml, tramo 1F-1E con 75.24 ml, tramo 1E-1D con 139.65 ml, y colinda con el sub lote 1-A etapa terreno rustico Lurín remanente y propiedad de terceros.
- Por el Este: Con una línea curva de tres tramos que miden: tramo 1A-1B con 173.89 ml, tramo 1B-1C con 220.50 ml, tramo 1C-1D con 11.06 ml, y colinda con el sub lote 1-A etapa terreno rustico Lurín remanente.

- Por el Oeste: Con una línea recta que mide tramo 1G-1H con 376.60 ml, y colinda con el sub lote 1-A etapa terreno rustico Lurín remanente.

**Figura 1.**

*Ubicación del proyecto.*



Fuente: Google Earth.

Situación actual del área donde se desarrolla el proyecto.



El terreno se encuentra libre de cualquier construcción por lo que la empresa Saga Falabella S.A., implementará una edificación con fines de almacenamiento de productos en concordancia con el rubro de la empresa Saga Falabella.

## **Figura 2.**

*Vista actual del predio*



Fuente: Propia.

Área del proyecto:

Se debe mencionar que las vías donde se ubica el proyecto, se encuentran en proceso de consolidación cumpliendo con el plano general aprobado por la Municipalidad de Lurín (PG-01) aprobado en la habilitación urbana Macropolis Etapa I.

En ese sentido, se procedió a realizar el análisis de las variables antes descritas recogiendo sus características actuales.

El trazo de las rutas de ingreso y salida de los vehículos del proyecto se ha realizado para cada sentido de circulación, siendo la vía de acceso al predio el Ca. Fernando Szyslo.

#### **4.2 Descripción de estructuras proyectadas**

El proyecto comprende el diseño de las estructuras de un Centro de Distribución de Saga Falabella S.A., que se encuentra ubicado en el parque industrial Macropolis Etapa 1 Sector A, Sub Lote 4, entre las calles Carlos Baca Flor y Fernando de Szyslo en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima.

El Centro de Distribución está conformado principalmente por las siguientes estructuras: nave de almacén, edificio de servicios, puente peatonal de acceso, cuartos de subestaciones 1 y 2, cuarto de baterías y mantenimiento, cuarto de bomba y cisterna, caja de ascensor de acceso al puente, sala de citas y oficina de balanza, garitas de control 1 y 2.

La nave de almacén es una estructura compuesta formada por un techo de acero estructural y columnas de concreto armado.

El techo conformado por viguetas tipo Z y vigas tipo W30 está apoyada y conectada en columnas del tipo cuadrada espaciadas cada 18m y 19.4m entre ejes, estas a su vez están soportadas por zapatas cuadradas de concreto armado en cada eje.

La conexión rígida entre las columnas y el techo permite una capacidad global resistente a sismos, en ambas direcciones de la nave. En el perímetro de la nave se presenta cerramientos metálicos de 9m de altura apoyados en muros portantes mixtos de viga de concreto armado con albañilería armada de bloquetas de concreto.

En el interior de la nave se presenta una losa superplana con capacidad para soportar el peso de los racks, montacargas y sobrecarga de diseño según su función.

El edificio de servicio es una estructura de concreto armado que se encuentra separada de la nave de almacén mediante una junta sísmica de 10cm. El edificio tiene un primer entrepiso de 4.90m de altura y entrepisos típicos de 4.25m de altura, destinados a ocupar el comedor, oficinas u otros ambientes de los trabajadores.

Está estructurado en base a muros estructurales sismorresistentes que están conectadas entre sí por las losas de piso del edificio. Los muros y columnas se apoyan en zapatas de concreto armado combinadas y aisladas, respectivamente.

El puente peatonal es una estructura reticulada de 40m de luz conformada por perfiles de acero estructural W8, conectadas entre sí mediante soldaduras de filete y penetración.

La estructura reticulada está apoyada en tres pórticos de concreto armado con resistencia lateral para soportar fuerzas sísmicas en ambas direcciones.

Los pórticos mencionados se apoyan en zapatas rectangulares de concreto armado diseñadas por resistencia y estabilidad estructural. El puente peatonal está separado de las estructuras adyacentes mediante una junta sísmica y térmica de 10cm.

Las subestaciones, cuarto de baterías y mantenimiento, sala de citas y oficina de balanza han sido estructuradas en base a muros de albañilería confinada conectadas en algunos casos con losa aligerada o techo de tijerales metálicos.

La caja de ascensor y cisterna y cuarto de bomba está conformada por muros estructurales con capacidad de soportar las sollicitaciones de compresión, flexión y corte según sea requerido.

En la presente investigación se realizará el diseño sísmico del edificio de servicios.

### **4.3 Materiales a emplearse**

La calidad de los materiales utilizados específicamente es la siguiente:

Concreto Armado:

$f'c\text{-min} = 210 \text{ kg/cm}^2$  en edificaciones complementarias y cerco perimétrico.

$f'c\text{-min} = 245 \text{ kg/cm}^2$  en nave de almacén.

$f'c\text{-min} = 280 \text{ kg/cm}^2$  en edificio de servicio, puente peatonal y otros.

En estructuras contra terreno, usar Cemento Portland Tipo II, IP(MS), IS(MS), P(MS) u otros similares; con una relación máxima agua-cemento de 0.4.

Acero de Refuerzo: ASTM A615 Grado 60

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero Estructural: ASTM A36

$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Pernos de Conexión: ASTM A325 (excepto lo indicado en planos)

$F_u = 8430 \text{ kg/cm}^2$

$F_{nt} = 6325 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia nominal a la tensión)

$F_{nv} = 3795 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia nominal a corte)

Soldadura de Conexión: Electrodo AWS A-5.1 Serie E070

$F_u = 4910 \text{ kg/cm}^2$

$F_{nw} = 2950 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia nominal del metal de la soldadura)

Pernos de Anclaje: ASTM A193 Grade B7 (excepto lo indicado en planos)

$F_u = 8780 \text{ kg/cm}^2$

$F_{nt} = 6580 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia nominal a la tensión)

$F_{nv} = 3950 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia nominal a corte)

Los detalles especificaciones técnicas de los materiales y las pruebas se muestran conforme a las normas dictadas por el INDECOPI y/o su contraparte dictaminada por la ASTM.

#### **4.4 Normativas y criterios de diseño del edificio de servicios**

Como normativa básica para el diseño estructural se ha considerado el Reglamento Nacional de Edificaciones, en este reglamento está inmerso la Norma Técnica E-060 para el diseño en concreto armado, la Norma Técnica E-030 para el diseño sismoresistente,

la Norma Técnica E-070 para el diseño en albañilería armada y la Norma Técnica E-020 para la determinación de las solicitaciones de las fuerzas y sobrecargas de acuerdo al uso de la estructura.

Como criterio utilizado para el análisis y diseño, se ha establecido que la capacidad estructural del sistema sismorresistente del edificio va a ser proporcionada por la rigidez y resistencia de los muros estructurales.

El diafragma rígido de las losas de piso del edificio permite una adecuada distribución en todos los niveles de las deformaciones y fuerzas sísmicas en los muros estructurales proporcionando de esta manera una resistencia global contra las deformaciones laterales.

#### *4.4.1 Cargas*

En Edificio de Servicio u Otros Similares:

- a. Cargas por Peso Propio (PP), relacionada al peso de las losas, nervios, vigas principales, vigas secundarias, columnas, placas, etc.
- b. Cargas Muertas (CM), relacionada al peso muerto del piso terminado, tabiquería, cielo raso, cerramientos y otros.
- c. Cargas Vivas (CV), relacionado a la sobrecarga de uso del edificio. La sobrecarga reglamentaria para restaurantes es 400 kg/m<sup>2</sup> y para oficinas es 250 kg/cm<sup>2</sup>.
- d. Cargas de Sismo (V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>), relacionadas con las fuerzas sísmicas de la norma sismorresistente E030 vigente. Se ha considerado coeficientes sísmicos de acuerdo a la zonificación, tipo de suelo, tipo de uso y sistema estructural resistente al sismo.

Acorde a la norma E090: Estructuras de Acero Estructural resistentes al sismo.

#### 4.4.2 Combinaciones

De acuerdo a la norma E060: Estructuras de Concreto Armado

- a.  $1.4 (PP+CM)$
- b.  $1.4 (PP+CM) + 1.7 (CV)$
- c.  $1.25 (PP+CM) + 1.25 (CV) \pm 1.25 (WX)$
- d.  $1.25 (PP+CM) + 1.25 (CV) \pm 1.25 (WY)$
- e.  $0.9 (PP+CM) \pm 1.25 (WX)$
- f.  $0.9 (PP+CM) \pm 1.25 (WY)$
- g.  $1.25 (PP+CM) + 1.25 (CV) \pm 1.0 (VX)$
- h.  $1.25 (PP+CM) + 1.25 (CV) \pm 1.0 (VY)$
- i.  $0.9 (PP+CM) \pm 1.0 (VX)$
- j.  $0.9 (PP+CM) \pm 1.0 (VY)$

### 4.5 Análisis y diseño

#### 4.5.1 Coeficientes sísmicos

Los coeficientes sísmicos fueron definidos con base al periodo vibracional del edificio, a tipo de estructuración y los coeficientes de zona. A continuación, se indican los coeficientes sísmicos para el edificio de servicios:

En Edificio de Servicio, de acuerdo a la norma E030, se ha utilizado los siguientes coeficientes:

$Z = 0.45$  (Zona costera)

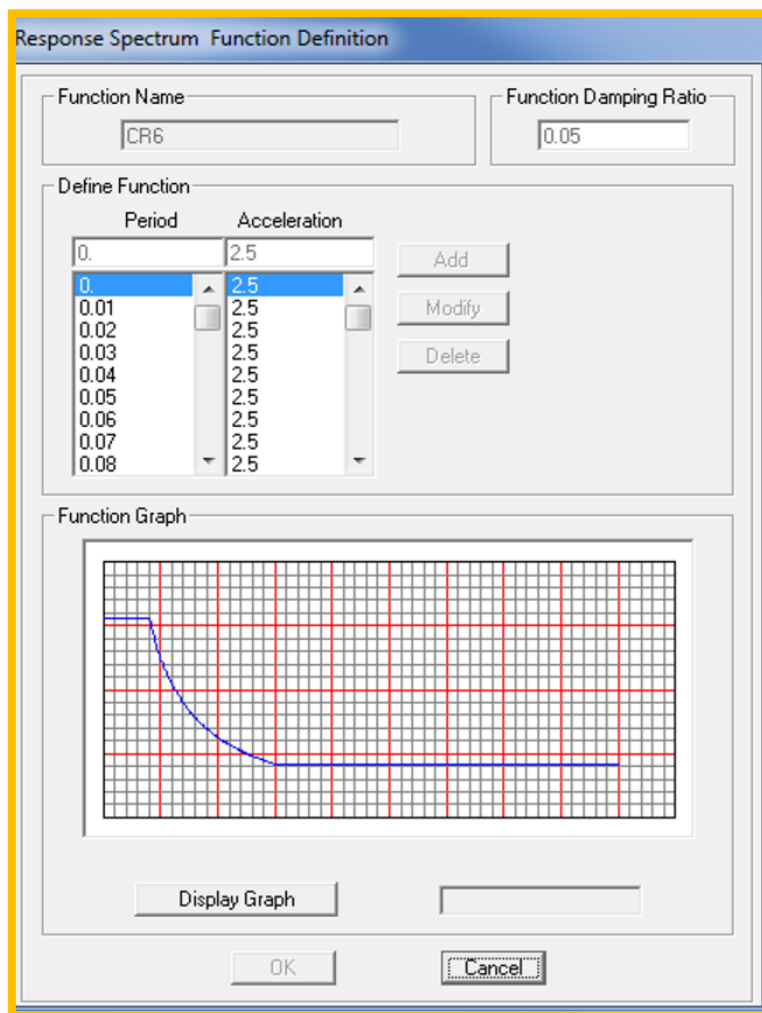
S = 1.0

U = 1.0 (Edificio de oficinas)

R = 6.0 (sistema sismorresistente de muros estructurales)

De los anteriores coeficientes sísmicos se obtiene el siguiente espectro de respuesta:

Figura 3: Espectro de Respuesta del Edificio de Servicio.



Fuente: Etabs.

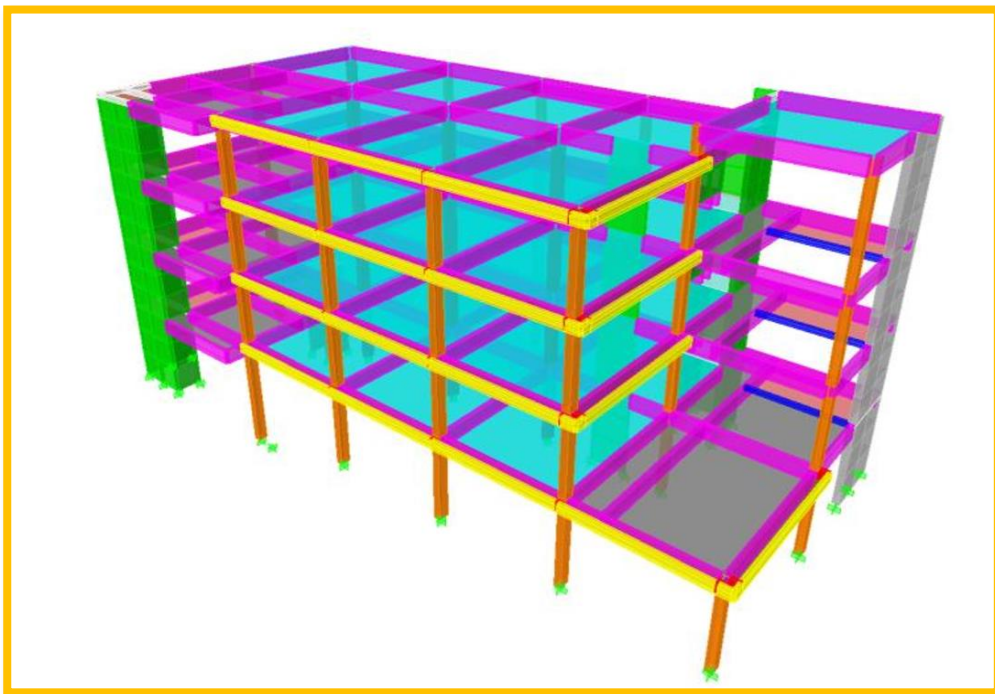


#### 4.5.2 Análisis

El análisis del Edificio de Servicio se ha ejecutado por medio del programa ETABS versión 9, desarrollado por Computers & Structures Inc. de Berkeley - California, del cual se tiene licencia de uso.

A continuación, se presenta el modelo tridimensional del edificio utilizado en el proceso de análisis y diseño:

Figura 4. Modelo Estructural del Edificio de Servicio.



Fuente: Etabs.

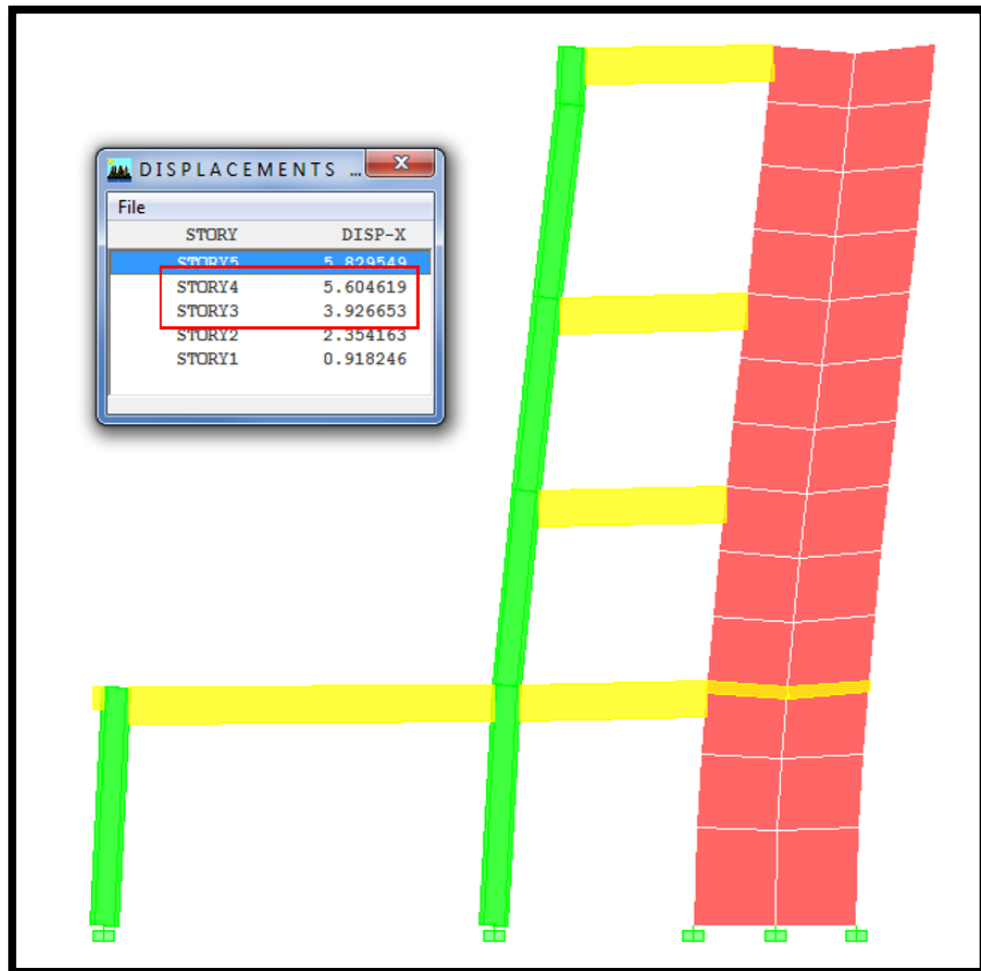
#### 4.5.3 Diseño

En el diseño por el método de servicio se ha evaluado y revisado las deformaciones laterales por el efecto de las cargas sísmicas presentes en la estructura.

La norma E030 indica que el límite de los desplazamientos relativo de entrepiso para estructuras de concreto armado es  $7/1000$ .

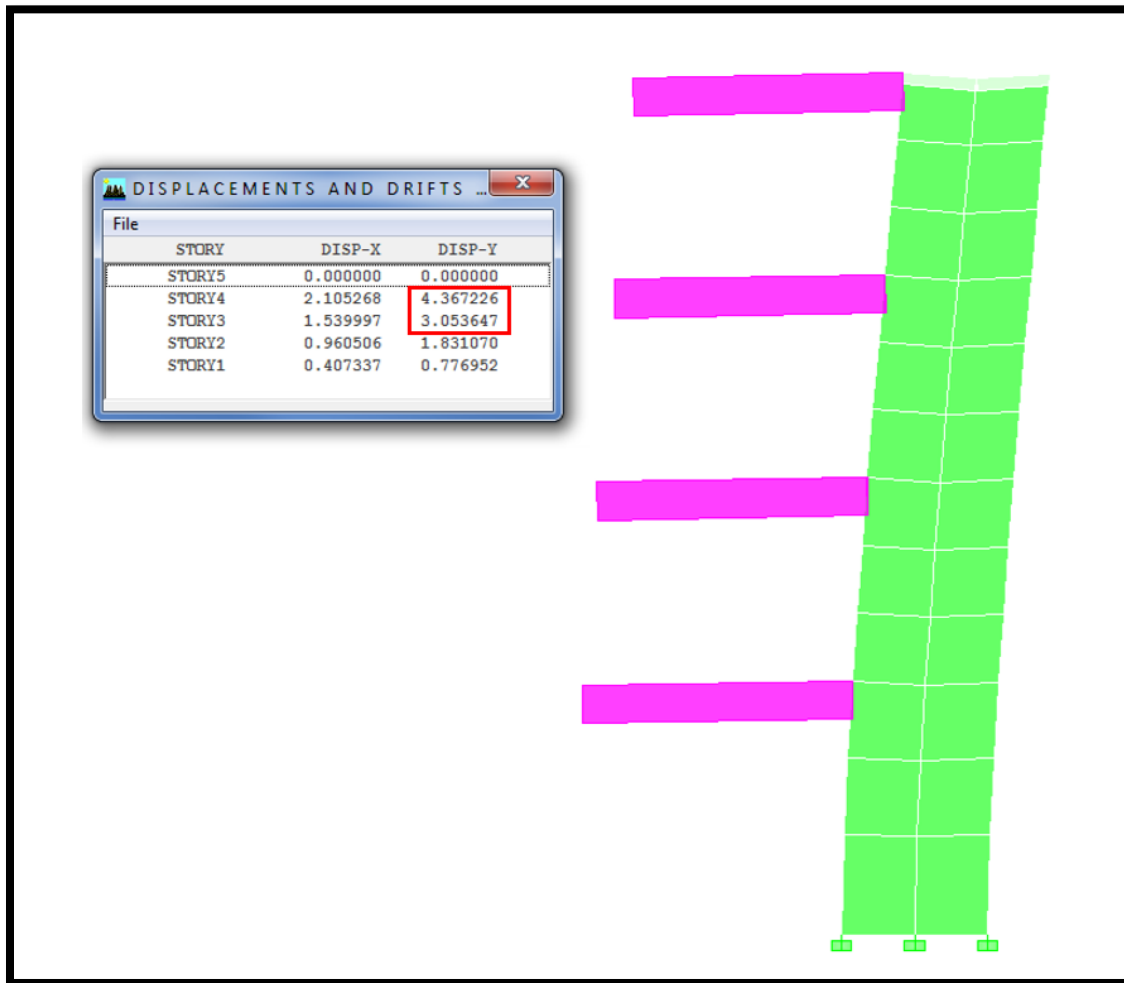
Del análisis en el modelo tridimensional se obtienen las siguientes deformaciones laterales.

Figura 5: El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es 1.68cm, en el Eje G.



Fuente: Etabs.

Figura 6: El máximo desplazamiento relativo de entrepiso es 1.31cm, en el Eje 6.



Fuente: Etabs.

La tabla 1 resume los desplazamientos relativos máximos y sus límites, incluyendo su respectiva verificación en cada dirección.

Tabla 1.

*Verificación de los desplazamientos relativos en Edificio de Servicio.*

	Maximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso	Desplazamiento Relativo Limite de Entrepiso	Verificacion
X	1.7cm	2.9cm	OK
Y	1.3cm	2.9cm	OK

Fuente: Propia.

## V.- DISCUSIÓN

El análisis del Edificio de Servicio se ha realizado mediante el programa ETABS versión 9, desarrollado por Computers & Structures Inc. de Berkeley - California, del cual se tiene licencia de uso.

En el diseño por el método de servicio se ha evaluado y revisado las deformaciones laterales por el efecto de las cargas sísmicas presentes en la estructura.

Tomamos en cuenta que la norma E. 030 Diseño Sismorresistente establece que el límite de los desplazamientos relativo de entrepiso para estructuras de concreto armado es  $7/1000$ , debido a ello se han calculado los desplazamientos relativos máximos y sus límites, incluyendo su respectiva verificación en cada dirección.

De los resultados obtenidos anteriormente se puede apreciar, con el análisis del edificio de servicios empleando el programa ETABS, que la estructura cumple con los límites de desplazamiento relativo, por lo tanto, el edificio de servicio cumple con los criterios de deformaciones laterales impuestos por la norma E030.

## **VI.- CONCLUSIONES**

La finalidad de la presente disertación fue evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente en el edificio de servicios de la empresa Saga Falabella S.A del distrito de Lurín empleando el software Etabs. El software Etabs utilizado, da cumplimiento a los requerimientos técnicos para el análisis sismorresistente de una estructura, incorporando los parámetros normativos vigentes. Según el análisis realizado se obtuvo, en el eje X, un máximo desplazamiento relativo de entrepiso de 1.7 cm., y un desplazamiento relativo límite de entrepiso de 2.9 cm. Por su parte, en el eje Y, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso fue de 1.3 cm., y el desplazamiento relativo límite de entrepiso fue de 2.9 cm. De los resultados obtenidos se puede apreciar, con el análisis del edificio de servicios empleando el programa ETABS, da cumplimiento con los límites de desplazamiento relativo y distorsiones, incorporando los parámetros normativos vigentes.

Después del análisis realizado con el software Etabs se determinó que el edificio de servicios en estudio, cumple con los requerimientos mínimos estipulados por la norma Sismorresistente E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Concluyendo que el edificio de servicios estudiado, no necesita realizar propuestas de mejoramientos y/o reforzamientos de la estructura presentada.

## VII.- RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear el software ETABS en el análisis sísmico en futuros proyectos de edificios de servicios puesto que ha demostrado su eficiencia para evaluar la efectividad de la performance sísmica en el edificio de servicios del distrito de Lurín.

Se recomienda emplear este tipo de análisis puesto que es muy útil para llevar a cabo la verificación de las derivas y los desplazamientos de las estructuras, además de que es de interés, para las edificaciones destinadas al sector comercial (como lo fue el edificio de servicios que se analizó en la presente tesis), ya que en estas edificaciones resulta imprescindible evaluar el comportamiento sismorresistente con el objetivo de poder garantizar, que después del evento sísmico, la infraestructura siga funcionando garantizando la continuidad del servicio después del evento sísmico.

El sector privado debe contar con la información referida sobre el nivel de seguridad que pueden proporcionarse en edificaciones, la información es superflua y desorganizada.

Deben tener conocimiento, continuar y estudiar los últimos hallazgos de otras investigaciones realizadas a otros edificios de servicios destinados al sector comercial, ello con el objetivo de saber si otras edificaciones similares existentes en Lurín cumplen con lo establecido en la norma E030 de Sismo Resistente.

## REFERENCIAS

- Adrian2089 (2019). *GLOSARIO DE TERMINOS ESTRUCTURALES*. [online] Es.slideshare.net. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/adrian2089/glosariode-terminos-estructurales>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: Episteme – Sexta Edición.
- Chaiña, R. (2016). Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la Ciudad de Juliaca (Tesis de Pregrado), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.
- Delgado, L. & Ledesma, R. (2016). Consideraciones para el análisis sísmico de edificios irregulares empleando direcciones principales (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Guzmán, J. (2014). *Análisis Comparativo de los Métodos de Diseño Sismorresistente basada en Fuerzas y basado en Desplazamientos para Edificaciones en el Ecuador* (Tesis de Pregrado), Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Guzmán, M. (2015). *Diseño sismo resistente de edificios de hormigón armado (cálculo de periodos de vibración y niveles de agrietamiento)* (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.



Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: Editorial McGRAW-HILL.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Recuperado de: [http://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

Huapaya, R. (2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal* (Tesis de Pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Peña, M. & Zeña, M. (2017). *Análisis sísmico usando Etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura educativa de la I.E. Rosa Flores de Oliva – Chiclayo – provincia de Chiclayo – Lambayeque* (Tesis de Pregrado), Universidad César Vallejo, Chiclayo, Perú.

Quispe, F. (2015). *Análisis y diseño estructural comparativo con la Norma Sismo Resistente E.030-2014 vs. E.030-2003 de un edificio multifamiliar de 5 pisos en distrito de Surquillo* (Tesis de Pregrado), Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

## ANEXO 2: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	TECNICAS E INSTRUMENTO
DEPENDIENTE	Variable dependiente La Efectividad Sismorresistente: Se habla del estado óptimo tanto del diseño como de la construcción de las edificaciones ante un sismo con los parámetros establecidos de la norma E.030.	Comportamiento sismo resistente	Parámetros de la Norma E.030	Análisis de documentación  Norma E.030
INDEPENDIENTE	Evaluación sísmica: Investigación detallada que nos permite indagar sobre la susceptibilidad de las edificaciones de sufrir un nivel de daño ante un sismo (Barbat 1998).	Estudio Comparativo	Ubicación  Uso de la edificación  Tipo de edificación	Análisis de documentación  Mediciones  Análisis de suelos  ETABS

### ANEXO 3: Matriz de consistencia

Título: “Análisis sísmico empleando software Etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de un edificio de servicios, Lurín, Lima”

Autor: Bachiller Miguel Ángel Matías Saravia.

Problema General	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>Principal</b></p> <p>¿Cómo el software Etabs podría evaluar la efectividad del comportamiento sismo resistente de un edificio de servicios, Lurín, Lima?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a. ¿Cómo se determinan las distorsiones del edificio de servicio en Lurin-Lima utilizando el software Etabs, para luego ser contrastadas con la norma sismoresistente E.030?</p> <p>b. ¿Cómo se podrá verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE-Norma E.030 basados en los resultados del análisis sísmico obtenidos con el software Etabs?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar mediante el software Etabs la efectividad del comportamiento sismo resistente de un edificio de servicios, Lurín, Lima.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a. Determinar las distorsiones de la estructura del edificio de servicios en Lurin-Lima mediante el software Etabs y contrastarlos con lo indicado en la Norma Sismo Resistente E.030.</p> <p>b. Verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE - Norma E.030 mediante los resultados obtenidos del análisis sismoresistente usando el software Etabs.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Mediante la aplicación del software Etabs se podrá evaluar la efectividad del comportamiento sismo resistente del edificio de servicios, Lurín, Lima.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>a. Mediante el análisis sismo resistente en el software Etabs se podrá determinar las distorsiones en la estructura del edificio de servicios, para luego contrastarlos con la norma Sismo resistente E.030.</p> <p>b. Empleando los resultados del análisis sísmico obtenido con el software Etabs se podrá verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos que establece el RNE - Norma E.030.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Evaluación sísmica</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>La Efectividad Sismoresistente.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>La investigación será de tipo aplicada.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

**ANEXO 4: Panel fotográfico**

Figura 7. Foto de perforación rotativa P-1.



Fuente: Propia.

Figura 8: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-1.



Fuente: Propia.

Figura 9: Foto de perforación rotativa P-2.



Fuente: Propia.

Figura 10: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-2.



Fuente: Propia.

Figura 11: Foto de perforación rotativa P-3.



Fuente: Propia.



Figura 12: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-3.



Fuente: Propia.

Figura 13: Foto de perforación rotativa P-4.



Fuente: Propia.

Figura 14: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-4.



Fuente: Propia.

Figura 15: Foto de perforación rotativa P-5.



Fuente: Propia.

Figura 16: Cajas de muestras de la perforación rotativa P-5.

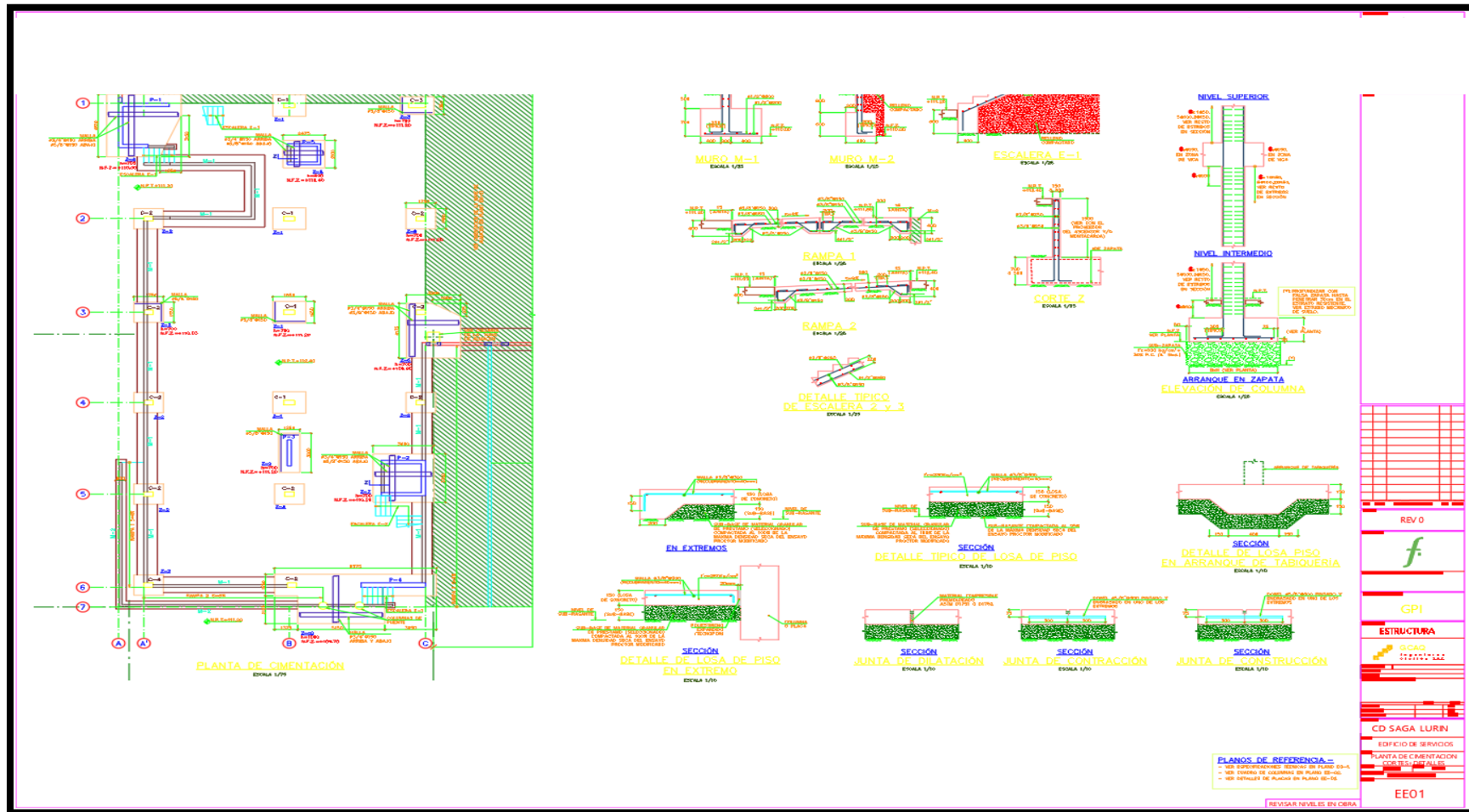


Fuente: Propia.



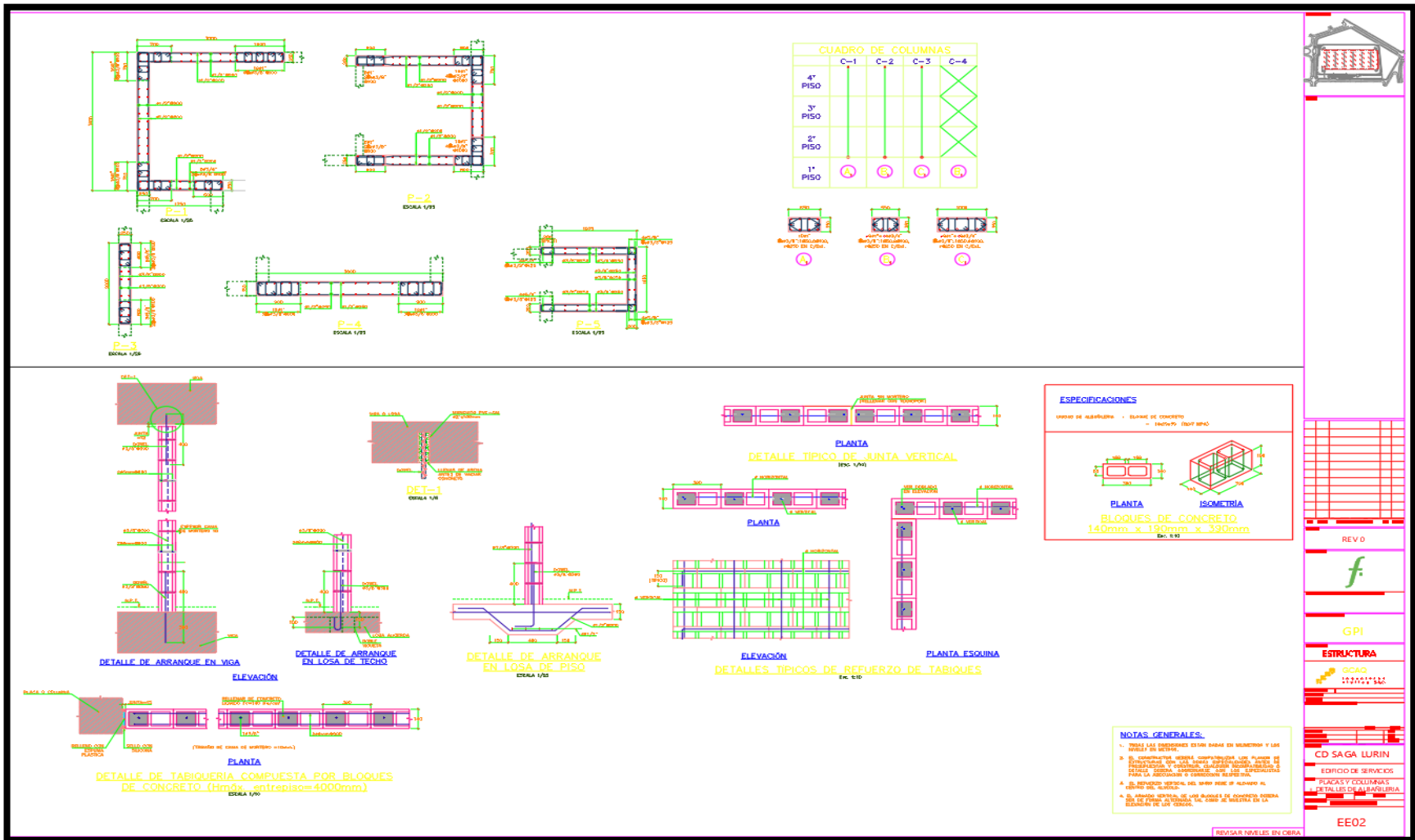
# ANEXO 5: Planos Generales

Figura 17: Edificio de servicios: Planta de cimentación, cortes y detalles.



Fuente: Saga Falabella S.A.

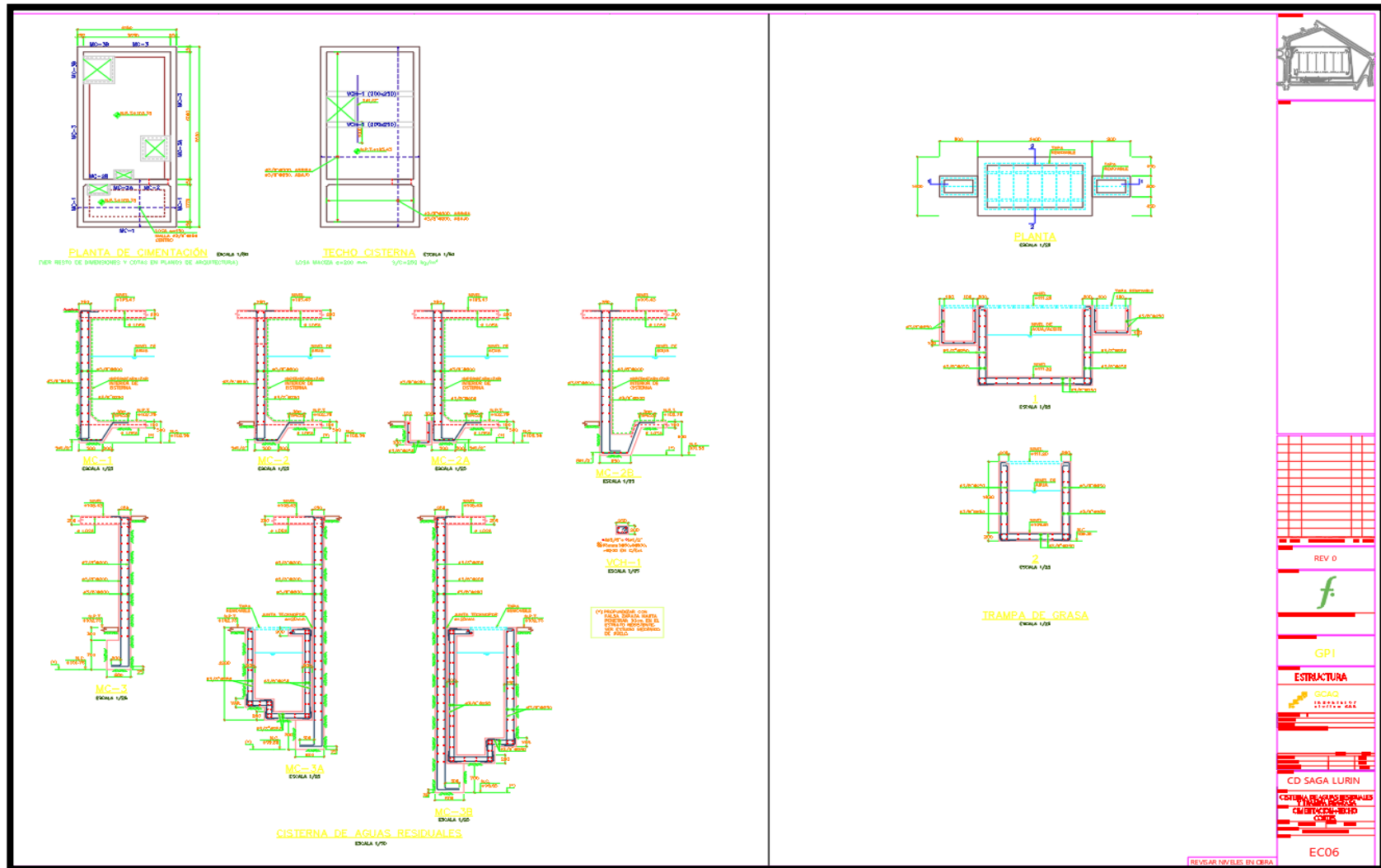
Figura 18: Edificio de servicios: Plano de placas, columnas y detalles de albañilería.



Fuente: Saga Falabella S.A.

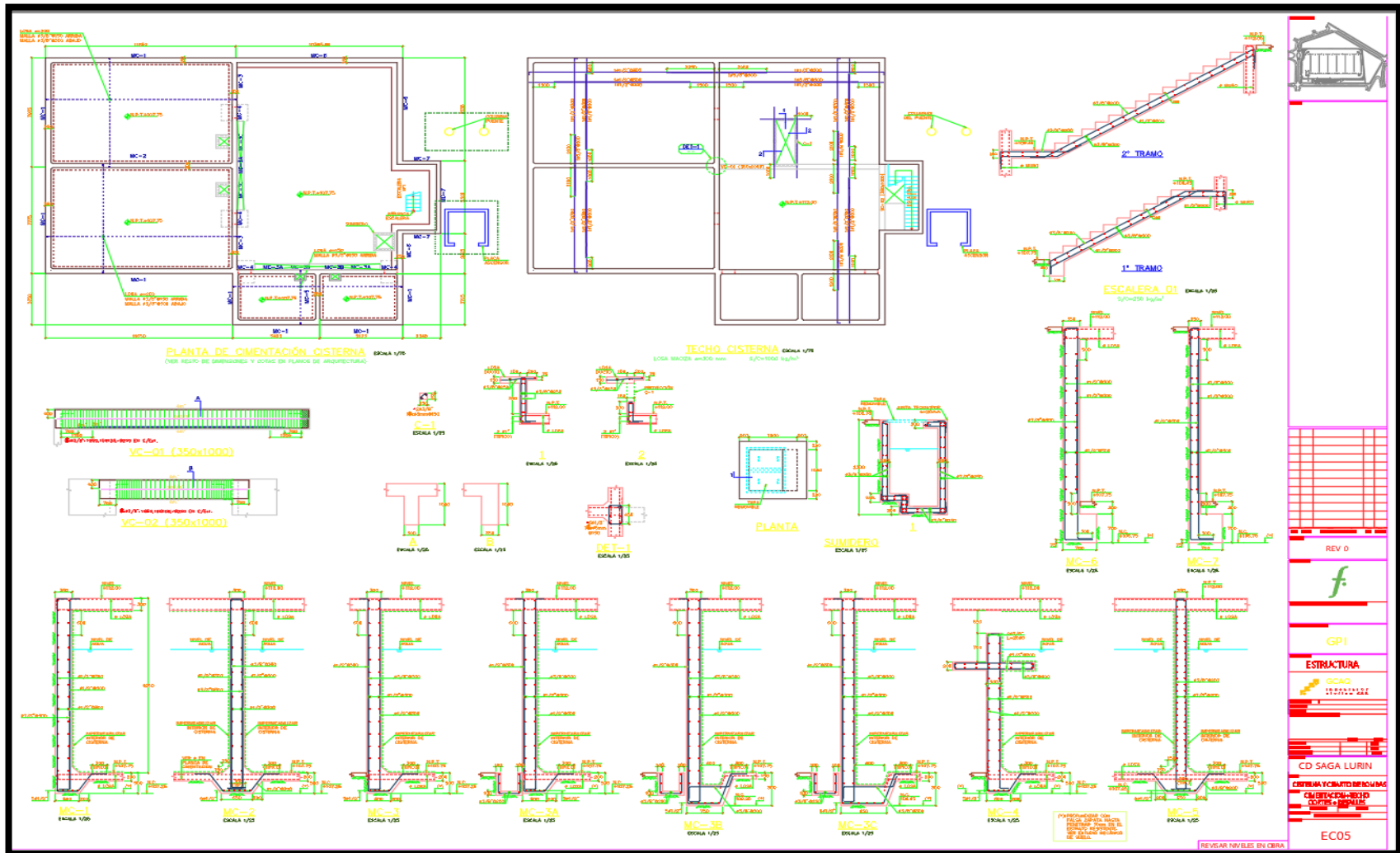


Figura 19: Plano de cisterna de aguas residuales y trampa de grasa.



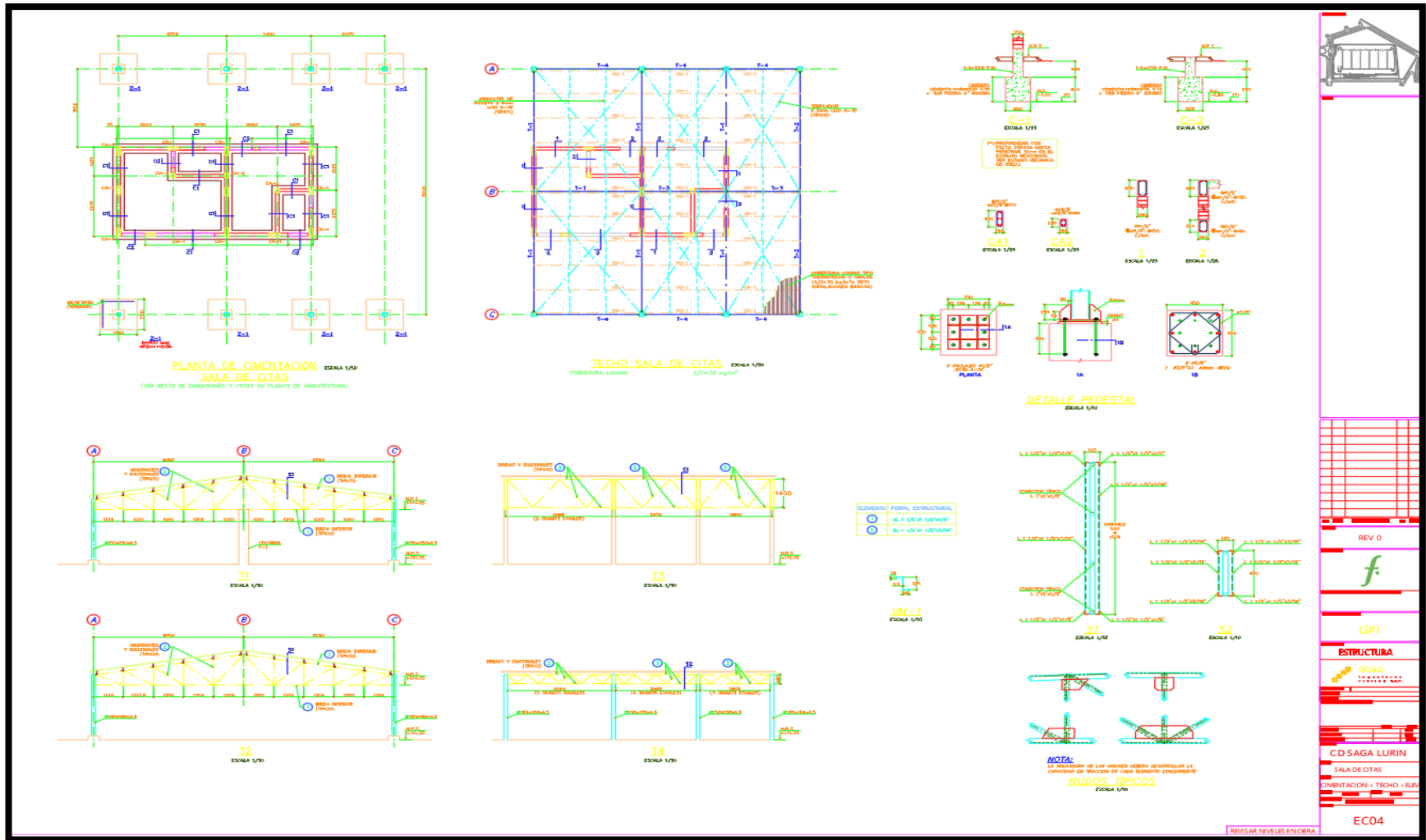
Fuente: Saga Falabella S.A.

Figura 20: Plano de cisterna y cuarto de bombas.



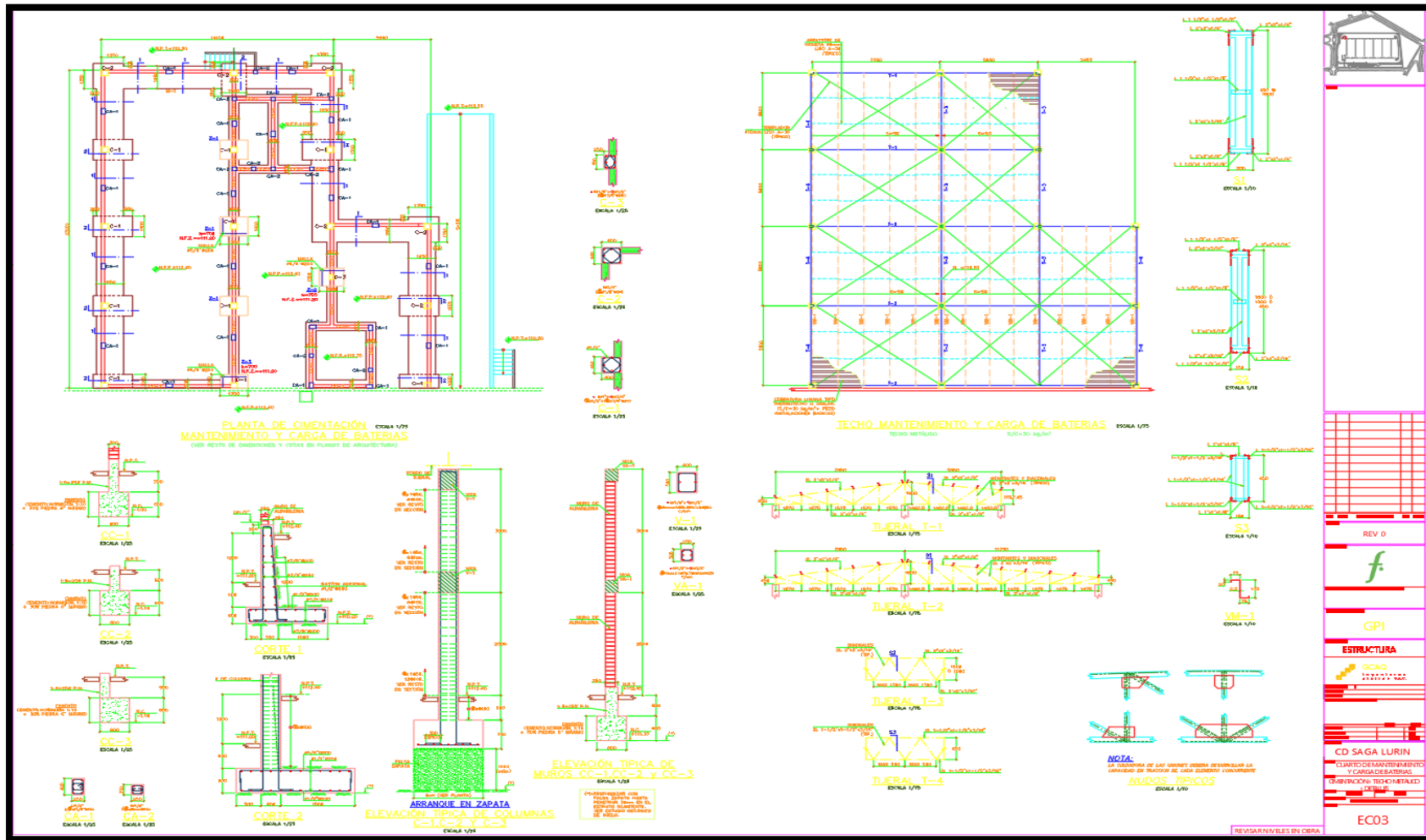
Fuente: Saga Falabella S.A.

Figura 21: Plano de sala de citas: cimentación, techos y elevación.



Fuente: Saga Falabella S.A.

Figura 22: Plano de cuarto de mantenimiento y cargas de baterías: cimentación y techo metálico.













Fuente: Saga Falabella S.A.
















## ANEXO 6: Resultados de los ensayos de mecánica de suelos.

Tabla 2: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 10.

ESTUDIO N° M4880		REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS		LÁMINA N° M4880 - 18
		Sondaje: <b>CB-10</b>	Tipo: <b>CALICATA EXCAVADA EN FORMA MANUAL</b>	Proyecto: <b>CENTRO DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA, LURÍN, LIMA</b>
Código: GEO-PROC-7001-RU05 Versión: 03 Fecha: 07/07/16 <small>ESTE FORMATO ES DE AUTORA Y PROPIEDAD DE M&amp;M CONSULTORES S.R.L. POR ENDE SE ENCUENTRA PROHIBIDA TODA DISTRIBUCIÓN Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA</small>		Cota de Sondaje: <b>113.61 m</b>	Registrado: <b>J. CHOCCE</b>	Revisado: <b>M. MARTINELLI</b>
		Prof. Agua Subterránea: <b>—</b>	Responsable: <b>J. HILARES</b>	Fecha de Rev: <b>ENERO, 2018</b>
		Coordenadas: <b>E: 301,687.45 m</b> <b>N: 8'643,974.75 m</b>	Fecha ejecución: <b>07/02/2018</b>	Dibujado: <b>R. PAULLO</b>
		Referencia: Sistema de coordenadas WGS84-185	Profundidad alcanzada: <b>6.00 m</b>	
Prof. (m)	Tipo de Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	SUCS
1.00	<input type="checkbox"/>		Relleno. Arena fina, ligeramente limosa, mal graduada, suelta, seca, grs. Finos no plásticos. Raíces.	
1.00	<input type="checkbox"/>		Arena fina, mal graduada, medianamente densa, húmeda, gris. Raíces.	SP
2.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón; con gravas sub angulares de 3 pulg de tamaño máximo. Finos no plásticos.	GP-GM
2.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, marrón grsáceo; con piedras y bolones sub angulares de 7 pulg de tamaño máximo.	GP
3.00				
4.00				
4.00			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa a densa, húmeda, gris claro; con piedras, bolones y fragmentos de roca sub angulares de 18 pulg de tamaño máximo.	GP
5.00				
6.00	<input type="checkbox"/>			
7.00				
8.00				
9.00				
10.0				
TIPOS DE MUESTRAS <input type="checkbox"/> Muestra Alterada en Sitio <input checked="" type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Shelby <input checked="" type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Ring <input type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Tubo <input checked="" type="checkbox"/> Muestra de Agua Subterránea		OBSERVACIONES: _____ _____ _____		

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 3: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 11.

Prof. ( m )		Tipo de Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	SUCS
<p><b>REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS</b> <span style="float: right;">LÁMINA Nº M4880 - 19</span></p> <p>Sondaje: <b>CB-11</b>      Tipo: <b>CALICATA EXCAVADA EN FORMA MANUAL</b>      Proyecto: <b>CENTRO DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA, LURÍN, LIMA</b></p> <p>Cota de Sondaje: <b>113.26 m</b>      Registrado: <b>J. CHOCCE</b></p> <p>Prof. Agua Subterránea: <b>—</b>      Responsable: <b>J. HILARES</b>      Revisado: <b>M. MARTINELLI</b></p> <p>Coordenadas: <b>E: 301,647.86 m</b>      Fecha ejecución: <b>29/01/2018</b>      Fecha de Rev: <b>ENERO, 2018</b>  <b>N: 8544,301.74 m</b></p> <p>Referencia: Sistema de coordenadas WGS84-18S      Profundidad alcanzada: <b>5.00 m</b>      Dibujado: <b>R. PAULLO</b></p> <p><small>ESTE FORMATO ES DE AUTORIA Y PROPIEDAD DE M&amp;M CONSULTORES S.A.S., POR ENDE SE ENCuentRA PROHIBIDA TODA DISTRIBUCION Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION DE LA EMPRESA.</small></p>					
1.00	<input type="checkbox"/>			Relleño, Arena fina, limosa, muy suelta, seca, marrón amarillento claro. Finos no plásticos. Vegetales secos.	SP-SM
	<input type="checkbox"/>			Arena fina, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, seca, marrón amarillento. Finos no plásticos.	SC-SM
	<input type="checkbox"/>			Arena fina a gruesa, gravosa, arcillosa, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón claro; con piedras sub angulares y angulares de 4 pulg de tamaño máximo, Raíces delgadas. Finos de plasticidad baja.	
1.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, gris claro a marrón amarillento; con piedras, bolones y fragmentos de roca sub angulares y angulares de 15 pulg de tamaño máximo.	GP
2.00	<input type="checkbox"/>				
3.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón amarillento claro; con piedras y bolones sub angulares de 12 pulg de tamaño máximo.	GP
4.00	<input type="checkbox"/>				
5.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón claro; con bolones y fragmentos de roca sub angulares y angulares aislados de 25 pulg de tamaño máximo. Finos no plásticos.	GP-GM
6.00	<input type="checkbox"/>				
7.00	<input type="checkbox"/>				
8.00	<input type="checkbox"/>				
9.00	<input type="checkbox"/>				
10.0	<input type="checkbox"/>				
TIPOS DE MUESTRAS		OBSERVACIONES:			
<input type="checkbox"/> Muestra Alterada en Bata	<input checked="" type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Shelby				
<input checked="" type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Sigaq	<input type="checkbox"/> Muestra Inalterada en Tubo				
<input checked="" type="checkbox"/> Muestra de Agua Subterránea					

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 4: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 12.

Prof. (m)		Tipo de Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	SUCS
<p><b>REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS</b> <span style="float: right;">LÁMINA Nº M4880 - 20</span></p> <p>Sondaje: <b>CB-12</b> Tipo: <b>CALICATA EXCAVADA EN FORMA MANUAL</b> Proyecto: <b>CENTRO DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA, LURÍN, LIMA</b></p> <p>Cota de Sondaje: <b>111.17 m</b> Registrado: <b>J. CHOCCE</b></p> <p>Prof. Agua Subterránea: <b>—</b> Responsable: <b>J. HILARES</b> Revisado: <b>M. MARTINELLI</b></p> <p>Coordenadas: <b>E: 301,631.49 m</b> Fecha ejecución: <b>30/01/2018</b> Fecha de Rev: <b>ENERO, 2018</b>  <b>N: 8°544,230.47 m</b> Profundidad alcanzada: <b>5.00 m</b> Dibujado: <b>R. PAULLO</b></p> <p>Referencia: Sistema de coordenadas WGS84-18S</p>					
1.00	<input type="checkbox"/>			Relleno. Arena fina, limosa, suelta, seca, marrón claro; con gravas sub angulares alsladas de 2 pulg de tamaño máxmo. Finos no plásticos. Vegetales secos.	SP
1.00	<input type="checkbox"/>			Arena fina, mal graduada, medianamente densa, húmeda, marrón amarillento claro.	SM
2.00	<input type="checkbox"/>			Arena fina a gruesa, gravosa, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón claro; con piedras angulares de 6 pulg de tamaño máximo. Finos no plásticos.	GP
2.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, húmeda, grs claro; con piedras, bolones y fragmentos de roca sub angulares y angulares de 20 pulg de tamaño máximo. Lentes de arena gruesa, limosa.	GP
3.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón claro; con piedras y bolones sub angulares y angulares de 12 pug de tamaño máximo.	GP
4.00	<input type="checkbox"/>			Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, grs a marrón amarillento claro; con piedras y bolones sub angulares y angulares de 10 pulg de tamaño máximo.	GP
5.00	<input type="checkbox"/>				GP
6.00					
7.00					
8.00					
9.00					
10.0					

TIPOS DE MUESTRAS

Muestra Alterada con Sello       Muestra Inalterada en Shelby

Muestra Inalterada con Sello       Muestra Inalterada en Tubo

Muestra de Agua Subterránea

OBSERVACIONES:

Fuente: M&M Consultores S.A.C.



Tabla 5: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 13.

M&M CONSULTORES S.R.L.		REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS		LÁMINA Nº M4880 - 21
Sondaje: <b>CB-13</b>		Tipo: <b>CALICATA EXCAVADA EN FORMA MANUAL</b>		Proyecto: <b>CENTRO DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA, LURIN, LIMA</b>
Cota de Sondaje: <b>108.13 m</b>		Registrado: <b>J. CHOCCE</b>		
Código: GEO-PROC-1001-RL05	Prof. Agua Subterránea: <b>—</b>	Responsable: <b>J. HILARES</b>	Revisado: <b>M. MARTINELLI</b>	
Versión: 03	Coordenadas: <b>E: 301,572.84 m N: 8'644,156.85 m</b>	Fecha ejecución: <b>30/01/2018</b>	Fecha de Rev: <b>ENERO, 2018</b>	
Fecha: 07.07.16	Referencia: Sistema de coordenadas WGS84-185	Profundidad alcanzada: <b>5.00 m</b>	Dibujado: <b>R. PAULLO</b>	
ESTE FORMATO ES DE AUTORA Y PROPIEDAD DE M&M CONSULTORES S.R.L., POR ENDE SE EXCLUYEN PROHIBIDA TODA DISTRIBUCIÓN Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA				
Prof. (m)	Tipo de Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	SUCS
1.00	<input type="checkbox"/>		Relleno. Arena fina, limosa, muy suelta, seca, marrón claro. Finos no plásticos. Vegetales secos.	
	<input type="checkbox"/>		Arena fina a media, ligeramente gravosa, arcillosa, limosa, medianamente densa, húmeda, marrón claro; con gravas angulares de 2 pulg de tamaño máximo. Finos no plásticos.	SC-SM
	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, ligeramente húmeda, grs claro; con piedras sub angulares y angulares de 6 pulg de tamaño máximo.	GP
2.00	<input type="checkbox"/>		Bolsón de limo arenoso, no plástico, compacto, seco, marrón.	ML
3.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón grisáceo; con piedras sub angulares y angulares de 6 pulg de tamaño máximo.	GP
4.00	<input type="checkbox"/>			
5.00	<input type="checkbox"/>			
6.00				
7.00				
8.00				
9.00				
10.0				
TIPOS DE MUESTRAS		OBSERVACIONES:		
<input type="checkbox"/> Muestra alterada en Bolsa <input checked="" type="checkbox"/> Muestra inalterada en Shelby <input checked="" type="checkbox"/> Muestra inalterada en Bloque <input type="checkbox"/> Muestra inalterada en Tubo <input type="checkbox"/> Muestra de Agua Subterránea				

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 6: Registro de perfil de suelos – Sondaje CB 14.

Prof. ( m )		Tipo de Muestra	Símbolo	DESCRIPCIÓN	SUCS
<p><b>REGISTRO DE PERFIL DE SUELOS</b> <span style="float: right;">LÁMINA N° M4880 - 22</span></p> <p>Sondaje: <b>CB-14</b> Tipo: <b>CALICATA EXCAVADA EN FORMA MANUAL</b> Proyecto: <b>CENTRO DE DISTRIBUCIÓN SAGA FALABELLA, LURÍN, LIMA</b></p> <p>Cota de Sondaje: <b>110.01 m</b> Registrado: <b>J. CHOCCE</b></p> <p>Código: GEO-PROC-1001-RL05 Prof. Agua Subterránea: <b>—</b> Responsable: <b>J. HILARES</b> Revisado: <b>M. MARTINELLI</b></p> <p>Versión: 03 Coordenadas: <b>E: 301,638.97 m</b> Fecha ejecución: <b>24/01/2018</b> Fecha de Rev: <b>ENERO, 2018</b></p> <p>Fecha: 07.07.16 <b>N: 8'644,147.41 m</b> Referencia: Sistema de coordenadas WGS84-18S Profundidad alcanzada: <b>4.00 m</b> Dibujado: <b>R. PAULLO</b></p> <p><small>ESTE FORMATO ES DE AUTORA Y PROPIEDAD DE M&amp;M CONSULTORES S.R.L., POR ENDE SE ENCUENTRA PROHIBIDA TODA DISTRIBUCIÓN Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA.</small></p>					
1.00	<input type="checkbox"/>		Relleno, Arena fina, limosa, muy suelta, seca, marrón amarillento claro. Finos no plásticos. Vegetales secos.		SP
1.00	<input type="checkbox"/>		Arena fina, mal graduada, medianamente densa, seca, marrón amarillento claro.		GP
2.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, seca a ligeramente húmeda, marrón amarillento claro; con gravas, bolones sub angulares y angulares de 8 pulg de tamaño máximo, Raíces delgadas.		GP
2.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón amarillento claro; con piedras sub angulares y angulares de 6 pulg de tamaño máximo.		GP
3.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, arcillosa, limosa, densa, húmeda, marrón claro; con piedras y bolones sub angulares y angulares de 8 pulg de tamaño máximo. Finos de plasticidad baja.		GC-GM
4.00	<input type="checkbox"/>		Grava arenosa, mal graduada, densa, húmeda, marrón claro; con piedras sub angulares y angulares de 6 pulg de tamaño máximo.		GP
5.00					
6.00					
7.00					
8.00					
9.00					
10.0					

TIPOS DE MUESTRAS

Muestra Alterada en Bolo       Muestra Intactada en Shelby

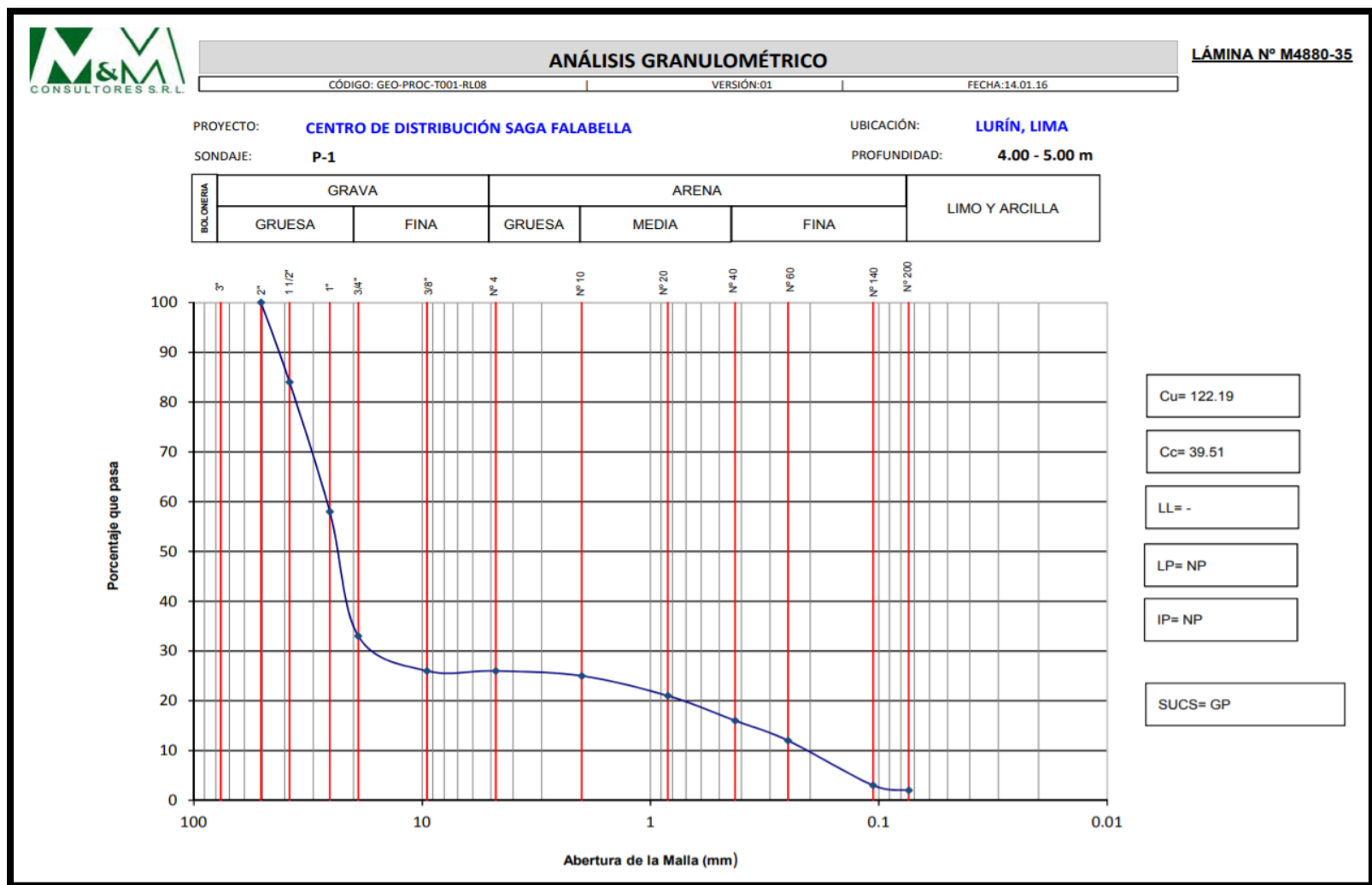
Muestra Intactada en Bloque       Muestra Intactada en Tubo

Muestra de Agua Subterránea

OBSERVACIONES:

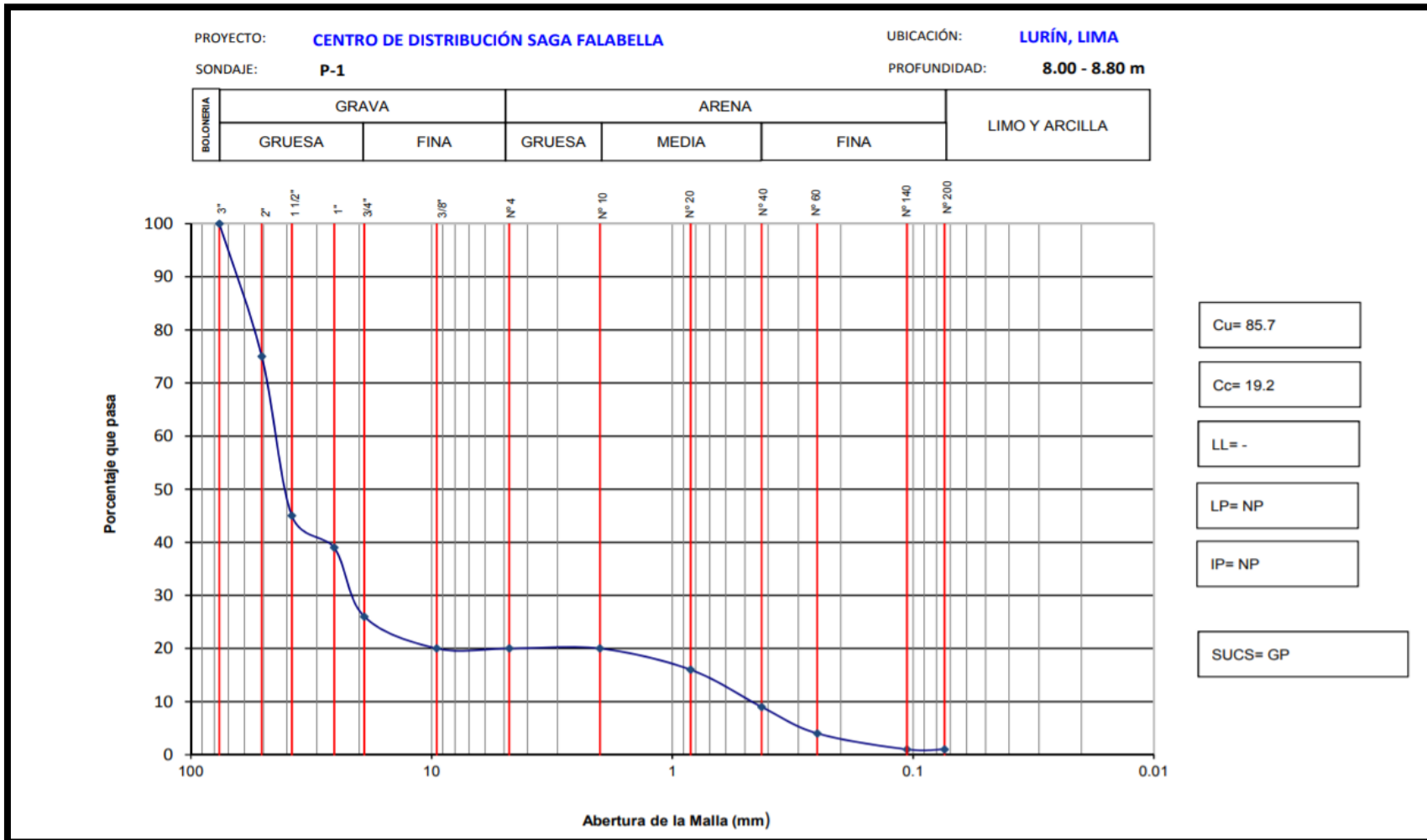
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 24: Análisis granulométrico – Sondaje P1, profundidad 4.00 - 5.00 m.



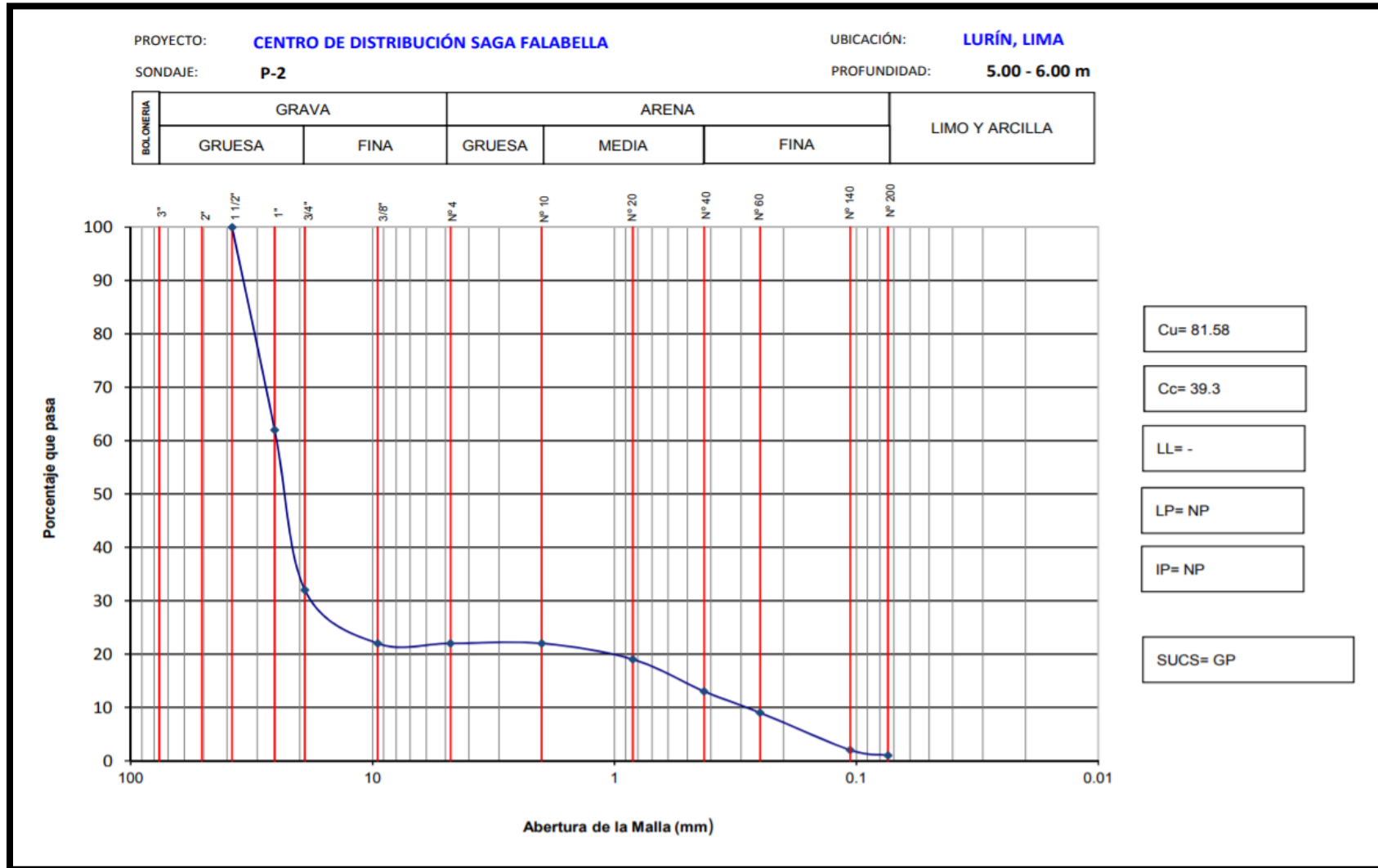
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 25: Análisis granulométrico – Sondaje P2, profundidad 8.00 – 8.80 m.



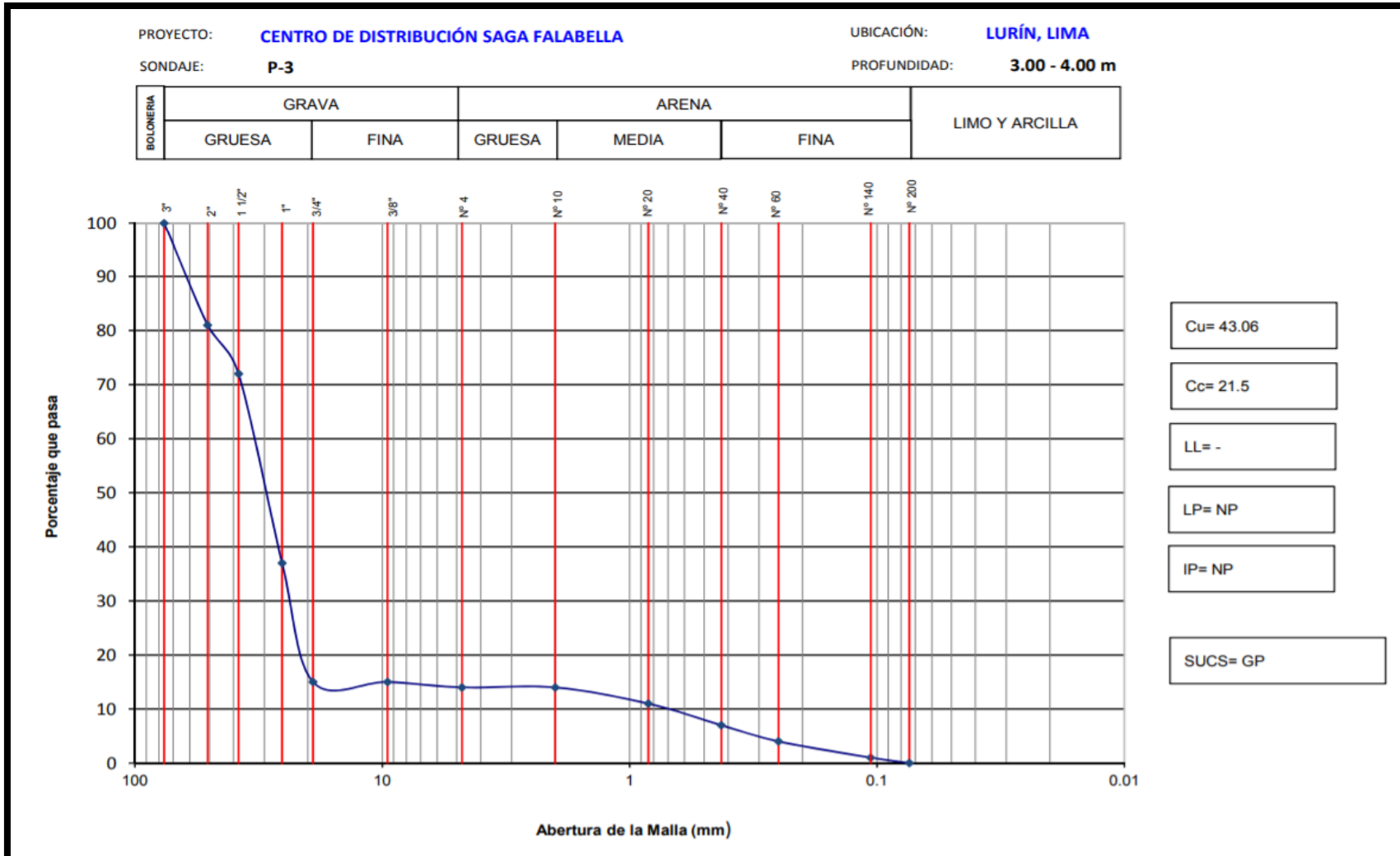
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 26: Análisis granulométrico – Sondaje P2.



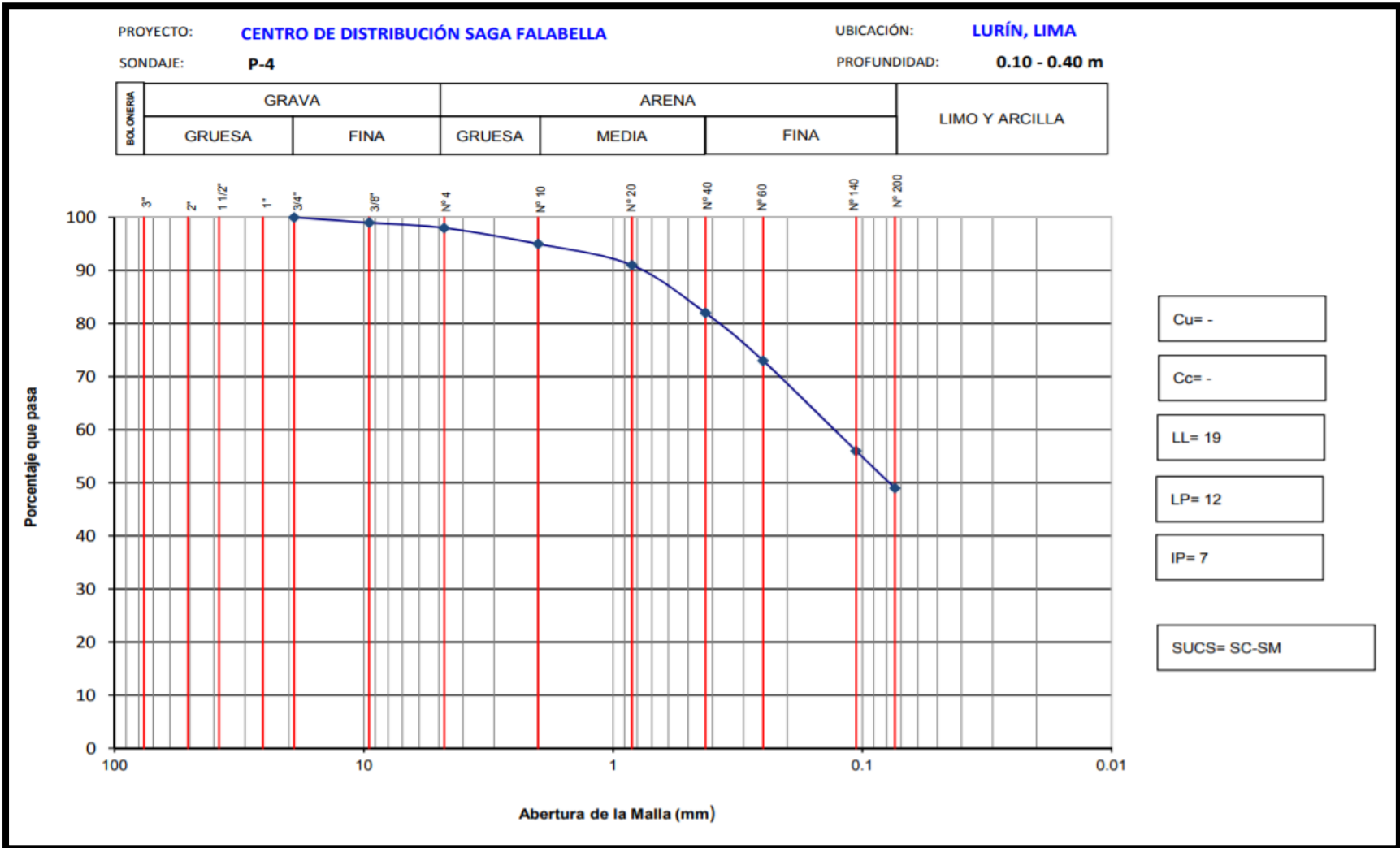
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 27: Análisis granulométrico – Sondaje P3.



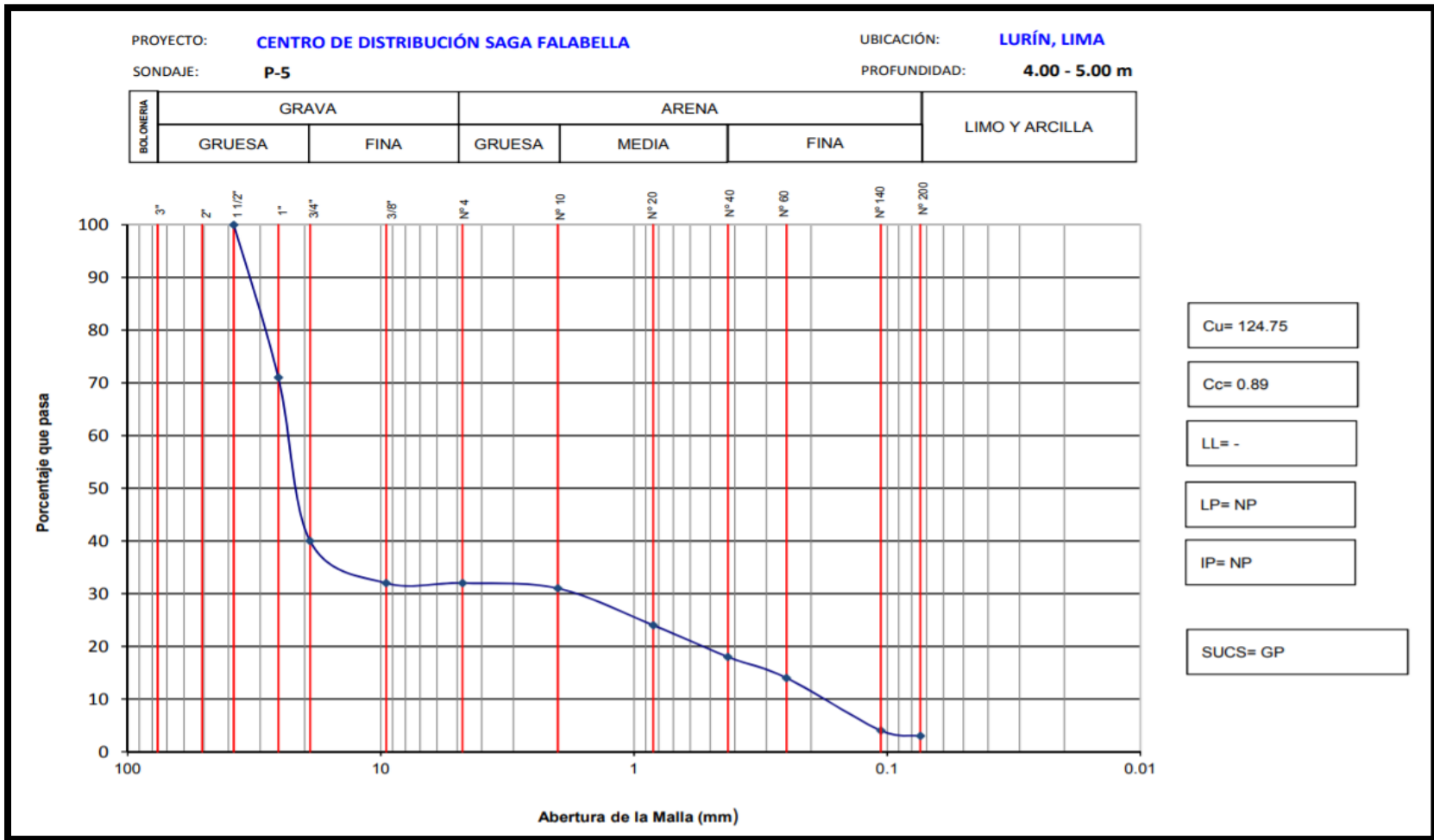
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 28: Análisis granulométrico – Sondaje P4.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.

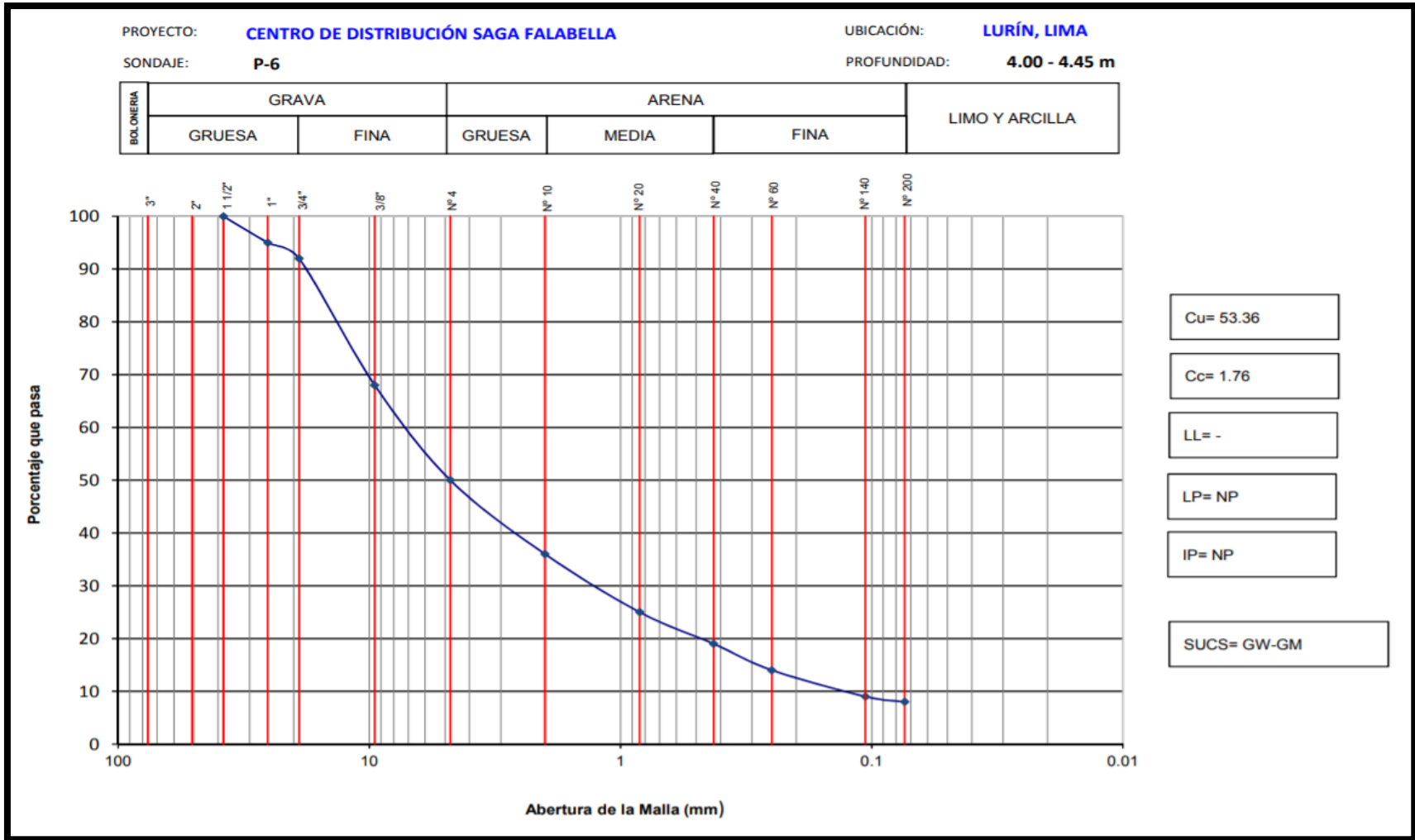
Figura 29: Análisis granulométrico – Sondaje P5.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.



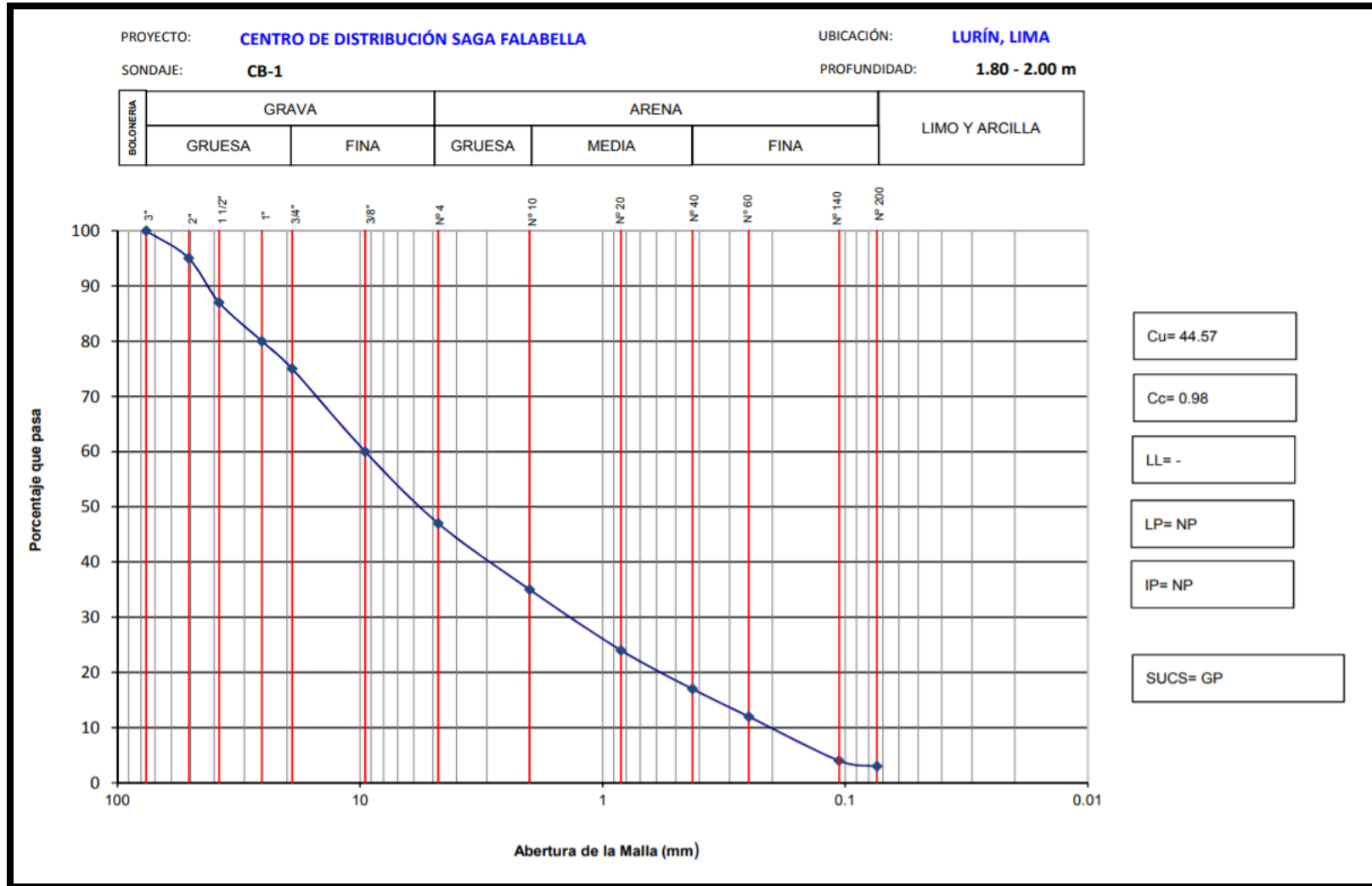
Figura 30: Análisis granulométrico – Sondaje P6.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.

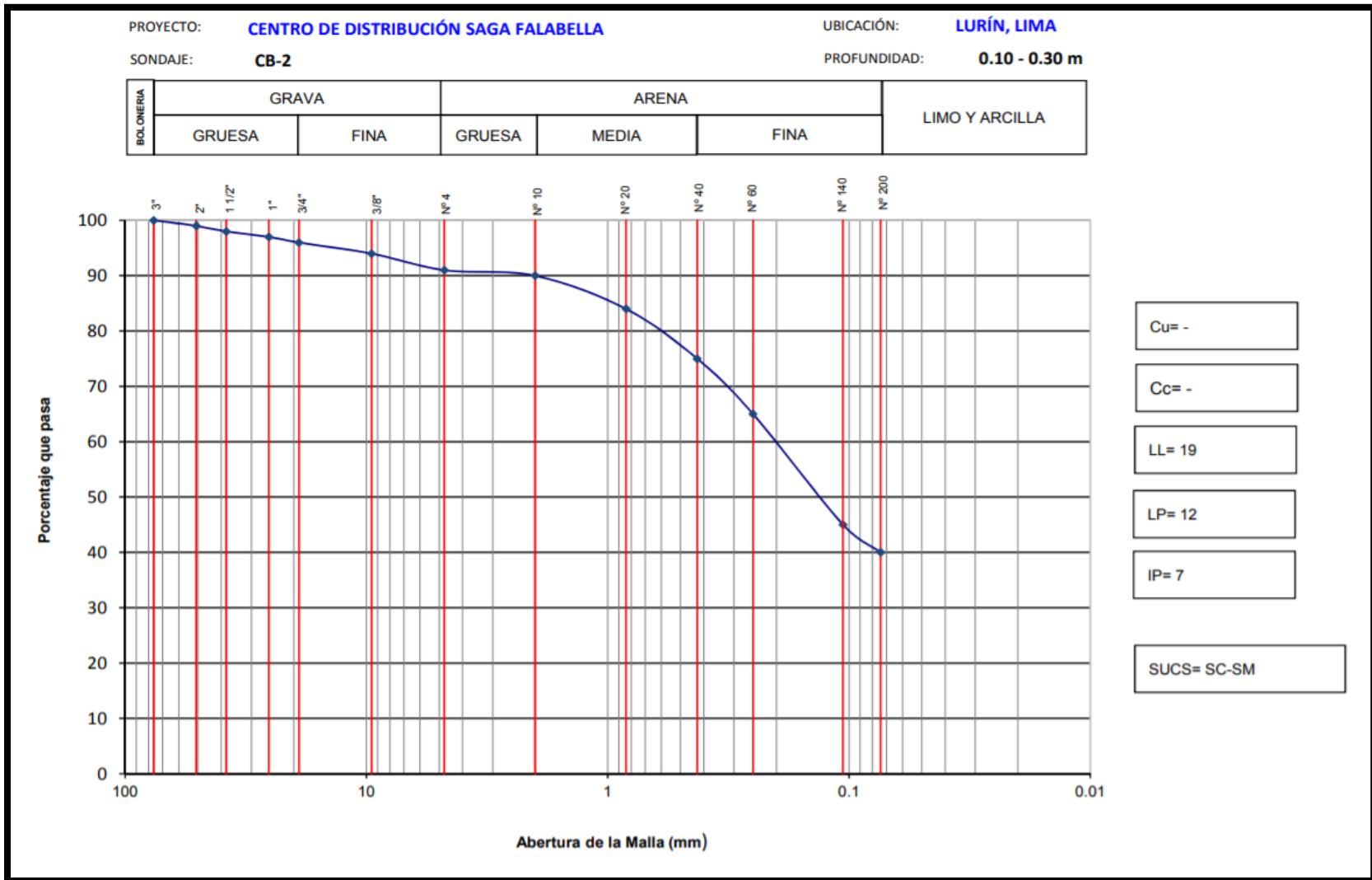


Figura 32: Análisis granulométrico – Sondaje CB1 – 1.80-2.00 m.



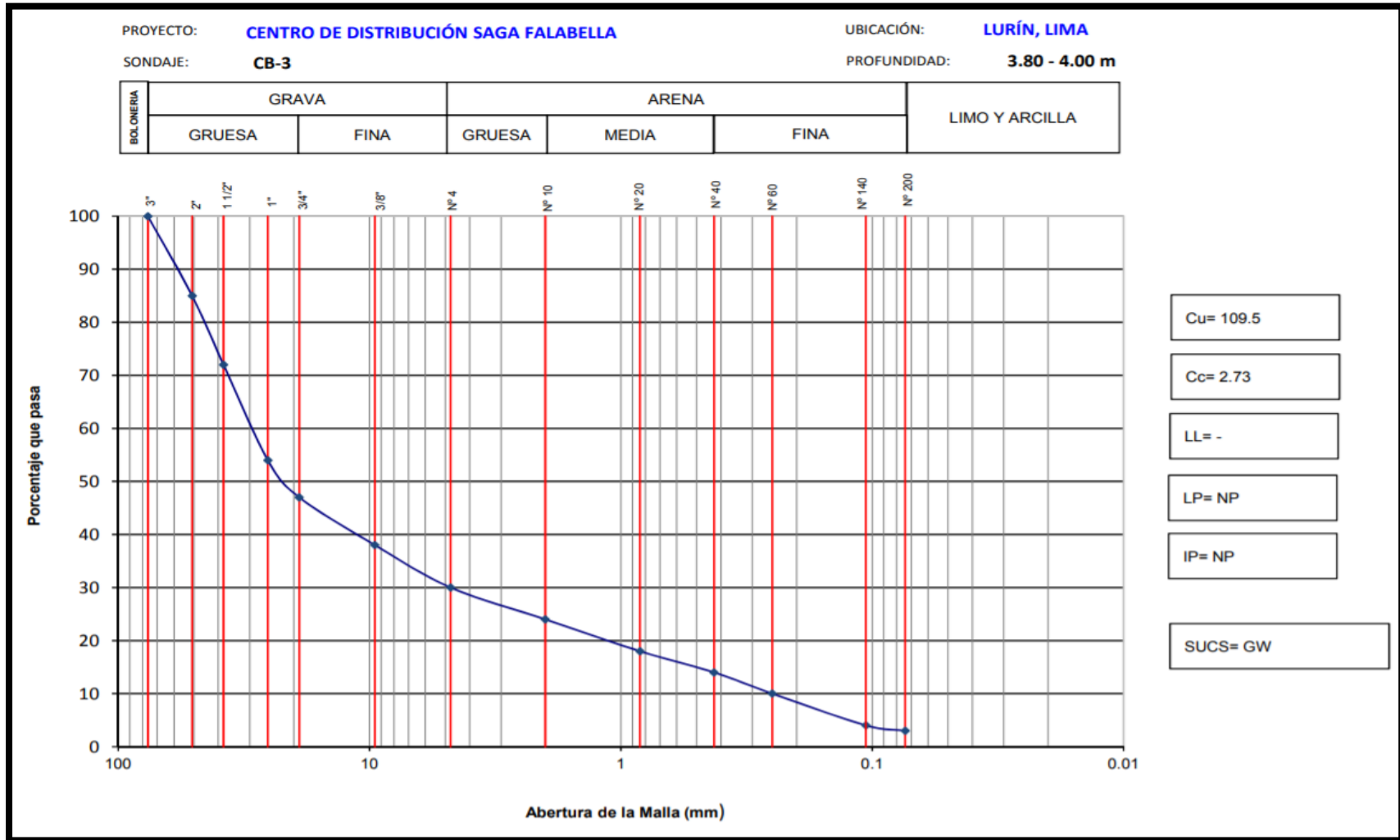
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 33: Análisis granulométrico – Sondaje CB-2.



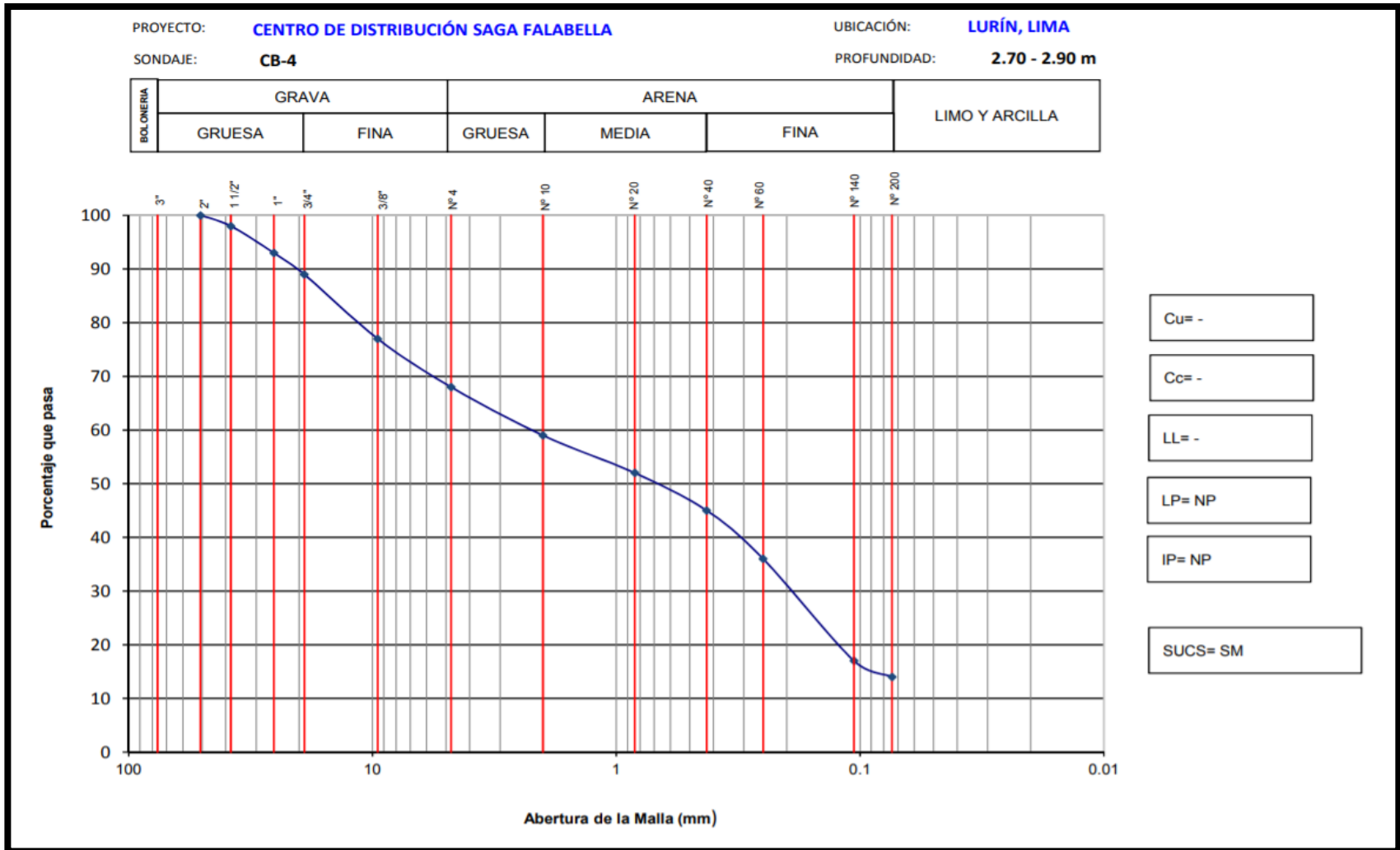
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 34: Análisis granulométrico – Sondaje CB-3.



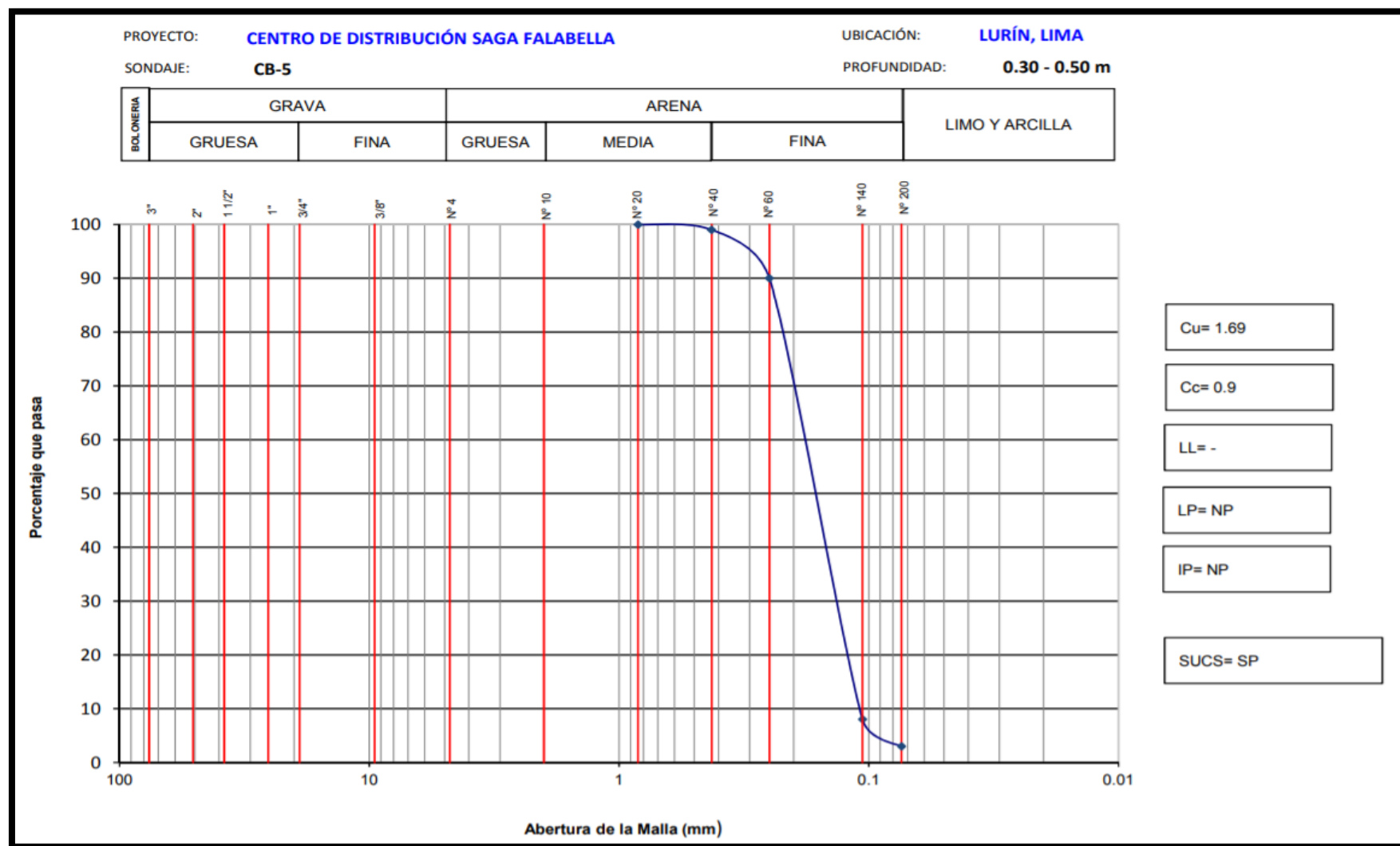
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 35: Análisis granulométrico – Sondaje CB-4.



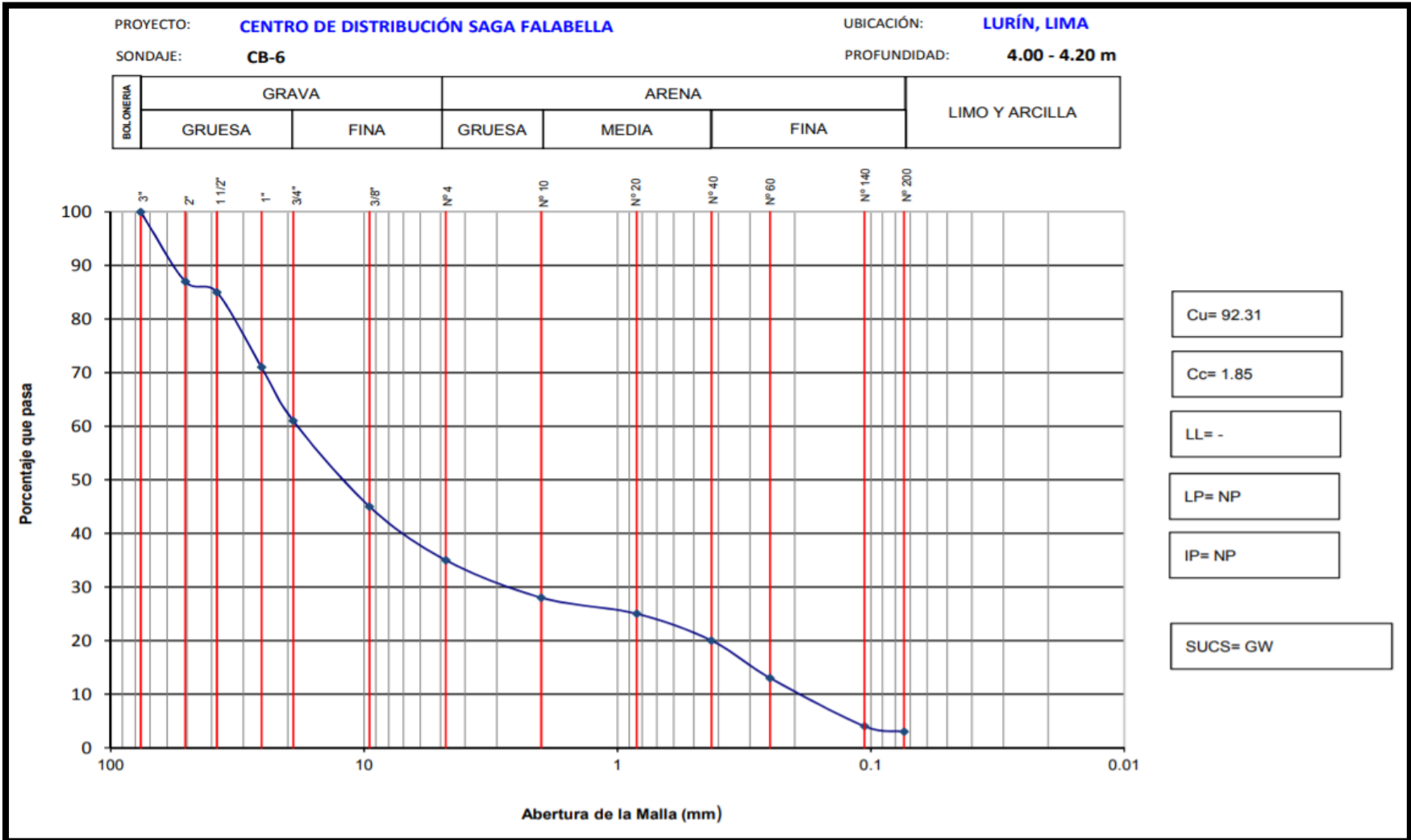
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 36: Análisis granulométrico – Sondaje CB-5.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.

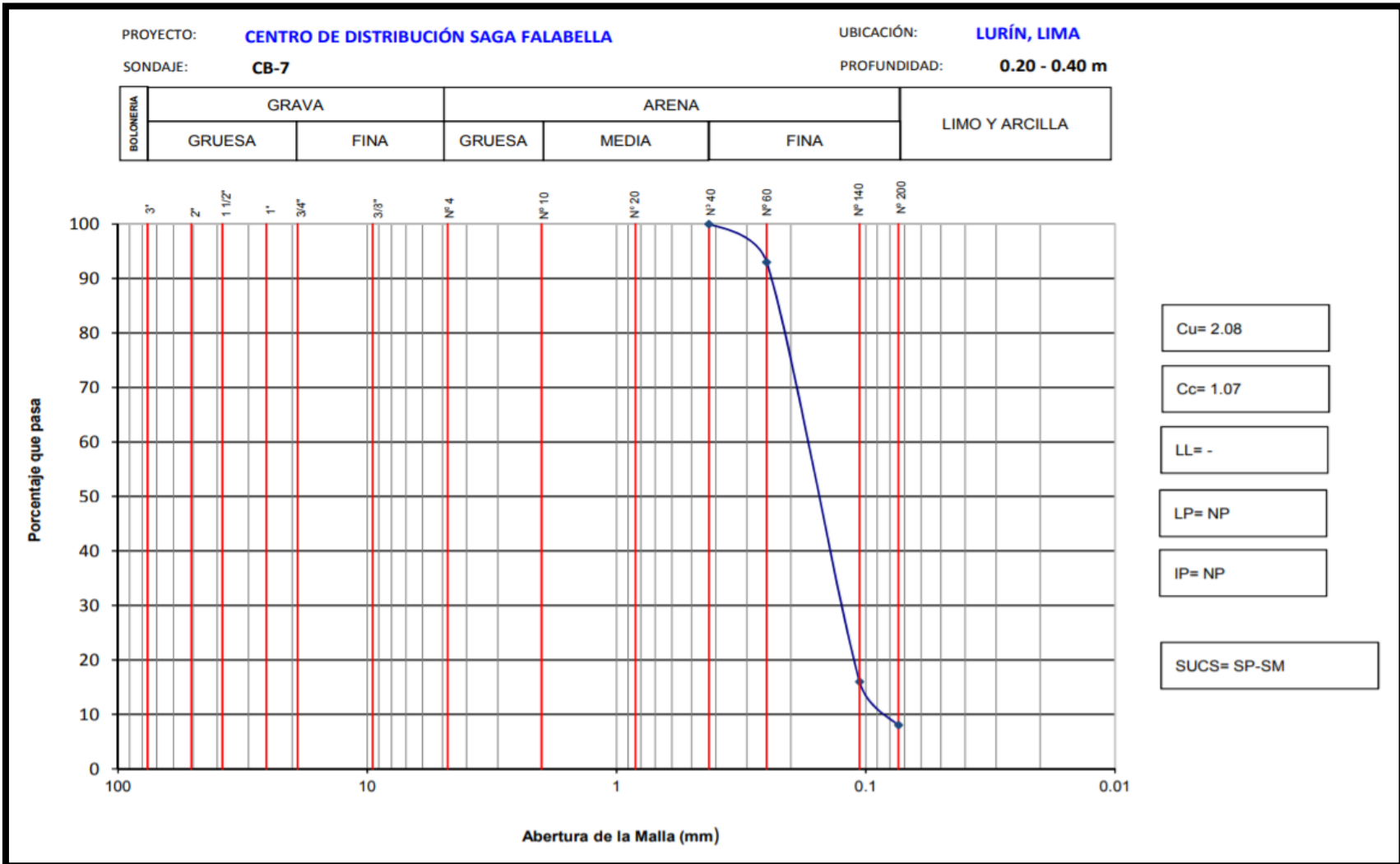
Figura 37: Análisis granulométrico – Sondaje CB-6.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.

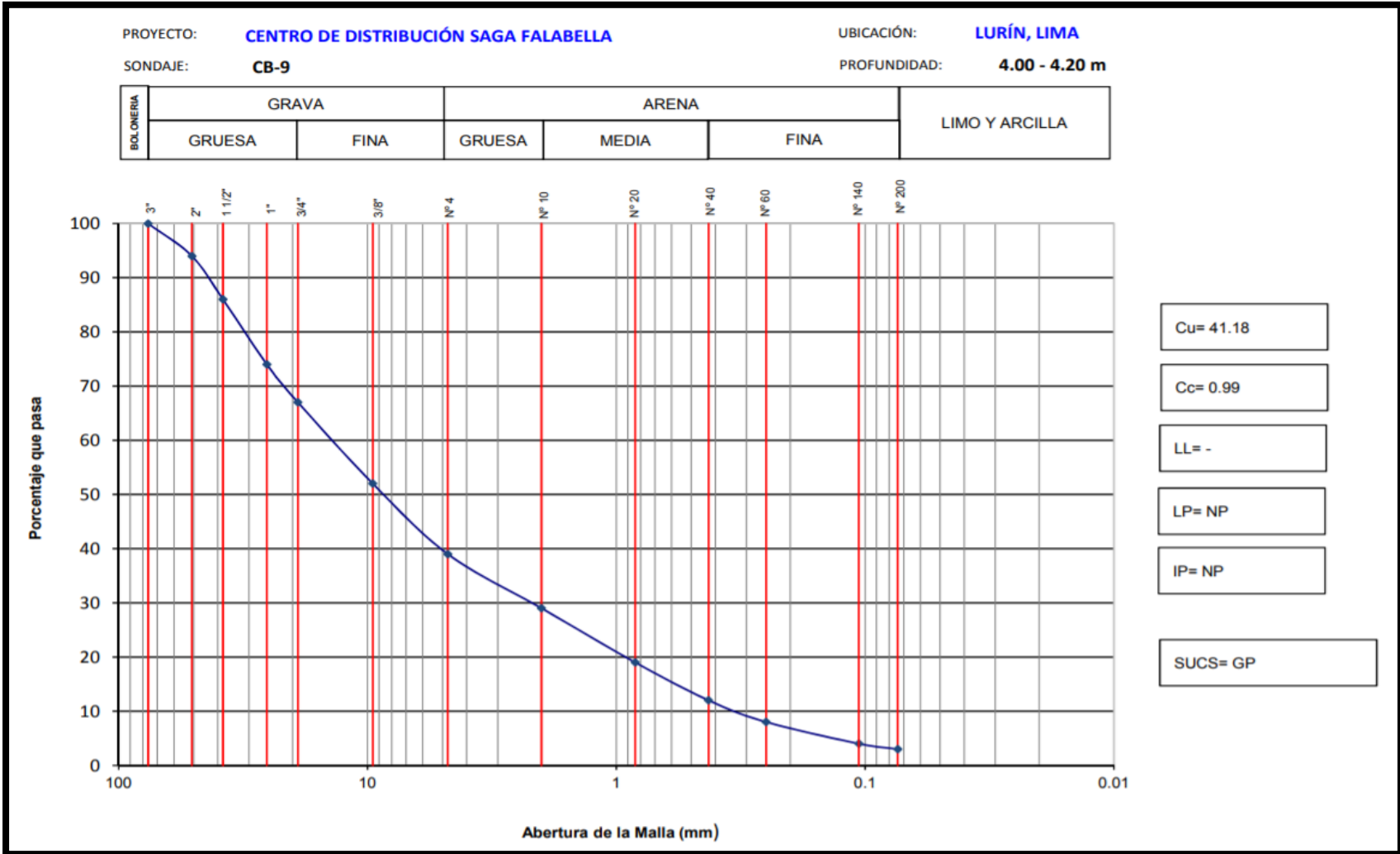


Figura 38: Análisis granulométrico – Sondaje CB-7.



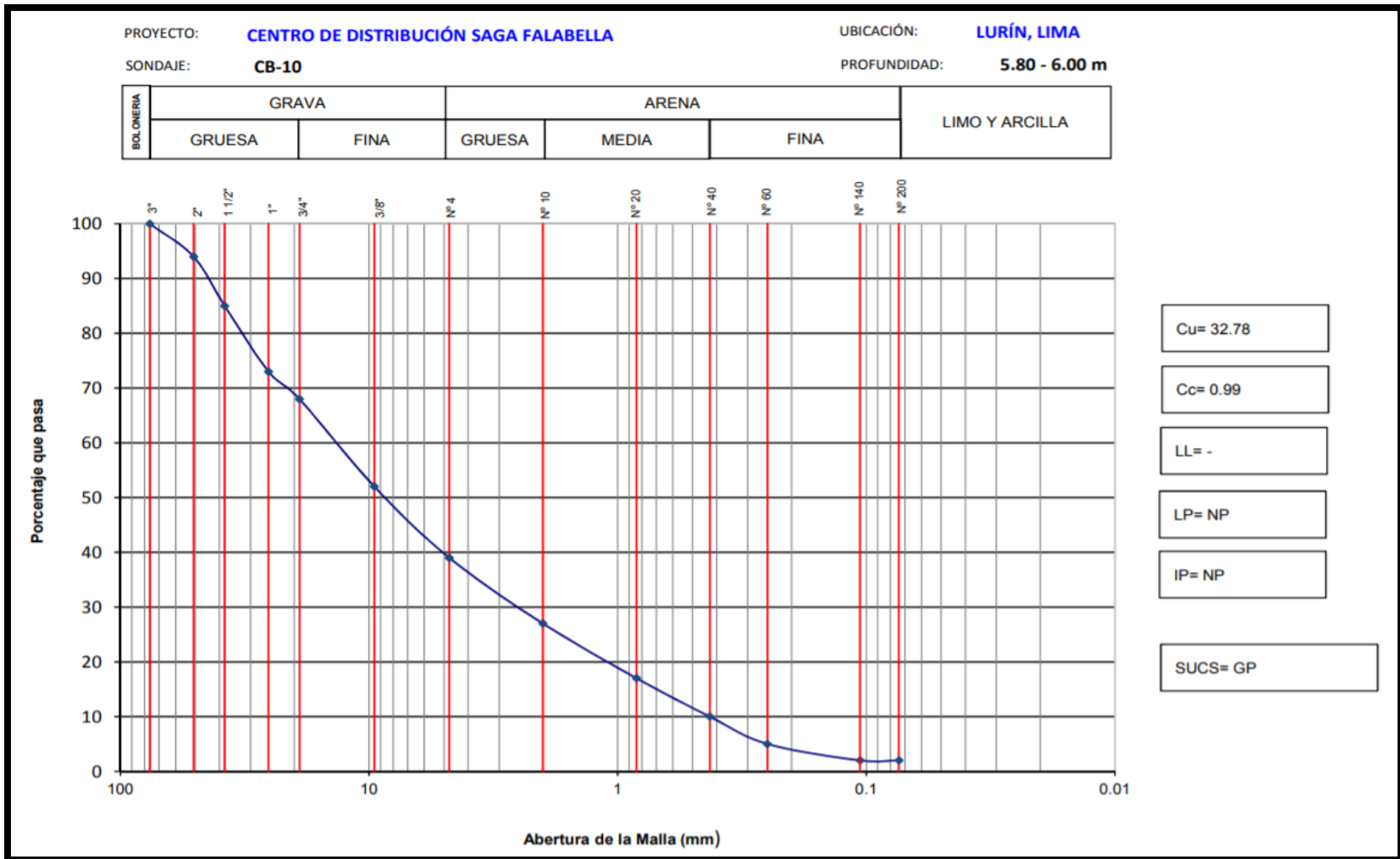
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 39: Análisis granulométrico – Sondaje CB-9.



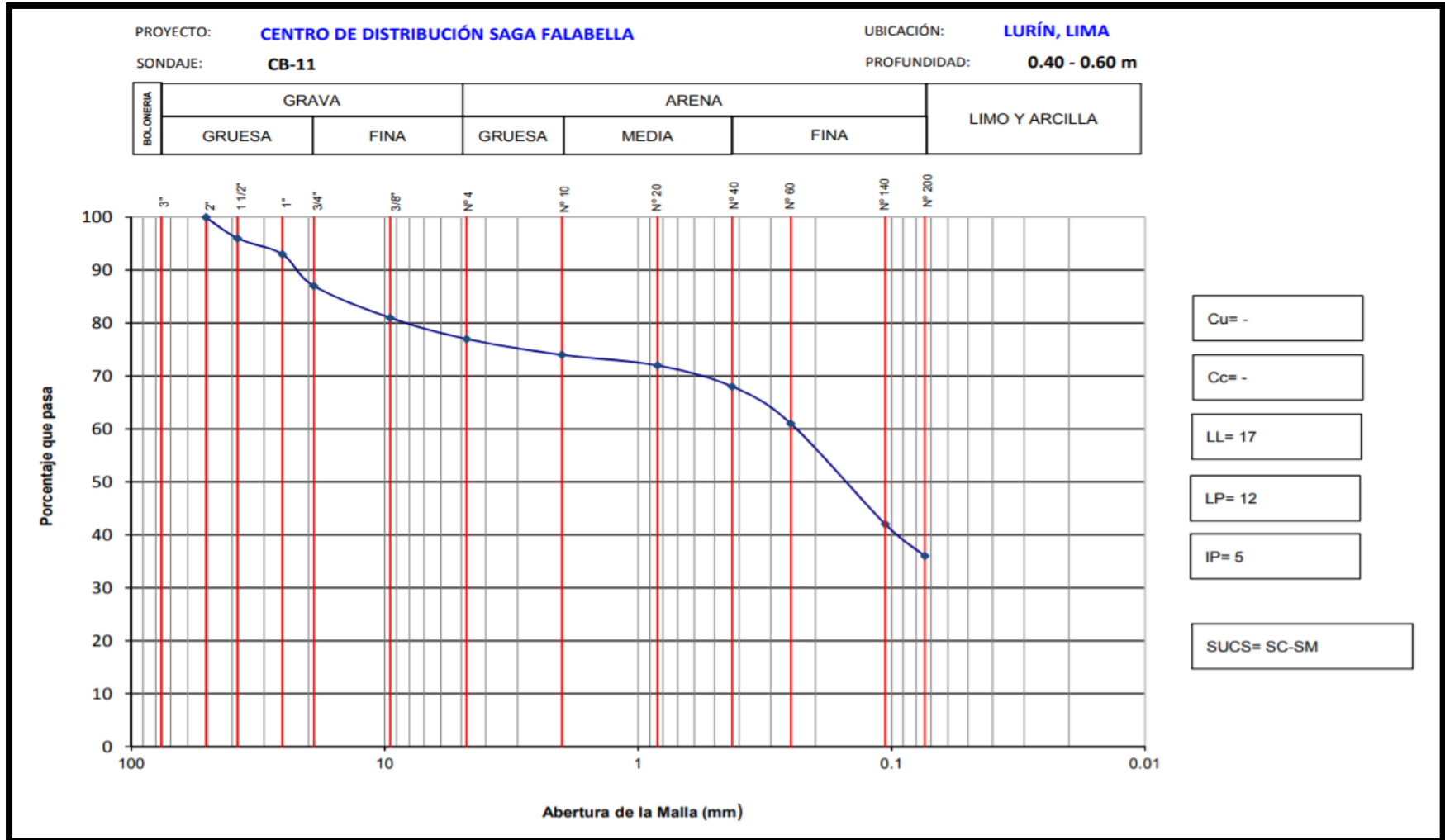
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 40: Análisis granulométrico – Sondaje CB-10.



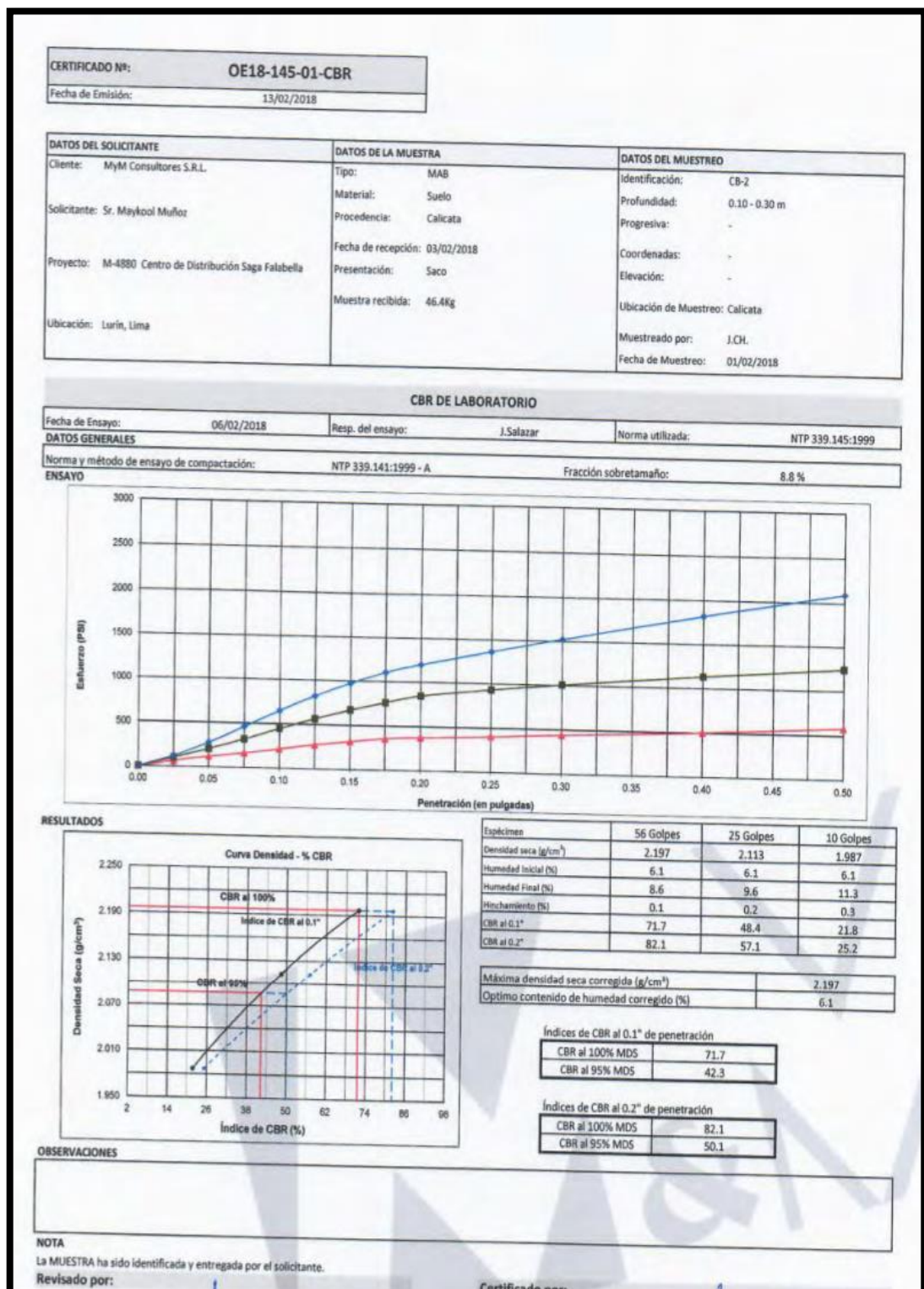
Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Figura 41: Análisis granulométrico – Sondaje CB-11.



Fuente: M&M Consultores S.A.C

Tabla 7: CBR de laboratorio, sondaje CB-2.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.

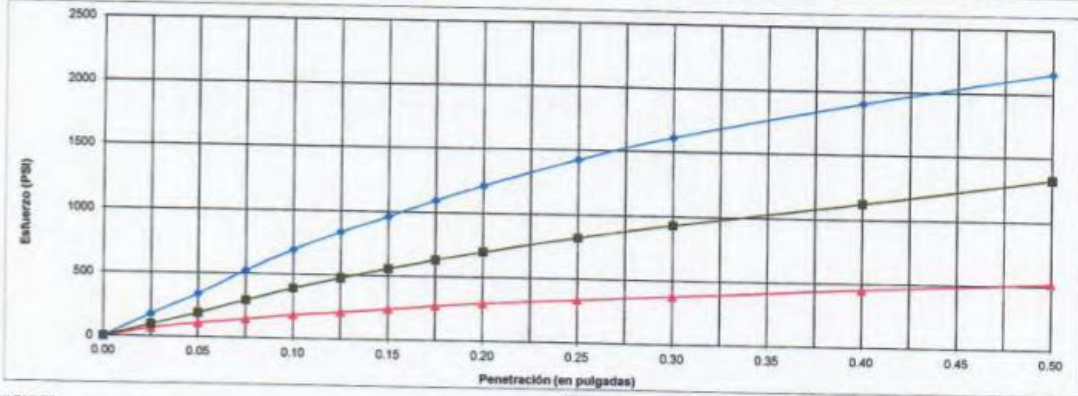
Tabla 9: CBR de laboratorio, sondaje CB-13.

CERTIFICADO N°: **OE18-125-05-CBR**  
 Fecha de Emisión: 09/02/2018

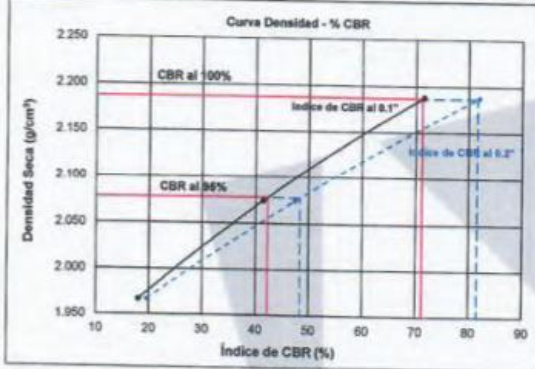
DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: MyM Consultores S.R.L.	Tipo: MAB	Identificación: CB-13
Solicitante: Sr. Maykool Muñoz	Material: Suelo	Profundidad: 0.15 - 0.45 m
Proyecto: M-4880 Centro de Distribución Saga Falabella	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lurin, Lima	Fecha de recepción: 01/02/2018	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 44.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: J.CH.
		Fecha de Muestreo: 30/01/2018

**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo: 03/02/2018	Resp. del ensayo: J.Salazar	Norma utilizada: NTP 339.145:1999
<b>DATOS GENERALES</b>		
Norma y método de ensayo de compactación: NTP 339.141:1999 - A	Fracción sobretamaño: 4.1 %	
<b>ENSAYO</b>		



**RESULTADOS**



Espécimen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.188	2.074	1.967
Humedad Inicial (%)	6.5	6.7	6.9
Humedad Final (%)	10.3	11.8	13.5
Hinchamiento (%)	0.1	0.2	0.3
CBR al 0.1"	71.5	41.4	18.0
CBR al 0.2"	81.9	47.3	19.5

Máxima densidad seca (g/cm³)	2.187
Óptimo contenido de humedad (%)	6.4

**Índices de CBR al 0.1" de penetración**

CBR al 100% MDS	71.2
CBR al 95% MDS	42.2

**Índices de CBR al 0.2" de penetración**

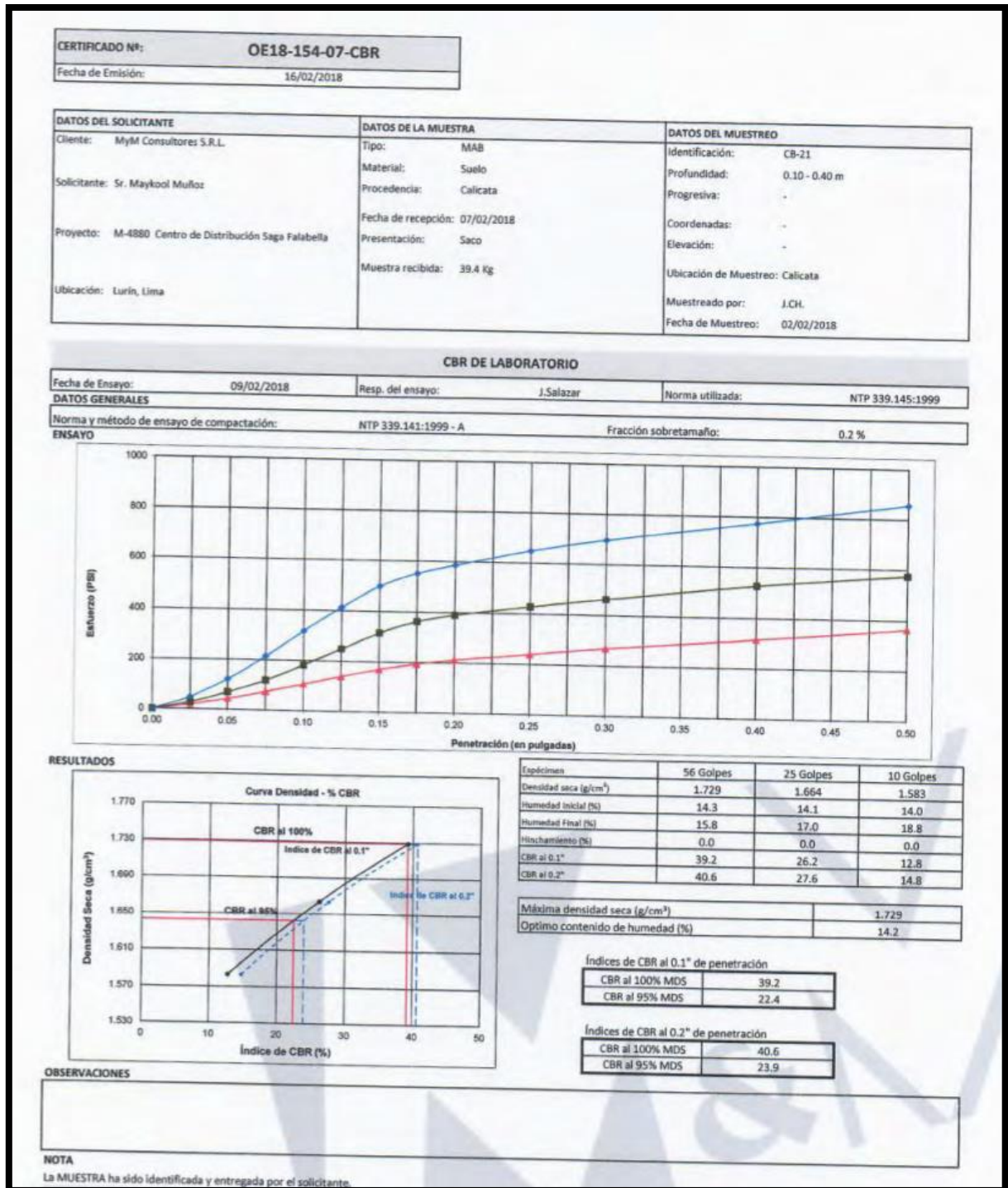
CBR al 100% MDS	81.6
CBR al 95% MDS	48.3

**OBSERVACIONES**

NOTA

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 10: CBR de laboratorio, sondaje CB-21.



Fuente: M&M Consultores S.A.C.



Tabla 11: Ensayo SPT - Sondaje P-1.

Sondaje:	<b>P-1</b>
Tipo	<b>Perforación Rotativa</b>

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	67	GP
2	2.00 - 2.45	24,45,60(4")*	GP
3	3.00 - 3.45	38,60(5")*	GP
4	4.00 - 4.45	50,60(2")*	GP
5	5.00 - 5.45	60(5")*	GP
6	6.00 - 6.45	60(5")*	GP
7	7.00 - 7.45	37,60(4")*	GP
8	8.00 - 8.45	16,60(4")*	GP
9	9.00 - 9.45	35,60(3")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(1")*	GP
11	11.00 - 11.45	58,60(2")*	GP
12	12.00 - 12.45	60(3")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

*Tabla 8: Ensayo SPT - Sondaje P-2.*

Sondaje:	<b>P-2</b>
Tipo	<b>Perforación Rotativa</b>

<b>N°</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>
1	1.00 - 1.45	29	SP
2	2.00 - 2.45	54	GP
3	3.00 - 3.45	13,60(5")*	GP
4	4.00 - 4.45	77	GP
5	5.00 - 5.45	48,39,60(5")*	GP
6	6.00 - 6.45	50,58,60(3")*	GP
7	7.00 - 7.45	37,60(4")*	GP
8	8.00 - 8.45	36,50,60(4")*	GP
9	9.00 - 9.45	36,60(3")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(3")*	GP
11	11.00 - 11.45	60(5")*	GP
12	12.00 - 12.45	60,60(1")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 9: Ensayo SPT - Sondaje P-3.

Sondaje:	<b>P-3</b>
Tipo	<b>Perforación Rotativa</b>

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	62	GP
2	2.00 - 2.45	63	GP
3	3.00 - 3.45	60	GP
4	4.00 - 4.45	60(4")*	GP
5	5.00 - 5.45	60(4")*	GP
6	6.00 - 6.45	32,60(2")*	GP
7	7.00 - 7.45	60(5")*	GP
8	8.00 - 8.45	60(5")*	GP
9	9.00 - 9.45	40,60(3")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(3")*	GP
11	11.00 - 11.45	60(1")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 10: Ensayo SPT - Sondaje P-4.

Sondaje:	<b>P-4</b>
Tipo	<b>Perforación Rotativa</b>

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	70	GP
2	2.00 - 2.45	70	GP
3	3.00 - 3.45	17,60(5")*	GP
4	4.00 - 4.45	78	GP
5	5.00 - 5.45	60(5")*	GP
6	6.00 - 6.45	60(5")*	GP
7	7.00 - 7.45	60(4")*	GP
8	8.00 - 8.45	60(5")*	GP
9	9.00 - 9.45	60(4")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(3")*	GP
11	11.00 - 11.45	60(4")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 11: Ensayo SPT - Sondaje P-5.

Sondaje:	<b>P-5</b>		
Tipo	Perforación Rotativa		

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	40	GP
2	2.00 - 2.45	36	GP
3	3.00 - 3.45	12,40,60(3")*	GP
4	4.00 - 4.45	41,60(3")*	GP
5	5.00 - 5.45	36,60(3")*	GP
6	6.00 - 6.45	31	GP
7	7.00 - 7.45	60(3")*	GP
8	8.00 - 8.45	60(5")*	GP
9	9.00 - 9.45	60(3")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(1")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 12: Ensayo SPT - Sondaje P-6.

Sondaje:	<b>P-6</b>		
Tipo	Perforación Rotativa		

N°	Profundidad (m)	Número de golpes cada 0.30 m de penetración (N)	CLASIFICACIÓN SUCS
1	1.00 - 1.45	49	GP
2	2.00 - 2.45	45	GP-GM
3	3.00 - 3.45	87	GP-GM
4	4.00 - 4.45	19,60(1")*	GP
5	5.00 - 5.45	48,60(3")*	GP
6	6.00 - 6.45	46,60(2")*	GP
7	7.00 - 7.45	60(5")*	GP
8	8.00 - 8.45	60(5")*	GP
9	9.00 - 9.45	60(5")*	GP
10	10.00 - 10.45	60(3")*	GP

\* Los números entre paréntesis indican la penetración alcanzada con 60 golpes del martillo de 140 lb utilizado para el ensayo de penetración estándar

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 13: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 1.

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO												LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS	
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº												L.L	L.P	I.P	(w) %		
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº140						Nº200
P-1	4.00 - 5.00		100	84	58	33	26	26	25	21	16	12	3	2	-	NP	NP	0.1	GP
P-1	8.00 - 8.80	100	75	45	39	26	20	20	20	16	9	4	1	1	-	NP	NP	0.1	GP
P-1	10.00 - 11.00				100	52	33	33	33	28	17	8	2	1	-	NP	NP	0.3	GP
P-2	5.00 - 6.00			100	62	32	22	22	22	19	13	9	2	1	-	NP	NP	0.1	GP
P-3	3.00 - 4.00	100	81	72	37	15	15	14	14	11	7	4	1	0	-	NP	NP	0.1	GP
P-4	0.10 - 0.40					100	99	98	95	91	82	73	56	49	19	12	7	3.8	SC-SM
P-4	3.00 - 4.00	100	84	59	49	30	15	15	15	11	6	3	1	1	-	NP	NP	0.2	GP
P-5	4.00 - 5.00			100	71	40	32	32	31	24	18	14	4	3	-	NP	NP	0.1	GP
P-5	8.00 - 9.00	100	55	55	41	33	28	28	28	26	20	12	3	2	-	NP	NP	0.1	GP
P-5	9.45 - 10.45	100	56	46	38	32	26	24	23	22	16	9	2	1	-	NP	NP	0.1	GP
P-6	4.00 - 4.45			100	95	92	68	50	36	25	19	14	9	8	-	NP	NP	6.2	GW-GM

Fuente: M&M Consultores S.A.C.



Tabla 14: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 2.

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO													LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº													L.L	L.P	I.P	(ω) %	
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº140	Nº200					
CB-1	0.30 - 0.50					100	98	93	87	81	72	63	45	40	16	12	4	2.9	GP
CB-1	1.80 - 2.00	100	95	87	80	75	60	47	35	24	17	12	4	3	-	NP	NP	0.9	GP
CB-2	0.10 - 0.30	100	99	98	97	96	94	91	90	84	75	65	45	40	19	12	7	3.6	SC-SM
CB-2	2.20 - 2.40	100	93	90	87	84	77	68	62	55	52	48	36	31	21	13	8	10.6	SC
CB-3	3.80 - 4.00	100	85	72	54	47	38	30	24	18	14	10	4	3	-	NP	NP	1.1	GW
CB-4	2.70 - 2.90		100	98	93	89	77	68	59	52	45	36	17	14	-	NP	NP	2.8	SM
CB-5	0.30 - 0.50									100	99	90	8	3	-	NP	NP	0.7	SP
CB-5	4.40 - 4.60		100	97	89	79	59	45	33	25	17	11	4	3	-	NP	NP	0.5	GP
CB-6	4.00 - 4.20	100	87	85	71	61	45	35	28	25	20	13	4	3	-	NP	NP	0.7	GW
CB-7	0.20 - 0.40									100	93	16	8		-	NP	NP	1.9	SP-SM
CB-8	0.30 - 0.50	100	97	93	91	87	77	68	60	55	51	47	26	20	-	NP	NP	1.5	SM
CB-8	4.80 - 5.00	100	91	84	71	61	38	25	19	15	12	9	4	3	-	NP	NP	0.8	GP
CB-9	4.00 - 4.20	100	94	86	74	67	52	39	29	19	12	8	4	3	-	NP	NP	1.1	GP

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 15: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 3.

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO													LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº													L.L	L.P	I.P	(w) %	
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº140	Nº200					
CB-10	5.80 - 6.00	100	94	85	73	68	52	39	27	17	10	5	2	2	-	NP	NP	1.1	GP
CB-11	0.40 - 0.60		100	96	93	87	81	77	74	72	68	61	42	36	17	12	5	7.5	SC-SM
CB-12	0.30 - 0.50										100	95	9	2	-	NP	NP	1.6	SP
CB-12	0.80 - 1.00		100	98	97	95	89	81	75	69	63	55	30	24	-	NP	NP	4.5	SM
CB-13	0.15 - 0.35					100	98	96	93	87	78	69	47	43	17	12	5	4.0	SC-SM
CB-14	2.30 - 2.50	100	87	80	75	71	63	55	49	44	41	38	31	29	21	15	6	6.3	GC-GM
CB-15	2.80 - 3.00	100	93	82	67	59	45	36	26	18	14	10	3	2	-	NP	NP	0.7	GW
CB-15	3.40 - 3.60						100	99	98	98	97	90	27	19	-	NP	NP	4.9	SM
CB-16	2.80 - 3.00					100	99	99	94	91	88	83	57	51	22	14	8	9.0	CL
CB-17	0.30 - 0.50										100	93	11	4	-	NP	NP	0.7	SP
CB-17	4.80 - 5.00	100	88	75	64	58	45	38	30	23	20	16	3	1	-	NP	NP	0.5	GP
CB-18	0.28 - 0.40						100	98	97	96	95	88	17	9	-	NP	NP	2.0	SP-SM
CB-18	0.80 - 1.00		100	92	81	72	58	48	43	37	32	28	13	10	17	13	4	2.2	GP-GC

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 16: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Contenido de humedad y Clasificación Unificada – parte 4.

MUESTRA		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO													LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD	SUCS
Sondaje	Profundidad (m)	% QUE PASA LA MALLA Nº													L.L	L.P	I.P	(ω) %	
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº20	Nº40	Nº60	Nº140	Nº200					
CB-19	0.70 - 0.90		100	93	88	86	78	75	73	70	66	60	34	27	-	NP	NP	6.1	SM
CB-19	2.80 - 3.00	100	94	88	81	77	67	54	38	26	18	13	7	6	-	NP	NP	1.6	SW-SM
CB-20	1.50 - 1.70	100	95	86	66	60	48	39	31	26	21	16	3	1	-	NP	NP	0.7	GP
CB-20	2.80 - 3.00	100	92	83	72	64	52	41	30	21	16	12	3	2	-	NP	NP	0.9	GP
CB-21	0.10 - 0.40										100	85	12	6	-	NP	NP	2.5	SP-SM
CB-21	1.30 - 1.50	100	95	90	81	73	58	45	34	24	16	9	3	3	-	NP	NP	1.6	GP
CB-22	0.70 - 0.90										100	94	10	1	-	NP	NP	0.5	SP
CB-23	2.80 - 3.00	100	98	95	90	82	62	41	29	21	16	12	4	3	-	NP	NP	0.4	GP
CB-24	0.45 - 0.80		100	99	98	96	91	88	85	83	82	72	30	23	-	NP	NP	3.1	SM
CB-25	2.20 - 2.40		100	96	85	79	64	49	32	23	17	13	4	3	-	NP	NP	0.8	GW
CB-26	1.00 - 1.20	100	96	88	76	64	44	32	24	17	10	5	2	2	-	NP	NP	0.6	GW

Fuente: M&M Consultores S.A.C.

Tabla 17: Resultados de los ensayos Próctor Modificado y CBR

Datos del Muestreo		Clasificación Unificada del Suelo (SUCS)	Máxima Densidad seca MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Optima (%)	CBR al 95 % de la MDS (0.1" de penetración)	CBR al 100 % de la MDS (0.1" de penetración)	CBR al 95 % de la MDS (0.2" de penetración)	CBR al 100 % de la MDS (0.2" de penetración)
Sondaje	Profundidad (m)							
CB-2	0.10 - 0.30	SC--SM	2.158	6.6	42.3	71.7	50.1	82.1
CB-13	0.15 - 0.45	SC-SM	2.187	6.4	42.2	71.2	48.3	81.6
CB-21	0.10 - 0.40	SP-SM	1.729	14.2	22.0	39.0	24.0	41.0

Fuente: M&M Consultores.