



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Microzonificación geotécnica y mapeo del distrito de Moche -
provincia de Trujillo - departamento La Libertad”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORES:

Carranza Mejía, Mery (ORCID: 0000-0002-4997-352X)

Garibay Cosme, Chelsy Zenaida (ORCID: 0000-0001-7502-7994)

ASESOR:

Mg. Cerna Rondon, Luis Anibal (ORCID: 0000-0001-7643-7848)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicamos el presente trabajo a Dios Todopoderoso, por brindarnos salud y conseguir la culminación de nuestro proyecto de investigación.

Así mismo dedicamos con mucha alegría, el presente trabajo al esfuerzo de nuestros padres, quienes siempre contribuyen de manera sacrificada e incansable a nuestra educación y son ellos la razón por la cual hoy podemos ser profesionales.

De igual forma dedicamos el esfuerzo de superación a nuestros docentes, quienes con su sabiduría, enseñanza y ejemplo de vida contribuyen en nuestra formación ético-profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

Agradecimiento

A nuestros familiares

Agradecemos a cada uno de los miembros de nuestras familias, a nuestros padres, hermanos, tíos y demás familiares; que siempre nos brindaron fuerza y apoyo incondicional, haciendo que nosotras nos podamos esforzar día a día y llegar hasta donde estamos ahora.

A nuestros docentes

Por la dedicación a lo largo de nuestra formación y a esta gran casa de estudios que nos albergó a lo largo de la etapa formativa universitaria.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÒRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación:	13
3.2. Variable y operacionalización:	13
3.3. Población, muestra y muestreo:	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	14
3.5. Procedimientos:.....	16
3.6. Métodos de análisis de datos:	16
3.7. Aspectos éticos:	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla N° 01. Matriz de operacionalización de variables	17
Tabla N° 02. Coordenadas topográficas UTM.....	18
Tabla N° 03. Ensayos de control.....	21
Tabla N° 04. Resumen de los resultados de exploración de campo.....	22
Tabla N° 05. Resultados de los Ensayos Estándar – Calicata C-01 a C-04.	23
Tabla N° 06. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-05 a C-08.	24
Tabla N° 07. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-09.....	24
Tabla N° 08. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-10.....	25
Tabla N° 09. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-11 a C- 18.	25
Tabla N° 10. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-19 a C- 26.	26
Tabla N° 11. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-27 a C- 31.	26
Tabla N° 12. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-32 a C- 34.	27
Tabla N° 13. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-35 a C-40.	27
Tabla N° 14. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-41.....	28
Tabla N° 15. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-42 a C-65.	28
Tabla N° 16. Resultados de la capacidad de carga admisible – cal. C-1 a C-65.	31

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la microzonificación geotécnica y mapeo tomando en cuenta las características del suelo en el distrito de Moche - provincia de Trujillo - departamento La Libertad. Los datos de los ensayos de laboratorio se obtuvieron con el propósito de conocer las características del suelo, por lo cual fue necesario la recopilación de la información de 65 calicatas excavadas con una profundidad promedio de 2.20 m. Obteniendo como resultado la subdivisión de cuatro zonas, en la zona I el suelo está compuesto por arenas mal graduadas (SP) y arenas bien graduadas (SW), posee una capacidad admisible de carga que varía entre 0.45 kg/cm² hasta 3.36 kg/cm², La zona II está compuesto por arena limosa (SM) y arena arcillosa (SC), posee una capacidad admisible de carga que varía entre 0.76 kg/cm² hasta 2.49 kg/cm². La zona III está compuesto por grava bien graduada (GW), grava mal graduada (GP) y grava limosa (GM), posee una capacidad admisible de carga que varía entre 1.16 kg/cm² hasta 3.43 kg/cm² y la zona IV está compuesto por limos inorgánicos de baja plasticidad (ML), arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL), posee una capacidad admisible de carga que varía entre 0.88 kg/cm² hasta 2.52 kg/cm². Se concluye que el mapeo de microzonificación del distrito de Moche permite tener una idea previa del tipo de suelo y la capacidad admisible de carga que se encuentran en cada zona identificada.

Palabras claves: Microzonificación, mecánica de suelos, capacidad portante.

Abstract

The present investigation aimed to determine the geotechnical microzoning and mapping taking into account the characteristics of the soil in the district of Moche - province of Trujillo - department of La Libertad. The data from the laboratory tests were obtained for the purpose of knowing the characteristics of the soil, for which it was necessary to collect the information from 65 calicates excavated with an average depth of 2.20 m. Obtaining as a result the subdivision of four zones, in zone I the soil is composed of poorly graded sands (SP) and well graded sands (SW), it has an admissible load capacity that varies from 0.45 kg/cm² to 3.36 kg/cm², Zone II is composed of silty sand (SM) and clayey sand (SC), has a permissible load capacity that varies from 0.76 kg/cm² to 2.49 kg/cm². Zone III is composed of well graded gravel (GW), poorly graded gravel (GP) and silty gravel (GM), has an admissible load capacity that varies from 1.16 kg/cm² to 3.43 kg/cm² and zone IV is composed of inorganic silt of low plasticity (ML), inorganic clay of low plasticity (CL), has an admissible load capacity that varies from 0.88 kg/cm² up to 2.52 kg/cm². It is concluded that the microzoning mapping of the Moche district allows to have a previous idea of the type of soil and the admissible load capacity found in each identified area.

Keywords: Microzoning, soil mechanics, bearing capacity

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nuestro país constantemente está siendo sometido por las fuerzas de la naturaleza tales como los sismos y terremotos, estos se presentan de manera fortuita e inesperada causando daños irreparables a lo largo de toda la región debido a que no son prevenidos, por ello surge esta investigación que tiene como propósito la prevención y mitigación de los desastres que podrían generarse con el transcurso de los años.

La zona elegida para el estudio es el distrito de Moche - provincia de Trujillo departamento de La Libertad. Según la municipalidad distrital, Moche abarca un área de 25.25 km². Una vez delimitada la zona nos damos cuenta que gran parte de las viviendas han sido construidas de manera informal, no están en óptimas condiciones ni cumplen con las normas de construcción; esto se debe a la falta de información sobre los estudios de mecánica de suelos y el mapeo geotécnico en el distrito.

En las construcciones actuales encontramos fallas estructurales como fracturas, asentamientos, corrosión, entre otros; debido a que la estructura transmite sus cargas al terreno a través de la cimentación, el cual no está adecuadamente diseñada para el tipo de suelo. Esto con el paso del tiempo generará fisuras en la estructura a tal punto que se vuelven inhabitables y deben ser demolidas para no correr riesgos, es por ello que antes de construir se debe realizar los respectivos estudios de suelo, con el fin de reducir los problemas ya mencionados para tener mayor seguridad ante cualquier evento sísmico y así satisfacer las necesidades de la población.

De este modo nos motiva a realizar la presente investigación de microzonificar el área del distrito de Moche. Clasificando a través de un mapa las características del suelo de toda la zona, además se dará a conocer la importancia de elaborar los estudios geotécnicos antes de construir una obra en el área de ingeniería civil, para

contar posteriormente con mejores condiciones en la construcción y así evitar pérdidas humanas y materiales.

Para la obtención de resultados y mejor entendimiento nos planteamos la siguiente problemática: ¿Qué características geotécnicas se obtendrán de la Microzonificación en el distrito de Moche - Provincia de Trujillo - departamento La Libertad?

En el aspecto teórico, el presente proyecto se justifica porque se van a utilizar normas técnicas peruanas existentes, teorías de autores y conocimientos propios obtenidos a lo largo de nuestra formación académica, tales como las teorías de Forero Dueñas (1994) en su libro “Conceptos y Metodología Básica de Zonificación Geotécnica”, el estudio de Chavéz (2008), titulado “Geotecnia. México : Unidad de Servicios Editoriales”, el Reglamento Nacional de Edificaciones, entre ellos la Norma E.0.50 Suelos y Cimentaciones. Así como también base de datos, revistas científicas y tesis.

Se justifica metodológicamente, porque los procedimientos empleados en esta investigación luego de demostrar su validez y la confiabilidad podrían ser utilizados como antecedentes en futuras investigaciones de microzonificación geotécnica.

En la Justificación práctica, para el desarrollo de la microzonificación, se elabora el estudio de mecánica de suelos, luego se procesan los resultados para posteriormente elaborar el mapeo geotécnico identificando las características físico - mecánicas del suelo en el distrito de Moche. De esta manera se contribuye con el desarrollo urbano, ya que se podrá elaborar proyectos que cumplan con la calidad y seguridad en la construcción teniendo como base el mapeo geotécnico.

La hipótesis para la presente investigación es en base de la observación realizada del suelo en gran parte de su extensión del distrito de Moche, el cual se puede determinar que está caracterizado mayormente por arenas mal graduadas (SP),

por su clasificación AASHTO se encuentra el suelo en el tipo A-3 (0) y presenta un perfil tipo S3(Suelos Blandos).

Como objetivo general tenemos: Determinar la microzonificación geotécnica y mapeo tomando en cuenta las características del suelo en el distrito de Moche - provincia de Trujillo - departamento La Libertad.

Como objetivos específicos contamos con:

- Ubicar en el plano los pozos exploratorios o calicatas existentes recopiladas de la zona.
- Identificar las características físico- mecánicas de las muestras de estudio de suelos.
- Elaborar un mapeo de todos los puntos explorados.

II. MARCO TEÓRICO

La situación descrita anteriormente ha sido motivo de estudio de diversos investigadores, tanto internacionales, nacionales y locales, algunos de los cuales se incluyen a continuación:

Para Osorio (2019), en su tesis denominada “Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño - Colombia”, se desarrolla la zonificación para hallar la caracterización de la vulnerabilidad del suelo en los deslizamientos del área del corredor Cano–Mojarras en Colombia con una longitud de 89 km. El método usado en la investigación fue el estadístico vibariado. Teniendo como resultado que 45 km son áreas de vulnerabilidad a deslizamiento de alta o muy alta y los 44 km que restan son de vulnerabilidad baja o muy baja. Concluyendo que existe un 20% de los deslizamientos correspondientes a 76 registros. De los cuales el 66% son de susceptibilidad muy alta y sólo el 3% es de la categoría baja.

En la tesis de Vásquez (2012), titulada, “Suelos de Fundación de la Ciudad de Punta Arenas, Región de Magallanes y Antártica Chilena”, se empleó la metodología de mapas compuestos, las características topográficas, sedimentarias y parámetros geotécnicos con sondajes de SPT y calicatas de 4m de profundidad. Obteniendo como resultado que el mayor componente es el limo, mientras que la arcilla es de tamaño menor a 0,002 mm y está por debajo del 15%, la presencia de arena es la más baja menor al 11%. Finalmente se concluye con la obtención 3 zonas, las zonas 1B y 2, necesitan de ser revisadas por posible licuación. Las zonas 1A y 3 se necesita de una mejor investigación, ya que existen subcuencas con relleno de arcillas blandas y turbas.

En la investigación realizada por López y Robayo (2007), en su tesis nombrada, “Zonificación Geotécnica Preliminar del Casco Urbano del Municipio de Barrancabermeja, Santander”, tuvo como fin desarrollar 135 estudios de suelos y

un total de 453 apiques, que se ha representado tres zonas clasificadas por sus propiedades mecánicas. Las zonas de más riesgo son la zona A y C, pues estos suelos son semiblandos o blandos con un nivel freático superficial se encuentra almacenes de terrazas de arenas finas limosas, limos de arcilla, gravas de finas a más gruesas y algunos materiales orgánicos. La zona B esta es diferente debido a que cuenta con suelos medios duros a duros con un nivel freático no tan profundos (2m y 5m), por último, se encontró suelos granulares duros y con niveles freáticos profundos de 10m a más, siendo estos la D y E, tienen una vulnerabilidad muy baja a causa de sus características mecánicas, siendo estos los más óptimos.

Asimismo, para Velayarce (2018), en su investigación titulada “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”, Para la investigación se realizó la excavación de 26 calicatas de 3.00 m de profundidad para luego elaborar los ensayos requeridos. Obteniendo como resultados la no presentación de nivel freático y de los ensayos estándar muestran un porcentaje de humedad desde 11.02% – 17.25% (suelo en estado semiseco), se concluye que el tipo de suelo predominante en la zona de estudio es CL (suelo arcilloso de mediana plasticidad), lo cual se pudo constatar de la clasificación SUCS.

En el proyecto realizado por Delgadillo (2014), en su tesis de “Microzonificación Geotécnica sísmica del distrito de Independencia-Lima”, se realizó la excavación de calicatas, ensayos en laboratorio e Insitu, se delimitó el área de estudio en 4 zonas. Teniendo como resultados los suelos finos con capacidades admisibles entre 0.70 y 1.00 kg/cm², suelos arenosos entre 1.00 y 1.50 kg/cm², gravas entre 2.00 y 3.00 kg/cm² y la capacidad admisible de la roca ligeramente alterada a natural supera los 5.00 kg/cm². Llegando a la conclusión que la capacidad de carga admisible que tendría la cimentación de una edificación convencional (cimiento corrido de 0.60 m de ancho y profundidades de cimentación mínimos de 0.80 m, en el caso de suelos, y 0.40 m, en el caso de rocas).

De igual modo para Cotrina (2017), en la tesis designada “Zonificación geotécnica de los suelos de fundación mediante el ensayo de corte directo y DPL en la urbanización Los Girasoles - Jaén - 2016. Cajamarca”; se realizó la excavación de 5 “calicatas” de 1.50 m.x1.00 m por 3.00 m de profundidad, 05 Ensayos Dinámico de Penetración Ligera (DPL). alcanzando como resultados la subdivisión en tres zonas dependiendo del ensayo; para el ensayo de Corte Directo encontró que en las zonas I, II y III tiene una capacidad portante de 0.95 kg/cm², 1.80 kg/cm² y 1.85 kg/cm² y por el ensayo Penetrómetro Dinámico Ligero (DPL) se estableció que en la zona I con una capacidad portante de 1.88 kg/cm², en la zona II con 1.65 g/cm² y en la zona III con 1.95 kg/cm². en conclusión, la zonificación entre las calicatas 1,2, 4 y 5 tiene una capacidad portante de 0.95 k/cm²; las calicatas 1,2,3 con 1.65 k/cm² y las calicatas 2,3 y 4 con una capacidad 1.85 k/cm².

Para Cornejo y Oliva (2018), en su artículo titulado “Microzonificación Estática de los Suelos Bloques A, B, C y D, en el Mercado Libertad (La Hermelinda), del Distrito Trujillo”; se realizó la excavación de 6 calicatas de 3.50 m. de profundidad, dando como resultados que son clasificadas entre arenas pobremente graduadas (SP) y en arenas limosas (SM), con una capacidad portante de 1.60 a 1.75 kg/cm² para la construcción de zapatas aisladas con medidas de 1.5 m por 1.5 m; y para la construcción recomendada para una cimentación corrida de 0.94 a 0.98 kg/cm². Concluyendo que la capacidad portante de los suelos de esta zona es de baja resistencia.

Para Luján (2018), en su artículo titulado “Utilización de Métodos Experimentales y de Simulación Numérica para el estudio de la Microzonificación Sísmica del distrito de Trujillo, Provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú”, en esta investigación realizaron las pruebas de campo mediante calicatas y sondajes, empleando los equipos DPL (ensayo de penetración dinámica ligera) y SPT (ensayo de penetración estándar). Consiguiendo como resultados que: en la zona I prevalecen las arenas pobremente graduadas (SP) o las arenas pobremente graduada con limos (SP-SM), en la zona II encontramos arena pobremente graduada (SP) y con gravas medianas de hasta 1.50 m de profundidad, posterior a ello se encuentra

grava pobremente graduada (GP); en la zona III donde encontramos arena arcillosa (SC) con profundidad hasta 1.30 m. luego se observa arcilla de baja plasticidad (CL) y zona IV donde observamos arena poco graduada (SP) con poca presencia de gravas de $\frac{1}{2}$ " y posterior a ellos se nota arena limosa (SM) con cierta presencia de gravas de $\frac{3}{4}$ ".

Finalmente, para Gonzáles y Torres (2018), en su tesis titulada: "Microzonificación Geotécnica y Diseño de Cimentaciones superficiales en el sector Taquila de las Delicias, distrito de Moche, provincia de Trujillo – la libertad". Para el estudio se realizó la excavación de 24 calicatas para determinar el perfil estratigráfico, asimismo se elaboró los respectivos ensayos en el laboratorio al igual que en campo. Como resultados se halló la densidad natural del suelo a una profundidad de -1.20 m., se obtuvo valores desde 1.52 g/cm³ hasta 1.94 g/cm³, estos datos dan en función del contenido de humedad y la compacidad del suelo. En conclusión, el material más predominante es la arena mal graduada (SP), presenta niveles de capa freática elevada que varía desde -1.5 m. hasta los -3.4 m, licuefacción de suelos y baja capacidad portante.

De las investigaciones anteriores, en las que se considera el estudio geotécnico del suelo, se fundamentan en aspectos teóricos, tales como los que se describen a continuación. Para Forero y Dueñas (1994, p.19), la palabra Zonificación es la subdivisión de un área caracterizados por criterios ya establecidos, dando así una sectorización dependiendo de los resultados de esos criterios.

La Mecánica de suelos es de vital importancia en ingeniería civil; para Murthy (2002, p.03), el término Mecánica de suelos es para designar una disciplina de la ingeniería que maneja e indica las propiedades y el comportamiento del suelo como material estructural, ya que los suelos soportan las cargas de las estructuras. La mecánica de suelo, nos proporciona los conocimientos para poder hacer la adecuada interpretación de los datos obtenidos y de esta forma poder tener mayor aproximación de las características mecánicas y físicas del suelo, de esta forma ver cómo será el comportamiento del terreno y sobre que cargas serán sometidas

Según Duque (2018,p.03), la mecánica de suelos es la herramienta para solucionar muchos problemas en la ingeniería de suelos: primero se conoce el origen y la formación del suelo, de esta forma se podrá sectorizar o deducir cual será la presencia que tendrán las diferentes formaciones litológicas y los distintos comportamientos; conocer el pesos, los volúmenes del suelos de la área requerida y sus variaciones frente a la humedad y por último conocer la clasificación de los suelos con el análisis y ensayos en los laboratorios de granulometría y plasticidad, donde se va a identificar cada uno de las propiedades de los suelos granulares.

Según Terzaghi (1996, p.01), la mecánica de suelos es el estudio de las leyes de mecánica e hidráulica para aplicarlas en la ingeniería de sedimentos y otras partículas sólidas, de resultado de la descomposición mecánica y química de rocas, separadamente de si tienen o no una mezcla orgánica constituyente.

La formación del suelo según Smith (1998, p. 03), son producto de las acciones provocadas por la temperatura, la gravedad, el viento, la lluvia y la meteorización química y estas son las que van formando continuamente partículas de roca que eventualmente se convierten en suelos.

Para Powrie (2009, p.06), nos dice que el suelo está compuesto principalmente de partículas sólidas, varían en tamaño desde menos de una micra a varios milímetros. Debido a que en muchos aspectos de ingeniería de los suelos dependen principalmente de su tamaño de partícula típica, los ingenieros civiles usan este criterio para clasificar los suelos como arcillas, limos, arenas o gravas.

Para Verruijt (2001, p.13), los suelos por lo general se distinguen en varios tipos por sus propiedades mecánicas. Una subdivisión de los suelos esta determina por su dimensión de las partículas que conforma el suelo. El material granular grueso se denota a menudo como grava y el material más fino tal como la arena.

Los tipos de suelos mencionados por Das (2008, p. 154), son: Suelo blando (son las arcillas normalmente consolidada), Suelo medio (los limos, arcillas compactados y arcilla ligeramente sobreconsolidada), Suelo rígido (las arcillas rígidas sobreconsolidadas, arena promedio de la mayoría de las densidades) y Suelo muy rígido (las arenas densas y arcillas rígidas, particularmente a alta presión de confinamiento).

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p. 407), nos sugiere realizar estos ensayos de acuerdo a la Norma Técnica del Perú; para saber la clasificación de los tamaños de suelos con propósito de ingeniería de acuerdo a SUCS (NTP 339. 134 ASTM - D 2487), para evaluar los Límites de Atterberg (NTP 339. 129 ASTM – D 4318). para obtener la densidad y el peso específico del suelo (NTP 339. 143 ASTM), granulometría (NTP 339. 128).

Las características físico- mecánicas del suelo que se obtendrán para el desarrollo de este proyecto de investigación son: La densidad aparente (ρ_a) interpreta el vínculo de la masa de suelos seca (minerales y orgánicos) por unidad de volumen total (V_t) (volumen que ocupa los sólidos y poros). Esta varía mucho dependiendo de la condición de la estructura del suelo, por esta razón es frecuentemente usada como un índice de condición estructural y esta expresada en $Mg.m^{-3}$ (Grossman y Reinsch, 2002).

Blake y Hartge (1986), mencionan que existen varios métodos para determinar la densidad, cuyas variaciones son por el tamaño de la muestra y la manera que fueron recolectadas y sus medidas en volúmenes. Entre los que se pueden mencionar: método del terrón parafinado, método del cilindro, método del hoyo excavación o bolsa de plástico en el campo, método de la arena y método de rayos.

La densidad y peso específico del suelo según NTP 339.143, nos dice que se desarrolla con el método del cono de arena que consiste en cavar un orificio en el suelo donde se realizara el ensayo, se extrae del orificio el material en un contenedor permeable el cual aportara a que el material no pueda perder sus propiedades fisicoquímicas, luego se procede a rellenar el orificio con arena de

densidad ya conocida en caída libre hasta que se cubra el hoyo realizado previamente, posterior a ello se ve a hallar el contenido de humedad del material extraído y se calcula la masa en seco del material y densidad seca del lugar de exploración, utilizando la masa húmeda del suelo, el contenido de humedad y el volumen del orificio.

La granulometría para Duque y Escobar (2002, p. 32), es el proceso realizado para determinar la proporción de participación de los granos del suelo con respecto a sus tamaños, a esta proporción se le llama gradación del suelo, el ensayo se desarrolla de la siguiente manera: el suelo es llevado al horno hasta su secado, posterior a ello el material (ya seco) pasar por una serie organizada en columna de tamices con orificios de tamaños diferentes, que van en forma decrecientes (el tamiz superior es el de mayor tamaño y al final se coloca el tamiz más fino con tapa para evitar pérdidas de material más fino que no fue retenido por ningún tamiz), cada uno de los tamices con el suelo retenido en cada una de las mallas pesan.

Granulometría según Craig (2004, p. 06), es el análisis de las medidas que presenten las partículas del suelo, donde se determina el porcentaje en masa (peso) dentro de los diferentes rangos de tamaño y medidas; el tamaño de las partículas del suelo puede ser determinadas por el método de tamizado de partículas gruesas y fracciones finas del suelo, la masa de tierra almacenado en cada tamiz o el porcentaje acumulado por masa que pasa en cada una se determina pesándolas.

Para Murthy (2002, p. 46), los Límites Atterberg se dan a conocer mediante pruebas donde se van a indicar el rango del estado plástico y estado líquido del suelo. Los procedimientos de prueba de Atterberg fueron posteriormente mejorados por A. Casagrande.

La plasticidad para Juárez y Rico (2005, p.123), se define como las características de esfuerzo-deformación del suelo, al estar sujeto a esfuerzos de tensión uniaxial.

La relación del esfuerzo-deformación del material es irreversible. Atterberg consideraba que la plasticidad del suelo es determinada por el límite líquido, además la diferencia entre los valores de los límites de plasticidad resulta el índice para definir la plasticidad.

Según la NTP 339.129, se determina de la siguiente manera: la muestra será aquella retenida en el tamiz de 425 μm . (Nº 40), el límite líquido se determinará con el ensayo de la copa de Casagrande que consiste en el esparciendo de la muestra en la copa de bronce, dividiéndola por la mitad con un ranurador, se procede a dar vueltas con la manivela de la copa haciendo que esté cause impactos repetitivos y un dispositivo mecánico estándar ira registrando el número de golpes necesarios que se realizó para que cierre la ranura.

El límite plástico se determinará haciendo presión y haciendo rollitos al suelo que obtuvimos hasta que se forme un hilo de 3.2mm de diámetro, una porción del suelo se va enrollando hasta reducir el contenido de humedad a tal punto que el hilo de suelo formado se quiebre, se pesara en ese estado tomando apunte del resultado, se ingresa al horno por 24 horas y al sacarlo se vuelve a pesar, sacando así el límite plástico. El índice de plasticidad se calcula haciendo la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Para la clasificación de los suelos emplearemos la NTP 339.134, en el que se define el Método Unificado de Clasificación (SUCS), nos explica que este método se clasifican los suelos que provienen de cualquier lugar geográfico dentro de las categorías que presentan en los anteriores ensayos de laboratorio, este sistema de clasificación nos va a ayudar a identificar tres grandes divisiones de suelo: suelo en grano grande grueso, grano fino y suelos altamente orgánicas.

La Capacidad Portante según el Reglamento Nacional de Edificación (2016), es la máxima presión que se ejerce al suelo, al exceder la presión esté ocasionara una falla por corte de los granos de suelo. La capacidad de soporte se define empleando las fórmulas comprobadas por la mecánica de suelos (p.203).

Según, Cotrina (2017), nos dice que los mapas geotécnicos son la herramienta necesaria y de utilidad para los ingenieros, puesto que este contiene información sobre las características físico - mecánicas del suelo de un área geográfica de la cual se le puede observar el comportamiento y poder resolver problemas geológicos y geotécnicos.

Hoyos (2012), nos expresa que el perfil de suelo viene a ser la sección vertical que nos muestra la naturaleza que tiene y las secuencias de varias capas a lo largo del tiempo desde sus orígenes, también nos indica cómo fueron creadas los suelos ya sea por sedimentación o por meteorización, o también ya sea por ambos procesos.

El contenido básico que debe tener un mapa geotécnico es: la organización, división y descripción de las características geológicas de suelos y rocas, grosor de suelos, formaciones superficiales y rocas alteradas, variación, interrupción de suelos, propiedades de suelos y rocas, condiciones geomorfológicas, y riesgos geológicos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Esta investigación es Cuantitativa ya que se va a recolectar y analizar datos a través de un proceso para resolver la problemática y consolidar las creencias de la teoría.

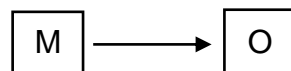
Se considera una investigación tipo Básica porque buscamos generar conocimiento sobre la problemática planteada, basándonos en la utilización de los conocimientos teórico –práctico. (Borja, 2012, p. 10).

Es descriptiva ya que tiene la finalidad de encontrar las características del objeto de estudio. (Borja, 2012, p.11).

Diseño de investigación:

Es una investigación Descriptiva (no experimental) de corte transversal, porque se busca describir las propiedades y características del suelo en un momento determinado del tiempo. Las variables no son manipuladas deliberadamente por el investigador, solo se observa los fenómenos en su ambiente natural y luego ser analizados, por consiguiente, corresponde a este diseño. (Borja, 2012, p.13).

A continuación, se puede visualizar su representación:



Donde, M y O, representan los siguiente:

M: Muestra que se utilizará para el desarrollo del presente estudio.

O: Son las mediciones de la variable de interés.

3.2. Variable y operacionalización:

- **Variable independiente:** Microzonificación Geotécnica. (Anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población:

En la presente investigación se toma en consideración como población al Distrito de Moche - Provincia de Trujillo - Departamento La Libertad.

3.3.2. Muestra

La muestra de evaluación para el presente estudio está conformada por 65 calicatas realizadas en un área de 25,25 km² del Distrito de Moche, debido a que es una zona poco poblada nos permitirá tener un estudio más eficiente y de esta manera beneficiar a la población con la microzonificación para futuras construcciones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En el proyecto de investigación, es necesario tener técnicas e instrumentos que se van a emplear para realizar la recolección de datos ya sea en el trabajo de campo o laboratorio.

3.4.1. Técnicas

Como técnicas del proyecto que se va a desarrollar, se utilizó la observación directa para la recolección de datos.

- Observación: Esta técnica permitirá la obtención de las características de la zona de estudio, sus condiciones mostradas y aspectos importantes que aporten para el desarrollo de nuestra investigación.
- Estudios básicos de la Ingeniería: Estas técnicas están relacionadas directamente al trabajo de campo y laboratorio obtenidas a través del SEACE, expedientes técnicos y tesis existentes en las plataformas virtuales disponibles, así procesar la información recolectada, en las cuales comprende el estudio de mecánica de suelo para su evaluación de las características de la misma.
- Análisis de contenido: Esta es una técnica de todo proyecto de investigación puesto que se encarga de recopilar la valiosa

información de los datos para el desarrollo de la investigación, permitiendo así ampliar los conocimientos y criterios importantes para el procesamiento de los resultados y la elaboración del mapa de microzonificación geotécnica.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que serán empleados para la presente investigación se plasmarán a continuación:

- Guía de observación: Este instrumento a utilizar es importante, puesto que dependerá de la misma, para demostrar la viabilidad del proyecto, determinando así la importancia de su elaboración, al igual que las normas técnicas peruanas.
- Formatos de laboratorio y gabinete: Estos son instrumentos esenciales para obtener las características que presenta el suelo de la zona de estudio.

3.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Para el presente proyecto de investigación es necesario realizar un criterio a juicio de especialistas en la línea de mecánica de suelos, quienes evalúen los resultados obtenidos, y la verificación necesaria del cumplimiento de las normas técnicas peruanas existentes y la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los datos que se van a recoger del área planificada deberán de seguir una guía de observación, cumplir con los estándares de calidad de los equipos y muestras, es decir tienen que estar con certificado de calidad vigente y los equipos en buen estado, la recolección de información de los diferentes medios ya sean escritos o electrónicos serán de fuentes primarias, observaciones de campo y análisis de muestras, También importante el juicio del especialista metodólogo, quien evaluará el desarrollo del proyecto.

3.5. Procedimientos:

a) Primera etapa:

En esta investigación lo primero que se realizó fue identificar la zona de muestreo en el área de estudio, elaborar la topografía de la zona, ubicar en el plano los pozos de exploración o calicatas existentes recopiladas con sus respectivas coordenadas.

b) Segunda etapa:

Se realizó el procesamiento de los resultados obtenidos de los Estudios de Mecánica de Suelos extraídos de la página web del SEACE y de tesis de las plataformas virtuales, para finalmente elaborar el mapeo de microzonificación geotécnica.

3.6. Métodos de análisis de datos:

En nuestra investigación emplearemos el método analítico, la cual consiste en el análisis e interpretación de datos obtenidos, procesando la información mediante diversos programas y softwares.

- La información y los datos geotécnicos que se usara son los estudios de mecánica de suelos (EMS) encontrados en la zona, se procesara por medio del programa Microsoft Excel donde realizaremos las tablas de cálculo para cada ensayo, indicando cada dato y posterior a ello se llevaran a Microsoft Word para la respectiva edición del informe del proyecto de investigación.
- Para la realización de los planos de topografía, planos de ubicación de calicatas y plano de microzonificación geotécnica se utilizó AutoCAD y para el plano de curvas de nivel se necesitó de Google Earth Pro para tener la ubicación, visualización y obtención de mapas.

3.7. Aspectos éticos:

En el desarrollo de este proyecto de investigación, se utilizó los criterios y las normas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, NTP 339.162, NTP 339.15, RNE NormaE.0.50 Suelos y cimentaciones y demás que sean necesarias para que estas garanticen un correcto desarrollo y por ello también los investigadores se comprometen a trabajar responsablemente poniendo en práctica sus valores morales y sobretodo el sentido humanista, de tal manera que podamos contribuir con el desarrollo sostenible del país.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio topográfico

4.1.1 Generalidades

El estudio realizado tiene como finalidad dar a conocer el relieve del terreno del Distrito de Moche, llevando a cabo el levantamiento topográfico a través del software Google Earth Pro y Global Mapper, con el fin de elaborar los planos que requiere la investigación.

4.1.2 Trabajos de campo

Para la presente investigación es necesario tener claro el objetivo que se quiere alcanzar, es por ello que se obtuvo las coordenadas UTM del distrito de Moche a través del software Google Earth.

Toda la información recolectada en el levantamiento topográfico del distrito de Moche fue llevada a una tabla de Excel, dicho archivo contiene todos los puntos levantados con sus coordenadas UTM. (Ver tabla nº 02)

Se procesó dichos datos con ayuda del software Civil 3D y con ello obtuvimos un plano topográfico del distrito de Moche. (Anexo 5).

La Municipalidad Distrital de Moche proporcionó el plano catastral de la zona de estudio (Anexo 6).

Tabla N° 02. Coordenadas topográficas UTM.

PUNTOS	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
1	719154	9096425	12
2	719170	9096488	12
3	719188	9096564	12
4	719208	9096640	13
5	719232	9096734	12
6	719242	9096763	11
7	719206	9096776	12
8	719108	9096800	12
9	719105	9096863	12
10	719108	9096923	11
11	719107	9096945	12
12	719073	9096925	11

13	719044	9096908	11
14	719012	9096888	11
15	718993	9096871	11
16	718943	9096887	11
17	718886	9096911	12
18	718852	9096912	12
19	718808	9096754	11
20	718770	9096608	11
21	718751	9096553	11
22	718791	9096522	11
23	718819	9096494	11
24	718856	9096483	10
25	718891	9096461	10
26	718950	9096438	10
27	719016	9096445	10
28	719045	9096456	10
29	719091	9096445	11
30	719144	9096426	12
31	719152	9096509	11
32	719109	9096512	11
33	719072	9096483	10
34	719005	9096468	11
35	718923	9096467	10
36	718858	9096506	10
37	718807	9096539	11
38	718799	9096610	10
39	718825	9096710	10
40	718846	9096810	11
41	718880	9096857	11
42	718975	9096835	11
43	719031	9096850	11
44	719083	9096890	11
45	719080	9096825	12
46	719085	9096776	12
47	719146	9096768	12
48	719202	9096744	12
49	719187	9096645	13
50	719158	9096545	11
51	719107	9096541	11
52	719046	9096515	10
53	718984	9096515	10

54	718929	9096511	10
55	718857	9096547	10
56	718838	9096582	10
57	718844	9096636	10
58	718873	9096734	10
59	718947	9096802	11
60	719027	9096770	12
61	719063	9096841	12
62	719059	9096751	13
63	719120	9096718	13
64	719153	9096698	13
65	719143	9096656	13
66	719131	9096601	12
67	719106	9096568	11
68	719011	9096539	10
69	718918	9096544	10
70	718858	9096598	10
71	718904	9096674	10
72	718949	9096737	10
73	718988	9096740	11
74	719025	9096728	12
75	719100	9096679	12
76	719101	9096623	11
77	719041	9096578	10
78	718962	9096575	9
79	718913	9096591	10
80	718937	9096647	10
81	718981	9096687	10
82	719034	9096665	11
83	719044	9096620	11
84	718982	9096606	10
85	718976	9096630	10
86	718997	9096644	10

Fuente: Elaboración propia de los autores.

4.2. Estudio de mecánica de suelos:

4.2.1 Generalidades

El estudio de mecánica de suelos es desarrollado haciendo trabajos de exploración del área y de los ensayos de laboratorio necesarios para poder definir el perfil estratigráfico de los suelos, al igual que identificar las características, esfuerzos y la deformación de los suelos, proporcionando los parámetros más importantes que son necesarios para la microzonificación.

4.2.2 Ensayos y laboratorio

Para el desarrollo del proyecto se contó con los siguientes ensayos.

Tabla N° 03. Ensayos de control.

Densidad in-situ mediante el método de cono de arena	NTP 339. 143 (ASTM D1556)
Peso específico Relativo de solidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométricos	NTP 339.128 (ASTM D422)
Limite Liquido y limite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Clasificación Unificada de suelos (SUCS)	NTP 339. 134 (ASTM D2487)

Fuente: Norma ASTM

4.2.3 Trabajos de gabinete

Una vez obtenida los datos necesarios, se procedió a emplear los programas computarizados o digitales para dar inicio al procesamiento de la información mediante gráficos, cuadros y planos para dar a conocer la presente investigación.

4.2.4 Procedimientos para la microzonificación

La microzonificación planteada se basó principalmente en el estudio de las propiedades físico- mecánicas del suelo encontradas en 65 calicatas recopiladas de la zona de trabajo. (Anexo 7

4.2.5 Exploración de los suelos

Tabla N° 04. Resumen de los resultados de exploración de campo.

CALICATAS	PROF. DE NIVEL FREATICO (m)	PROF. A CIELO ABIERTO (m)
C - 1	N.P	3.50
C - 2	N.P	1.50
C - 3	N.P	1.50
C - 4	N.P	1.70
C - 5	N.P	1.50
C - 6	N.P	1.55
C - 7	N.P	1.50
C - 8	N.P	1.45
C - 9	N.P	2.00
C - 10	N.P	2.00
C - 11	N.P	1.50
C - 12	N.P	1.50
C - 13	N.P	1.50
C - 14	N.P	1.50
C - 15	N.P	1.50
C - 16	N.P	1.50
C - 17	N.P	1.50
C - 18	N.P	1.50
C - 19	N.P	1.8
C - 20	N.P	1.8
C - 21	N.P	1.8
C - 22	N.P	1.8
C - 23	N.P	1.8
C - 24	N.P	1.8
C - 25	N.P	1.8
C - 26	N.P	1.8
C - 27	N.P	1.50
C - 28	N.P	1.50
C - 29	N.P	1.50
C - 30	N.P	1.50
C - 31	N.P	1.50
C - 32	N.P	3.00
C - 33	N.P	3.00
C - 34	N.P	3.00
C - 35	N.P	3.00
C - 36	N.P	3.00
C - 37	N.P	3.00
C - 38	N.P	3.00
C - 39	N.P	3.00
C - 40	N.P	3.00
C - 41	N.P	1.50
C - 42	1.50	1.50
C - 43	2.30	2.30
C - 44	2.00	2.00
C - 45	2.10	2.10

C - 46	2.30	2.30
C - 47	2.00	2.00
C - 48	1.70	1.70
C - 49	2.20	2.20
C - 50	1.60	1.60
C - 51	2.70	2.70
C - 52	3.00	3.00
C - 53	3.30	3.30
C - 54	3.40	3.40
C - 55	3.40	3.40
C - 56	3.10	3.10
C - 57	3.15	3.15
C - 58	3.20	3.20
C - 59	2.80	2.80
C - 60	2.80	2.80
C - 61	2.90	2.90
C - 62	2.20	2.20
C - 63	2.10	2.10
C - 64	1.60	1.60
C - 65	2.20	2.20

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Ensayos de laboratorio

Los estudios que se encontraron para poder determinar las propiedades físicas del suelo del distrito de Moche son las siguientes:

➤ **Calicatas C-01 a C-04:**

Tabla N° 05. Resultados de los Ensayos Estándar – Calicata C-01 a C-04.

Características	C - 01	C - 02	C - 03	C - 04
Físico - Mecánica				
Profundidad (m)	2.60 - 3.50	0.30 - 1.50	0.30 - 1.50	1.50 - 1.70
Arena tamiz N° 4 - N° 200	3.4%	29.0%	28.4%	41.2%
Finos tamiz < N° 200	96.6%	70%	71%	48.1%
Límite líquido(LL)	56.1%	33.76%	33.71%	20.77%
límite Plástico (LP)	32.38%	23.40%	23.55%	17.55%
Indicé Plásticidad (IP)	23.71%	10.37%	10.16%	3.22%
Clasificación SUCS	OH	CL	CL	SM
Clasificación AASHTO	A-7 - 5 (28)	A-4 (6)	A-4 (6)	A-4 (0)
Humedad Natural	37.74%	16.64%	16.63%	13%

Fuente: Expediente Técnico “Mejoramiento de la Infraestructura vial del ingreso al C.P. Santa Rosa, distrito de Moche- Provincia de Trujillo- departamento de la Libertad”

➤ **Calicatas C-05 a C-08:**

Tabla N° 06. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-05 a C-08.

Características	C - 05	C - 06	C - 07	C - 08
Físico - Mecánica				
Profundidad (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.55	0.00 - 1.50	0.00 - 1.45
Arena tamiz N° 4 - N° 200	88.0%	87.90%	88.5%	87.7%
Finos tamiz < N° 200	4.1%	4.65%	3.5%	4.5%
Límite líquido(LL)	N.P	N.P	N.P	N.P
límite Plástico (LP)	N.P	N.P	N.P	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P	N.P	N.P	N.P
Clasificación SUCS	SP	SP	SP	SP
Clasificación AASHTO	A-1 - b (0)	A-1 - b (0)	A-1 - b (0)	A-1 - b (0)
Humedad Natural	5.30%	7.70%	6.90%	5.40%

Fuente: Expediente Técnico “Mejoramiento del sector de transitabilidad vehicular, tramo cuadra 1, AV. Las Américas- AAHH Torres de San Borja, del distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-09:**

Tabla N° 07. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-09.

Características	C - 09
Físico - Mecánica	
Profundidad (m)	0.00 - 2.00
Arena tamiz N° 4 - N° 200	97.04%
Finos tamiz < N° 200	2.96%
Límite líquido(LL)	N.P
límite Plástico (LP)	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3 (1)
Humedad Natural	4.55%

Fuente: Expediente Técnico “Creación del parque recreacional Niños de Miramar, en la Mz. 43 del centro poblado Miramar, distrito de Moche- provincia de Trujillo- departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-10:**

Tabla N° 08. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-10.

Características	
Físico - Mecánica	C - 10
Profundidad (m)	0.00 - 2.00
Arena tamiz N° 4 - N° 200	98.08%
Finos tamiz < N° 200	1.92%
Límite líquido(LL)	N.P
límite Plástico (LP)	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3 (1)
Humedad Natural	5.67%

Fuente: Expediente Técnico “Creación del parque recreacional en la Mz. 15, en el C.P. Las Delicias del distrito de Moche- Provincia de Trujillo- departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-11 a C-18:**

Tabla N° 09. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-11 a C- 18.

Características								
Físico - Mecánica	C - 11	C - 12	C - 13	C - 14	C - 15	C - 16	C - 17	C - 18
Profundidad (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
Arena tamiz N° 4 - N° 200	77.47%	36.54%	41.02%	75.78%	18.21%	21.54%	18.21%	26.22%
Finos tamiz < N° 200	11.07%	15.72%	15.13%	16.78%	81.74%	78.27%	81.74%	72.80%
Límite líquido(LL)	N.P	25.05%	25.50%	N.P	26.72%	26.50%	26.72%	26.60%
límite Plástico (LP)	N.P	20.76%	20.63%	N.P	21.26%	21.02%	21.26%	21.58%
Indicé Plástico (IP)	N.P	4.29%	4.87%	N.P	5.45%	5.48%	5.45%	5.02%
Clasificación SUCS	SW-SM	SM-SC	SM-SC	SM-SC	ML	ML	ML	ML
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-2-4(0)	A-4(0)	A-4(0)	A-4(0)	A-4(0)
Humedad Natural	4.37%	4.37%	4.88%	5.38%	22.26%	20.60%	22.26%	19.77%

Fuente: Expediente Técnico “Creación de pistas y veredas en el sector el Palmo, Larrea, Barrio nuevo- distrito de Moche- provincia de Trujillo- departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-19 a C-26:**

Tabla N° 10. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-19 a C- 26.

Características								
Físico - Mecánica	C - 19	C - 20	C - 21	C - 22	C - 23	C - 24	C - 25	C - 26
Profundidad (m)	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80	0.00 - 1.80
Arena tamiz N° 4 - N° 200	62.64%	60.30%	60.30%	26.29%	74.78%	76.26%	25.11%	22.28%
Finos tamiz < N° 200	1.11%	3.28%	5.38%	4.83%	15.59%	14.66%	3.97%	4.47%
Límite líquido(LL)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Límite Plástico (LP)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Clasificación SUCS	SP	SP	GP-GM	GW	SM	SM	GW	GW
Clasificación AASHTO	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)
Humedad Natural	6.74%	10.23%	6.47%	5.45%	10.96%	9.85%	5.69%	6.21%

Fuente: Expediente Técnico “Diseño de muros de contención en gaviones en los márgenes derecho e izquierdo del Rio Moche, distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-27 a C-31:**

Tabla N° 11. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-27 a C- 31.

Características					
Físico - Mecánica	C - 27	C - 28	C - 29	C - 30	C - 31
Profundidad (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
Arena tamiz N° 4 - N° 200	56.80%	56.30%	61.70%	61.00%	61.00%
Finos tamiz < N° 200	43.20%	43.70%	38.30%	39.00%	39.00%
Límite líquido(LL)	33.76%	32.67%	26.30%	26.79%	27.45%
Límite Plástico (LP)	16.55%	16.38%	15.65%	15.51%	15.91%
Indicé Plástico (IP)	17.21%	16.29%	10.65%	11.28%	11.54%
Clasificación SUCS	SC	SC	SC	SC	SC
Clasificación AASHTO	A-6(3)	A-6(3)	A-6(3)	A-6(3)	A-6(3)
Humedad Natural	9.26%	9.82%	10.03%	11.25%	12.20%

Fuente: Expediente Técnico “Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva de Sun- Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad-2017”

➤ **Calicatas C-32 a C-34:**

Tabla N° 12. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-32 a C- 34.

Características			
Físico - Mecánica	C - 32	C - 33	C - 34
Profundidad (m)	0.20 - 3.00	0.20 - 3.00	0.20 - 3.00
Arena tamiz N° 4 - N° 200	71.60%	75.39%	57.35%
Finos tamiz < N° 200	28.40%	24.44%	42.60%
Límite Líquido(LL)	17.41%	18.18%	22.26%
límite Plástico (LP)	16.13%	16,61%	19.18%
Indicé Plástico (IP)	1.30%	1.57%	3.08%
Clasificación SUCS	SM	SM	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)	A-2- 4(0)	A-4(2)
Humedad Natural	16.98%	15.20%	19%

Fuente: Expediente Técnico “Rehabilitación y restitución de la institución educativa N° 80047 Ramiro Aurelio Ñique Espíritu, distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-35 a C-40:**

Tabla N° 13. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-35 a C-40.

Características						
Físico - Mecánica	C - 35	C - 36	C - 37	C - 38	C - 39	C - 40
Profundidad (m)	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00	0.00 - 3.00
Arena tamiz N° 4 - N° 200	97.44%	98.87%	98.39%	98.10%	97.84%	98.05%
Finos tamiz < N° 200	2.56%	1.13%	1.61%	1.90%	2.16%	1.95%
Límite Líquido(LL)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
límite Plástico (LP)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
Clasificación SUCS	SP	SP	SP	SP	SP	SP
Clasificación AASHTO	A-3-a (0)	A-3-a (0)	A-3-a (0)	A-3-a (0)	A-3-a (0)	A-3-a (0)
Humedad Natural	15.14%	0.76%	25.41%	1.04%	24.79%	22.6%

Fuente: Expediente Técnico “Diseño de la infraestructura educativa libertador Simón Bolívar Palacios del centro poblado las Delicias, distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-41:**

Tabla N° 14. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-41.

Características	
Físico - Mecánica	C - 41
Profundidad (m)	0.20 - 1.50
Arena tamiz N° 4 - N° 200	96.72%
Finos tamiz < N° 200	3.28%
Límite líquido(LL)	N.P
límite Plástico (LP)	N.P
Indicé Plástico (IP)	N.P
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3 (0)
Humedad Natural	2.87%

Fuente: Expediente

Técnico “Construcción de la infraestructura vial y peatonal de la AV. Juan Pablo II, sector Miramar, distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento La Libertad”

➤ **Calicatas C-42 a C-65:**

Tabla N° 15. Resultados de los Ensayos Estándar – calicata C-42 a C-65.

CALICATAS	PROF. (m)	Tamiz N° 4 (%)	Tamiz N°200 (%)	LL	LP	IP	AASHTO	SUCS	HUMEDAD NATURAL (%)
C-42	0.20-1.50	100.00	1.52	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	25.66
C-43	0.20-2.30	100.00	0.9	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	6.31
C-44	0.25-2.00	100.00	0.72	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	5.05
C-45	0.20-2.10	100.00	1.37	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.25
C-46	0.15-2.30	100.00	2.78	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.83
C-47	0.10-2.00	100.00	0.76	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	1.18
C-48	0.20-1.70	100.00	2.08	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	8.26
C-49	0.15-2.20	100.00	1.33	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.28
C-50	0.20-1.60	100.00	2.15	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	5.85
C-51	0.15-2.75	100.00	2.1	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.08
C-52	0.30-3.00	100.00	1.02	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.31
C-53	0.50-3.30	100.00	1.89	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.2
C-54	0.50-3.40	100.00	1.79	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.55
C-55	0.50-3.40	100.00	1.3	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.4
C-56	0.55-3.10	100.00	0.27	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.62
C-57	0.50-3.15	100.00	1.2	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	5.04
C-58	0.55-3.20	100.00	0.16	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.42
C-59	0.40-2.80	100.00	1.12	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.43
C-60	0.70-2.80	100.00	0.67	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	4.18
C-61	0.70-3.90	100.00	0.67	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	5.35
C-62	0.25-2.20	100.00	1.37	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	3.11
C-63	0.20-2.10	100.00	0.76	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.78
C-64	0.20-2.30	100.00	0.92	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.4
C-65	0.20-2.20	100.00	2.78	N.P	N.P	N.P	A-3(0)	SP	2.76

Fuente: Expediente Técnico “Microzonificación geotécnica y diseño de cimentaciones superficiales en el sector Taquila de las Delicias, distrito de Moche, provincia de Trujillo – La Libertad”

4.2.6 Determinación de la capacidad portante del suelo

Para calcular la capacidad portante del suelo en el área, se necesita de las propiedades del suelo y de sus dimensiones, al igual que el factor de seguridad para las fallas por corte, forma y profundidad de la cimentación.

4.2.6.1 Ecuación de Terzaghi

Para hallar la capacidad de carga en cuanto a cimentaciones superficiales fue Terzaghi quien presento una teoría completa teniendo: la cohesión y fricción del suelo, la sobrecarga hasta la profundidad de desplante, el peso específico y forma de la cimentación.

4.2.6.1.1 Cimentaciones continuas

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B N_\gamma$$

Donde:

c' = Cohesión del suelo

γ = Peso unitario del suelo

q = γD_f

N'_c , N'_q , N'_γ = Factores de capacidad de carga modificados en función del ángulo de fricción del suelo (ϕ).

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

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2)\tan \phi}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi$$

Donde:

$$K_{p\gamma} = 3 \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi + 33}{2} \right) = \text{coeficiente de empuje pasivo.}$$

Q_u = Capacidad de carga última bruta

4.2.6.1.2 Cimentaciones cuadradas

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

4.2.6.1.3 Cimentaciones circulares

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$$

4.2.6.1 Ecuación de Vesic

En 1975, las investigaciones de Vesic aportaron con los factores de forma, y la formula que se está utilizando, incluye los factores de forma S_c , S_q , S_γ . Por tanto, la ecuación para el cálculo de la capacidad de carga ultima (q_u), es:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

Donde:

Factores de forma (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Una vez obtenido la capacidad de carga ultima (q_u) y definido el factor de seguridad (F.S), se tiene como consecuencia el resultado de la capacidad de carga admisible (q_{adm}) del suelo. La ecuación es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Reemplazando los datos correspondientes a las condiciones de la cimentación, los datos obtenidos de los estudios de suelos y considerando la falla general por corte; se tiene como resultado la capacidad de carga admisible, indicada en la siguiente tabla:

Tabla N° 16. Resultados de la capacidad de carga admisible – cal. C-1 a C-65.

N° CALICATA	TIPO CIMENTACIÓN	B (m)	L (m)	qadm
C - 1	C. Rectangular	1.80	2.00	0.88Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.90Kg/cm2
C - 2	C. Rectangular	1.80	2.00	0.89Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.91Kg/cm2
C - 3	C. Rectangular	1.80	2.00	0.90Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.92Kg/cm2
C - 4	C. Rectangular	1.80	2.00	0.91Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.92Kg/cm2
C - 5	C. Rectangular	1.80	2.00	1.59 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.66Kg/cm2
C - 6	C. Rectangular	1.80	2.00	1.60 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.67Kg/cm2
C - 7	C. Rectangular	1.80	2.00	1.58Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.64Kg/cm2
C - 8	C. Rectangular	1.80	2.00	0.92 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.98Kg/cm2
C - 9	C. Corrida	1.00	-	2.64 Kg/cm2
	C. Cuadrada	0.80	0.80	1.25 Kg/cm
C - 10	C. Corrida	1.00	-	1.11Kg/cm2
	C. Cuadrada	1.20	1.20	3.63Kg/cm3
C - 11	C. Rectangular	1.80	2.00	2.45 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.36Kg/cm2
C - 12	C. Rectangular	1.80	2.00	2.40Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.49Kg/cm2
C - 13	C. Rectangular	1.80	2.00	2.39Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.49Kg/cm2
C - 14	C. Rectangular	1.80	2.00	2.38 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.40Kg/cm2
C - 15	C. Rectangular	1.80	2.00	2.31Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.50Kg/cm2
C - 16	C. Rectangular	1.80	2.00	2.40Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.52Kg/cm2
C - 17	C. Rectangular	1.80	2.00	2.43Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.38Kg/cm2
C - 18	C. Rectangular	1.80	2.00	2.20Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.10Kg/cm2

C - 19	C. Corrida	1.00	0.80	0.80 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.67Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.61Kg/cm ²
C - 20	C. Corrida	1.00	0.80	0.80 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.66Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.60Kg/cm ²
C - 21	C. Corrida	1.00	0.80	1.16 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.50Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	2.41Kg/cm ²
C - 22	C. Corrida	1.00	0.80	1.57 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	3.43Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	3.30Kg/cm ²
C - 23	C. Corrida	1.00	0.80	0.76Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.58Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.53Kg/cm ²
C - 24	C. Corrida	1.00	0.80	0.76Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.58Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.52Kg/cm ²
C - 25	C. Corrida	1.00	0.80	1.55Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	3.38Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	3.25Kg/cm ²
C - 26	C. Corrida	1.00	0.80	1.55Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	3.36Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	3.24Kg/cm ²
C - 27	C. Corrida	1.00	0.80	0.82Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.68Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.62Kg/cm ²
C - 28	C. Corrida	1.00	0.80	1.14 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	2.48Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	2.49Kg/cm ²
C - 29	C. Corrida	1.00	0.80	1.55 Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	3.40Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	3.28Kg/cm ²
C - 30	C. Corrida	1.00	0.80	0.78Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.60Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.55Kg/cm ²
C - 31	C. Corrida	1.00	0.80	0.77Kg/cm ²
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.57Kg/cm ²
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.51Kg/cm ²
C - 32	C. Corrida	0.60	1.50	0.81Kg/cm ²
	C. Circular	1.50	1.50	0.96 Kg/cm ²

	C. Cuadrada	1.50	1.50	0.98Kg/cm2
C - 33	C. Corrida	0.80	1.50	0.85Kg/cm2
	C. Circular	1.75	1.50	0.94 Kg/cm2
	C. Cuadrada	1.75	1.75	0.98Kg/cm2
C - 34	C. Corrida	1.00	1.50	0.88Kg/cm2
	C. Circular	2.00	1.50	0.93 Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.98Kg/cm2
C - 35	C. Corrida	1.00	-	0.75Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.58Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.51Kg/cm2
C - 36	C. Corrida	1.00	-	0.75Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.57Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.51Kg/cm2
C - 37	C. Corrida	1.00	-	0.79Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.60Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.60Kg/cm2
C - 38	C. Corrida	1.00	-	0.78Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.64Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.58Kg/cm2
C - 39	C. Corrida	1.00	-	0.77Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.60Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.54Kg/cm2
C - 40	C. Corrida	1.00	-	0.79Kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	1.65Kg/cm2
	C. Rectangular	1.80	2.00	1.59Kg/cm2
C - 41	C. Corrida	1.00	-	2.63Kg/cm2
	C. Cuadrada	0.80	0.80	1.22Kg/cm
C - 42	C. Corrida	0.60	-	0.53Kg/cm2
	C. Cuadrada	1.00	1.00	0.45Kg/cm2
C - 43	C. Corrida	0.80	-	0.58kg/cm2
	C. Cuadrada	1.20	1.20	0.47Kg/cm2
C - 44	C. Corrida	1.00	-	0.62kg/cm2
	C. Cuadrada	1.40	1.40	0.50Kg/cm2
C - 45	C. Corrida	1.20	-	0.65kg/cm2
	C. Cuadrada	1.60	1.60	0.52Kg/cm2
C - 46	C. Corrida	1.40	-	0.69kg/cm2
	C. Cuadrada	1.80	1.80	0.55Kg/cm2
C - 47	C. Corrida	1.60	-	0.72kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.57Kg/cm2
C - 48	C. Corrida	1.80	-	0.76kg/cm2
	C. Cuadrada	2.20	2.20	0.60Kg/cm2

C - 49	C. Corrida	2.00	-	0.79kg/cm2
	C. Cuadrada	2.40	2.40	0.62Kg/cm2
C - 50	C. Corrida	0.60	-	0.61kg/cm2
	C. Cuadrada	2.60	2.60	0.65Kg/cm2
C - 51	C. Corrida	0.80	-	0.65kg/cm2
	C. Cuadrada	2.80	2.80	0.67Kg/cm2
C - 52	C. Corrida	1.00	-	0.68kg/cm2
	C. Cuadrada	1.00	1.00	0.50Kg/cm2
C - 53	C. Corrida	1.20	-	0.72kg/cm2
	C. Cuadrada	1.20	1.20	0.53Kg/cm2
C - 54	C. Corrida	1.40	-	0.75kg/cm2
	C. Cuadrada	1.40	1.40	0.55Kg/cm2
C - 55	C. Corrida	1.60	-	0.79kg/cm2
	C. Cuadrada	1.60	1.60	0.58Kg/cm2
C - 56	C. Corrida	1.80	-	0.82kg/cm2
	C. Cuadrada	1.80	1.80	0.60Kg/cm2
C - 57	C. Corrida	2.00	-	0.86kg/cm2
	C. Cuadrada	2.00	2.00	0.62Kg/cm2
C - 58	C. Corrida	0.60	-	0.68kg/cm2
	C. Cuadrada	2.20	2.20	0.65Kg/cm2
C - 59	C. Corrida	0.80	-	0.71kg/cm2
	C. Cuadrada	2.40	2.40	0.67Kg/cm2
C - 60	C. Corrida	1.00	-	0.75kg/cm2
	C. Cuadrada	2.60	2.60	0.70Kg/cm2
C - 61	C. Corrida	1.20	-	0.78kg/cm2
	C. Cuadrada	2.80	2.80	0.72Kg/cm2
C - 62	C. Corrida	1.40	-	0.82kg/cm2
	C. Cuadrada	1.00	1.00	0.55Kg/cm2
C - 63	C. Corrida	1.60	-	0.86kg/cm2
	C. Cuadrada	1.20	1.20	0.58Kg/cm2
C - 64	C. Corrida	1.80	-	0.89kg/cm2
	C. Cuadrada	1.40	1.40	0.60Kg/cm2
C - 65	C. Corrida	2.00	-	0.93kg/cm2
	C. Cuadrada	1.60	1.60	0.63Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia, tomado de información recopilada de tesis y expedientes técnicos.

V. DISCUSIÓN

Los pozos exploratorios o calicatas en el plano del distrito de Moche se ubicaron 65 pozos exploratorios o calicatas que han sido distribuidos a lo largo del distrito de Moche. Similarmente en el estudio realizado por López y Robayo (2007), distribuyeron 135 calicatas en toda la zona. Esto se realiza con el fin de identificar las características físico - mecánicas que presenta el suelo para definir las zonas geotécnicas.

Las características físico- mecánicas más predominante en el distrito de Moche es el tipo de suelo (SP), según la clasificación de SUCS es arena mal graduada, por su clasificación AASHTO se encuentra el suelo en el tipo A-3 (0) y presenta un perfil tipo S3(Suelos Blandos). Estos resultados son similares a los encontrados por Gonzáles y Torres (2018), quienes obtuvieron como resultado que está caracterizado mayormente por el tipo de suelo (SP). Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, dentro de los suelos granulares, arena y suelos arenosos se encuentra el tipo de suelo (SP), descrito como arena mal graduada con grava poco o nada de material fino.

El mapa de microzonificación del distrito de Moche, dio como resultado la delimitación de IV zonas clasificadas por el tipo de suelo y la capacidad admisible de carga. Similarmente en los estudios realizados por Delgadillo (2014) y Luján (2018), también determinaron VI Zonas geotécnicas. la palabra Zonificación es la subdivisión de un área caracterizada por criterios ya establecidos, dando así una sectorización dependiendo de los resultados de esos criterios (Forero y Dueñas 1994). Esta clasificación nos dará una idea previa del tipo de suelo en cada zona identificada, el cual nos podría permitir diseñar una adecuada cimentación para las futuras construcciones.

VI. CONCLUSIONES

- En la investigación realizada se ubicaron 65 pozos exploratorios con una profundidad promedio de 2.20 m. distribuidos en toda el área del distrito de Moche.
- Las características físico – mecánicas nos permitieron subdividir el área de estudio en IV zonas. Consiguiendo como resultados la Zona I compuesto por suelos SP y SW y posee una capacidad admisible de carga que varía entre 0.45 kg/cm² hasta 3.36 kg/cm². La Zona II con arenas SM y SC, teniendo una capacidad admisible de carga que varía entre 0.76 kg/cm² hasta 2.49 kg/cm². La Zona III con suelos GW, GP y GM, con capacidad admisible de carga que varía entre 1.16 kg/cm² hasta 3.43 kg/cm². Y la Zona IV que está compuesto por suelos ML y CL, con capacidad admisible de carga que varía entre 0.88 kg/cm² hasta 2.52 kg/cm².
- En el mapa de microzonificación del distrito de Moche, se delimitaron IV zonas geotécnicas, esto permite tener una idea previa del tipo de suelo y la capacidad admisible de carga que se encuentran en cada zona identificada, el cual contribuirá a la elaboración de un adecuado diseño de cimentaciones, cabe destacar que la información de este mapa es referencial para las futuras construcciones.

VII. RECOMENDACIONES

- En la zona I se recomienda considerar el desarrollo de obras de sub drenaje o reforzamiento de los suelos, previo a la construcción de edificaciones que emitan grandes cargas, debido a sus niveles altos de napa freática.
- Se recomienda que en la zona IV debido a su tipo de suelo, deberá ser eliminado o remplazado por materiales granulares o afirmado antes de realizar un proyecto ingenieril, asimismo realizar una adecuada compactación por vibración para aumentar la capacidad de soportar cargas e impedir hundimientos de la estructura.
- Se recomienda a los ingenieros, constructores, consultores y propietarios revisar el mapa de microzonificación geotécnica del distrito de Moche sirva como referencia para edificar una vivienda de hasta 3 niveles por las características físico-mecánicas que presenta el suelo, para edificaciones mayores a 3 niveles se deberá elaborar su propio estudio de suelos según lo indicado en la norma.

REFERENCIAS

ASMAD B, Richard. Diseño de muros de contención en gaviones en los márgenes derecho e izquierdo del río Moche , distrito de Moche, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad- 2017.Tesis.La Libertad: Universidad César Vallejo.2017. pág. 328.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22984>

BLAKE, G Y HARTGE,K. Methods of Soil Analysis: Physical and Mineralogical Methods.[en línea]. Madison : Klute, 1986. [fecha de consulta: 08 de noviembre de 2019].

Disponible en: [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306607](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306607)

BORJA SUÁREZ, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros.[en línea] Chiclayo : s.n., 2012. pág. 38. [fecha de consulta: 17 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>

BRAJA M, Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.[en línea]. México : Cengage Learning Editores, 2013. pág. 305. Vol. 4ta Ed. [fecha de consulta: 17 de octubre de 2019]

Disponible en: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das

ISBN: 9786075193731.

CHAVEZ, José. Geotecnia.[en línea]. México : Unidad de Servicios Editoriales, 2008. pág. 75. Vol. 1era Ed. [fecha de consulta: 25 de septiembre de 2019]

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/338142886/131517870-Chavez-Aguirre-Geotecnia-pdf-pdf>

ISBN: 9703229905.

CONDORI, Miguel. Caracterización estratigráfica y microzonificación sísmica del distrito de Chimbote mediante el Ensayo MASW. Tesis(Título de Ingeniero Civil). Áncash:Universidad Nacional de San Agustín Arequipa. Chimbote, 2016. 69 pp.

Disponible:<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2816/GFconima.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CORNEJO, Sheyla y OLIVA, Gabriel. Microzonificación estática de suelos en los bloques: A-B-C-D del mercado Libertad (La Hermelinda) del distrito de Trujillo-2016.Revista de investigación[en línea]. Enero-Diciembre 2018,volumen 16,n.º 1. [Fecha de consulta:15 de septiembre de 2019].

Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/RTD/article/view/1948/1639>

ISSN: 2415-6760.

CORTÈS, Manuel y IGLESIAS,Miriam. Generalidades sobre Metodología de la Investigación[en línea].1 a. ed. 2004. [fecha de consulta: 15 de septiembre de 2019].

Disponible en: <http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/contenido2.pdf>

ISBN: 968-6624-87-2.

COTRINA VELASQUEZ, José Wilfredo. Zonificación geotécnica de los suelos de fundación mediante el ensayo de corte directo y DPL en la urbanización Los Girasoles - Jaén - 2016.Tesis(título de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, 2017. pág. 168.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1054>

CRAIG.Craig's soil mechanics[en línea].7 a.ed. London: Son Press, 2004.[fecha de consulta:15 octubre de 2019].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/203406527/Craig-s-Soil-Mechanics-0415327024> .

ISBN: 0203574419.

DAS, Braja. Advanced soil mechanics[en línea]. 3 a. ed. London : Taylor y Fancis Group, 2008.[fecha de consulta: 15 octubre de 2019].

Disponible en:
https://scholar.google.com.pe/scholar?q=Advanced+soil+mechanics&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

ISBN: 0203935845.

DELGADILLO, Rick. Microzonificación Geotécnica Sísmica del Distrito de Independencia-Lima[en línea]. Ayacucho : Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2014. [fecha de consulta: 13 octubre de 2019].

Disponible en:
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/INFORME%20INDEPENDENCIA.pdf>

DEL RÍO, Yorka. Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector la Curva del sun - Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación. provincia de Trujillo, La Libertad - 2017. Tesis.La libertad, Universidad César Vallejo. Trujillo : s.n., 2017. pág. 199,

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10226?show=full>

DUQUE, Gonzalo y ESCOBAR, Carlos. Geotecnia: Origen Formación Y Constitución Del Suelo, Físicoquímica De Las Arcillas[en línea]. Bogotá.[fecha de consult: 25 de octubre de 2019]

Disponible en:
https://www.academia.edu/39099343/ORIGEN_FORMACION_Y_CONSTITUCION_DEL_SUELO_FISICOQUIMICA_DE_LAS_ARCILLAS

FORERO, Carlos. Conceptos y Metodología Básica de Zonificación Geotécnica[en línea]. Medellín, 1994. [fecha de consult: 25 de octubre de 2019]

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/383847678/ZONIFICACION-GEOTECNICA>

GALVEZ, Carlos. Microzonificación Sísmica en los Sectores de Lampa y Batuco.Tesis (Título de Ingeniero Civil).Chile : Universidad de Chile, 2012. pág. 190.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111546>

GONZÁLES, Naysha y TORRES, Jean. Microzonificación geotécnica y diseño de cimentaciones superficiales en el sector Taquila de las Delicias, Distrito de Moche, Provincia de Trujillo - La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, 2018. pág. 288.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111547>

GROSSMAN, R and REINSCH, T. Methods of Soil Analysis: Physical Methods. Revista Científica [en línea]. Diciembre 2014. volumen 5. n°. 14. [fecha de consulta: 20 de noviembre de 2019].

Disponible en : [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1369606](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1369606)

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación [en línea]. 6 a. ed. : Interamericana editores, 2014. [fecha de consulta: 26 de octubre de 2019].

Disponible en: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf

ISBN: 9781456223960.

HOYOS, Fabián. Geotecnia [en línea]. Medellín, 2012. [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2019].

Disponible en: https://www.academia.edu/1329261/GEOTECNIA_DICCIONARIO_B%C3%81SICO

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos [en línea]. 2.a. ed. Mexico : Limusa, 2005. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/alejandrocarrillo19/mecanica-de-suelos-juarez-badillo-15294009>

ISBN: 9681800699.

LOPEZ , Lorena y ROBAYO, Fabio.Zonificación Geotécnica Preliminar del Casco Urbano del Municipio de Barrancabermeja,Tesis(Título de Ingeniero Civil). Santander. Bogotá : Universidad De Lasalle,2007. pág. 72.

Disponible en:
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15490/40011501.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

LUJÁN, Enrique. Utilización de Métodos Experimentales y de Simulación Numérica para el **estudio** de la Microzonificación Sísmica del distrito de Trujillo, provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú. Revista Ciencia y Tecnología[en línea],2018.volumen 14. n°,16.[fecha de consulta: 20 de septiembre de 2019].

Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2105>

ISSN: 1810-6781.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. Perú,2019

Municipalidad Distrital de Moche. (2019), Plano catastral del distrito de Moche, Moche, Perú.

MURTHY. Srinivasa. Geotechnical engineering principles and practices of soil mechanics and foundation engineering[en línea]. New Delhi : Chaitany graphics, 2002. pág. 1029.[fecha de consulta: 20 de noviembre de 2019].

Disponible en: https://www.academia.edu/36726049/Geotechnical_Engineering_Principles_and_Practices_of_Soil_Mechanics_and_Foundation_Engineering_Civil_and_Environmental_Engineering

ISBN: 0824708733.

NORMA ASTM. Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, Perú.

NORMA TÉCNICA PERUANA 339. 128.Suelos: Método de ensayo para el análisis granulométrico, Perú.

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.129. Suelos: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos, Perú.

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.134. Suelos: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), Perú.

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.143. Suelos: Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método de cono de arena, Perú.

ORDOÑEZ, Jorge. Zonificación Sísmica de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México, 2013. pág. 121.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/48394604.pdf>

OSORIO, Luisa. Zonificación de la Susceptibilidad del Terreno a los Deslizamientos. Caso de Estudio: Nariño. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Bogotá, 2019. pág. 97.

Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/72128/1/1030564924.2019.pdf>

PORRAS, Angel. Diseño de la infraestructura de la Institución Educativa Libertado Simón Bolívar Palacios del centro poblado Las Delicias- Distrito de Moche - Trujillo. Tesis. Universidad César Vallejo. Trujillo 2018. pág. 399.

Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_88103696ddee1fedf4754a604dc56895/Details

POWRIE, William. Soil Mechanics: Concepts and Applications [en línea]. 2ª ed. London: Taylor and Francis Group, 2004. [fecha de consulta: 09 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://epdf.pub/soil-mechanics-concepts-and-applications-2nd-edition.html>

ISBN: 0415311551.

SILVA, Hartley y TERÁN, Segundo. Estudio de microzonificación geotécnica empleando el penetrómetro dinámico liviano (dpl) en los sectores costeros de: salaverry, aurora diaz 1 y 2, fujimori y luis alberto sanchez del distrito de salaverry, provincia de trujillo-departamento de la libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. pág. 109.

Disponible

en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2050/1/RE_ING.CIVIL_HARTLEY.SILVA_SEGUNDO.TERAN_ESTUDIO.DE.MICROZONIFICACION.GEOTECNICA_DATOS_T046_70015511T.PDF

SMITH, Ian. 1988. Elements of soil mechanics. [ed.] 7.a.ed. Canada : Offices, 1988. pág. 494.

ISBN: 0632041269.

TERZAGHI, Karl. Theoretical Soil Mechanics. New York : John Wiley and Sons, INC, 1994. pág. 526.

VÁSQUEZ, Ana . Suelos De Fundación De La Ciudad De Punta Arenas, Región De Magallanes Y Antártica Chilena.Tesis(Título de Ingeniera Civil). Santiago de Chile , 2012. pág. 149.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102763>

VELAYARCE, Pedro. 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(Título de Ingeniería Civil). San Martín: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2018. pág. 199.

Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2937>

VERRUIJT, Arnold. Soil Mechanics. Estados Unidos : Delft University of Technology, 2001. pág. 340.

ISBN: 9783319611853.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla N° 01. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Microzonificación Geotécnica.	Se obtiene una procedencia referencial de estudios sobre las propiedades mecánicas y características físicas de los suelos, en donde se realizarán edificaciones que serán zonas de crecimiento. Es por ello que es indispensable realizar un estudio elemental de ingeniería para adquirir toda la información geotécnica del área de estudio. En estas exploraciones, las conclusiones que se adquieran van a permitir conocer cualitativamente y cuantitativamente el área de investigación proporcionando el uso adecuado que deben tener estas áreas. (Braja, 1985)	Estudio de las ramas de la geotecnia, mecánica de suelos; los cuales nos permitirán determinar las características y el comportamiento de los suelos para su aplicación posterior.	Mecánica de suelos	Clasificación SUCS	Cualitativa ordinal
				Capacidad portante	Cuantitativa de razón
				Granulometría	Cuantitativa de razón
				Ensayo de densidad y peso específico del suelo (gr)	Cuantitativa de razón
				Límite plástico y límite líquido (gr)	Cuantitativa de razón
				Contenido de Humedad (%)	Cuantitativa de razón
			Mapeo	Plano de Zonificación	Cualitativa ordinal
				Tipo de Zonas	Cualitativa ordinal

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Anexo 2: Ubicación del departamento de La Libertad en el Perú.



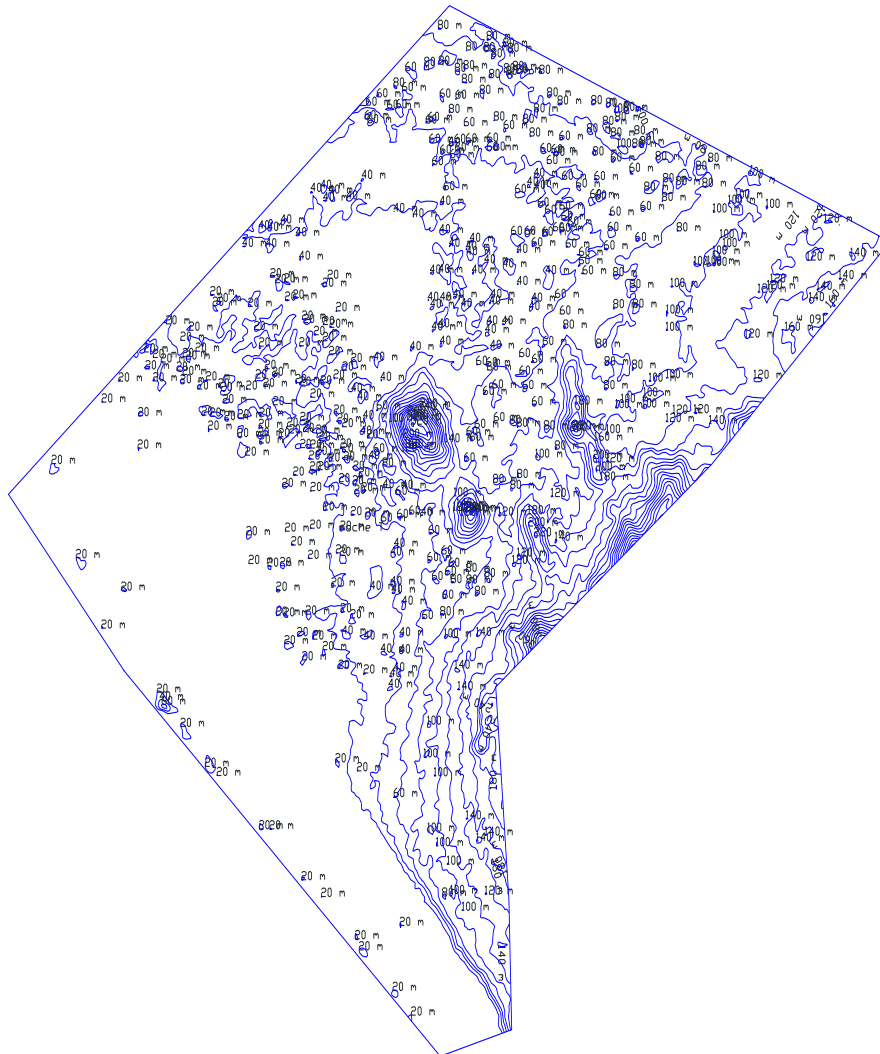
Anexo 3: Ubicación de la provincia de Trujillo en el departamento de La Libertad.



Anexo 4: Ubicación del distrito de Moche en la provincia de Trujillo.



Anexo 5: Plano topográfico del distrito de Moche.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TESISTAS :
- CARRANZA MEJÍA, Mery
- GARIBAY COSME, Chelsy Zenaida

TEMA : "Microzonificación geotécnica y mapeo del distrito de Moche -
provincia de Trujillo - departamento La Libertad."

LAMINA :

ASESOR : Mg. Luis Anibal Cerna Rondón

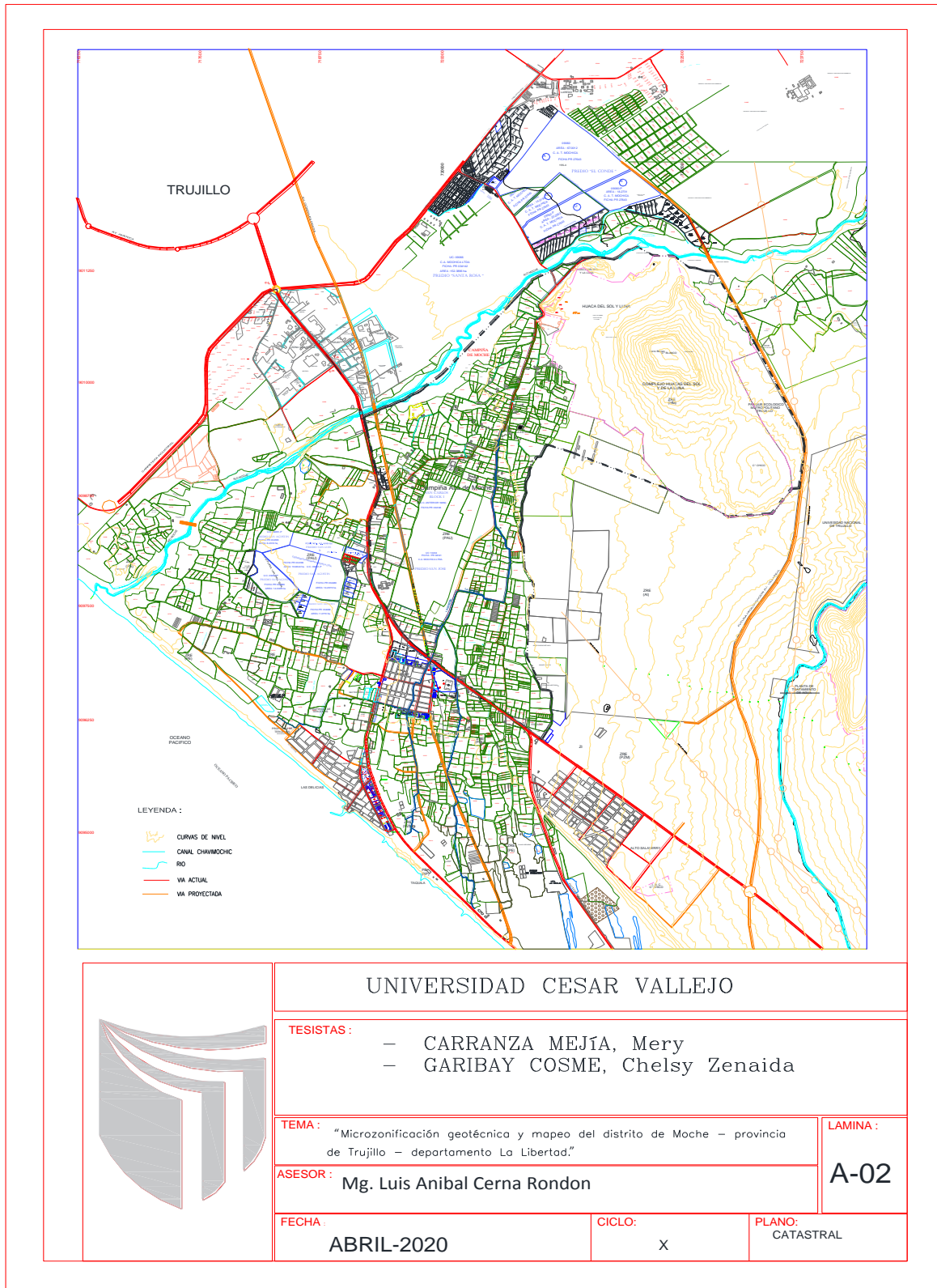
A-01

FECHA :
ABRIL-2020

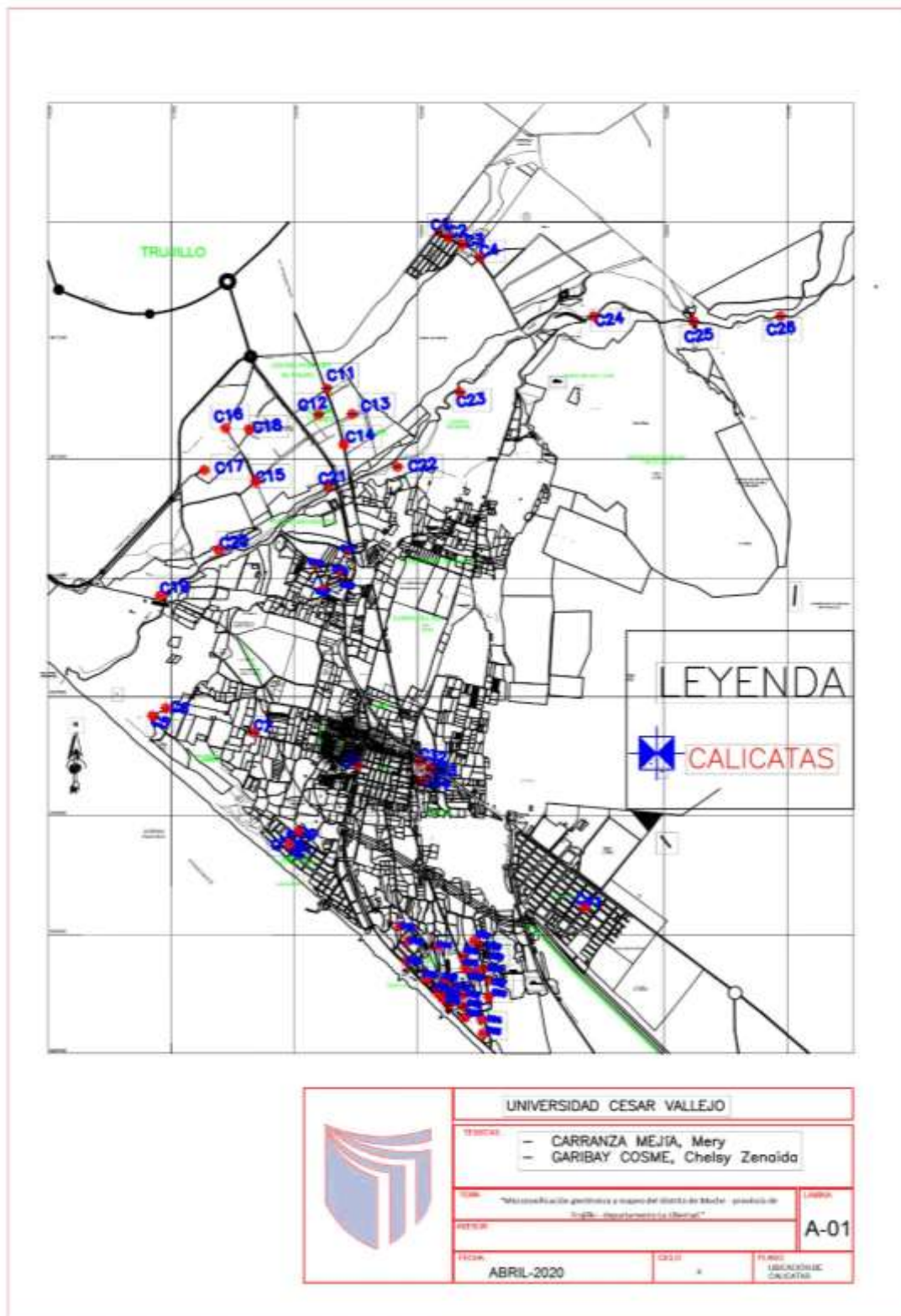
CICLO :
x

PLANO :
TOPOGRAFICO

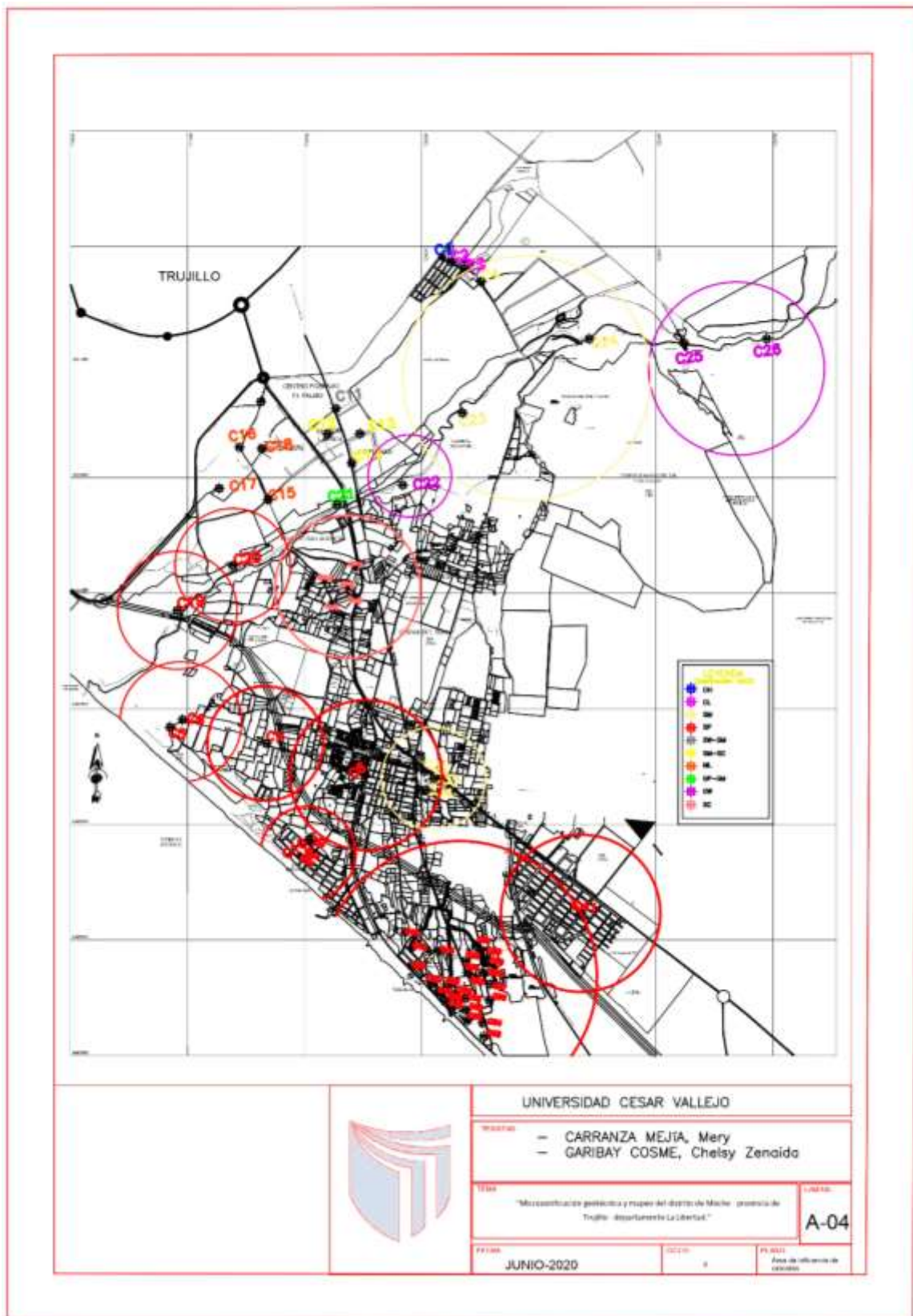
Anexo 6. Plano de catastral del distrito de Moche.



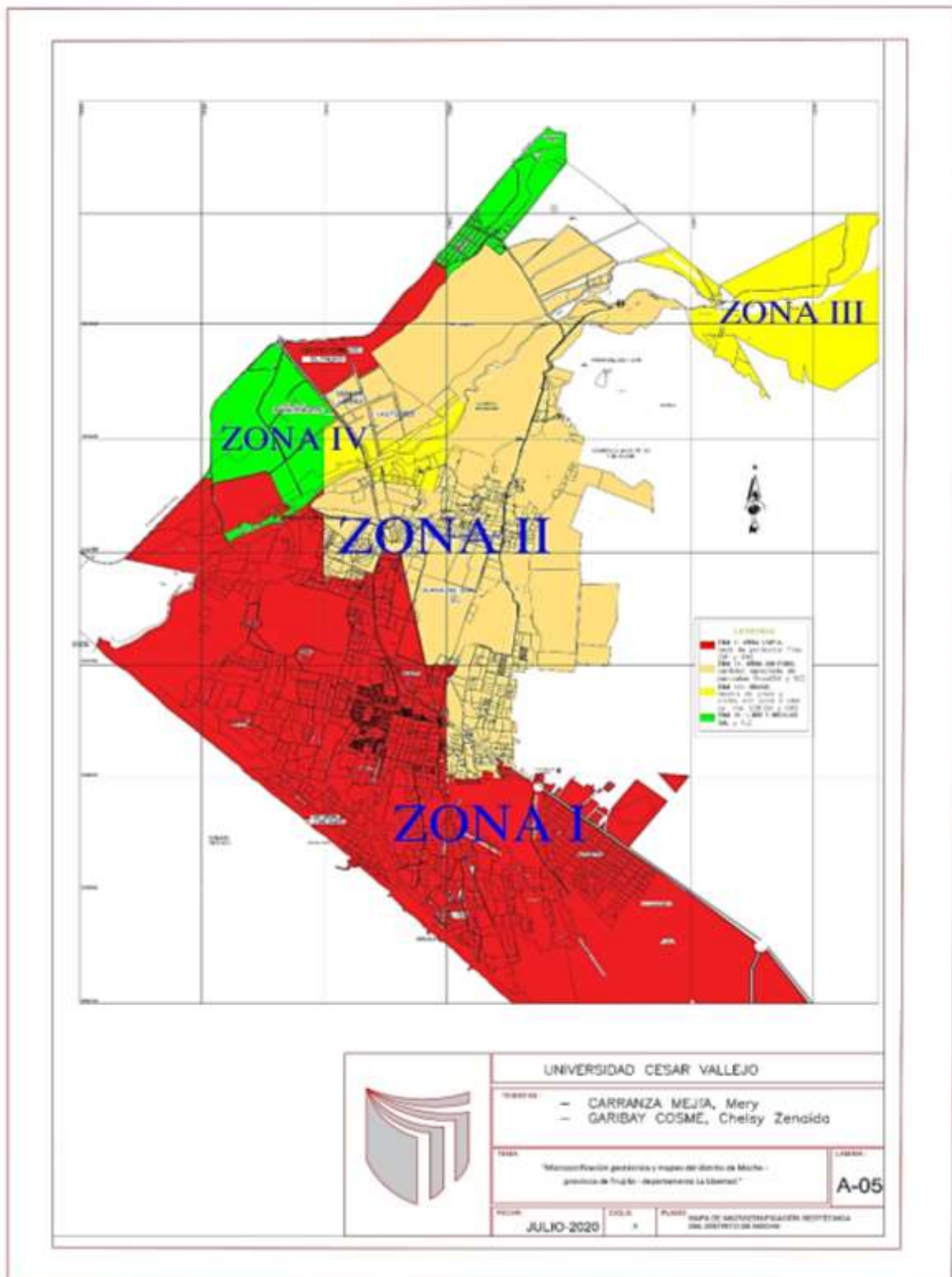
Anexo 7. Plano de ubicación de 65 calicatas en el distrito de Moche.



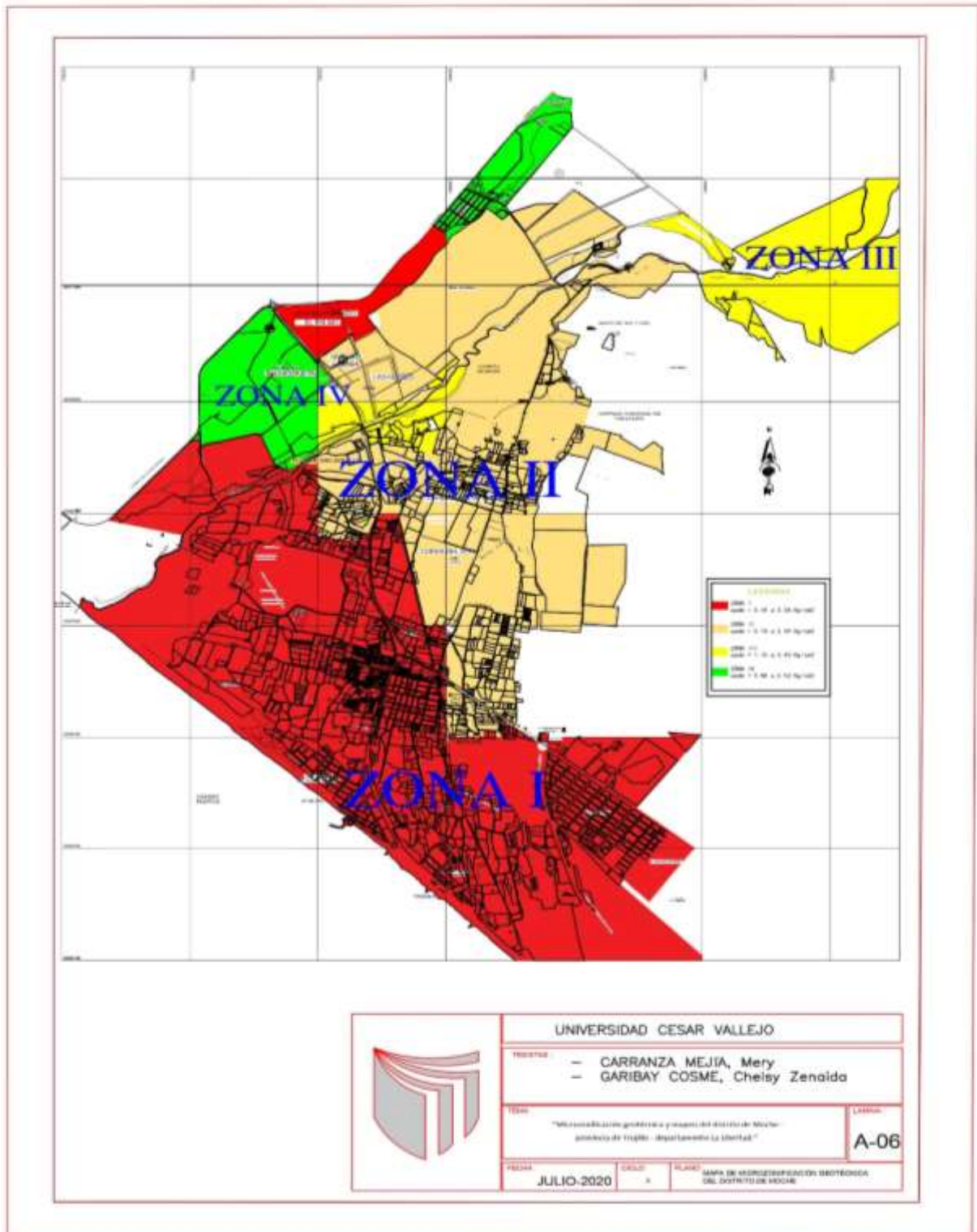
Anexo 8. Plano de área de influencia de las calicatas



Anexo 9. Mapa de Microzonificación geotécnica del distrito de Moche(SUCS).



Anexo 10. Mapa de Microzonificación geotécnica del distrito de Moche(qadm).



Anexo 11. Distribución del distrito de Moche por zonas (I, II, III, IV)

ZONA I	ZONA II	ZONA III
Moche pueblo	Curva de Sun	San Juan
Urb. El Paraíso	Huaca del sol y la tuna	La General
urb. San Isidro	Huaca del sol	Pisun
urb. Virgen de la puerta	Campaña de Moche	El Rosario
Centro Poblado Las Delicias	Pampas Industriales	
Centro Poblado Miramar	Asoc. Los Claves	
Unidad agropecuaria Mongoncillo	Unidad agropecuaria la Caña	
Caserío la Patera	Caserío la Esperanza	
Caserío Huabalito	Caserío Pisun	
Caserío la Barranca	Caserío Musibaya	
Caserío los Tallos	El Retiro	
Caserío Torres de San Borja	El Tanque	
Caserío la América	Huerequeque	
Caserío Huartaco	Bytin	
Asociación Cruce del Gallo	La Cobranza	
Asociación Santa Clara	El Coco	
Campaña baja de Moche	Bellavista	
La Línea	Choc choc	
Musibaya	La Fortuna	
Alto Salaverry	Chacarilla	
Taquila	La Caña	
Miramar	Las Flores	
Villa María		
Alfonso Ugarte		
Alto Moche		
Carrizo chico		
Los Muertos		
La Cruz		
El Muelle		
Choroval		

ZONA IV
Caserío el Carnero
La Toma
Jushape
Carrizo chico
La Barranca
La Cobranza