

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE GRADO

**EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA
ZONA SENKATA (URBANIZACIÓN “ATIPIRIS”) DISTRITO 8
DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO**

POSTULANTES:

UNIV. MAYDANA CARRILLO ADHEMAR

UNIV. ZÁRATE FLORES YAMEL MEDELIN

TUTOR:

ING. HERNÁN FLORES VILLCA

LA PAZ – BOLIVIA

2022



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

*A mis padres Teófilo y Adela quienes con su amor, paciencia y esfuerzo
me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más,
gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía,
de no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

Adhemar Maydana Carrillo

DEDICATORIA

*A Dios por darme la fuerza para continuar en este proceso
de obtener uno de mis anhelos más deseados.*

*A mis Padres Víctor y Brígida por todo el amor, trabajo y sacrificio,
por ser mi motivación más grande para concluir con éxito este Proyecto de Grado.*

A mis hermanos Kelly y Víctor por ser mi compañía y apoyo para seguir adelante.

A mi Yina, el angelito sin alas que se volvió parte de mi familia y de mi vida.

Y uno especial a Adhemar por su paciencia, cariño y amor incondicional.

Yamel Medellín Zárate Flores

AGRADECIMIENTOS

A mi querida madre, Adela Carrillo, mi eterna gratitud por todos los sacrificios que realizaste por mí, esos gestos jamás se borrarán de mi mente y siempre los tendré presente. Si hoy en día soy alguien profesional, se debe principalmente a ti, puesto que las lecciones más valiosas que adquirí, me las diste tú. Cuando sentía que todo se derrumbaba y que mis sueños se escapaban, me alentaste. Querida Mamita, desde siempre has sido mi fuente de inspiración. Que hayas dejado de lado tus ambiciones personales para apoyarme a cumplir las mías, es un gesto que jamás se borrará de mi mente. De igual forma, aprovecho la ocasión para ofrecerte mis sinceras disculpas si en alguna oportunidad te hice sufrir o llorar, sabes que nunca tendría la intención de herirte. Te amo con todas mis fuerzas.

Para mi padre Teófilo Maydana, soy consciente del esfuerzo, la dedicación y el sacrificio que has hecho durante tu vida para vernos crecer sanos y fuertes a mis hermanos y a mí. Tu apoyo ha sido incondicional en muchos momentos de mi vida, realmente no hubiera sabido que decidir si no hubiera sido por tu guía constante. Eres un ejemplo a seguir y te aseguro que siempre será así. Te amo papá.

A mi hermana Priscila pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mis las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

A mis hermanos Rodrigo y Wilmer por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mi sobrino Matías por sus grandes manifestaciones de afecto, por ser ese reloj en mi vida, porque el día que nació inicie mi travesía en esta hermosa carrera.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Un especial agradecimiento a mi novia Yamel, mi compañera incondicional de carrera y de proyecto de grado. Ella pues, siendo una motivación en mi vida encaminada al éxito, fue el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, el poder haber culminado a su lado este proyecto de grado con éxito, y poder disfrutar del privilegio de ser agradecido, ser grato con esa persona que se preocupó por mí en cada momento y que siempre quiso lo mejor para mí. Té agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de este proyecto, sino también para mi vida; eres mi inspiración y mi motivación. Te amo.

A todos mis amigos que estuvieron ahí presentes en toda mi etapa de mi vida universitaria, con los que pase momentos maravillosos experiencias inolvidables a su lado, gracias por hacer estos años de gran gozo y aprendizaje, Carlos Salazar, Carlos Miranda, Leonel, Rudy, Gabriel, Marco, Igor, Ian, Charly, Néstor, Guido y Javier

Adhemar Maydana Carrillo

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por el gran amor y la devoción que tienes a tus hijos, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como una persona de bien, y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla. Tus esfuerzos son impresionantes y tu amor es para mí invaluable. Agradezco todos los sacrificios que hiciste y sigues haciendo por la familia, por las lecciones que me diste y las que aprendí siguiendo tu ejemplo. Gracias por toda mi vida. Te amo mamá.

A mi padre, gracias por tu apoyo, la orientación que me has dado, por iluminar mi camino y darme la pauta para poder realizarme en mis estudios y mi vida. Agradezco los consejos sabios que en el momento exacto has sabido darme para no dejarme caer y enfrentar los momentos difíciles, por ayudarme a tomar las decisiones que me ayuden a balancear mi vida y sobre todo gracias por el amor tan grande que me das. Te amo papá.

A mi hermana, por tu empeño, tu constancia, tu entusiasmo y tus ganas de ser mejor, por todo el orgullo que sentimos cuando se trata de ti querida hermana, nos has brindado tantas alegrías y satisfacciones que el pecho se nos hincha de orgullo cuando salen a la luz tus logros, por ser mi ejemplo a seguir. Agradezco todo tu apoyo, esos abrazos en el momento que más lo necesite, el consejo que más me hacía falta, las charlas interminables y todos los bellos momentos que compartimos, por todo el cuidado que desde pequeña me diste. Te amo querida hermana.

A mi hermano, por ser mi cómplice y la persona en la que más confié, por todo tu cariño y tu apoyo, por darme las palabras de aliento y la fuerza para salir adelante, por ser la alegría de nuestro hogar y darnos así tantas satisfacciones y las que faltan ahora que inicias tu carrera universitaria que sé estará llena de éxitos. Agradezco toda la ayuda y los consejos que me has brindado, pero en especial toda la paciencia y comprensión que siempre has tenido conmigo, gracias por defenderme y cuidarme de todo querido hermano y por hacerme sentir que jamás estaré sola porque estarás tu ahí siempre conmigo. Te amo.

A esa persona tan especial, por todo el amor, cariño y comprensión, por ser mi inspiración y motivación en toda la etapa de mi vida universitaria, por el apoyo incondicional que me has brindado todos estos años, por el gran equipo que formamos no solo académicamente sino también de vida, por el humor que le pones siempre a cada situación, pero en especial por acercarme a Dios para que vayamos juntos de la mano teniéndolo como guía en cada paso que demos, agradezco toda tu paciencia y que con amor y comprensión me hayas enseñado a ser una mejor persona. Gracias Adhemar por ser la alegría que llego a mi vida. Te amo.

A mi tutor el Ing. Hernán Flores Villca quien con sus conocimientos y apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

A todos mis amigos y compañeros de la universidad por las buenas y malas experiencias que vivimos juntos, gracias por la amistad sincera y apoyo incondicional que siempre me han brindaron, Roberto Soldado, Narda Samo, Reyna Diaz, Jorge Gutiérrez, Laura Callisaya, Olivia, Daniel Vargas y Lidia Limachi.

Yamel Medelin Zárata Flores

RESUMEN

EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA ZONA SENKATA (URBANIZACIÓN “ATIPIRIS”) DISTRITO 8 DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO

Autores:

Adhemar Maydana Carrillo, CI.: 10931956 LP, Cel.: 76558521, Tel.: 22384966, Dir.: Av. San Pedro de Sorata Nro. 1672 Z. Munaypata.

Yamel Medelin Zárate Flores, CI.: 12423704 LP, Cel.: 79523346, Tel.: 22836629, Dir.: Av. Cochabamba Calle L Nro. 9 Z. San Luis.

El presente proyecto de grado tiene como propósito dar a conocer las características geotécnicas del suelo de la Zona Senkata, Urbanización Atipiris, Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, que servirá de referencia para la construcción de diferentes obras civiles, para esto, se realizó la excavación de 20 pozos según el área de trabajo de acuerdo a la Norma Boliviana para Estudios geológicos-geotécnicos de la ABIG (Asociación Boliviana de Ingeniería Geotécnica).

Se ha desarrollado los ensayos in situ de Penetración Normal S.P.T. y de Densidad Método Cono de Arena; los ensayos en laboratorio de Humedad Natural, granulometría por Tamizado, límites de Consistencia, Clasificación de suelos, Peso Específico, Corte Directo Rápido, Compactación Proctor Modificado, CBR y Permeabilidad de suelos, teniendo en cuenta las normas establecidas vigentes, estos ensayos han permitido determinar las propiedades geotécnicas del suelos, así como también el tipo de suelo y sus características.

La zona mostro predominancia de suelo tipo Grava con Arena, con poca presencia de material fino, un porcentaje de humedad medio de 5.05%, un índice de plasticidad menor a 7% lo que nos indica que se trata de un suelo de baja plasticidad, con un CBR comprendido entre 30% y 50% concluyendo que el material es apto para emplearse como capa base, una tensión admisible que varía entre 2.09 a 3.11 [Kg/cm²] catalogando así el área de estudio como buena, una permeabilidad baja por lo tanto la urbanización no tendrá problemas de filtración intensa para las construcciones futuras y un suelo menos propenso a deslizamientos determinado por el ensayo de corte. Se realizo el cálculo de capacidad de carga por el método de Terzaghi para dimensionar las zapatas de un Hospital de 3er Nivel que se encuentra en la proyección futura de la Urbanización. Se ha evidenciado la falta de una normativa actualizada referente a estudios de suelos en el país, y se ha visto que la normativa usada actualmente muestra criterios no bien definidos en cuanto a las profundidades, por lo que se recomienda considerar otras normas respecto a estudios geotécnicos y su profundidad de países vecinos.

ABSTRACT

EVALUATION AND GEOTECHNICAL CHARACTERIZATION OF THE SENKATA AREA (URBANIZATION "ATIPIRIS") DISTRICT 8 OF THE MUNICIPAL AUTONOMOUS GOVERNMENT OF EL ALTO

Authors:

Adhemar Maydana Carrillo, Cl.: 10931956 LP, Cell.: 76558521, Tel.: 22384966, Dir.: Ave. Saint Peter of Sorata Nro. 1672 Zone Munaypata.

Yamel Medelin Zárate Flores, Cl.: 12423704 LP, Cell.: 79523346, Tel.: 22836629, Dir.: Ave. Cochabamba St L Nro. 9 Zone Saint Louis.

The purpose of this degree project is to make known the geotechnical characteristics of the soil of the Senkata Zone, Atipiris Urbanization, District 8 of the Municipal Autonomous Government of El Alto, which will serve as a reference for the construction of different civil works, for this, it is carried out the excavation of 20 wells according to the work area in accordance with the Bolivian Standard for Geological-Geotechnical Studies of the ABIG (Bolivian Association of Geotechnical Engineering).

In situ tests of Normal Penetration S.P.T. and Density Method Sand Cone; Laboratory tests on Natural Humidity, Sieving granulometry, Consistency limits, Soil Classification, Specific Weight, Fast Direct Shear, Modified Proctor Compaction, CBR and Soil Permeability, taking into account the current established standards, these tests have made it possible to determine the geotechnical properties of the soil, as well as the type of soil and its characteristics.

The area showed a predominance of gravel with sand type soil, with little presence of fine material, an average humidity percentage of 5.05%, a plasticity index of less than 7%, which indicates that it is a low plasticity soil, with a CBR between 30% and 50% concluding that the material is suitable for use as a base layer, an admissible tension that varies between 2.09 to 3.11 [Kg/cm²] thus classifying the study area as good, a low permeability therefore the urbanization will not have intense seepage problems for future constructions and a less landslide-prone soil as determined by the shear test. The load capacity calculation was carried out by the Terzaghi method to size the footings of a 3rd Level Hospital that is in the future projection of the Urbanization. The lack of updated regulations regarding soil studies in the country has been evidenced, and it has been seen that the regulations currently used show criteria that are not well defined in terms of depths, so it is recommended to consider other regulations regarding geotechnical studies. and its depth from neighboring countries.



2 0 2 2 - T T E S - 5 2 - D - 2

**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-177/2022
La Paz, 7 de Febrero del 2022**

VISTOS:

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha 2 de Febrero del 2022, por YAMEL MEDELIN ZÁRATE FLORES con C.I. N° 12423704 LP y ADHEMAR MAYDANA CARRILLO con C.I. N° 10931956 LP, con número de trámite DA-57/2022, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: "EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA ZONA SENKATA (URBANIZACIÓN "ATIPIRIS") DISTRITO 8 DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO", cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

CONSIDERANDO

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios".

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial".



Oficina Central - La Paz
Av. Argentina, N° 1914,
Edif. Angélica María, entre
Villalobos y Díaz Romero,
zona Miraflores.
Tells.: 2195700 - 2195776
2195251 Fax: 2195700

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 29, Edif. Bicentenario.
Tells.: 3127751 - 72042936

Oficina - Cochabamba
Calle Chuquisaca, N° 649,
Piso 2, entre Arce y Lanza
zona Central - Noroeste.
Tells.: 4414403 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Lda. Piso 2, Of. 58,
zona 16 de Julio.
Tells.: 7141001 - 72043029

Oficina - Oruro
Calle Kilómetro 7, N° 366
casi esq. Urrutia Gollia,
zona Parque Bolívar.
Tells.: 72005873

Oficina - Tarija
Calle Ingavi, N° 385
entre Santa Cruz
y Méndez, zona
La Pampa.
Tells.: 72015286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre,
N° 5877, entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14 (Ex Banco Fie).
Tells.: 62020288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM, Salinas N° 343,
Primer Piso, Of. 17.

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los ciudadanos ...", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

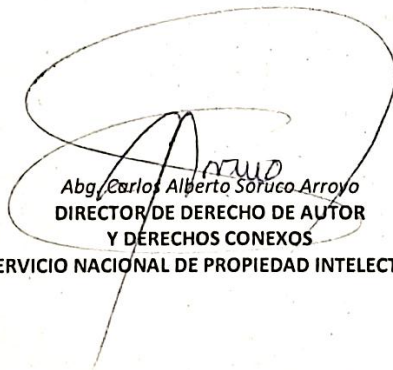
POR TANTO

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas

RESUELVE:

INSCRIBIR en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: "EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA ZONA SENKATA (URBANIZACIÓN "ATIPIRIS") DISTRITO 8 DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO", a favor de los autores y titulares: YAMEL MEDELIN ZÁRATE FLORES con C.I. N° 12423704 LP y ADHEMAR MAYDANA CARRILLO, con C.I. N° 10931956 LP, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Abg. Carlos Alberto Soruco Arroyo
DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR
Y DERECHOS CONEXOS

SERVICIO NACIONAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL



CASA/Me
c.c.Arch.

Oficina Central - La Paz
Av. Argentina, N° 1974,
Edif. Angélica María, entre
Villalobos y Díaz Romero,
zona Miraflores.
Telf.: 2195700 - 2195276
2192291 Fax: 2195700

Oficina - Santa Cruz
Av. Uruguay, Calle
prolongación Quijarro,
N° 39, Edif. Bicentenario.
Telf.: 317752 - 72043936

Oficina - Cochabamba
Calle Choquisaca, N° 649,
Piso 2, entre Antezana y Lanza
zona Central - Noroeste.
Telf.: 444469 - 72042957

Oficina - El Alto
Av. Juan Pablo II, N° 2560
Edif. Multicentro El Ceibo
Lda. Piso 2, Of. 58,
zona 16 de Julio.
Telf.: 2143001 - 72043029

Oficina - Choquisaca
Calle Kilómetro 7, N° 366
casal esp. Urrutagui,
zona Parque Bolívar.
Telf.: 72065873

Oficina - Tarija
Calle Ingavi, N° 385
entre Santa Cruz
y Méndez, zona
La Pampa.
Telf.: 7205286

Oficina - Oruro
Calle 6 de Octubre,
N° 5877, entre Ayacucho
y Junín, Galería Central,
Of. 14 (Ex Banco Fie).
Telf.: 6202288

Oficina - Potosí
Av. Villazón entre calles
Wenceslao Alba y San Alberto,
Edif. AM. Salinas N° 242,
Primer Piso, Of. 17.



ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES	2
1.4.1. ALCANCES	2
1.4.2. LIMITACIONES.....	3
1.5. METODOLOGIA.....	3
1.5.1. SOCIALIZACION	3
1.5.2. UBICACIÓN, NÚMERO Y PROFUNDIDAD DE POZOS	3
1.5.3. TOMA DE MUESTRAS.....	4
1.5.4. ENSAYOS IN SITU	4
1.5.5. TRABAJO EN LABORATORIO	4
1.5.6. TRABAJO EN GABINETE.....	4
1.5.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA.....	5
2.1.1. GEOLOGÍA.....	5
2.1.2. GEOLOGIA FÍSICA.....	5
2.1.3. GEOGNOSIA	6
2.1.4. GEOLOGIA HISTORICA	6
2.1.5. GEOLOGIA APLICADA.....	7
2.1.6. GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL.....	8
2.2. GEOLOGÍA DEL SUBSUELO.....	8
2.2.1. PERFIL GEOLOGICO.....	8
2.2.2. ESTRUCTURA GEOLOGICA	8
2.3. GEOTECNIA.....	9
2.4. TECTÓNICA DE PLACAS.....	10
2.5. ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS SUELOS.....	10
2.5.1. SUELO Y ROCA	10
2.5.2. FORMACIÓN DE SUELOS.....	11

2.6.	MECÁNICA DE SUELOS.....	13
2.6.1.	PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELO	13
2.6.2.	FASES, VOLÚMENES Y PESOS DE SUELO.....	15
2.6.3.	RELACIÓN PESO – VOLUMEN	16
2.6.4.	RELACIONES VOLUMÉTRICAS	17
2.6.4.1.	RELACIÓN DE VACIOS (e)	17
2.6.4.2.	COMPACIDAD RELATIVA (Cr) o DENSIDAD RELATIVA (Dr)	17
2.6.4.3.	POROSIDAD.....	18
2.6.4.4.	GRADO DE SATURACIÓN	18
2.6.5.	RELACIONES GRAVIMÉTRICAS	19
2.6.5.1.	PORCENTAJE DE HUMEDAD	19
2.7.	CLASIFICACIÓN DE SUELO.....	19
2.7.1.	CLASIFICACIÓN AASHTO	20
2.7.2.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS – SUCS.....	22
2.8.	CARACTERIZACIÓN FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO.....	23
2.8.1.	CONTENIDO DE HUMEDAD	23
2.8.2.	GRANULOMETRÍA.....	24
2.8.2.1.	Granulometría por Tamizado	26
2.8.2.2.	Curva Granulométrica	26
2.8.2.3.	Coefficiente de Uniformidad	27
2.8.2.4.	Coefficiente de Curvatura.....	27
2.8.3.	LIMITES DE ATTERBERG.....	28
2.8.3.1.	Límite Líquido	28
2.8.3.2.	Límite Plástico.....	29
2.8.3.3.	Índice de Plasticidad.....	29
2.8.4.	GRAVEDAD ESPECIFICA.....	30
2.8.5.	DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA.....	30
2.8.6.	CORTE DIRECTO	31
2.8.7.	COMPACTACIÓN- PROCTOR MODIFICADO	31
2.8.8.	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).....	32
2.8.9.	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT, ESTÁNDAR PENETRATION TEST).....	32
2.8.10.	CAPACIDAD PORTANTE	33
2.8.10.1.	Teoría de Terzaghi	34
2.8.10.2.	Factor de Seguridad.....	36

2.8.11.	PERMEABILIDAD	36
3.	MARCO PRÁCTICO	38
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	38
3.2.	EXTENSIÓN SUPERFICIAL	38
3.3.	ALTITUD	39
3.4.	DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO	39
3.4.1.	CLIMA, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN	39
3.5.	CONSIDERACIONES TOPOGRÁFICAS.....	40
3.6.	ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	41
3.7.	ASPECTOS GEOTÉCNICOS	42
3.8.	CONSIDERACIONES HIDROGRAFICAS	43
3.9.	EXPLORACIÓN DE LA URBANIZACIÓN	44
3.9.1.	UBICACIÓN DE LOS POZOS	45
3.9.2.	NÚMERO DE POZOS.....	46
3.9.3.	PROFUNDIDAD DE POZOS	47
3.9.4.	TIPO DE POZOS	48
3.9.5.	TOMA DE MUESTRA	49
3.10.	ENSAYOS IN SITU	50
3.10.1.	ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL S.P.T. (ASTM D1586-67 – AASHTO T206-70)	50
3.10.2.	ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA (ASTM D1556)	52
3.11.	ENSAYOS EN LABORATORIO	53
3.11.1.	ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216-98)	53
3.11.2.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D422-63–AASHTO T27-93).....	53
3.11.3.	ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA-LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO ASTM D423-66–AASHTO T89-68, LÍMITE PLÁSTICO ASTM D424-59–AASHTO T90-70)	55
3.11.3.1.	Límite Líquido	55
3.11.3.2.	Límite Plástico.....	56
3.11.4.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)	57
3.11.5.	ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D854-02–AASHTO T100-70).....	58
3.11.6.	ENSAYO DE CORTE DIRECTO RÁPIDO (ASTM D3080–AASHTO T236)	60
3.11.7.	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557).....	61
3.11.8.	ENSAYO DE CBR (ASTM D1883–AASHTO T193).....	63
3.11.9.	ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES MÉTODO DE CARGA CONSTANTE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66)	65

3.11.10.	ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS FINOS MÉTODO DE CARGA VARIABLE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66)	67
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	69
4.1.	MAPA DE UBICACIÓN DE LOS POZOS EN LA URBANIZACION ATIPIRIS	69
4.1.1.	COORDENADAS DE POZOS	70
4.2.	PLANILLAS RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	71
4.2.1.	ENSAYO DE HUMEDAD (HN: ASTM D2216-98; HH: ASTM D2216-98)	71
4.2.2.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D422-63–AASHTO T27-93).....	72
4.2.3.	ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA-LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO ASTM D423-66–AASHTO T89-68, LÍMITE PLÁSTICO ASTM D424-59–AASHTO T90-70)	73
4.2.4.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)	74
4.2.5.	ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D854-02–AASHTO T100-70).....	74
4.2.6.	ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA (ASTM D1556)	75
4.2.7.	ENSAYO DE CORTE DIRECTO RÁPIDO (ASTM D3080–AASHTO T236)	75
4.2.8.	ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557).....	75
4.2.9.	ENSAYO DE CBR (ASTM D1883–AASHTO T193).....	76
4.2.10.	ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL S.P.T. (ASTM D1586-67 – AASHTO T206-70)	76
4.2.11.	ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES MÉTODO DE CARGA CONSTANTE Y SUELOS FINOS MÉTODO DE CARGA VARIABLE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66).....	77
4.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENSIONES ADMISIBLES.....	77
4.4.	CAPACIDAD DE CARGA- MÉTODO ANALÍTICO TERZAGHI.....	78
4.5.	MAPAS TEMÁTICOS	81
4.5.1.	MAPA ELEVACIONES.....	81
4.5.2.	MAPA TOPOGRÁFICO	82
4.5.3.	MAPA DE HUMEDAD NATURAL.....	83
4.5.4.	MAPA DE HUMEDAD HIGROSCÓPICA	84
4.5.5.	MAPA DE LÍMITE LÍQUIDO	85
4.5.6.	MAPA DE LÍMITE PLASTICO	86
4.5.7.	MAPA DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD	87
4.5.8.	MAPA DE CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.....	88
4.5.9.	MAPA DE CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S.	89
4.5.10.	MAPA DE TENSIONES ADMISIBLES.....	90
4.6.	PERFILES GEOTÉCNICOS	91
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1.	CONCLUSIONES	95

5.2.	RECOMENDACIONES	97
5.3.	BIBLIOGRAFÍA	98
5.4.	ANEXOS.....	99

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	DISTRIBUCIÓN DE LA PLACAS TECTONICAS EN LA TIERRA	10
FIGURA 2.	TIPOS DE SUELO MAS COMUNES	11
FIGURA 3.	ESQUEMA DE SUELO.....	12
FIGURA 4.	ESQUEMA DE TAMAÑOS	13
FIGURA 5.	ESQUEMA DE ALGUNOS TIPOS DE ESTRUCTURA DE SUELO	15
FIGURA 6.	ESQUEMA DE UNA MUESTRA DE SUELO.....	16
FIGURA 7.	COMPACIDAD RELATIVA- ESTADO DE COMPACTACIÓN	18
FIGURA 8.	TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN	20
FIGURA 9.	ESQUEMA CLASIFICACIÓN A.S.S.T.H.O.	21
FIGURA 10.	TIPO DE SUELOS.....	22
FIGURA 11.	ESQUEMA CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA S.U.C.S.	23
FIGURA 12.	ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO (CLASIFICACIÓN SUCS)	24
FIGURA 13.	LIMITES PARA LOS SISTEMAS AASHTO- ASTM- SUCS	25
FIGURA 14.	ESQUEMA SUBDIVISIÓN DE SUELO GRUESO.....	25
FIGURA 15.	ESQUEMA SUBDIVISIÓN DE SUELO FINO	25
FIGURA 16.	ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN POR TAMAÑOS SEGÚN TAMIZ UTILIZADO	26
FIGURA 17.	DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.....	28
FIGURA 18.	ESQUEMA DE TENSIONES DE CORTE DIRECTO.....	31
FIGURA 19.	ESQUEMA DE ENSAYO DE S.P.T.	33
FIGURA 20.	Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación.....	34
FIGURA 21.	UBICACIÓN DE LA URBANIZACION ATIPIRIS	38
FIGURA 22.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (CLIMA)	39
FIGURA 23.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (PRECIPITACIÓN).....	40
FIGURA 24.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (TOPOGRAFIA)	41
FIGURA 25.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (GEOLOGÍA)	42
FIGURA 26.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (GEOMORFOLOGIA).....	43
FIGURA 27.	GRAFICA DEL DISTRITO 8 (HIDROGRAFIA).....	44
FIGURA 28.	UBICACIÓN DE LOS POZOS DENTRO DE LA URBANIZACIÓN ATIPIRIS DE LA ZONA SENKATA DEL DISTRITO 8 DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO.	45
FIGURA 29.	UBICACIÓN DE POZOS	69
FIGURA 30.	ELEVACIÓN HOSPITAL DEL SUR – EL ALTO	79
FIGURA 31.	PLANO DE UBICACIÓN DE ZAPATAS HOSPITAL DEL SUR – EL ALTO	79
FIGURA 32.	TRANSFERENCIA DE CARGA ESTRUCTURA- CIMIENTO	80

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA 1.	REUNIÓN DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
FOTOGRAFIA 2.	PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN DE POZOS.....	48
FOTOGRAFIA 3.	PROCESO DE EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA.....	48
FOTOGRAFIA 4.	TERMINADO DE EXCAVACIÓN MAQUINARIA.....	48
FOTOGRAFIA 5.	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	49
FOTOGRAFIA 6.	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	49
FOTOGRAFIA 7.	EQUIPO S.P.T.POR PUNTA	51
FOTOGRAFIA 8.	GOLPES PARA ENSAYO S.P.T.....	51
FOTOGRAFIA 9.	REGISTRO DE NÚMERO DE GOLPES.....	51
FOTOGRAFIA 10.	ELABORACION DEL ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA.....	52
FOTOGRAFIA 11.	MUESTRA HÚMEDA DE SUELO	53
FOTOGRAFIA 12.	MUESTRAS SECAS DE SUELO	53
FOTOGRAFIA 13.	PREPARACIÓN PARA TAMIZADO	54
FOTOGRAFIA 14.	TAMIZADO DE MUESTRAS DE SUELO	54
FOTOGRAFIA 15.	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.....	55
FOTOGRAFIA 16.	EQUIPO DE CASAGRANDE	56
FOTOGRAFIA 17.	PROCEDIMIENTO ENSAYO LIMITE PLÁSTICO.....	56
FOTOGRAFIA 18.	ESTADO DE LIMITE PLÁSTICO DE MUESTRAS	57
FOTOGRAFIA 19.	ESTADO DE LIMITE PLÁSTICO DE MUESTRAS NO PLÁSTICAS	57
FOTOGRAFIA 20.	MUESTRA EN EL PICNÓMETRO.....	59
FOTOGRAFIA 21.	PESO PICNÓMETRO MÁS MUESTRA.....	59
FOTOGRAFIA 22.	MUESTRAS LLEVADAS AL HORNO	59
FOTOGRAFIA 23.	PREPARACIÓN DE MUESTRAS.....	60
FOTOGRAFIA 24.	PROBETA DESPUÉS DE SER SOMETIDA A ENSAYO	61
FOTOGRAFIA 25.	EQUIPO PARA EL ENSAYO DE CORTE.....	61
FOTOGRAFIA 26.	PREPARACIÓN Y HUMECTACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	62
FOTOGRAFIA 27.	PROCESO DE COMPACTACIÓN	62
FOTOGRAFIA 28.	COMPACTACIÓN DE LA MUESTA.....	62
FOTOGRAFIA 29.	PREPARACIÓN DE MUESTRA	63
FOTOGRAFIA 30.	COMPACTACIÓN DE MOLDES (C.B.R.).....	64
FOTOGRAFIA 31.	LECTURA DE EXTENSÓMETRO	64
FOTOGRAFIA 32.	LECTURAS DEL DEFORMÍMETRO -PRENSA CBR.....	65
FOTOGRAFIA 33.	EQUIPO ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE	66
FOTOGRAFIA 34.	LLENADO DEL PERMEÁMETRO	66
FOTOGRAFIA 35.	REGISTRO DE PESO Y TEMPERATURA.....	67
FOTOGRAFIA 36.	PERMEAMETRO MÁS MUESTRA.....	68
FOTOGRAFIA 37.	MUESTRA DESALOJADA DEL PERMEAMETRO	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	ESQUEMA DE VALORES APROXIMADOS DE ALGUNOS TIPOS DE SUELOS	30
TABLA 2.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS CBR	32
TABLA 3.	FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	36
TABLA 4.	COORDENADAS DE POZOS REALIZADOS - PROY.: UTM - ZONA 19S	46
TABLA 5.	NUMERO DE POZOS DE ACUERDO A LA SUPERFICIE.....	46
TABLA 6.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA S.U.C.S.	57
TABLA 7.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA A.S.S.T.H.O.....	58
TABLA 8.	COORDENADAS DE POZOS	70
TABLA 9.	ENSAYO DE HUMEDAD	71
TABLA 10.	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA	72
TABLA 11.	ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG.....	73
TABLA 12.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	74
TABLA 13.	ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO.....	74
TABLA 14.	ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO.....	75
TABLA 15.	ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	75
TABLA 16.	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	75
TABLA 17.	ENSAYO DE C.B.R.	76
TABLA 18.	ENSAYO DE S.P.T.....	76
TABLA 19.	ENSAYO DE PERMEABILIDAD.....	77
TABLA 20.	RESUMEN DE DIMENSIONES DE ZAPTAS DEL HOSPITAL DEL SUR-EL ALTO.....	78
TABLA 21.	DATOS POZO 1.....	80
TABLA 22.	DIMENCIÓN DE ZAPATAS – MÉTODO TERZAGHI.....	80
TABLA 23.	CAPACIDAD DE CARGA - MÉTODO TERZAGHI	80

CAPITULO I

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se realizó con el propósito de conocer las características y propiedades físico mecánicas del suelo de la urbanización “Atipiris”, del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto, la información obtenida servirá como una aproximación a las condiciones geológico - geotécnicas de la urbanización Atipiris y en ninguna circunstancia podrá ser tomado como estudio geotécnico definitivo. Por tal razón los resultados obtenidos deberán ser empleados como orientación y prevención.

Debido a la extensión de la ciudad de El Alto, se hace imperiosa la necesidad de zonificar las áreas donde a futuro se asentarán edificaciones nuevas, lo cual permitirá tener una apreciación general sobre la amplitud y limitaciones para el desarrollo de la comunidad.

El desarrollo de la evaluación y caracterización geotécnica planteada se elaboró siguiendo el orden de las siguientes etapas:

- Reconocimiento de la zona para luego tener un mapeo general y evaluar la distribución de los pozos.
- Brindar información a los vecinos sobre el estudio que se realizaría.
- Excavación de los pozos previamente marcados y uniformemente distribuidos en áreas de equipamiento, calles y avenidas, al mismo tiempo realizar el muestreo de cada pozo para los ensayos en laboratorio cuidando la humedad natural, evitando que el suelo llegue alterado.
- Ejecución de los ensayos en el laboratorio de suelos y hormigón “Almirón”.
- Trabajo de gabinete para la obtención de resultado.

El presente proyecto de grado permite aplicar los conocimientos adquiridos en el proceso de aprendizaje de la carrera de ingeniería civil. La obtención de parámetros de suelos y la caracterización geotécnica prueba los conocimientos adquiridos especialmente en las materias de Mecánica de Suelos y Laboratorio, Geología Aplicada y Fundaciones. Además, se hará uso de herramientas como las normas vigentes para estudios, la interpretación de valores reales de laboratorio e insitu.

1.2. ANTECEDENTES

En estos últimos años la ciudad de El Alto se ha expandido de una manera acelerada, esto debido a que la población va creciendo cada año y de esta manera surge la necesidad de buscar nuevos lugares para asentarse.

Estas construcciones carecen de información sobre las condiciones naturales, geológicas y geotécnicas del suelo en el que se está construyendo, sin precaución y sin las consideraciones apropiadas corren el riesgo de ser causales de hechos lamentables. Este estudio es de alto interés debido a que esta zona está en pleno crecimiento para su mejora además que la urbanización tiene proyectado la construcción de un hospital de 3er nivel ubicada en la plaza principal de Atipiris, la ampliación de su sede social y asfaltado de sus calles.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización Atipiris), del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal De El Alto, de acuerdo a la Norma Boliviana para Estudios geológicos-geotécnicos de la ABIG (Asociación Boliviana de Ingeniería Geotécnica).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificar el suelo de la urbanización Atipiris, del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal De El Alto.
- Caracterizar el comportamiento físico mecánico de los suelos pertenecientes a la urbanización Atipiris, del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal De El Alto.
- Obtener propiedades del sector de estudio tales como: Densidad, humedad, Granulometría, límites de atterberg, peso específico, capacidad de soporte, ángulo de Fricción interna, cohesión, y algunos parámetros para caminos: Densidad en sitio, compactación Proctor, CBR, a través de los ensayos correspondientes ya sean de laboratorio o en algún caso ensayos in situ.
- Establecer la zonificación y determinar si existen áreas de riesgo pertenecientes a la zona de estudio.
- Dimensionar los cimientos de un hospital de 3er nivel evaluando la capacidad de carga por medio del método analítico de Terzaghi.
- A través del programa ArcGIS se realizará la caracterización digital (mapas temáticos) de los parámetros Geotécnicos del sector estudiado para así obtener la información de manera rápida y precisa.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1. ALCANCES

El presente proyecto permitirá conocer de forma general el tipo de suelo y las características geotécnicas de la zona, para esto se realizaron 20 pozos a cielo abierto distribuidos en el área de estudio, lo que permitió analizar si es conveniente realizar algún tipo de obra como: enlosetados, pavimentos de calles, avenidas, además de edificios menores, muros de contención, sistema de alcantarillado, etc.

1.4.2. LIMITACIONES

Se realizó la excavación de los pozos desde la superficie hasta una profundidad de 1.5 metros no encontrándose el nivel freático, el estudio a este nivel permitirá conocer de forma preliminar el tipo de suelo de la zona, no se realizó estudios a mayor profundidad ni tampoco una cantidad de ensayos mayor a la prevista por la norma esto debido a la limitación económica para adquirir el equipo de perforación, al ser un proyecto académico la principal limitante es el económico y el alquiler del equipo de perforación denotaba una demanda económica considerable para el proyecto.

1.5. METODOLOGIA

La metodología propuesta para este proyecto ayudara a optimizar los recursos, mejorar la calidad y establecer prioridades con respecto a los trabajos a realizar y es la siguiente:

1.5.1. SOCIALIZACION

Informar a la urbanización de Atipiris los objetivos del proyecto a realizar y los beneficios que tendría para la urbanización, se brindó esta información a los vecinos en la reunión mensual que se llevó a cabo en la Sede Social provisional de la urbanización.



FOTOGRAFIA 1. REUNIÓN DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

Fuente: Elaboración Propia.

1.5.2. UBICACIÓN, NÚMERO Y PROFUNDIDAD DE POZOS

Antes de realizar las excavaciones se determinó la ubicación de los pozos, distribuidos uniformemente para que abarquen toda la zona para obtener una información fidedigna, general y completa del área de estudio. El número

de pozos fue determinado de acuerdo a la norma A.B.I.G. (Asociación Boliviana de Ingeniería Geotécnica). La profundidad de pozos se realizó de acuerdo a las limitaciones del proyecto.

1.5.3. TOMA DE MUESTRAS

Para que las muestras lleguen al laboratorio y sean analizadas con la información correcta es muy importante que estas permanezcan inalteradas, por ello, la obtención de cada muestra se la realizó en bolsas plásticas para conservar su humedad y fueron identificadas debidamente con los siguientes datos: Nro. de pozo, fecha de muestreo, profundidad de pozo y responsable del muestreo.

1.5.4. ENSAYOS IN SITU

Posterior a la toma de muestras, los ensayos in situ que se realizaron fueron el de Penetración Normal S.P.T. y el ensayo de Densidad por el Método de Cono de Arena.

1.5.5. TRABAJO EN LABORATORIO

Una vez recolectada las muestras, las mismas fueron trasladadas al laboratorio para su respectivo ensayo.

1.5.6. TRABAJO EN GABINETE

Obtenidos los datos e información de los ensayos in situ y en laboratorio, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, que consiste en el cálculo de parámetros, estos se realizaron mediante la elaboración de planillas con el formato de cálculos indicados por las normas en consideración, cálculo de capacidad de carga mediante métodos analíticos, perfiles geotécnicos y la elaboración de mapas temáticos.

1.5.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez calculados los parámetros de cada ensayo, se realizó un análisis correspondiente a la caracterización geotécnica del suelo y al cálculo de capacidad de carga por un método analítico. Se procedió a la elaboración de los mapas geotécnicos para obtener la zonificación del área de estudio de forma gráfica y digital a escala de colores, también se graficaron los perfiles geológicos para observar las condiciones en que se tomaron las muestras, para así conocer la estructura geológica del terreno.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA GEOLOGÍA

2.1.1. GEOLOGÍA

La Geología es la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua...), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente. La Geología es una ciencia básica y fundamental para atender las necesidades de la sociedad. Su impacto en nuestras vidas es directo y absoluto. La geología (del griego geo= tierra, y logo=estudio), por lo tanto, se define como la ciencia que estudia la tierra en sus diversos aspectos, el material del cual este compuesto, su mecanismo de formación, los cambios o alteraciones que han sufrido desde su origen, y estructura que tiene en el actual estado.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 1).

Para su estudio la geología ha sido dividida en:

- Geología física
- Geognosia
- Geología histórica
- Geología aplicada

2.1.2. GEOLOGIA FÍSICA

Estudia los agentes y procesos que originan cambios en la tierra y se divide en:

FISIOGRAFÍA. - Estudia y describen los rasgos físicos de la superficie terrestre es decir el relieve terrestre y los agentes que lo estructura y los demás fenómenos que ocurren en ella.

GEOMORFOLOGÍA. - La Geomorfología tiene por objeto la descripción y la explicación del relieve terrestre, continental y marino, como resultado de la interferencia de los agentes atmosféricos sobre la superficie terrestre.

GEODINÁMICA. - Trata de los agentes o fuerzas (internas y externas) que intervienen en los procesos dinámicos de la Tierra.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL. - Estudia a la corteza terrestre, sus estructuras y su relación en las rocas que las contienen. Estudia la geometría de las formaciones rocosas y la posición en que aparecen en superficie.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 2).

2.1.3. GEOGNOSIA

Estudia la distribución y la abundancia de los elementos constitutivos en las distintas partes de la corteza terrestre. Se subdivide en:

GEOLOGÍA QUÍMICA. - Llamada también geoquímica estudia la composición y el comportamiento químico de la Tierra, determinando la abundancia de los elementos químicos. su distribución y migración de los elementos entre las diferentes partes que conforman la Tierra (hidrosfera, atmósfera, biosfera y litosfera).

MINERALOGÍA. - La mineralogía estudia las propiedades físicas y químicas, estructuras internas, composición y clasificación de los minerales que se encuentran en el planeta en sus diferentes estados de agregación.

PETROLOGÍA. - La petrología es ciencia geológica que consiste en el estudio de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas, espaciales y cronológicas de las asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su origen, formación y composición.

PETROGRAFÍA. - Se ocupa de la descripción de las rocas, de su contenido mineral y su textura. Además de la clasificación de las rocas.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 2).

2.1.4. GEOLOGIA HISTORICA

Esta rama de la geología estudia las transformaciones que ha sufrido la Tierra desde su formación, hace unos 4.500 millones de años, hasta el presente. Para establecer un marco temporal absoluto, los geólogos han desarrollado una cronología a escala planetaria dividida en eones, eras, periodos, épocas y edades. Esta escala se basa en los grandes eventos biológicos y geológicos. Esta se subdivide en:

ESTRATIGRAFÍA. - La estratigrafía es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas estratificadas, además de la identificación, descripción, correlación y ambiente de depositación. tanto vertical como horizontal de las diferentes unidades estratificadas de rocas.

PALEONTOLOGÍA. - La Paleontología es la ciencia que estudia e interpreta el pasado de la vida animal y vegetal sobre la Tierra a través de los fósiles. Parte de sus fundamentos y métodos son compartidos con la Biología. Entre

sus objetivos están, además de la reconstrucción de los seres vivos pretéritos, el estudio de su origen, de sus cambios en el tiempo (evolución y filogenia), de las relaciones entre ellos y con su entorno (paleoecología, evolución de la biosfera), de su distribución espacial y migraciones (paleo biogeografía), de las extinciones, de los procesos de fosilización (tafonomía) o de la correlación y datación de las rocas que los contienen (bioestratigrafía).

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 2).

2.1.5. GEOLOGIA APLICADA

Es la rama que estudia a la geología con un criterio práctico de aplicación al aprovechamiento de los recursos naturales y como ciencia auxiliar de otros tal como la Ingeniería. Comprende la aplicación de los conocimientos de la Geología a la resolución de los problemas que plantean los proyectos, la construcción y la conservación de las obras de ingeniería civil. (Puertos, autopistas, canales, presas, centrales nucleares, grandes edificios). Esta rama se subdivide en:

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO. - En la geología del petróleo se combinan diversos métodos o técnicas exploratorias para seleccionar las mejores oportunidades para encontrar Hidrocarburos (Petróleo y Gas).

GEOLOGÍA DE MINAS. - Estudia la formación, concentración y génesis de los yacimientos minerales que existen en la corteza terrestre, así como la evaluación, exploración y explotación de estos.

HIDROGEOLOGÍA. - Comprende el estudio y aplicación de los conocimientos geológicos al aprovechamiento de las aguas naturales, subterráneas o superficiales. Estudia lo relacionado con su origen, su circulación, sus condicionamientos geológicos, su interacción con los suelos, rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas) y su captación.

GEOTECNIA. - Esta rama consiste en el aporte de los elementos de la ingeniería para resolver los problemas que el medio natural plantea a una construcción; en particular, estudio mediante técnicas de cimentación, el comportamiento mecánico del subsuelo y la edificación.

GEOFÍSICA. - La geofísica es la ciencia que se encarga del estudio de la Tierra desde el punto de vista de la física. Las mediciones geofísicas se efectúan en la superficie terrestre, son muchos los métodos empleados. Los más generalizados son: Prospección gravimétrica (diferencias locales de densidad). Prospección magnética (anomalías magnéticas). Prospección eléctrica (conductividad eléctrica, polarización espontánea). Prospección sísmica (refracción y reflexión de ondas sísmicas). Prospección radiactiva (contenido en elementos radiactivos naturales o por activación).

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 3).

2.1.6. GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERÍA CIVIL

La ingeniería geológica es la ciencia aplicada al estudio y solución de los problemas de la ingeniería civil y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico. El fin de la ingeniería geológica es asegurar que los factores geológicos condicionantes de las obras de ingeniería sean tenidos en cuenta e interpretados adecuadamente, así como evitar o mitigar las consecuencias de los riesgos geológicos.

La ingeniería geológica surge con el desarrollo de las grandes obras públicas y el crecimiento urbano, diferenciándose como especialidad de la geología a mediados del siglo XX. La rotura de algunas presas por causas geológicas y sus graves consecuencias, incluyendo la pérdida de cientos de vidas humanas, como la presa de San Francisco (California, 1928), la de Vajont (Italia, 1963) y la de Malpasset (Francia, 1959), los deslizamientos durante la construcción del Canal de Panamá en las primeras décadas del siglo, o las roturas de taludes en los ferrocarriles suecos en 1912, fueron algunos de los hitos que marcaron la necesidad de llevar a cabo estudios geológicos aplicados a la ingeniería civil.

(Ing. Juan Francisco Bernaldo Sabuco, Geología Aplicado a la Ingeniería Civil).

2.2. GEOLOGÍA DEL SUBSUELO

2.2.1. PERFIL GEOLOGICO

Un perfil geológico es la reconstrucción en profundidad de la estructura geológica de una zona. Un perfil o corte geológico puede definirse como una sección vertical o perfil interpretativo de la geología superficial, para cuya realización se utilizan los datos obtenidos en el terreno. Es decir, un corte geológico es la interpretación de la información geológica disponible de una zona, representada en un corte o sección. Geométricamente un corte geológico puede definirse como la intersección de los elementos y estructuras geológicas en un plano vertical que contiene a la línea de corte considerada. El corte geológico tiene como base el perfil topográfico, es decir el corte geológico está limitado por la parte superior por el corte topográfico por donde pasa a realizar.

(Ing. Tupak Obando, El perfil o corte 1geologico, Pág. 2).

2.2.2. ESTRUCTURA GEOLOGICA

La tierra es un planeta dinámico, las fuerzas tectónicas deforman las rocas de la corteza. Entre las evidencias que demuestran la actuación de fuerzas enormes dentro de la tierra se cuentan los miles de kilómetros de estratos rocosos que han sufrido deformación, vale decir están doblados (plegamientos), volcados (fallamientos), y a veces

muy fracturados (diaclasamiento). Las rocas deformadas forman estructuras de deformación. El estudio de las estructuras deformadas se denomina Geología estructural. El geólogo estructural estudia las estructuras deformadas, la orientación de los pliegues y las fallas; pueden deducir la historia de deformación de la corteza y a menudo determinar el ambiente geológico original, además de la naturaleza y dirección de las fuerzas que produjeron esas estructuras rocosas.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 33).

Las deformaciones que se producen en la tierra tienen la siguiente clasificación:

FALLAS. - Cuando dos bloques de la corteza se mueven relativamente, una falla se forma entre ellos. La formación de fallas es un proceso bastante rápido, el cual está asociado a la ocurrencia de terremotos.

DIACLASAS O FRACTURAS. - Las diaclasas son superficies de fracturación o rotura de la roca a favor de las cuales el desplazamiento no ha existido o ha sido muy pequeño. Afectan a cualquier tipo de rocas, y suelen aparecer como planos paralelos entre si cuando corresponden a una misma familia.

PLIEGUES. - Cuando la roca está sometida a fuerzas de compresión se deforma, el resultado de la deformación es una roca plegada.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Geología Aplicada, Pág. 36).

2.3. GEOTECNIA

La Geotecnia es la rama de la Ingeniería que se ocupa del estudio de la interacción de las construcciones con el terreno. Se trata por tanto de una disciplina no sólo de la Ingeniería Civil, sino también de otras actividades, como la Arquitectura y la Ingeniería Minera, que guardan relación directa con el terreno.

Los problemas geotécnicos básicos son:

- **EL TERRENO COMO CIMIENTO.** - Todas las obras deben apoyarse en el terreno; debe por tanto definirse la forma de este apoyo, y la transmisión de cargas de la estructura al terreno, para lo que debe estudiarse la deformabilidad y resistencia de éste.
- **EL TERRENO COMO PRODUCTOR DE CARGAS.** - En ocasiones, para crear un desnivel, o con otro motivo, se construyen estructuras cuyo fin es contener el terreno (p. ej., muros de contención, revestimientos de túneles); para su dimensionamiento, debe calcularse la magnitud y distribución de los empujes ejercidos por el terreno.

- **EL TERRENO COMO PROPIA ESTRUCTURA.** - Otras veces, para crear un desnivel no se construye una estructura de contención, sino que se deja al propio terreno en talud; debe en este caso estudiarse la inclinación que debe darse a este talud para garantizar su estabilidad.
- **EL TERRENO COMO MATERIAL.** - En obras de tierra (rellenos, terraplenes, presas de materiales sueltos), el terreno es el material de construcción, por lo que deben conocerse sus propiedades, y la influencia que en ellas tiene el método de colocación (compactación).

(Grupo Geotecnia-Universidad de Cantabria, *Introducción a la Geotecnia*, Pág. 1).

2.4. TECTÓNICA DE PLACAS

La tectónica de placas (del griego tekton “el que constituye”) es la teoría científica que establece que la litosfera (la porción superior más fría y rígida de la Tierra) Esta fragmentada en una serie de placas que se desplazan sobre el manto terrestre fluido. Las diferentes placas se mueven con velocidades del orden de 5 cm/año, que interactúan entre sí a lo largo de sus bordes o límites causando deformaciones intensas en la corteza y litosfera de la Tierra, lo que conduce a grandes cadenas montañosas y grandes sistemas de fallas.

(Ing. Luis Pacosillo Ticono, *Geología Aplicada*, Pág. 6).

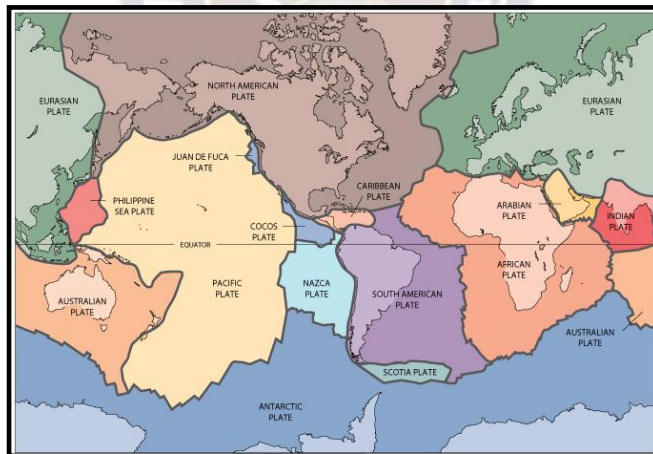


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA PLACAS TECTONICAS EN LA TIERRA

Fuente: Tomada de W. Jacquelyne Kious & Robert I. Tilling.

2.5. ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS SUELOS

2.5.1. SUELO Y ROCA

SUELO: Todo agregado natural no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta junto con el agua y aire que ocupan los espacios vacíos entre partículas sólidas. Es un conjunto de partículas minerales o de

materia orgánica en forma de depósito, generalmente minerales, pero a veces de origen orgánico, que pueden separarse por medio de una acción mecánica sencilla y que incluyen cantidades variables de agua y aire.

(Ings. Silvia Angelone y M. Teresa Garibay, *Geología y Geotecnia*, Pág. 3).



FIGURA 2. TIPOS DE SUELO MAS COMUNES

Fuente: Wikipedia.org

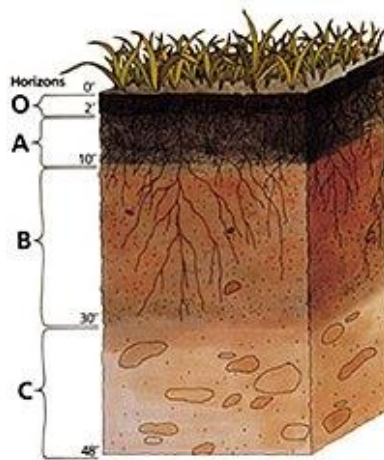
ROCA: Es definida, como un agregado natural sólido con contenido mineral que tiene propiedades físicas y químicas. Desde un punto de vista ingenieril, puede ser definido como un material duro, durable que no puede ser excavado si no con explosiones. La roca es considerada como material casi impermeable

(F Blyth, M. H. de Freitas, *Geología para Ingenieros*, Pág. 1).

2.5.2. FORMACIÓN DE SUELOS

La formación del suelo es un proceso en el que las rocas se dividen en partículas menores mezclándose con materia orgánica en descomposición. El lecho rocoso empieza a deshacerse por los ciclos de hielo-deshielo, por la lluvia y por otras fuerzas del entorno:

- El lecho de roca madre se descompone cada vez en partículas menores.
- Los organismos de la zona contribuyen a la formación del suelo desintegrándolo cuando viven en él y añadiendo materia orgánica tras su muerte. Al desarrollarse el suelo, se forman capas llamadas horizontes.
- El horizonte A, más próximo a la superficie, suele ser más rico en materia orgánica, mientras que el horizonte C contiene más minerales y sigue pareciéndose a la roca madre. Con el tiempo, el suelo puede llegar a sustentar una cobertura gruesa de vegetación reciclando sus recursos de forma efectiva.
- Cuando el suelo es maduro suele contener un horizonte B, donde se almacenan los minerales lixiviados.



O: MATERIA ORGANICA

A: SUELO

B: SUBSUELO

C: MATERIAL PARENTAL

FIGURA 3. ESQUEMA DE SUELO

Fuente: [Wikipedia.org](https://es.wikipedia.org)

Los suelos tienen su origen en los macizos rocosos preexistentes que constituyen la roca madre, sometida a la acción ambiental disgregadora de la erosión en sus tres facetas:

- **Física**, debida a cambios térmicos (lo que origina dilataciones diferenciales entre los diferentes minerales y da lugar a acciones y fisuras internas) y a la acción del agua (arrastres de fragmentos ya erosionados; posible acción directa por congelación, que produce tensiones internas por el aumento de volumen del hielo respecto al agua; acción alternante de humedad-sequedad a lo largo del tiempo, etc.). Estas acciones físicas tienden a romper la roca inicial y a dividirla en fragmentos de tamaño cada vez más pequeño, que pueden ser separados de la roca por agentes activos (agua, viento, gravedad) y llevados a otros puntos en los que continúa la acción erosiva. Es decir, tienden a crear las partículas que van a formar el suelo.
- **Química**, originada por fenómenos de hidratación (por ejemplo, paso de anhidrita o sulfato hemihidratado a yeso o sulfato dihidratado), disolución (de sales, como los sulfatos en el agua), oxidación (de minerales de hierro por efecto ambiental), cementación (por agua conteniendo carbonatos previamente disueltos a partir de otra roca), etc. Esta acción, por lo tanto, tiende tanto a disgregar como a cementar, lo que quiere decir que puede ayudar a la acción física y, posteriormente, cementar los productos formados, dando unión química a las partículas pequeñas, tamaño suelo, que se forman, aunque la mayor parte de las veces contribuye más a destruir y transformar que a unir.
- **Biológica**, producida por actividad bacteriana, induciendo putrefacciones de materiales orgánicos y mezclando el producto con otras partículas de origen físico-químico, actuando de elemento catalizador, etc.

2.6. MECÁNICA DE SUELOS

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica.

(Dr. Ing. Karl Terzaghi, "Erdbaumechanick auf Bodenphysikalischer Grundlage).

2.6.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELO

LA TEXTURA. - Es precisamente esta proporción de cada elemento del suelo lo que se llama la textura, o, dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición.

En geología, el término textura aplicado a las rocas, tiene sentido diferente, designa el modo en que los elementos constituyentes de la roca se agrupan en el espacio confiriéndole su conformación general.

Comúnmente en los suelos se separan por lo menos tres clases por tamaño usualmente denominados arena, limo y arcilla. El procedimiento usado para medir la composición granulométrica es el análisis granulométrico o mecánico. Los numerosos métodos de análisis están basados en el hecho de que la velocidad de caída de las partículas del suelo a través del agua aumenta con el diámetro de las mismas, o en una combinación de esta propiedad con el uso de tamices para separar las partículas gruesas.

(Ings. Agr. L. Rucks, F. Garcia, A. Kaplan, J. Ponce de Leon, M. Hill, *Propiedades físicas del suelo*, Pág. 2).

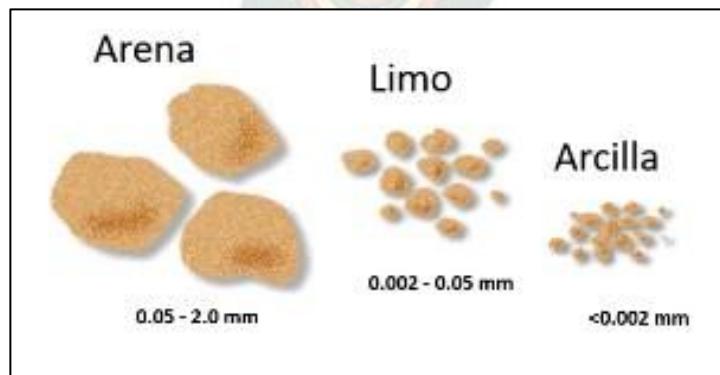


FIGURA 4. ESQUEMA DE TAMAÑOS

Fuente: intagri.com

POROSIDAD. - El crecimiento de las plantas, del que depende su producción económica, está determinado por factores atmosféricos, biológicos y edáficos. Estos últimos son físicos y químicos, siendo los primeros las propiedades del suelo que determinan el crecimiento radicular y la dinámica del aire y del agua. Estas propiedades del suelo, están determinadas por las características cuantitativas y cualitativas del espacio del suelo no ocupado por sólidos, denominado espacio poroso.

Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macroporos y microporos. Los primeros no retienen el agua contra la fuerza de la gravedad, y por lo tanto son los responsables del drenaje y la aereación del suelo, constituyendo, además, el principal espacio en el que se desarrollan las raíces. Los segundos son los que retienen agua, parte de la cual es disponible para las plantas. La porosidad total o espacio poroso del suelo, es la suma de macroporos y microporos. Las características del espacio poroso, dependen de la textura y la estructura del suelo.

(Ings. Agr. L. Rucks, F. Garcia, A. Kaplan, J. Ponce de Leon, M. Hill, Propiedades físicas del suelo, Pág. 10).

ESTRUCTURA. - Se la define como el arreglo de las partículas del suelo. Se debe entender por partículas, no solo las que fueron definidas como fracciones granulométricas (arena, arcilla y limo), sino también los agregados o elementos estructurales que se forman por la agregación de las fracciones granulométricas. Por lo tanto, «partícula» designa a toda unidad componente del suelo, ya sea primaria (arena, limo, arcilla) o secundaria (agregado o unidad estructural).

El arreglo entre las partículas del suelo, la estructura, determina el espacio entre las mismas, que son predominantemente macroporosos. Según el nivel de observación, se puede hablar de macroestructura o microestructura. La macroestructura, es el arreglo de las partículas secundarias y primarias visibles a simple vista. La microestructura es el arreglo de las partículas primarias para formar las secundarias; de ella depende en alto grado la macroestructura. Al atender a la microestructura, se observa que los componentes coloidales del suelo (plasma) actúan como cemento de los granos más gruesos (esqueleto).

(Ings. Agr. L. Rucks, F. Garcia, A. Kaplan, J. Ponce de Leon, M. Hill, Propiedades físicas del suelo, Pág. 13).

A continuación, se muestra los tipos de estructura de suelo:

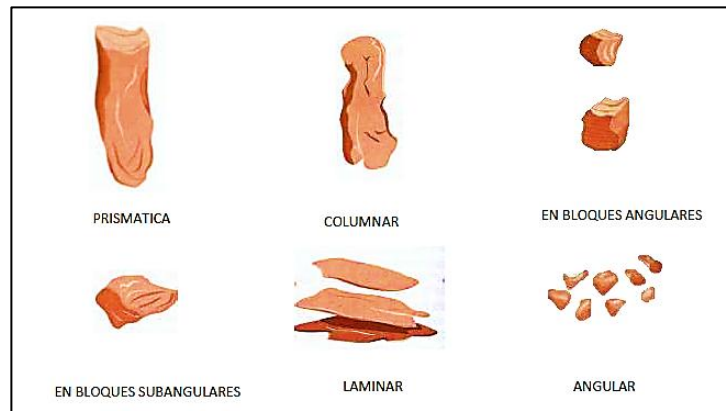


FIGURA 5. ESQUEMA DE ALGUNOS TIPOS DE ESTRUCTURA DE SUELO

Fuente: servicios.educarm.es

2.6.2. FASES, VOLÚMENES Y PESOS DE SUELO

El suelo es un material constituido por el esqueleto de partículas rodeado por espacios libres (vacíos), en general ocupados por agua y aire. Para poder describir completamente las características de un suelo es necesario expresar las distintas composiciones de sólido, líquido y el aire, en términos de algunas propiedades físicas.

LA FASE SÓLIDA. - Está constituida por las partículas minerales del suelo, incluyendo la capa de agua adsorbida en la superficie de las partículas.

LA FASE LÍQUIDA. - Es la que contiene generalmente agua (específicamente agua libre) tanto en estado líquido como mezclado con otros componentes químicos, aunque pueden existir otros líquidos de menor significación.

LA FASE GASEOSA. - Comprende sobre todo el aire intersticial y en menor proporción otros gases, por ejemplo: vapores de sulfuro, anhídridos carbónicos, etc.

La capa viscosa del agua adsorbida, que presenta propiedades intermedias entre la fase sólida y la líquida, suele incluirse en esta última pues es susceptible de desaparecer cuando el suelo es sometido a una fuerte evaporación (secado). Cada fase tiene un volumen y un peso.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Mecánica de Suelos, Pág. 18).

En el modelo de fases, se separan volúmenes (V) y pesos (P) así: Volumen total (VT), volumen de vacíos (VV), que corresponde al espacio no ocupado por los sólidos; volumen de sólidos (VS), volumen de aire (VA) y volumen de agua (VW). Luego:

$$VT = VV + VS \quad \text{Ecuación 1}$$

$$PV = PS + PW \quad \text{Ecuación 2}$$

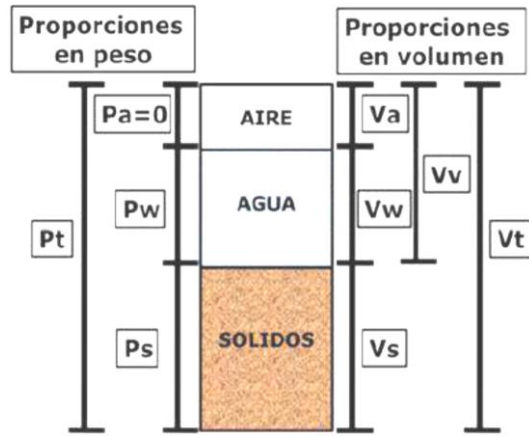


FIGURA 6. ESQUEMA DE UNA MUESTRA DE SUELO

Fuente: Mecánica de suelos, Ing. Luis Pacosillo Ticona

Donde:

V_m = Volumen total de la muestra del suelo (Volumen de masa).

V_s = Volumen de la fase sólida de la muestra (Volumen de sólidos).

V_v = Volumen de los vacíos de la muestra de suelo (Volumen de vacíos).

V_w = Volumen de la fase líquida contenida en la muestra (Volumen de agua).

V_a = Volumen de la fase gaseosa de la muestra (Volumen de aire).

P_m = Peso total de la muestra de suelo.

P_s = Peso total de la fase sólida de la muestra de suelo (Peso de sólidos).

P_w = Peso total de la fase líquida de la muestra (Peso de agua).

P_a = Peso total de la fase gaseosa de la muestra, considerado cero de Mecánica de Suelo.

2.6.3. RELACIÓN PESO – VOLUMEN

Peso específico total o aparente está dada por:

$$\gamma_T = \frac{Y_T}{V_T} \quad \text{Ecuación 3}$$

Peso específico del agua es:

$$\gamma_w = \frac{P_w}{V_w} \quad \text{Ecuación 4}$$

Se sabe que: $\gamma_w = 1000 \text{Kg/m}^3$

Peso específico de las partículas o solidos es:

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$$

Ecuación 5

Peso específico relativo de las partículas o solidos es:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Ecuación 6

Peso específico seco:

$$\gamma_d = \frac{P_s}{V_T}$$

Ecuación 7

Peso específico sumergido

$$\gamma = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Ecuación 8

2.6.4. RELACIONES VOLUMÉTRICAS

Involucran los volúmenes de las diferentes fases del suelo, estas son relaciones de vacíos, compacidad relativa, porosidad, y grado de saturación.

2.6.4.1. RELACIÓN DE VACIOS (e)

Es una relación entre el volumen de espacios vacíos, y el volumen de las partículas sólidas en una masa de suelo. Su valor puede ser menor a 1, y puede alcanzar valores muy altos. En teoría $0 < e < \infty$.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Ecuación 9

La relación de vacíos puede ser mayor a 1 y los valores más representativos son:

Suelo granular grueso: 0.35 – 1.10

Suelo fino: 0.60 – 5.30

2.6.4.2. COMPACIDAD RELATIVA (Cr) o DENSIDAD RELATIVA (Dr)

Es la medida de la compactación de un suelo dada por la relación porcentual entre la diferencia de la relación de vacíos de un suelo no cohesivo en su estado más suelto y cualquier relación de vacíos del suelo compactado, y la

diferencia entre relaciones de vacíos en su estado más suelto y más denso. Este parámetro permite determinar si un suelo está cerca o lejos de los valores máximo y mínimo de densidad que se puede alcanzar.

$$Cr = \frac{e_{max} - e_{nat}}{e_{max} - e_{min}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Además $0 \leq Cr \leq 1$, siendo más resistente el suelo cuando $Cr \approx 0$ y menor cuando $Cr \approx 1$.

La inferencia que nos muestra este parámetro físico está relacionada a los conceptos elementales de suelo denso y suelo suelto, para suelos granulares:

Compacidad relativa (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
estado de compactación	muy suelto	suelto	intermedio	denso	muy denso

FIGURA 7. COMPACIDAD RELATIVA- ESTADO DE COMPACTACIÓN

Fuente: Mecánica de Suelos – Ing. Luis Pacosillo Ticona

2.6.4.3. POROSIDAD

Es una relación, expresada como un porcentaje, entre: a) el volumen de espacios vacíos de un suelo, y b) el volumen total de la muestra. Ósea es la probabilidad de encontrar vacíos en el volumen total.

Por eso $0 < \eta < 100\%$ (se expresa en %). En un sólido perfecto $\eta = 0$; en el suelo $\eta \neq 0$ y $\eta \neq 100\%$.

$$\eta = \frac{V_v}{V_T} * 100\% \quad \text{Ecuación 11}$$

2.6.4.4. GRADO DE SATURACIÓN

La proporción de vacíos ocupada por el agua se expresa en términos de Grado de Saturación, y se define como la relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos

$$S = \frac{V_w}{V_v} * 100 \quad \text{Ecuación 12}$$

Rango: $0 \leq S \leq 100\%$.

Físicamente en la naturaleza $S \neq 0\%$, pero admitiendo tal extremo, $S = 0\%$ viene a ser suelo seco, $S = 100\%$ un suelo saturado y $0\% < S < 100\%$ suelo húmedo. El grado de saturación no puede ser mayor a la unidad. Varía entre 0% (suelo seco) y 100% (suelo totalmente saturado)

2.6.5. RELACIONES GRAVIMÉTRICAS

2.6.5.1. PORCENTAJE DE HUMEDAD

Se define el contenido de agua o la humedad de un suelo, como la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de la fase sólida, es decir, la relación entre el peso del agua y el peso del suelo seco. Se expresa como:

$$\%h = \frac{P_w}{P_s} * 100$$

Ecuación 13

Rango: $0 \leq \%h \leq 100\%$.

El porcentaje de humedad o contenido de humedad puede ser mayor a la unidad.

El problema es ¿cuál es el peso del agua? Para tal efecto se debe señalar que existen varias formas de agua en el suelo. Unas requieren más temperatura y tiempo de secado que otras, para ser eliminada. En consecuencia, el concepto “suelo seco” también es arbitrario, como lo es el agua que se pesa en el suelo de la muestra. El suelo seco es el que se ha secado al horno, a temperatura de $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$, durante 18 o 24 horas, hasta lograr un peso constante.

2.7. CLASIFICACIÓN DE SUELO

Los sistemas de clasificación de suelos dividen los suelos en grupos y subgrupos con base en propiedades ingenieriles comunes como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas de clasificación principales de uso actual son 1) el sistema de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y 2) el Sistema unificado de clasificación de suelos Unified Soil Classification System (SUCS). El sistema de la AASHTO se emplea principalmente para la clasificación de las capas del pavimento de una carretera. No se utiliza en la construcción de cimentaciones.

(Braja M. Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Pág. 17).

En el presente trabajo se realizará la clasificación según el SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS y CLASIFICACIÓN AASHTO.

S.U.C.S			Normas AASHTO		
	Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)		Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)
Bloques	300	-	Bloques	75	-
Bolos	75	300	Grava	2.00	75
Grava	4.76	75	Arena	0.075	2.00
Arena	0.075	4.76	Limo	0.005	0.075
Limo	0.002	0.075	Arcilla	0.001	0.005
Arcilla	-	0.002			

FIGURA 8. TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS SEGÚN LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN

Fuente: Universidad del Cauca- Mecánica de Suelos - Prof. Lucio Cruz Velasco

2.7.1. CLASIFICACIÓN AASHTO

El Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO fue propuesto originalmente para el Highway Research Board's Committee on Classification of Materials for Subgrades and Granular Type Roads (1945). De acuerdo con la forma presente de este sistema, los suelos se pueden clasificar según ocho grupos principales, A-1 a A-8, con base en su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos listados en los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales de grano grueso, y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son materiales de grano fino. La turba, el fango y otros suelos altamente orgánicos se clasifican en el grupo A-8 y se identifican mediante una inspección visual. El sistema de clasificación de la AASHTO (para suelos A-1 a A-7) se presenta en la Figura 9. Observe que el grupo A-7 incluye dos tipos de suelos. Para el tipo A-7-5, el índice de plasticidad del suelo es menor que o igual al límite líquido menos 30. Para el tipo A-7-6, el índice de plasticidad es mayor que el límite líquido menos 30.

Para la evaluación cualitativa de la conveniencia de un suelo como material de capa subrasante de un camino, también se desarrolló un número al que se le refiere como índice de grupo (IG). Entre mayor sea el valor del índice de grupo para un suelo dado, más deficiente será el desempeño del suelo como capa subrasante. Un índice de grupo de 20 o mayor indica un material muy deficiente para utilizarlo como capa subrasante. La fórmula para el índice de grupo es

$$IG = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10) \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

F200= Porcentaje que pasa la malla núm. 200, expresado como un número entero

LL= Límite líquido

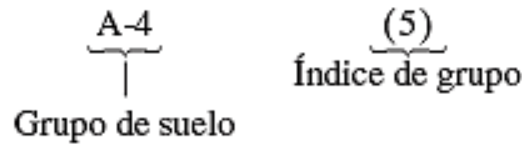
IP= Índice de plasticidad

Al calcular el índice de grupo para un suelo que pertenece al grupo A-2-6 o al A-2-7, sólo se utiliza la ecuación parcial del índice de grupo que se relaciona con el índice de plasticidad:

$$IG = 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Ecuación 15

El índice de grupo se redondea al número entero más cercano y se escribe al lado del grupo de suelo entre paréntesis; por ejemplo:



El índice de grupo para suelos que se encuentran en los grupos A-1-a, A-1-b, A-3, A-2-4 y A-2-5 siempre es cero.

(Braja M. Das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Pág. 18).

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

FIGURA 9. ESQUEMA CLASIFICACIÓN A.S.T.H.O.

Fuente: wikivia.org

2.7.2. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS – SUCS

Este sistema fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en el año 1942 para aeropuertos. Esta clasificación divide los suelos en: Suelos de grano grueso. Suelos de grano fino. Suelos orgánicos. Los suelos gruesos se dividen en gravas y arenas y las mezclas de estos suelos con suelos finos. Los suelos finos se dividen en limos y arcillas y las mezclas de estos. Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz No.200. Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

GRUPO	NOMBRES TÍPICOS DEL MATERIAL
GW	Grava bien gradada, mezclas gravosas, poco o ningún fino.
GP	Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino.
GM	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo.
GC	Grava arcillosa, mezclas grava – arena arcillosas
SW	Arena bien gradada
SP	Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino.
SM	Arenas limosas, mezclas arena – limo.
SC	Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)
OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánica silíceo), suelos elásticos.
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas.
OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
Pt	Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos.

FIGURA 10. TIPO DE SUELOS

Fuente: Mecánica de Suelos – Ing. Luis Pacosillo Ticona

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

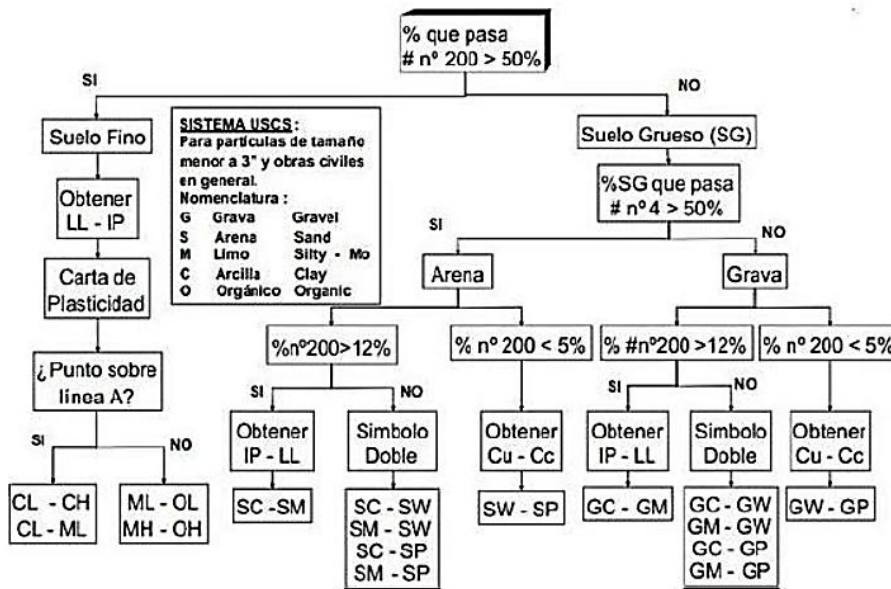


FIGURA 11. ESQUEMA CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA S.U.C.S.

Fuente: VDOCUMENTS

Sistema de Clasificación de Suelos Unificado, USCS (Unified Soil Classification System), se trata de un sistema más completo de clasificación que nos permite también conocer las características de plasticidad, gradación y otros de las muestras que se analiza, este método más usual para la ingeniería geotécnica clasifica las muestras mediante las abreviaciones del método y les asigna un nombre con respecto a sus otras características.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 38).

2.8. CARACTERIZACIÓN FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO

2.8.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de un suelo es la relación existente entre la masa de agua que logra alojarse dentro de la estructura porosa del suelo, y la masa propia de las partículas de suelo. También se define el contenido de humedad de un suelo como la suma del agua libre, capilar e higroscópica. Existen diversos métodos para determinar el contenido de agua en un suelo como son la sonda de neutrones, el método TDR, método de la aguja Proctor, método del Speedy, método nuclear, método del picnómetro al aire diferencial, método del alcohol metílico, a través del tacto, de manera indirecta con tensiómetro y la más utilizada en la ingeniería civil y geotecnia el método por secado al horno.

La determinación del contenido de agua en un suelo es de vital importancia en el momento de tratar propiedades del mismo como la cohesión, consistencia, cambios de volumen y estabilidad mecánica.

(Wilmar Andrés Botía Díaz, *Manual de procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Calculo*, Pág. 25)

2.8.2. GRANULOMETRÍA

La granulometría de los suelos es determinar en forma cuantitativa la distribución de sus partículas en fracciones de tamaños similares. Cada fracción de tamaño tendrá un límite inferior y un límite superior.

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduación determinadas.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 26).

De acuerdo a su tamaño las partículas del suelo se dividen en dos grandes grupos; estos son:

- Suelos de partículas gruesas (Gravas y Arenas)
- Suelos de partículas finas (limos y arcillas)

Estos dos grupos se dividen a partir del Tamiz No 200, cuyas aberturas tienen de lado 0.075 mm.



FIGURA 12. ESQUEMA DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO (CLASIFICACIÓN SUCS)

Fuente: *Mecánica de Suelos I* – Ing. Luis Pacosillo Ticona

Cabe recalcar que varias organizaciones han intentado desarrollar los límites para gravas, arenas, limos y arcillas en base a los tamaños de las partículas de los suelos. Por lo cual estos límites pueden variar de acuerdo al sistema que se utilice:

FRACCIÓN DE SUELO	AASHTO	ASTM	SUCS
	mm	mm	mm
grava	75 - 2	> 2	75 - 4,75
arena	2 - 0,05	2 - 0,075	4,75 - 0,075
limo	0,05 - 0,002	0,075 - 0,005	<0,075 FINOS
arcilla	< 0,002	< 0,005	

FIGURA 13. LIMITES PARA LOS SISTEMAS AASHTO- ASTM- SUCS

Fuente: Mecánica de Suelos I – Ing. Luis Pacosillo Ticona

SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS. - Estas partículas se subdividen en dos grupos que son: gravas y arenas, los cuales también son definidos de acuerdo a su tamaño:

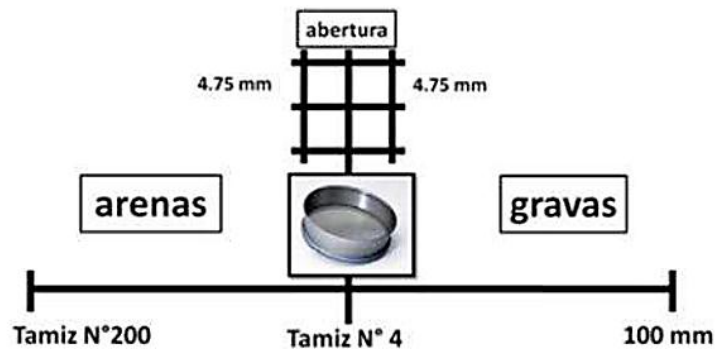


FIGURA 14. ESQUEMA SUBDIVISIÓN DE SUELO GRUESO

Fuente: Mecánica de Suelos I – Ing. Luis Pacosillo Ticona

SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS. - Al igual que el anterior grupo estas se subdividen en Limos y Arcillas:

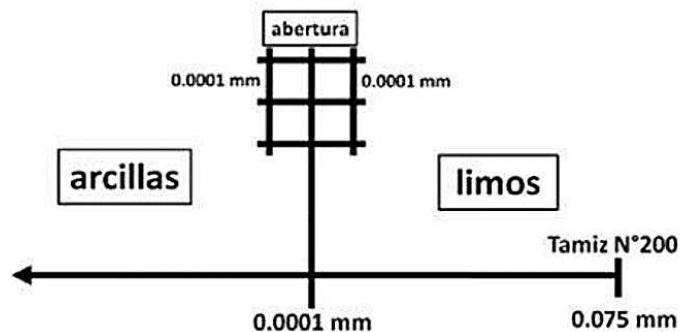


FIGURA 15. ESQUEMA SUBDIVISIÓN DE SUELO FINO

Fuente: Mecánica de Suelos I – Ing. Luis Pacosillo Ticona

LIMOS. - Pasan el Tamiz N200 y se retienen en el Tamiz de abertura 0.0001mm.

ARCILLAS. - Pasan el Tamiz de abertura 0.0001mm.

2.8.2.1. Granulometría por Tamizado

Para obtener la distribución de tamaños se emplean tamices normalizados y numerados. El procedimiento de laboratorio para el ensayo por vía seca consiste en aplicar a estos tamices una vibración (manual o mecánica) que permite una separación de la muestra de suelo en el conjunto de partículas de similar tamaño.

La siguiente tabla indica los tamices recomendados por la ASTM que son utilizados por el laboratorio de suelos y hormigón "ALMIRON".

Designación realizada por la ASTM para suelo grueso y los tamices utilizados			
fracción de suelo	designación	abertura	
GRAVA	GRUESA	3"	75 mm
		2"	50 mm
		1 1/2"	37,5 mm
		1"	25 mm
	FINA	3/4"	19 mm
		3/8"	9,5 mm
ARENA	GRUESA	N° 4	4,75 mm
		N° 8	2,36 mm
		N° 10	2 mm
	MEDIANA	N° 16	1,18 mm
		N° 20	850 μ mm
		N° 30	600 μ mm
		N° 40	425 μ mm
	FINA	N° 50	300 μ mm
		N° 60	250 μ mm
		N° 100	150 μ mm
		N° 140	106 μ mm
N° 200	75 μ mm		

FIGURA 16. ESQUEMA DE CLASIFICACIÓN POR TAMAÑOS SEGÚN TAMIZ UTILIZADO

Fuente: Mecánica de Suelos I – Ing. Luis Pacosillo Ticona

En el procedimiento se hace pasar el suelo por la serie de tamices, de arriba hacia abajo, para luego pesar por separado el suelo retenido en cada tamiz. Seguidamente se obtienen los porcentajes parciales en peso retenidos y los porcentajes acumulado retenido o porcentaje acumulado que pasa. Con los datos calculados se grafica la curva granulométrica.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Mecánica de Suelos, Pág. 27).

2.8.2.2. Curva Granulométrica

Los resultados obtenidos en un análisis mecánico, generalmente, se los representan sobre un papel semilogarítmico, por una curva llamada "granulométrica". Los porcentajes que se indican son acumulados. Para

graficar la curva granulométrica, debemos tomar en cuenta que los porcentajes demuestran que pasa cada uno de los tamices, se encuentran en el eje de las ordenadas y a una escala aritmética, en cambio la ordenación de la abertura del tamiz se encuentra en el eje de las abscisas y con una escala logarítmica; esto para facilitar la construcción de la curva granulométrica. El propósito del análisis granulométrico, es determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo y fijar en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que el suelo contiene. La granulometría correcta es fundamental para muchos elementos de la cantidad del suelo, como ya se ha dicho en particular es importante para la economía y la manejabilidad.

De acuerdo a la tendencia de la curva granulométrica podemos inferir los grados de uniformidad y gradación de la muestra. Para lo cual tenemos los siguientes casos ideales de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño (suelos uniformes), estará representado por una línea vertical y un suelo que posea una curva muy tendida u horizontal, indica gran variedad en tamaños (suelos bien graduados).

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Mecánica de Suelos, Pág. 27).

2.8.2.3. Coeficiente de Uniformidad

El coeficiente de Uniformidad es igual a la relación entre la abertura del tamiz correspondiente al 60% que pasa D60 y la abertura del tamiz correspondiente al diámetro efectivo D10.

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 16

A medida que D60 se aleja más de D10 aumenta en coeficiente de uniformidad, lo que significa que mejora la graduación del material. Si, por el contrario, son muy parecidas, tenemos un material mal graduado cuya grafica tiende a una línea vertical. De modo que Cu mide la mejor representación de tamaños. Los suelos con Cu menores a 3 se consideran muy uniformes, o sea, la curva tiende a una vertical. En arenas graduadas: $C_u > 6$, mientras que las gravas bien graduadas son aquellas en las que $C_u > 4$.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, Mecánica de Suelos, Pág. 29).

2.8.2.4. Coeficiente de Curvatura

El coeficiente de curvatura es igual a la relación entre la abertura del tamiz correspondiente al 30% que pasa D30 al cuadrado y la abertura del tamiz correspondiente al diámetro efectivo D10 multiplicado por la abertura del tamiz correspondiente al 60% que pasa D60.

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$$

Ecuación 17

La experiencia indica que materiales bien graduados poseen un coeficiente de curvatura fluctuante entre 1 y 3.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 29).

2.8.3. LIMITES DE ATTERBERG

Cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, puede fluir como un semilíquido. Si el suelo se seca gradualmente, se comportará como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de humedad. El contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL). De manera similar, el contenido de humedad, en porcentaje, en el que el suelo cambia de un estado plástico a uno semisólido y de un estado semisólido a uno sólido se definen como límite plástico (LP). A estos límites se les refiere como límites de Atterberg:

(Braja M. Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*, Pág. 36).

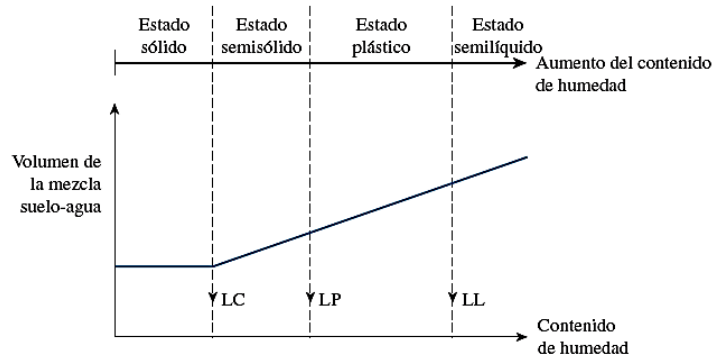


FIGURA 17. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG

Fuente: *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones* – Braja M. Das

2.8.3.1. Límite Líquido

En este límite el contenido de humedad (%h) en la película de agua se hace tan gruesa que la cohesión decrece y la masa de suelo fluye por acción de la gravedad, en el laboratorio se determina por el ensayo de Casagrande en el cual, a una mezcla de suelo y agua capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, hasta que una zanja previamente ranurada se cierra en una longitud de 12 mm. Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25, la humedad del suelo (%h) corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre en la longitud de 12 mm exactamente con 25 golpes existen dos métodos para determinar el límite líquido:

- Graficar el número de golpes en coordenadas logarítmicas contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas aritméticas e interpolar para la humedad correspondiente a 25 golpes.
- Por el método puntual, multiplicar por un factor (que depende del número de golpes) a la humedad obtenida y obtener el límite líquido como el resultado de tal multiplicación.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 33).

2.8.3.2. Límite Plástico

La plasticidad es la capacidad del suelo de deformarse sin romperse y la humedad que representa la frontera para pasar del estado líquido al estado plástico se denomina límite plástico. Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible modelar un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro y vuelve amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm. Esto se realiza consecutivamente hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad) o se vuelve pulverulento. Se mide el contenido de humedad, el cual corresponde al límite plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 34).

2.8.3.3. Índice de Plasticidad

Es un parámetro físico que se relaciona con la facilidad de manejo del suelo, por una parte, y con el contenido y tipo de arcilla presente en el suelo, por otra: se obtiene de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

IP = Índice de Plasticidad, en %

LL = Límite Líquido, en %

LP = Límite Plástico, en %

Si no es posible determinar uno de los límites (LL o LP), o si la diferencia es negativa (IP) el suelo se califica como no plástico (NP)

(Ing. Luis Pacosillo Ticona, *Mecánica de Suelos*, Pág. 36).

2.8.4. GRAVEDAD ESPECIFICA

La gravedad específica se define como la relación entre una unidad de volumen de los sólidos de un suelo y la masa de un volumen igual de agua destilada a una temperatura de 20°C. La gravedad específica se presenta bajo el símbolo de “Gs” y se presenta en condición adimensional. El método descrito es aceptable para suelos cuyo tamaño de partículas pasan el tamiz No. 4 (4,75mm). El valor de la gravedad específica en el campo de la geotecnia es utilizado para determinar la relación de vacíos de los suelos y en las ecuaciones de relación de agua, aire y sólidos de un suelo.

TIPO DE SUELO	GRAVEDAD ESPECIFICA
Grava	2,65 - 2,68
Arena	2,65 - 2,69
Arena Limosa	2,66 - 2,70
Limo	2,66 - 2,70
Suelos Inorganicos	2,68 - 2,80
Suelo Organico	< 2,00

TABLA 1. ESQUEMA DE VALORES APROXIMADOS DE ALGUNOS TIPOS DE SUELOS

Fuente: COTECNO

2.8.5. DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA

El método del cono de arena fue utilizado por primera vez por el cuerpo de ingenieros de U.S.A. y acogido por las normas ASTM y AASTHO. El método de compactación permite determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de los suelos y cuyas condiciones deben ser adoptadas en el momento de llevar a cabo las estructuras de suelos. La determinación de la densidad seca insitu, realizada por el método de cono y arena, se lleva a cabo para verificar que las condiciones de compactación que se han fijado como optimas, se estén cumpliendo en el terreno. Si bien existen otros métodos para lograr tal fin como el balón de densidad o el método nuclear, en la actualidad y en Colombia el método más usado es el de cono y arena.

Como bien se conoce, el método se realiza en campo mediante una pequeña perforación de forma cilíndrica y cuya exactitud y dimensiones exactas dependen en gran medida del tipo de material. Gracias a la utilización del cono y arena, se puede conocer el volumen de dicha perforación y junto con el peso húmedo del material extraído es posible conocer la densidad húmeda del material. De esta manera y conociendo el contenido de humedad del material se puede determinar el valor de la densidad seca del material.

Los usos más comunes del método cono y arena son obras de construcción de terraplenes de tierra, rellenos de carretera y estructuras de relleno.

(Wilmer Andrés Botía Díaz, Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos, Pág. 102).

2.8.6. CORTE DIRECTO

El objetivo del Ensayo de Corte Directo, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer una de estas resistencias en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de la que se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos se aplica una carga vertical de confinamiento (P_v), luego de una carga horizontal (P_H) creciente que origina el deslizamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra.

Geotecnia LNV, 1993

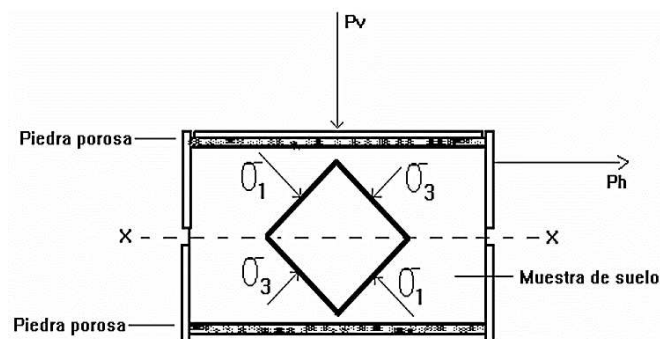


FIGURA 18. ESQUEMA DE TENSIONES DE CORTE DIRECTO

Fuente: Geotecnia LNV

2.8.7. COMPACTACIÓN- PROCTOR MODIFICADO

El proceso artificial a través del cual las partículas de un suelo son obligadas a estar más cerca y por ende más en contacto unas de otras, produciendo una reducción en su relación de vacíos se le ha dado el nombre de compactación. El proceso de compactación en los suelos produce un mejoramiento considerable en sus propiedades ingenieriles, en el aumento de su resistencia al corte, la disminución en su deformabilidad, un aumento en su peso específico seco y mejoramiento de su condición de permeabilidad. Es importante aclarar que los métodos utilizados para la compactación varían dependiendo las características de los suelos a compactar, habiendo entonces gran variedad de equipos disponibles en la industria para tal fin.

El ensayo busca obtener mediante el análisis de una curva denominada curva de compactación, la relación que existe entre la humedad del suelo y el peso unitario seco del mismo, a partir de una serie de ensayos repetitivos que se realizan en un molde de 4 o 6 "de diámetro. Una vez es analizada la gráfica se puede determinar el peso unitario máximo al que se puede llevar el suelo por métodos de compactación, con el porcentaje de humedad al que se logra tal condición. Dichos parámetros se convierten en condicionantes en las obras a los cuales se deben

manejar los suelos trabajados y que una vez conseguidos dichos valores de peso unitario se emitirá la aprobación de las obras que se estén realizando.

(Wilmer Andrés Botía Díaz, *Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos*, Pág. 146).

2.8.8. RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

La abreviación “CBR” corresponde al California Bearing Ratio, método de análisis de materiales desarrollado en el año de 1929 por la División de Carreteras de California, con el fin de darle una clasificación a la capacidad del suelo para ser utilizado como material de base o subbase. También denominado ensayo de relación de soporte, es el procedimiento por medio del cual mediante pruebas de laboratorio y bajo condiciones de humedad y densidad controlada se puede medir la resistencia al corte de un suelo en el estado en que este se encuentre en ese momento.

El método de CBR es normalmente utilizado para analizar materiales cuyo diámetro máximo de partículas es de $\frac{3}{4}$ ”, existiendo metodologías adicionales para los casos en los cuales no se cumpla con este tipo de granulometría. En el diseño de pavimentos flexibles utilizados en las diferentes obras de infraestructura vial, el método del CBR se convierte en pieza clave en la búsqueda de evaluar la resistencia potencial de los materiales utilizados en la base y subbase de las estructuras y además de esto, brindando información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura e indicando la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo. A continuación, se presenta una tabla donde con base a los valores de CBR se establece una clasificación general para el suelo.

(Wilmer Andrés Botía Díaz, *Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos*, Pág. 133).

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0-3	Muy Pobre	Subrasante
3-7	Pobre a Regular	Subrasante
7-20	Regular	Sub-base
20-50	Bueno	Base, Subbase
>50	Excelente	Base

TABLA 2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS CBR

Fuente: [Manual de laboratorio de suelos, Joseph Bowies](#)

2.8.9. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT, ESTÁNDAR PENETRATION TEST)

Este ensayo de penetración normal S. P. T. (Standard Penetración) efectúa sondeos en un terreno utilizando un saca muestras, a fin de obtener muestras representativas de suelos, además de obtener un récord de la resistencia que opone el subsuelo a la penetración del saca muestras, y así conocerla fatiga admisible.

(Ing. Msc. Víctor Eduardo Bermejo Franco – Ing. Mg. Luis Pacosillo Ticona, Laboratorio de Mecánica de Suelos I (CIV-219), Pág. 59).

Es ejecutado “in situ”, se requiere para este ensayo, de trípode, motor, polea, martillo, cuerda, cañas guía y partida. Consiste en determinar el número de golpes (N), que se requieren para que una barra vertical (llamada caña), penetre una longitud de un pie (30 cm), dentro del suelo, por medio de un golpe de martillo de 140 libras de peso, levantado y soltado desde una altura de 76 cm. Con el valor de N se puede determinar, la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad, el coeficiente de balasto, el coeficiente de variación volumétrica y la tensión admisible del terreno.

(William Rodríguez Serquén, Ingeniería Geotécnica, Pág. 3).

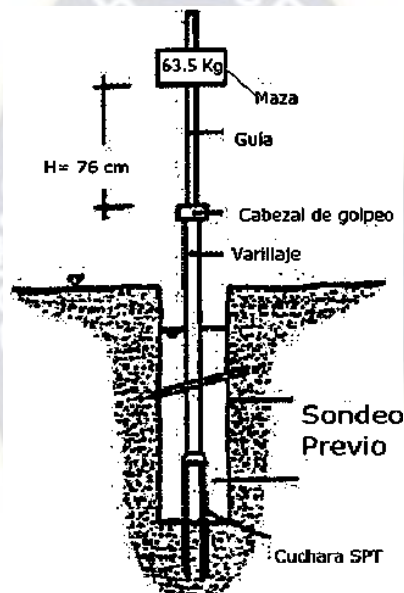


FIGURA 19. ESQUEMA DE ENSAYO DE S.P.T.

Fuente: Ing. Leoni y Asociados

2.8.10. CAPACIDAD PORTANTE

Se denomina como capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo, sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado.

(Jéser Esaú de Jesús Nij Patzán, Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga, Pág. 29).

La capacidad de carga final de una base puede determinarse usando la teoría de comportamiento, por lo que se postula un mecanismo de falla y la presión que causa la falla en el suelo se expresa en términos de la resistencia

al cizallamiento movilizada en el fallo y la geometría del problema. Muchos fueron los estudiosos que plantearon formulaciones matemáticas para resolver la capacidad de carga en la base de las cimentaciones superficiales, entre las más empleadas en la actualidad se encuentran las de Terzaghi, Meyerhof y Brinch – Hansen.

2.8.10.1. Teoría de Terzaghi

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría para evaluar la capacidad de carga de cimentaciones superficiales, la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor o igual al ancho de la misma. En la forma presentada por Terzaghi, la solución de capacidad de carga puede aplicarse estrictamente solo a los casos en que el manto freático es profundo; las tensiones totales son iguales a todas las tensiones efectivas y los parámetros de tensión de corte deben expresarse en términos de tensión efectiva.

Terzaghi desprecia la resistencia al corte del suelo situado sobre la profundidad de cimentación D_f al que se considera como una sobrecarga actuando sobre la cimentación:

$$q = \gamma * D_f \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

q = Carga

γ = Peso específico del suelo

D_f = Profundidad del desplante

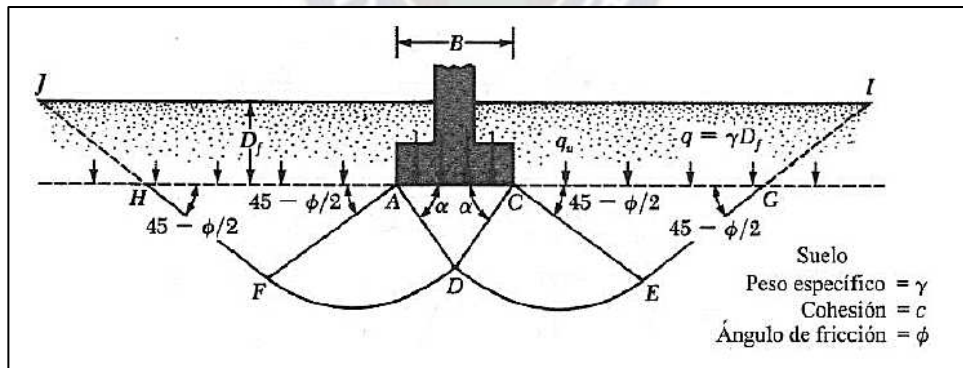


FIGURA 20. FALLA POR CAPACIDAD DE CARGA EN UN SUELO BAJO UNA CIMENTACIÓN

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica - Braja M. Das

La zona bajo la cimentación puede separarse en tres partes como se muestra en la Figura 20:

1. La zona triangular ACD (estado activo) inmediatamente debajo de la cimentación.
2. Las zonas de corte radiales ADF y CDE, con las curvas DE y DF como arcos de una espiral logarítmica.
3. Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG.

Usando el análisis de equilibrio Terzaghi expresó la capacidad de carga última de la siguiente forma:

$$q_{br} = CN_c + \gamma d N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

q_{br} : Máxima capacidad de carga, kN/m²

C: Cohesión efectiva, kPa

γ : Peso específico, kN/m³

d: Profundidad del cimiento, m

B: Ancho del cimiento, m

N_c , N_q , N_γ : Factores de capacidad debido a la cohesión (c), a la sobrecarga (q) y al peso del suelo (γ), y se obtienen en función del ángulo de fricción interna (ϕ).

Las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi se modificaron para tomar en cuenta los efectos de la forma de la cimentación (B/L), profundidad de empotramiento (Df), e inclinación de la carga. A partir de las consideraciones de Terzaghi, otros autores e instituciones prestigiosas (Brinch - Hansen 1961,1970; Sokoloski 1960; SNIP 1984; ANSI 1980; Eurocódigo 1997), han coincidido en la estructura de la expresión, observándose algunas variaciones en cuanto a los valores de los factores de capacidad (N_c , N_q , N_γ) a partir de considerar distintos modelos de falla.

(Liset Quesada González, Determinación de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, Pág. 7).

Para estimar la capacidad de carga última de cimentación cuadrada la ecuación puede modificarse (Cimentaciones cuadradas)

$$q_u = 1.3 c N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad \text{Ecuación 21}$$

Los factores de carga los determinan los diferentes códigos de construcción, según los tipos de suelos. Se pueden determinar a través de las siguientes formulas (Medrano, 2008).

$$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{\pi \tan \phi} \quad \text{Ecuación 22}$$

$$N_c = (N_q + 1) \cot \phi \quad \text{Ecuación 23}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad \text{Ecuación 24}$$

A continuación, se enlistan los valores de los factores de carga:

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	23	18.05	8.66	8.20
1	5.38	1.03	0.07	24	19.32	9.60	9.44
2	5.63	1.20	0.15	25	20.72	10.66	10.88
3	5.90	1.31	0.24	26	22.25	11.85	12.54
4	6.19	1.43	0.34	27	23.94	13.20	14.47
5	6.49	1.57	0.45	28	25.80	14.72	16.72
6	6.81	1.72	0.57	29	27.86	16.44	19.34
7	7.16	1.88	0.71	30	30.14	18.40	22.40
8	7.53	2.06	0.86	31	32.67	20.63	25.99
9	7.92	2.25	1.03	32	35.49	23.18	30.22
10	8.35	2.47	1.22	33	38.64	26.09	35.19
11	8.80	2.71	1.44	34	42.16	29.44	41.06
12	9.28	2.97	1.69	35	46.12	33.30	48.03
13	9.81	3.26	1.97	36	50.59	37.75	56.31
14	10.37	3.59	2.29	37	55.63	42.92	66.19
15	10.98	3.94	2.65	38	61.35	48.93	78.03
16	11.63	4.34	3.06	39	67.87	55.96	92.25
17	12.34	4.77	3.53	40	75.31	64.20	109.41
18	13.10	5.26	4.07	41	83.86	73.90	130.22
19	13.93	5.80	4.68	42	93.71	85.38	155.55
20	14.83	6.40	5.39	43	105.11	99.02	186.54
21	15.82	7.07	6.20	44	118.37	115.31	224.64
22	16.88	7.82	7.13	45	133.88	134.88	271.76

TABLA 3. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica - Braja M. Das, cuarta edición

2.8.10.2. Factor de Seguridad

El cálculo de la capacidad de carga admisible o de trabajo, en una cimentación superficial requiere de la aplicación de un factor de seguridad (FS), para dar los márgenes de seguridad necesarios, para considerar las incertidumbres de las propiedades de los suelos que son un material "natural". En la forma más simple se puede escribir.

$$q_{adm} = q_u / FS \quad \text{Ecuación 25}$$

Incremento del esfuerzo neto sobre el suelo:

$$q_u = \text{capacidad de carga ultima neta} / FS \quad \text{Ecuación 26}$$

Considerándose el Factor de seguridad comúnmente igual o mayor de 3, en algunos casos dependiendo del tipo de obra y de si se toman cargas permanentes vivas y accidentales, el valor puede reducirse a 2 o 2.5.

(Rodolfo Crescenciano Medrano Castillo, *Mecánica de Suelo II*, Pág. 91).

2.8.11. PERMEABILIDAD

La permeabilidad de los suelos, es decir, la facultad con la que agua pasa a través de los poros, tiene un efecto decisivo sobre el costo y las dificultades a encontrar en muchas operaciones constructivas, como por ejemplo las excavaciones a cielo abierto en arenas bajo nivel freático, consolidación de un estrato de arcilla bajo el peso de

un terraplén, de ahí que sea muy importante la determinación y estudio del agua en los suelos, de sus diferentes formas de aparición y de su comportamiento.

Para la determinación del coeficiente de permeabilidad existen diferentes métodos; ensayos de laboratorio, in situ y métodos empíricos, donde el valor k es obtenido indirectamente a través de relaciones empíricas con otras propiedades de los suelos.

Para determinar el coeficiente de permeabilidad se utilizan dos pruebas de laboratorio estándar: la prueba de carga constante y la prueba de caída de carga (carga variable). La prueba de carga constante se utiliza principalmente para suelos de grano grueso. Sin embargo, para suelos de grano fino las velocidades de flujo a través del suelo son demasiado pequeñas y, por lo tanto, se prefieren las pruebas de caída de carga

(Universidad Politécnica de Madrid, Diseño y Calculo de Estructuras de Cimentación y Contención, Pág. 13).



CAPITULO III

3. MARCO PRÁCTICO

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

La Urbanización "ATIPIRIS", se encuentra ubicada en la Zona Senkata del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto.

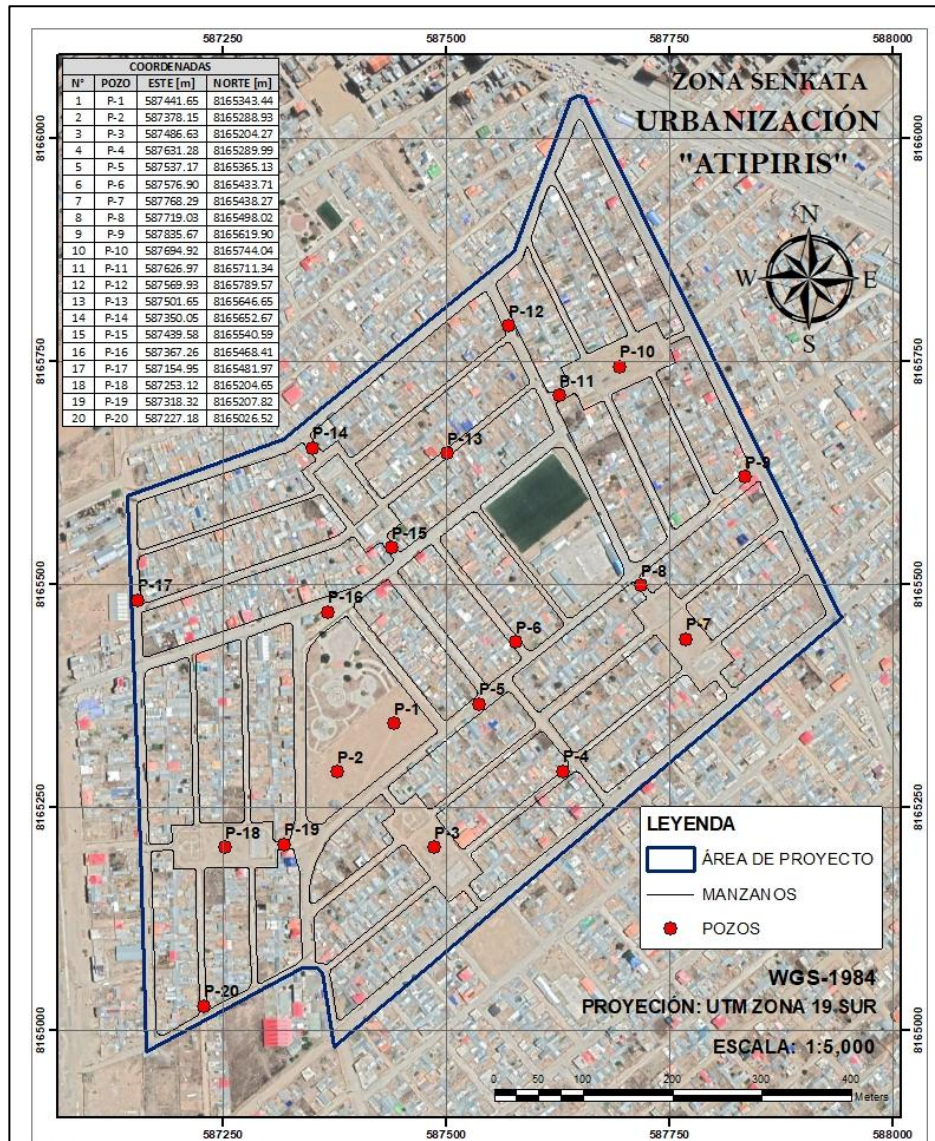


FIGURA 21. UBICACIÓN DE LA URBANIZACION ATIPIRIS

Fuente: Google Earth

3.2. EXTENSIÓN SUPERFICIAL

La superficie del terreno tiene una extensión de 465460 [m²] lo que equivale a una extensión de 46.55 [Ha]

3.3. ALTITUD

La zona se encuentra a una elevación promedio de: 4063 [m.s.n.m.].

3.4. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO

3.4.1. CLIMA, TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

El clima del Municipio es frío húmedo en verano y frío seco en invierno, registra temperaturas promedio de 15 °C según su ubicación geográfica y al estar situado en una planicie, concentra valores considerables de 656 a 675 mm. de precipitación

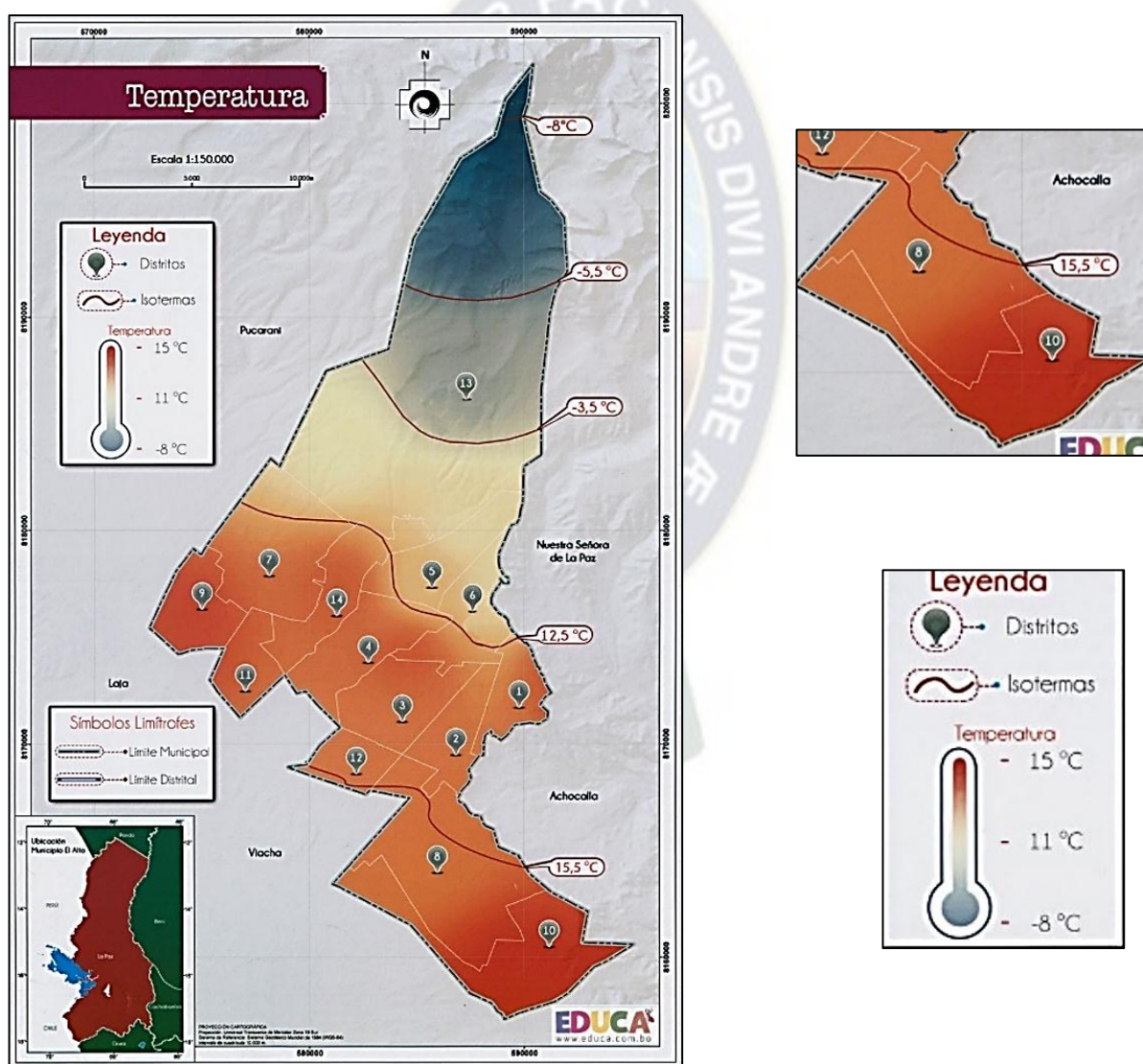


FIGURA 22. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (CLIMA)

Fuente: Geografía Municipios De El Alto

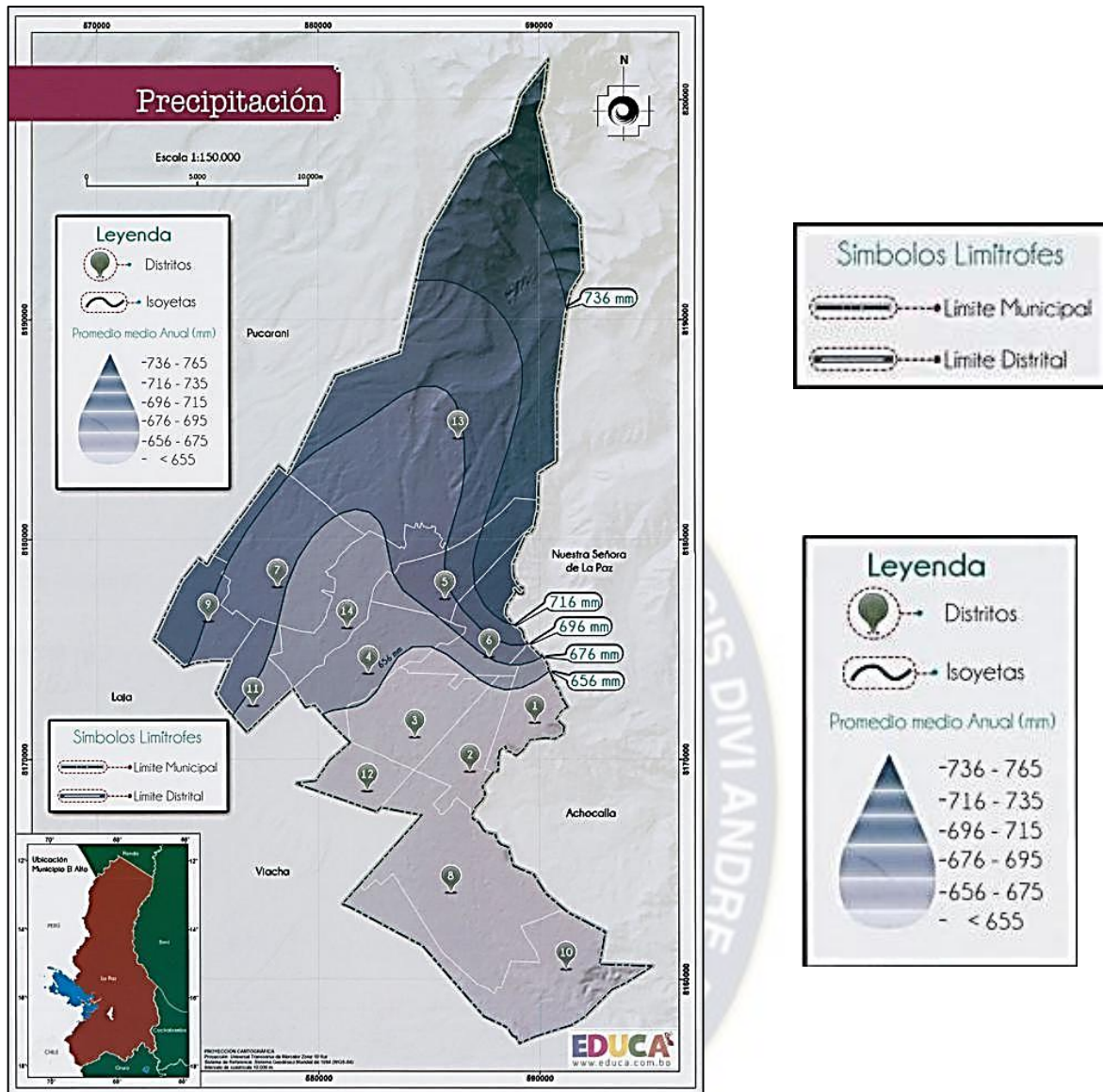


FIGURA 23. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (PRECIPITACIÓN)

Fuente: Geografía Municipios De El Alto

3.5. CONSIDERACIONES TOPOGRÁFICAS

Los estudios del relieve principalmente de pendientes, así como su evolución representan una necesidad fundamental para la adecuada planeación del uso del suelo y los planes de desarrollo de una región. En este contexto el radio urbano del Municipio de El Alto se encuentra entre pendientes de 0% a 10%, las cuales van incrementando en la parte norte (Distrito 13), con inclinaciones superiores a 50%, en el sureste del municipio, en el valle de Kaque Marka del distrito 10, las inclinaciones llegan hasta el 75%.

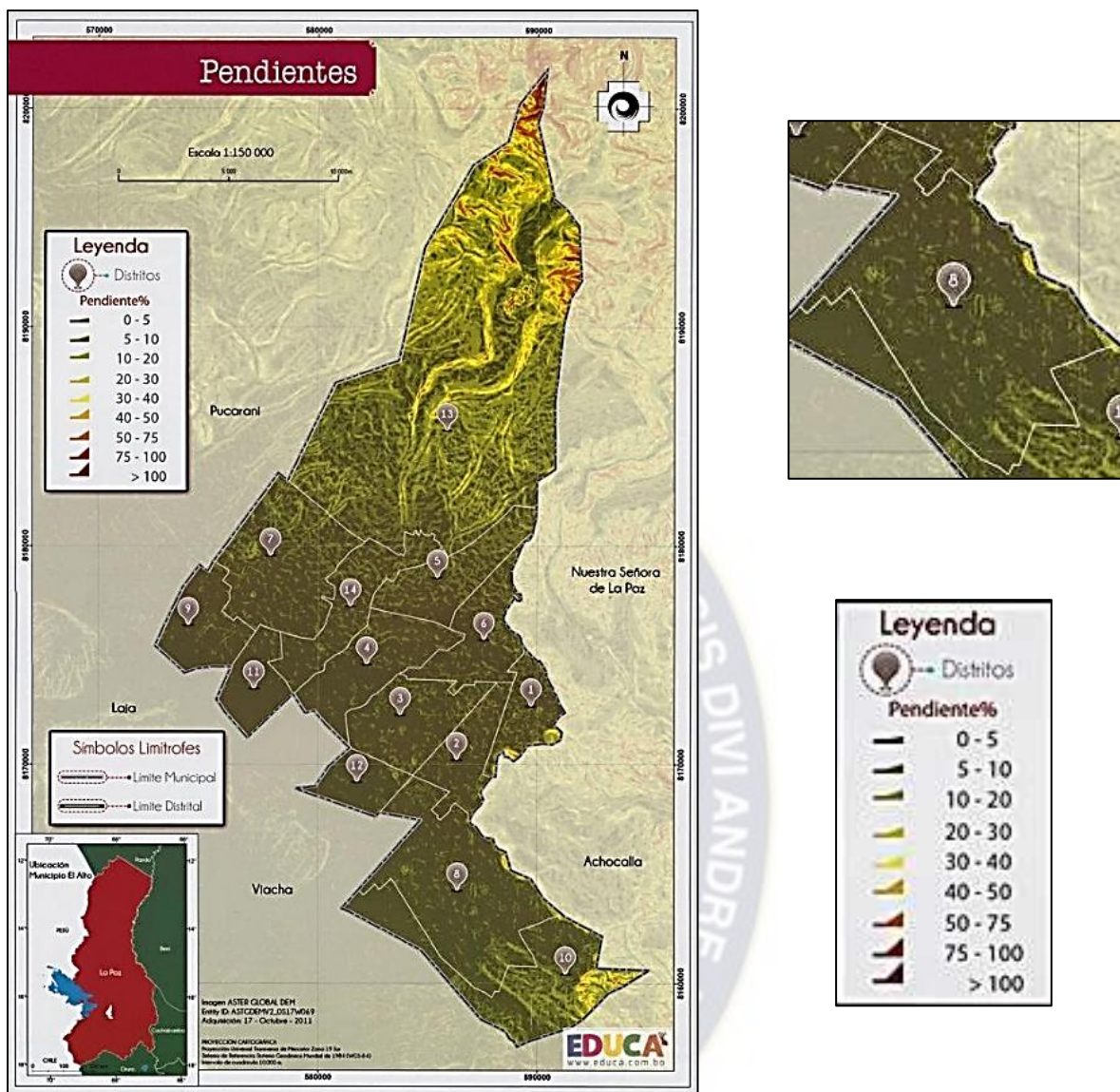


FIGURA 24. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (TOPOGRAFIA)

Fuente: Geografía Municipio de El Alto

3.6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El Municipio de El Alto, está constituido por meta sedimentos del Ordovícico, además de facies psamíticas y pelíticas del Silúrico y Devónico. Plutonismo Triásico y sedimentitas Paleo-Neógenas. Durante el Paleozoico los ámbitos geológicos fueron de trasarco y antepaís. La depositación durante el Cenozoico estuvo controlada por fenómenos tectónicos, dando lugar a cuencas inter montañas. Movimientos tectónicos Hercínicos y Andinos deformaron y plegaron el Municipio de El Alto.

Los rasgos estructurales y tectónicos del municipio, están relacionados al dominio de la Cordillera Real. Durante la fase Oclóyica se produjo una etapa de comprensión responsable del plegamiento y fallamiento de rocas del

Paleozoico Inferior. Posteriormente los movimientos de la fase Eohercínica ocasionaron un plegamiento subvertical intenso, acompañado de un cambio de régimen en la sedimentación del Devónico Superior.

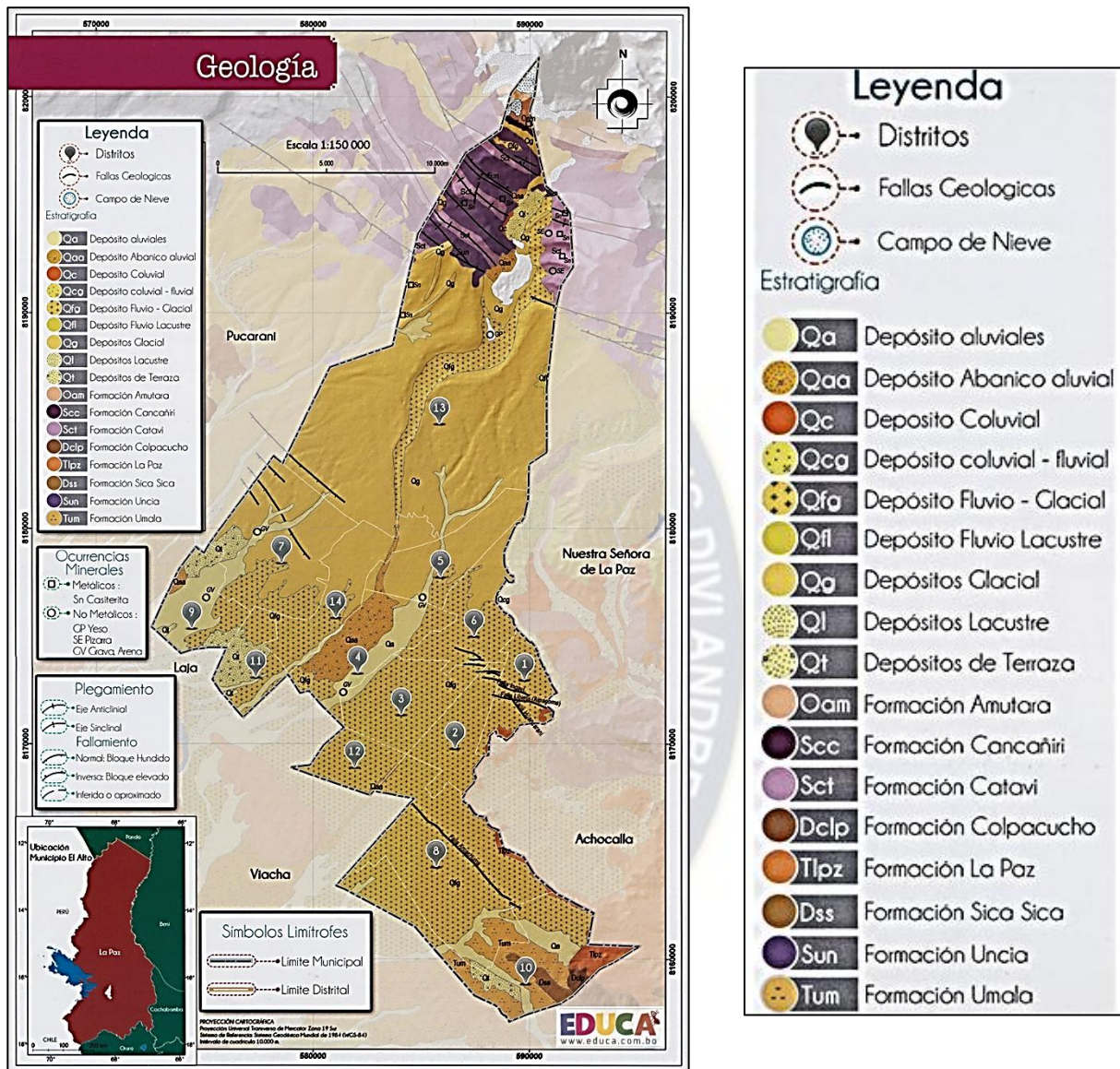


FIGURA 25. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (GEOLOGÍA)

Fuente: Geografía Municipio de El Alto

3.7. ASPECTOS GEOTÉCNICOS

El Municipio de El Alto, se encuentra en el piedemonte occidental de la Cordillera Real. La morfología de la región es el producto de varios procesos geomorfológicos de origen interno y externo que actuaron en diferentes épocas geológicas, sin embargo, la morfología que observamos hoy en día corresponde a procesos geológicos que actuaron durante el cuaternario, o sea, en los últimos dos millones de años.

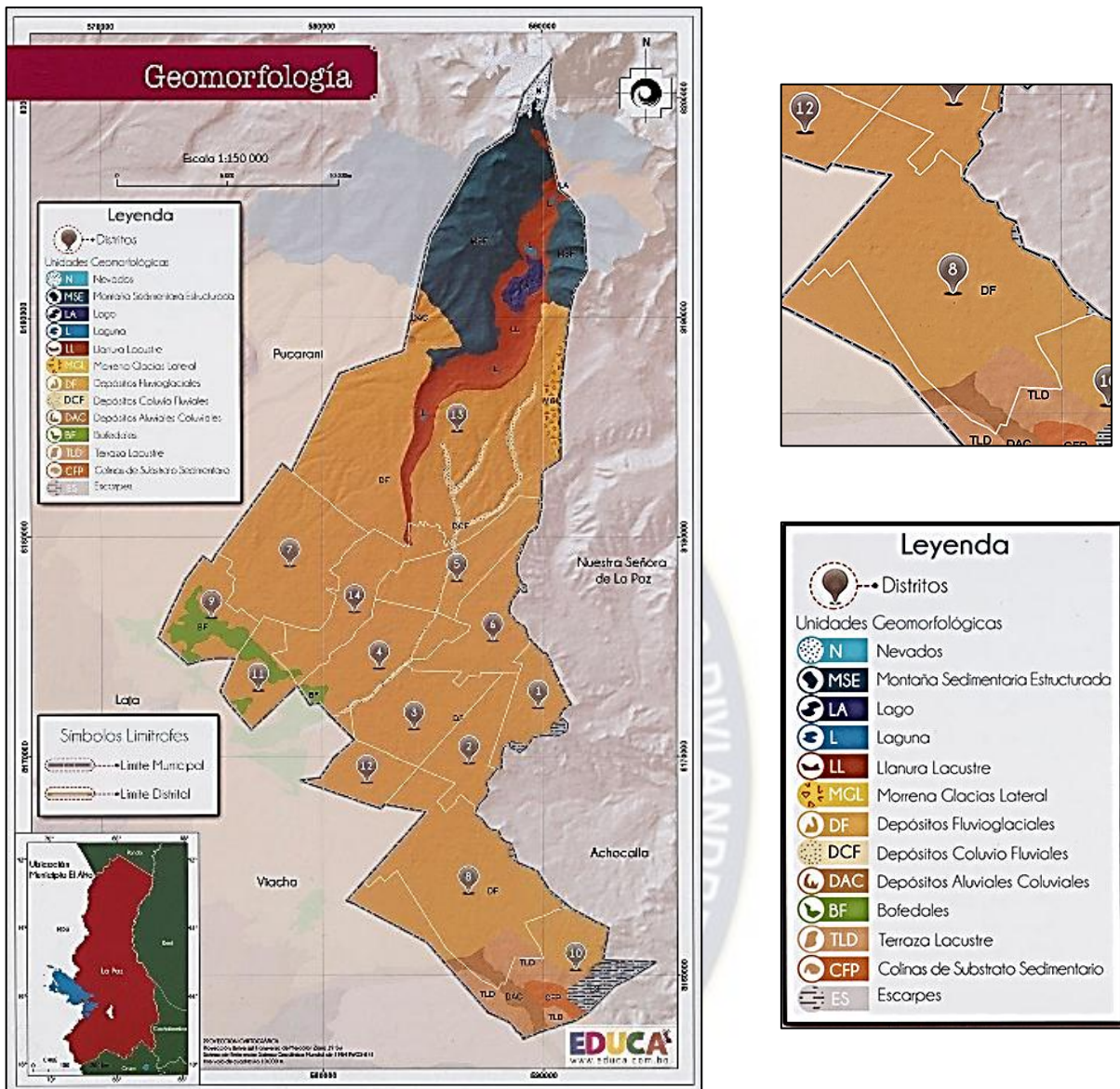


FIGURA 26. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (GEOMORFOLOGIA)

Fuente: Geografía Municipio de El Alto

3.8. CONSIDERACIONES HIDROGRAFICAS

Al sur del municipio se tienen los ríos Achicala y Oripacha que pasan por los distritos 8 y 10.

La Cuenca Katari, es una de las más habitadas de Bolivia. La misma sirve como principal fuente de abastecimiento de agua para el Municipio de El Alto, tanto para consumo como para industrias, alimentación, curtiembre, servicios, comercio, agricultura y ganadería.

El Municipio de El Alto se encuentra ubicado dentro de las subcuencas Achicala, Sallani, Seque y Seco, Tuni Condoriri y Boopy, las primeras cuatro pertenecen a la cuenca Katari y la última a la cuenca Beni.

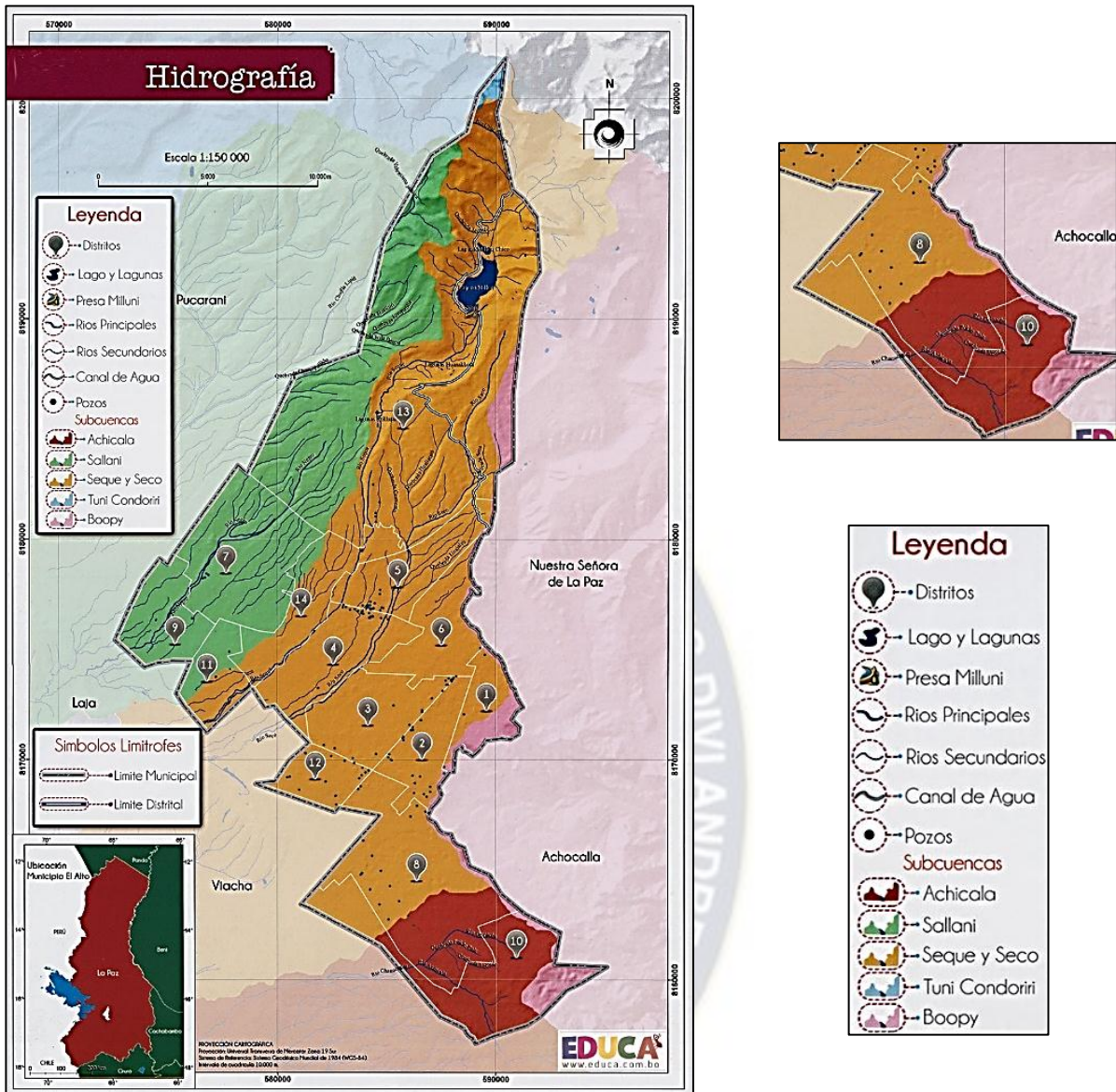


FIGURA 27. GRAFICA DEL DISTRITO 8 (HIDROGRAFIA)

Fuente: Geografía Municipio de El Alto

3.9. EXPLORACIÓN DE LA URBANIZACIÓN

La exploración del suelo de la zona nos permite obtener información sobre las propiedades que tiene en cuanto a características físico-mecánicas para una coherente interpretación de resultados. El objetivo de hacer esta exploración es:

- Ubicar los puntos de muestreo a distancia casi iguales para así, abarcar toda la zona de estudio y tener resultados fiables.
- Ubicar aquellos lugares o puntos que por testimonio de vecinos se dicen que son o eran rellenos de basura o botaderos. Y no realizar muestreo en esos puntos.

- Determinar la profundidad optima y útil a realizar un pozo según se vaya excavando el mismo viendo las capas o estratos que se tiene en el pozo.

3.9.1. UBICACIÓN DE LOS POZOS

En el presente trabajo se realizó la ubicación de los pozos de tal manera que abarquen toda la zona sin congestionar áreas, sin tener dificultad en el acceso para realizar las excavaciones y también seleccionando lugares donde se puede obtener información importante que es de interés del estudio. Los pozos se han ubicado, en las vías (calles y avenidas) y en terrenos destinados a la construcción de viviendas, esta distribución se hizo de acuerdo al área de estudio y de los manzanos.

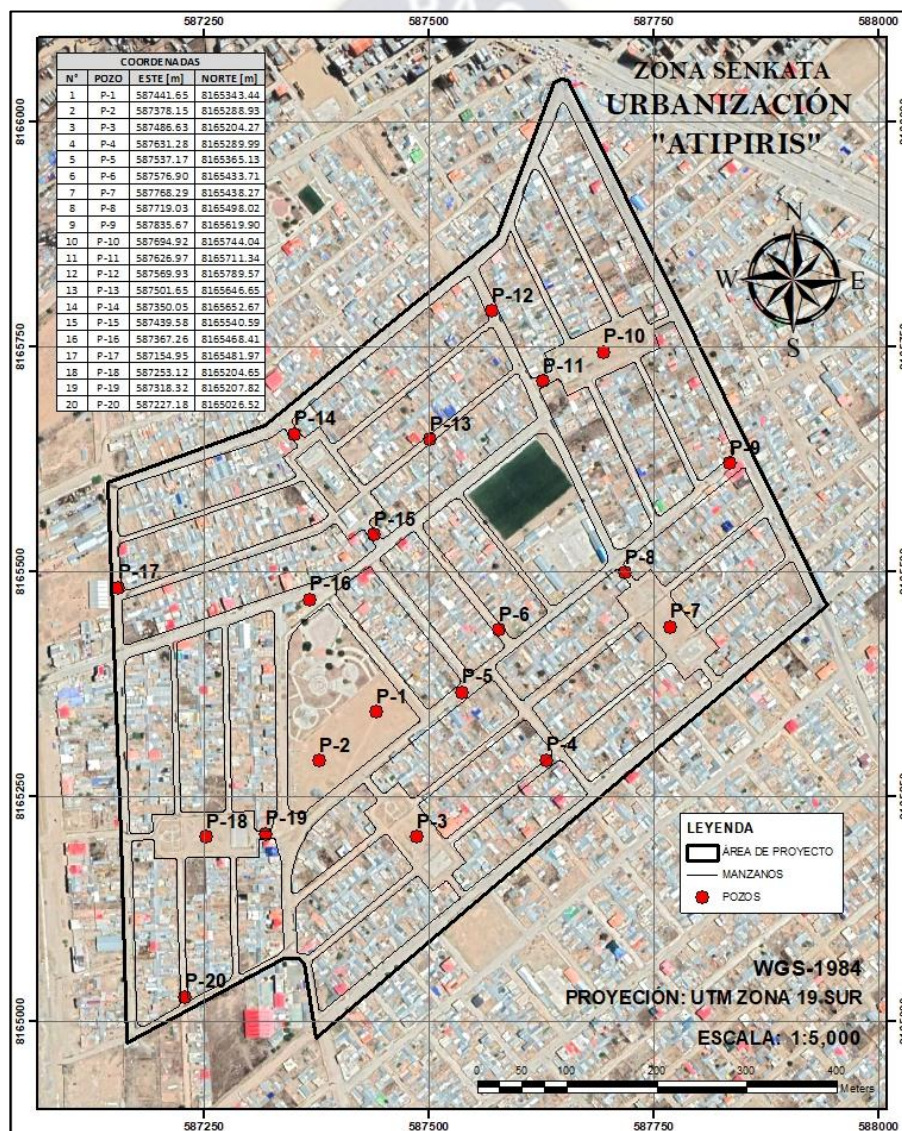


FIGURA 28. UBICACIÓN DE LOS POZOS DENTRO DE LA URBANIZACIÓN ATIPIRIS DE LA ZONA SENKATA DEL DISTRITO 8 DEL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE EL ALTO.

Fuente: Elaboración propia

Coordenadas de los pozos:

COORDENADAS			
N°	POZO	ESTE [m]	NORTE [m]
1	P-1	587441.65	8165343.44
2	P-2	587378.15	8165288.93
3	P-3	587486.63	8165204.27
4	P-4	587631.28	8165289.99
5	P-5	587537.17	8165365.13
6	P-6	587576.90	8165433.71
7	P-7	587768.29	8165438.27
8	P-8	587719.03	8165498.02
9	P-9	587835.67	8165619.90
10	P-10	587694.92	8165744.04
11	P-11	587626.97	8165711.34
12	P-12	587569.93	8165789.57
13	P-13	587501.65	8165646.65
14	P-14	587350.05	8165652.67
15	P-15	587439.58	8165540.59
16	P-16	587367.26	8165468.41
17	P-17	587154.95	8165481.97
18	P-18	587253.12	8165204.65
19	P-19	587318.32	8165207.82
20	P-20	587227.18	8165026.52

TABLA 4. COORDENADAS DE POZOS REALIZADOS - PROY.: UTM - ZONA 19S

Fuente: Elaboración propia

3.9.2. NÚMERO DE POZOS

El número de pozos para el proyecto se obtuvo de la Norma Boliviana para Estudios Geológicos-Geotécnicos ABIG de la siguiente tabla la cual toma en consideración el área de la zona a ser estudiada:

PARA URBANIZACIONES:					
a)	De	3.000	a	10.000	9
b)	De	10.000	a	30.000	15
c)	De	30.000	a	Adelante	20

TABLA 5. NUMERO DE POZOS DE ACUERDO A LA SUPERFICIE

Fuente: A.B.I.G. 2007

Según la superficie del terreno a estudiar (46.55 hectáreas) se determinó la excavación de 20 pozos para realizar la evaluación y la caracterización geotécnica de la zona de estudio

3.9.3. PROFUNDIDAD DE POZOS

Las Normas respecto a estudios geotécnicos y su profundidad en países vecinos son más claras a las que tenemos actualmente en el país, por ello recomendamos considerar las mismas como guía para definir profundidades de estudio.

La norma E.050 Suelos y cimentaciones (Reglamento Nacional De Edificaciones Lima – Perú) y la Norma N-PRY-CAR-1-02-003/19 de la ciudad de México. Estas normas nos indican que los pozos a cielo abierto tendrán dimensiones aproximadas de 2 metros de largo y 1 metro de ancho si se excavan a mano con pico y pala, o del ancho del cucharón si se realizan con máquina, con una profundidad de 3 metros o más, hasta donde lo permita la presencia de roca, del nivel de aguas freáticas o la estabilidad de los taludes del pozo.

La normativa CIRSOC 401 Argentina indica, “La profundidad de investigación será tal que permita identificar los riesgos de origen geotécnico y determinar los parámetros del comportamiento del terreno relevantes para el proyecto de las obras. Entre otros factores, dependerá del tipo de obra, del tamaño de las estructuras en contacto, del nivel de tensiones aplicado, de las características geotécnicas del predio”. La profundidad de investigación será mayor o igual al máximo entre:

- 6 metros.
- La profundidad a la que el incremento de tensión efectiva vertical debido a la carga actuante sobre la fundación sea igual al 10% de la presión efectiva de tapada, para suelos cohesivos.
- La profundidad del plano de fundación más 2 veces el ancho de la mayor zapata individual o del grupo de pilotes, o 10 veces el diámetro del pilote aislado.
- La profundidad a la que el incremento de tensión efectiva vertical debido a la carga actuante sobre la fundación sea igual al 20% de la presión efectiva de tapada, para suelos granulares.

Para el presente proyecto se excavarán los pozos a una profundidad promedio de 1.50 metros, profundidad que se vio conveniente para la obtención de una muestra representativa del pozo. La profundidad se basó sobre todo en las limitaciones del estudio ya que el objetivo principal es la caracterización geotécnica del sector, con vistas a construir obras de pequeña y mediana envergadura.

Sin embargo, es importante recalcar que para la implementación de alguna obra de ingeniería civil externa al proyecto de grado deberá realizarse el respectivo análisis de incrementos tensionales según tipo de fundación (zapata aislada, zapata combinada, losa de fundación, etc.) del proyecto a realizar.



FOTOGRAFIA 2. PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN DE POZOS

Fuente: Elaboración Propia

3.9.4. TIPO DE POZOS

Se realizo las excavaciones de los pozos con una retroexcavadora, considerando que una persona debe entrar para realizar el muestreo de manera correcta se vio conveniente tener dimensiones de 1 por 1.5 metros aproximadamente en cada pozo.



FOTOGRAFIA 3. PROCESO DE EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 4. TERMINADO DE EXCAVACIÓN MAQUINARIA

Fuente: Elaboración Propia

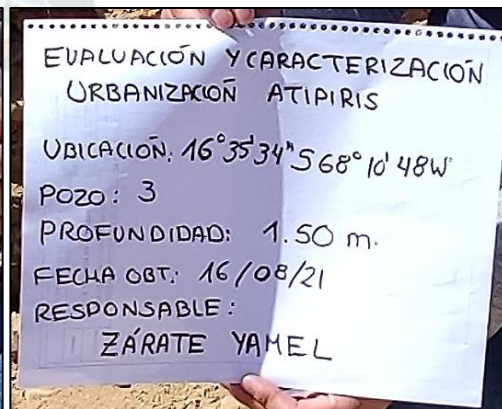
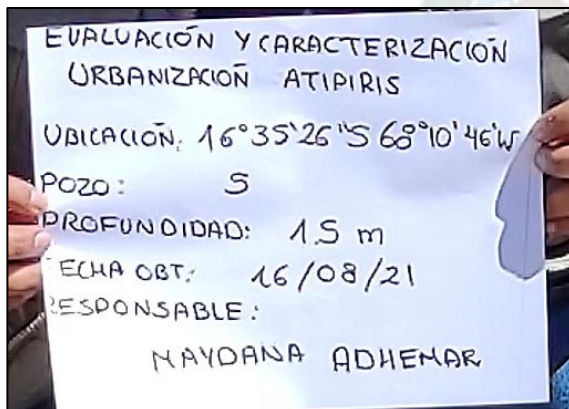
3.9.5. TOMA DE MUESTRA

Las condiciones más importantes en la obtención de las muestras es que sean representativas del terreno natural en si lo menos alterada posible, por lo que es de primordial importancia un muestreo adecuado y representativo, pues estos serán reflejados en los ensayos de laboratorio.



FOTOGRAFIA 5. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 6. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Fuente: Elaboración Propia

3.10. ENSAYOS IN SITU

3.10.1. ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL S.P.T. (ASTM D1586-67 – AASHTO T206-70)

El ensayo consiste en hincar una punta o cuchara normalizada en el terreno con ayuda de una masa también normalizada desde una altura de caída libre de 75 cm, registrando los golpes que ayudan a hincarla cada 15 cm hasta llegar a los 45 cm. Tomando en cuenta que si se usa punta el resultado es la suma de todos los golpes, en cambio sí se usa cuchara el resultado es solo la suma de los últimos 30 cm. Considerando que si el número de golpes sobrepasa los 50 se registra como rechazo.

El procedimiento del ensayo realizado en campo fue con hincado de la punta esto por la presencia de material grueso que no permite el uso de la cuchara estándar, no fue necesario el uso del trípode.

Cabe mencionar que la norma ASTM D1586, no considera el ensayo con punta cónica, la adopción del método para nuestro medio se realizó de forma empírica, netamente de experiencias en campo que tuvo el instituto de ensayo de materiales (I.E.M.) quienes viendo la necesidad de implementar un ensayo enfocado a suelos granulares adoptaron el uso de una puntazá y por medio de correlaciones hallar los parámetros requeridos. Se puede considerar a este método empírico adoptado en el medio como un ensayo de penetración dinámica. De este método, la relación del número de golpes N para suelos granulares con uso de la punta cónica es la suma del número de golpes de los 3 tramos.

Se encontró una mención del uso de la puntazá cónica y la relación con la cuchara bipartida en el libro de Geotecnia y Cimientos Tomo II– J.A. Jiménez Salas, sin embargo, esta no es la puntazá cónica que se utilizó para la realización de este proyecto, queda entonces esa incógnita de saber qué relación se tiene entre puntazá y cuchara para el equipo que se usa en el laboratorio, ya que actualmente no existen estudios al respecto.

En la Ciudad de La Paz el ensayo SPT en suelos granulares es ejecutado en calicatas y con una puntazá cónica no normalizada. La utilización de la puntazá es un método adaptado por el I.E.M y otros laboratorios, no se tiene una norma elaborada actualmente.



FOTOGRAFIA 7. EQUIPO S.P.T.POR PUNTA

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 8. GOLPES PARA ENSAYO S.P.T.

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 9. REGISTRO DE NÚMERO DE GOLPES

Fuente: Elaboración Propia

3.10.2. ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA (ASTM D1556)

Este ensayo se utiliza principalmente con el fin de comprobar el grado de compactación que se define como la relación en porcentaje, entre la densidad seca obtenida por el equipo en campo y la densidad máxima correspondiente a la prueba de laboratorio.

En primera instancia se debe calibrar el equipo de densidad de campo, para así obtener el peso volumétrico de la arena calibrada y el peso de arena calibrada que queda en el cono después de ejecutar el ensayo, seguidamente se nivela el suelo compactado en el campo retirando el material suelto para colocar la placa y realizar una perforación, teniendo como guía el agujero interior de la placa, a una profundidad de 10 a 12 cm. El material extraído del agujero se coloca en una bolsa plástica y se pesa. Se determina el peso inicial del frasco con la arena calibrada, posteriormente se invierte y se coloca sobre la placa, la cual está dispuesta en la parte superior del agujero, se abre la llave del cono permitiendo el paso de la arena. Cuando el agujero y el cono están llenos de arena se cierra la llave y se determina el peso final del frasco y la arena contenida. Con la diferencia de pesos del frasco más la arena inicial y del frasco más la arena final, obtenemos el peso de la arena contenida en el agujero y el cono. A este valor le restamos el peso de la arena que cabe en el cono, obteniendo de esta forma el peso de la arena contenida en el agujero. El peso de la arena dividida por su densidad obtenida en el laboratorio mediante la calibración, nos da el volumen del agujero.

Finalmente se debe determinar en el laboratorio, la densidad seca máxima y la humedad de la muestra recuperada del agujero, para que de esta manera se determine el grado de compactación.



FOTOGRAFIA 10. ELABORACION DEL ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA

Fuente: [Elaboración Propia](#)

3.11. ENSAYOS EN LABORATORIO

3.11.1. ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216-98)

El ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que tiene la muestra en su estado inalterado y así con este dato determinar el porcentaje de humedad del suelo. El suelo debe secarse en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C por 24 horas o hasta obtener un peso constante y así con la diferencia de peso inicial (con agua) y peso final (sin agua) se obtiene el peso de agua que al ser dividido por el peso seco de muestra se obtiene el porcentaje de humedad de suelo.



FOTOGRAFIA 11. MUESTRA HÚMEDA DE SUELO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 12. MUESTRAS SECAS DE SUELO

Fuente: Elaboración Propia

3.11.2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D422-63–AASHTO T27-93)

Este ensayo nos permite determinar la distribución de tamaño de partículas mayores de 0.075 mm por medio de un proceso de tamizado. La muestra previamente debe ser secada en horno y molida cuidadosamente solo para romper terrones del material, se traslada la muestra a una serie de tamices, y se registra el peso retenido en cada tamiz, este método se lo emplea para el análisis de material grueso que pasa por los tamices (2", 1 1/2", 1", 3/4, 3/8, No.4, No.10).

Para el agregado fino (serie fina de mortero) la muestra debe ser lavada directamente a través del tamiz N°200 de tal forma liberar la muestra de la materia fina adherida, se toma una fracción de 100 gr-115 gr de muestra, que pase el tamiz N°10 y se retenga en el tamiz N°200. Se coloca dicha muestra en una cacerola llena de agua, suficiente para cubrir el material dejándola remojar hasta que se desintegre completamente. Esto demora de 2 a 12 horas. Agitando bien la muestra con los dedos se vierte el agua turbia a través del tamiz N°200 hasta que el agua de enjuague quede limpia.

El material retenido debe ser cuidadosamente vertido en el recipiente previamente pesado, teniendo el cuidado de no dejar partículas de la muestra en la malla del tamiz, se procede al secado en horno de la muestra lavada y se realiza el análisis usando tamices de la serie fina (No.10, No.20, No.40, No.60, No.140, No.200) en la misma forma que el agregado grueso.



FOTOGRAFIA 13. PREPARACIÓN PARA TAMIZADO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 14. TAMIZADO DE MUESTRAS DE SUELO

Fuente: Elaboración Propia

3.11.3. ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA-LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO ASTM D423-66– AASHTO T89-68, LÍMITE PLÁSTICO ASTM D424-59–AASHTO T90-70)

3.11.3.1. Límite Líquido

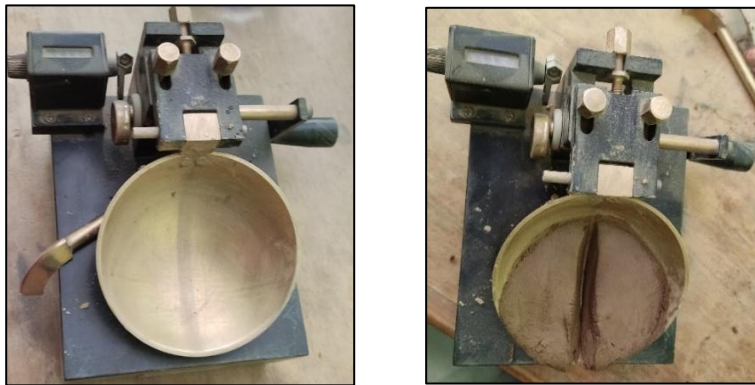
El límite líquido nos proporciona la humedad por debajo del cual no se produce reducción adicional de volumen o contracción de suelo. Para ello se debe tener una cantidad de muestra de suelo que pase el tamiz No. 40 esta porción debe presentar cierta humedad y se la debe colocar en el equipo de Casagrande, presionándola hacia abajo y dispersándola dentro la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su parte más profunda, disminuyendo gradualmente esta profundidad para formar una superficie horizontal. Con el ranurador, formar una ranura en la muestra dentro del aparato de Casagrande. Al utilizar la herramienta ranuradora se debe tener cuidado en que esta permanezca perpendicular a la superficie de la copa en el momento del corte. Se debe registrar el número de golpes del equipo de Casagrande necesarios para cerrar la ranura de 1 cm, una vez registrado se debe sacar la humedad de la muestra evaluada.

El límite líquido será la humedad necesaria que posea la muestra de suelo para cerrar la ranura con 25 golpes, como esto no será posible determinarlo en un solo intento se debe realizar el ensayo varias veces hasta obtener datos en los cuales se cierre la ranura con más y menos 25 golpes.



FOTOGRAFIA 15. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 16. EQUIPO DE CASAGRANDE

Fuente: Elaboración Propia

3.11.3.2. Límite Plástico

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico, para ello se debe tener aproximadamente 20 gramos de la muestra preparada para el límite líquido. Reducir el contenido de humedad hasta una consistencia en la cual esta pueda enrollar o envolver sin adherirse en la mano para llegar a un punto óptimo. En una placa de vidrio enrollar la muestra hasta un diámetro aproximado a 3.2mm. Una vez enrollada la muestra de suelo se lo coloca en un recipiente adecuado previamente pesado, tapar inmediatamente el recipiente. Seleccionar otra muestra y repetir los pasos anteriores hasta que el contenedor tenga aproximadamente 6 gramos de suelo. Determinar el contenido de humedad de cada una de las muestras. En el caso que el suelo no permite realizar rollos de este diámetro entonces se registra como No Plástico (N.P.) y se detiene el ensayo.



FOTOGRAFIA 17. PROCEDIMIENTO ENSAYO LIMITE PLÁSTICO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 18. ESTADO DE LIMITE PLÁSTICO DE MUESTRAS

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 19. ESTADO DE LIMITE PLÁSTICO DE MUESTRAS NO PLÁSTICAS

Fuente: Elaboración Propia

3.11.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)

La clasificación se realizó de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y A.A.S.H.T.O.

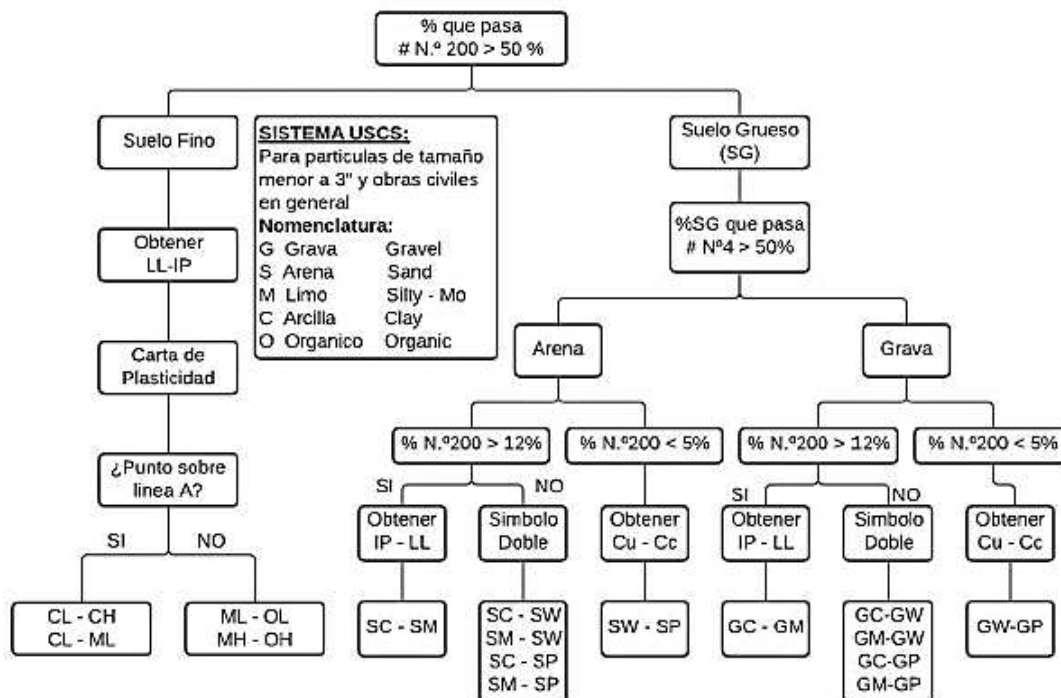


TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA S.U.C.S.

Fuente: Mecánica de suelos, Ing. Luis Pacosillo Ticona

Clasificación general	Materiales Granulares 35% o menos del total de la muestra pasa el tamiz N°200						
	A-1-a			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa por los tamices)							
N.º 10 (2.00 mm)	50 max						
N.º 40 (0.425 mm)	30 max	50 max	51 min				
N.º 200 (0.075 mm)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
Características de la fracción que pasa por el tamiz N.º 40							
Límite Líquido				40 max	41 min	40 max	41 min
Índice de Plasticidad	7 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipos de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena Fina	Grava o arena limosa o arcilla			
(a)							
Clasificación general	Materiales limo arcilla Mas del 35% del total de la muestra pasa por el tamiz N°200						
	A-4			A-5	A-6	A-7 a-7-5	
Clasificación de grupo							
Análisis por tamices (porcentaje que pasa por el tamiz N°200 (0.075mm))				36 min			
Características de fracción que pasa por N°40 (0.425 mm)							
Límite líquido				10 max	11 min	10 max	11 min
Índice de Plasticidad				10 max	10 max	11 min	11 min
Tipos de materiales constituyentes significativos				Suelo limosos		Suelo arcilloso	
Relación general como subgrado				Regular a pobre			

TABLA 7. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SISTEMA A.S.S.T.H.O.

Fuente: Norma AASTHO

3.11.5. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D854-02–AASHTO T100-70)

Este ensayo tiene por objetivo determinar la gravedad específica de los sólidos de una muestra de suelo, este es un parámetro básico para calcular la relación de vacíos.

Se procede a registrar el peso del picnómetro limpio y seco, llenar el picnómetro con agua hasta rebasar la marca de calibración, con la ayuda de un papel absorbente se nivela el agua en el picnómetro hasta que la parte inferior del menisco coincida con la marca de graduación. Determinar y registrar la masa del picnómetro lleno de agua. Se procede a tomar la temperatura del agua que se encuentra en el picnómetro y registrarla. Colocar 100 ml de agua en el picnómetro y adicionar la muestra (40 gramos del material que pasa por el tamiz No 10.) con ayuda del embudo. Adicionar agua hasta que el nivel se encuentre entre 1/3 a 1/2 del alto del cuerpo del picnómetro para luego proceder al llenado hasta la marca de calibración, de la misma manera se puede ajustar la marca de agua con el papel absorbente. Se procede a registrar la masa del conjunto de picnómetro, agua y muestra de suelo, a la misma vez tomar el dato de la temperatura de la mezcla dentro el picnómetro. En el caso de que exista material orgánico se lo debe extraer con ayuda de papel absorbente ya que esta se presentara en la parte superior del picnómetro de forma notoria en el momento del llenado.

Verter la muestra en un contenedor, evitando que queden partículas en el picnómetro, es posible utilizar agua adicional para lavar estas partículas, secar la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ y determinar la masa de la muestra seca.



FOTOGRAFIA 20. MUESTRA EN EL PICNÓMETRO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 21. PESO PICNÓMETRO MÁS MUESTRA

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 22. MUESTRAS LLEVADAS AL HORNO

Fuente: Elaboración Propia

3.11.6. ENSAYO DE CORTE DIRECTO RÁPIDO (ASTM D3080–AASHTO T236)

El ensayo de corte directo trata de representar la resistencia de una muestra de suelo a un esfuerzo cortante y bajo diferentes tensiones normales. Cuanto mayor sea la tensión normal aplicada, mayor unión existirá entre los granos del suelo, y mayor será la resistencia al esfuerzo cortante. Se realiza el ensayo de corte directo en condiciones drenadas y consolidadas (ensayo tipo CD) ya que los conductos de drenaje a través de la probeta de ensayo, son cortos, lo cual permite que los excesos de presión de poros sean disipados con bastante rapidez, permite una previa consolidación y drenado reproduciendo las condiciones de estabilidad a largo plazo.

El procedimiento del ensayo comienza generalmente al tallar probetas inalteradas según las medidas del equipo, estas deben contar con una cantidad de masa determinada por el ensayo de trozos inalterados para ser compactado en el molde y sean consistentes para el ensayo, también se puede hacer uso de probetas remoldeadas, buscando la densidad que tenía en sitio. Luego se procede a realizar el ensayo para tres muestras bajo tensiones normales crecientes, definiendo una recta que al cortar el eje de ordenadas define la cohesión (C) y forma un ángulo con abscisas que representa al ángulo de rozamiento interno (ϕ). Esta probeta debe ser puesta en el equipo de corte directo sin que esta se desplome en el instante de colocarla, también se usa un revestimiento de grasa entre los marcos que asegurará una impermeabilidad durante la consolidación y reduce la fricción durante el corte. Espaciadores de teflón o superficies revestidas de teflón pueden usarse también para reducir la fricción durante el corte. Conectar los dispositivos de carga. Ubicar los extensómetros para medir la deformación por corte y los cambios en el espesor de la probeta. Determinar el espesor inicial de la probeta.

Durante el proceso de consolidación, registrar las lecturas de desplazamiento normal antes de aplicar cada incremento de la fuerza normal y en las ocasiones adecuadas. Graficar las lecturas de desplazamiento normal contra los intervalos de tiempo. Se debe registrar las lecturas correspondientes en la planilla para los cálculos posteriores.



FOTOGRAFIA 23. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Fuente: [Elaboración Propia](#)



FOTOGRAFIA 24. PROBETA DESPUÉS DE SER SOMETIDA A ENSAYO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 25. EQUIPO PARA EL ENSAYO DE CORTE

Fuente: Elaboración Propia

3.11.7. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)

La compactación es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad de soporte y estabilidad entre otras propiedades. La muestra de suelo debe ser tamizada por la malla N°4 (4.75 mm), se toma una muestra representativa del tamizado (5 Kg) y se le agrega un 4% de su peso en agua, homogeneizando la mezcla con el objetivo de determinar la humedad óptima a la cual se consigue una compactación óptima. Se procede a llenar el molde con el suelo, cada probeta deber estar compactada cada 5 capas y cada capa con 56 golpes con un pistón de 10 lbf (44.5 N) desde una altura de caída de 18 pulgadas (457 mm), sometiendo el suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente 56,000 pie-lbf/pie³ (2,700 KN-m/m³). Se determina la Densidad de Suelo Seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre la Densidad de Suelo Seco y el Contenido de Agua del Suelo.

La forma gráfica de cada muestra nos permite obtener una curva de compactación, con valores que nos permiten visualizar los óptimos para contenido de agua y densidad máxima seca de nuestro suelo.



FOTOGRAFIA 26. PREPARACIÓN Y HUMECTACIÓN DE LAS MUESTRAS

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 27. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 28. COMPACTACIÓN DE LA MUESTRA

Fuente: Elaboración Propia

3.11.8. ENSAYO DE CBR (ASTM D1883–AASHTO T193)

Este ensayo es útil para evaluar suelos de terraplén (subrasante), y algunos materiales de cada base y súbbase que contengan pequeñas cantidades de material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4”).

El ensayo requiere 3 moldes para cada muestra de suelo, se utiliza similares equipos al de compactación a diferencia de que para la primera probeta se tiene 5 capas y debe compactarse cada capa con 12 golpes, para el segundo molde con 25 golpes y para el ultimo molde con 56 golpes. Estos moldes se inundan durante 4 días con una sobre carga en cada una de ellas y se mide el hinchamiento cada 24 horas. Una vez finalizadas las operaciones de inundación, el índice CBR se define como la resistencia que presenta en molde a hacer penetrado con un cilindro de dimensiones estandarizadas.

El aparato para medir la extensión consiste de una placa para hinchazón con vástago ajustable y un soporte de trípode para un indicador de dial. La placa de hinchazón es echa de metal de 5 7/8 pulgadas (1.6 mm) de diámetro. El trípode usado para sujetar el indicador de dial, está diseñado para sujetar al collar de extensión de molde. una sobre carga de pesos anulares y ranurados en las probetas iguales a aquellas utilizadas durante la inmersión. Para evitar el desplazamiento del material blando dentro del hueco de las sobrecargas colocar el pistón de penetración después de que una sobrecarga ha sido puesta sobre la probeta. Después de colocar el pistón de penetración, el resto de las sobrecargas serán colocadas alrededor del pistón. Aplicar las cargas al pistón de penetración de manera que la rata de penetración sea uniforme a 0.05 pulgadas (1.3 mm) por minuto. Registrar las cargas cuando la penetración es de 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.150, 0.200 y 0.300 pulgadas (0.64, 1.27, 1.91, 2.54, 3.81, 5.08 y 7.62 mm). Si se desea, se puede también hacer lecturas de cargas a penetraciones de 0.400 y 0.500 pulgadas (10.16 y 12.70 mm).



FOTOGRAFIA 29. PREPARACIÓN DE MUESTRA

Fuente: [Elaboración Propia](#)



FOTOGRAFIA 30. COMPACTACIÓN DE MOLDES (C.B.R.)

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 31. LECTURA DE EXTENSÓMETRO

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 32. LECTURAS DEL DEFORMÍMETRO -PRENSA CBR

Fuente: Elaboración Propia

3.11.9. ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES MÉTODO DE CARGA CONSTANTE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66)

El coeficiente de permeabilidad k representa la relación que existe entre la velocidad promedio de flujo y el gradiente hidráulico necesario para la existencia de flujo. El grado de permeabilidad es determinado aplicando a una muestra saturada de suelo una diferencia de presión hidráulica. El coeficiente de permeabilidad es expresado en términos de velocidad. Este fenómeno es gobernado por las mismas leyes físicas en todos los tipos de suelos y la diferencia en el coeficiente de permeabilidad en tipos de suelos extremos es solo una cuestión de magnitud.

Es constante porque el flujo que va ingresar por la muestra de suelo es constante. En este método se mantiene constante el nivel de agua en el tubo conectado al permeámetro, mientras que en el otro lado de la muestra el agua que sale es recolectada para medir su volumen. En este método el caudal de agua debe ser constante en el tiempo debe ser igual al caudal de agua que sale de la muestra.

El permeámetro disponible tiene un diámetro de 76 mm, que limita su utilización a suelos con un tamaño máximo de partículas de 9.5 mm (pasa el tamiz $\frac{3}{4}$ "), y a muestras con menos del 35% del material total retenido en el tamiz N° 10 (2mm). Se determina el área de la sección transversal del cilindro del permeámetro y la longitud de la muestra. Una vez armado el sistema de mangueras y tanques para el flujo se procede al llenar el permeámetro con la muestra hasta 50 mm incluyendo la piedra porosa registrando el peso del sistema. Se abre la válvula para permitir la salida del aire y proceder con la saturación de la muestra, una vez que la muestra se encuentre totalmente saturada y el permeámetro este lleno se cierra las válvulas de entrada y salida.

A continuación, se abre suavemente la válvula de entrada del tanque para mantener el nivel de agua constante, esperando cierto tiempo hasta alcanzar una condición estable donde no se vea una variación de nivel apreciable en los permeámetros. Se registra las alturas iniciales h_1 , h_2 y h_3 (niveles de los permeámetros) y el tiempo que se necesita para alcanza un volumen de flujo del orden de 750 a 900 ml, también se registra la temperatura del agua contenida en el recipiente de volumen de flujo y las alturas finales h_1' , h_2' y h_3' (niveles de los permeámetros).

Para determinar un coeficiente de permeabilidad representativo, se repite 2 a 3 veces la prueba, es decir se repite la lectura del volumen de flujo utilizando el mismo tiempo (o cercano al mismo) y asemejando las mismas condiciones. Para completar el ensayo drenar el agua de la muestra y establecer si el ensayo ha sido homogéneo e isotrópico, cualquier línea horizontal clara u oscura es evidencia de que ha existido una segregación de finos.



FOTOGRAFIA 33. EQUIPO ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE

Fuente: [Elaboración Propia](#)



FOTOGRAFIA 34. LLENADO DEL PERMEÁMETRO

Fuente: [Elaboración Propia](#)



FOTOGRAFIA 35. REGISTRO DE PESO Y TEMPERATURA

Fuente: Elaboración Propia

3.11.10. ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS FINOS MÉTODO DE CARGA VARIABLE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66)

Cuando el coeficiente de permeabilidad de suelos es de media a baja permeabilidad (menor a 10^{-4} m/s), la determinación a través de un permeámetro de carga constante es poco precisa, se emplea entonces el de carga variable. Para este ensayo en general no se han establecido limitaciones para el tamaño máximo de agregado, debido a que la muestra previamente al ensayo debe ser compactada para alcanzar el peso específico requerido, el tamaño máximo de agregado estará sujeto a las limitaciones propuestas para los ensayos de compactación ASTM D698-91 y ASTM D1557-91.

La permeabilidad por carga variable se utiliza para suelos menos permeables, en este caso la cantidad de agua escurrida es medida en forma indirecta por medio de la observación de la relación entre la caída del nivel del agua en el tubo puesto sobre la muestra y el tiempo transcurrido.

Se inicia el ensayo limpiando el permeámetro y verificando las dimensiones con una precisión de 0.5 mm. Se determina el peso del molde, para después colocar el suelo en un contenedor y determinar su contenido de humedad, si se trata de arena, secarla previamente en horno para luego proceder a su colocación en seco. Colocar la muestra en el permeámetro con cierta densidad predeterminada sobre la base de los resultados de ensayos de compactación, para esto se podrá utilizar vibración o compactado por capas. Se registra el peso de la muestra más molde y una vez embalada se dispone un papel filtro en el tope de la muestra para taparla, conectar la entrada de agua al conducto que proviene del tanque de altura constante. Sumergir la muestra en un contenedor con nivel de agua superior en 5 cm al tope de la misma y dejar que se sature de 24 a 27 horas. También puede utilizarse una bomba de vacío para acelerar la saturación.

Cerrar tanto las válvulas de entrada como de salida, asegurándose que los conductos y manómetros estén libres de aire dejándolos correr. El permeámetro en esta etapa ya se encuentra totalmente ensamblado. Se prosigue llenando el manómetro hasta la altura predeterminada h_1 , determinando el tiempo en que el nivel de agua desciende hasta los niveles establecidos. Registrar la temperatura del agua y determinar el volumen de agua drenada. Llenar nuevamente la bureta y repetir el ensayo de 2 a 3 veces.



FOTOGRAFIA 36. PERMEAMETRO MÁS MUESTRA

Fuente: Elaboración Propia



FOTOGRAFIA 37. MUESTRA DESALOJADA DEL PERMEAMETRO

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS POZOS EN LA URBANIZACION ATIPIRIS

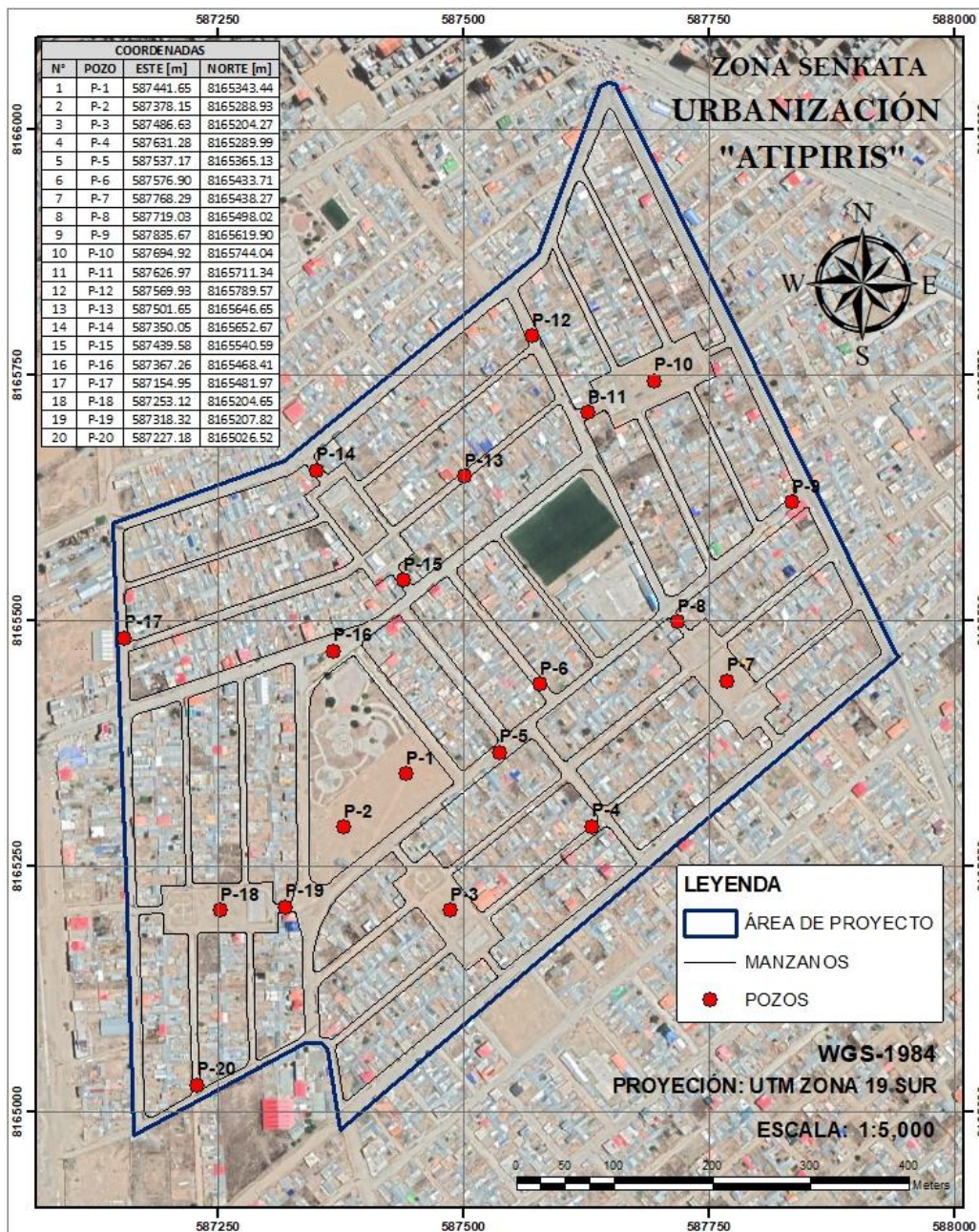


FIGURA 29. UBICACIÓN DE POZOS

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1. COORDENADAS DE POZOS

PROYECCIÓN. UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR

ELIPSOIDE: WGS 1984

ZONA: 19S

COORDENADAS			
N°	POZO	ESTE [m]	NORTE [m]
1	P-1	587441.65	8165343.44
2	P-2	587378.15	8165288.93
3	P-3	587486.63	8165204.27
4	P-4	587631.28	8165289.99
5	P-5	587537.17	8165365.13
6	P-6	587576.90	8165433.71
7	P-7	587768.29	8165438.27
8	P-8	587719.03	8165498.02
9	P-9	587835.67	8165619.90
10	P-10	587694.92	8165744.04
11	P-11	587626.97	8165711.34
12	P-12	587569.93	8165789.57
13	P-13	587501.65	8165646.65
14	P-14	587350.05	8165652.67
15	P-15	587439.58	8165540.59
16	P-16	587367.26	8165468.41
17	P-17	587154.95	8165481.97
18	P-18	587253.12	8165204.65
19	P-19	587318.32	8165207.82
20	P-20	587227.18	8165026.52

TABLA 8. COORDENADAS DE POZOS

Fuente: [Elaboración Propia](#)

4.2. PLANILLAS RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

4.2.1. ENSAYO DE HUMEDAD (HN: ASTM D2216-98; HH: ASTM D2216-98)

HUMEDAD			
N°	POZO	NATURAL [%]	HIGROSCOPICA [%]
1	P-1	4.37	0.56
2	P-2	5.37	0.34
3	P-3	6.84	0.35
4	P-4	3.93	0.66
5	P-5	6.37	0.29
6	P-6	5.02	0.30
7	P-7	3.58	0.15
8	P-8	4.14	0.67
9	P-9	5.59	0.40
10	P-10	3.16	0.40
11	P-11	5.13	0.30
12	P-12	3.13	0.51
13	P-13	6.51	0.12
14	P-14	4.83	0.56
15	P-15	4.62	0.47
16	P-16	4.96	0.59
17	P-17	4.32	0.16
18	P-18	6.44	0.43
19	P-19	6.97	0.37
20	P-20	3.92	0.42
MÁXIMO		6.97	0.67
MÍNIMO		3.13	0.12

TABLA 9. ENSAYO DE HUMEDAD

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (ASTM D422-63–AASHTO T27-93)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
N°	POZO	% GRAVA	% ARENA	% FINO	Cu	Cc
1	P-1	69	27	4	44.38	1.80
2	P-2	71	26	3	39.08	2.97
3	P-3	58	32	10	170.16	3.22
4	P-4	41	49	10	68.37	0.65
5	P-5	64	28	8	123.96	4.58
6	P-6	66	28	6	55.02	3.13
7	P-7	64	30	6	93.11	3.82
8	P-8	59	36	5	70.64	0.98
9	P-9	68	29	3	31.81	1.69
10	P-10	66	30	4	85.26	2.25
11	P-11	67	27	6	95.17	5.62
12	P-12	61	33	6	35.40	1.79
13	P-13	72	26	2	48.92	3.68
14	P-14	63	29	8	77.58	2.39
15	P-15	66	31	3	93.84	1.97
16	P-16	62	33	5	44.23	1.44
17	P-17	64	28	8	171.47	5.02
18	P-18	46	44	10	112.08	0.61
19	P-19	54	38	8	78.52	0.57
20	P-20	58	32	10	211.92	2.11
MÁXIMO		72	49	10	211.92	5.62
MÍNIMO		41	26	2	31.81	0.57

TABLA 10. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA-LÍMITES DE ATTERBERG (LÍMITE LÍQUIDO ASTM D423-66- AASHTO T89-68, LÍMITE PLÁSTICO ASTM D424-59-AASHTO T90-70)

LÍMITES DE ATTERBERG				
N°	POZO	L.L. [%]	L.P. [%]	I.P. [%]
1	P-1	23.57	18.79	4.78
2	P-2	22.49	20.49	2.01
3	P-3	20.37	16.21	4.15
4	P-4	17.24	13.61	3.63
5	P-5	17.84	15.35	2.49
6	P-6	21.69	17.05	4.64
7	P-7	19.05	14.47	4.58
8	P-8	19.22	NP	NP
9	P-9	19.19	15.66	3.53
10	P-10	18.54	15.27	3.27
11	P-11	21.17	17.20	3.96
12	P-12	23.08	18.86	4.22
13	P-13	19.25	16.22	3.04
14	P-14	21.72	19.11	2.61
15	P-15	22.06	17.73	4.33
16	P-16	20.49	NP	NP
17	P-17	17.11	15.71	1.41
18	P-18	20.76	17.10	3.66
19	P-19	20.99	15.46	5.54
20	P-20	17.11	NP	NP
MÁXIMO		23.57	20.49	5.54
MÍNIMO		17.11	NP	NP

TABLA 11. ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS Y AASHTO)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
N°	POZO	S.U.C.S.		A.A.S.H.T.O.	
1	P-1	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
2	P-2	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
3	P-3	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
4	P-4	SP-SC	Arena pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
5	P-5	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
6	P-6	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
7	P-7	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
8	P-8	GP	Grava limpia pobremente graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
9	P-9	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
10	P-10	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
11	P-11	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
12	P-12	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
13	P-13	GP	Grava limpia pobremente graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
14	P-14	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
15	P-15	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
16	P-16	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
17	P-17	GP-GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
18	P-18	SP- SC	Arena pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
19	P-19	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena
20	P-20	GW	Grava limpia bien graduada	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

TABLA 12. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO (ASTM D854-02–AASHTO T100-70)

GRAVEDAD ESPECIFICA		
N°	POZO	G.S
1	P-1	2.71
2	P-2	2.74
3	P-3	2.72
4	P-5	2.70
5	P-10	2.80
6	P-16	2.75
MÁXIMO		2.80
MÍNIMO		2.70

TABLA 13. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO

Fuente: Elaboración Propia

4.2.6. ENSAYO DE DENSIDAD MÉTODO CONO DE ARENA (ASTM D1556)

DENSIDAD EN SITIO (CONO DE ARENA)				
N°	POZO	Densidad del suelo seco [g/cm ³]	Densidad máxima de la curva de compactación	Porcentaje de compactación Gc (%)
1	P-1	2.00	2.28	87.72
2	P-2	1.97	2.27	86.78
3	P-3	2.04	2.27	89.87
4	P-5	1.96	2.28	85.96
5	P-10	2.02	2.26	89.38
6	P-16	1.99	2.27	87.67
MÁXIMO		2.04	2.28	89.87
MÍNIMO		1.96	2.26	85.96

TABLA 14. ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO

Fuente: Elaboración Propia

4.2.7. ENSAYO DE CORTE DIRECTO RÁPIDO (ASTM D3080–AASHTO T236)

CORTE DIRECTO RAPIDO			
N°	POZO	COHESIÓN C [Kg/cm ²]	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA [°]
1	P-1	0.15	21.78
2	P-18	0.11	42.00
MÁXIMO		0.15	42.00
MÍNIMO		0.11	21.78

TABLA 15. ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Fuente: Elaboración Propia

4.2.8. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557)

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
N°	POZO	DENSIDAD MÁXIMA SECA Dm [Kg/dm ³]	HUMEDAD OPTIMA H [%]
1	P-1	2.28	5.90
2	P-2	2.27	5.10
3	P-3	2.27	5.00
4	P-5	2.28	5.80
5	P-10	2.26	5.80
6	P-16	2.27	4.90
MÁXIMO		2.28	5.90
MÍNIMO		2.26	4.90

TABLA 16. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Fuente: Elaboración Propia

4.2.9. ENSAYO DE CBR (ASTM D1883–AASHTO T193)

C.B.R.				
N°	POZO	C.B.R. 100%	C.B.R. 99%	C.B.R. 95%
1	P-1	NO DETERMINADO	76.64	59.87
2	P-2	NO DETERMINADO	71.77	56.53
3	P-3	NO DETERMINADO	73.11	57.80
4	P-5	NO DETERMINADO	69.52	54.42
5	P-10	NO DETERMINADO	72.11	56.87
6	P-16	NO DETERMINADO	68.09	54.21
MÁXIMO		NO DETERMINADO	76.64	59.87
MÍNIMO		NO DETERMINADO	68.09	54.21

TABLA 17. ENSAYO DE C.B.R.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.10. ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL S.P.T. (ASTM D1586-67 – AASHTO T206-70)

TENSIÓN ADMISIBLE			
N°	POZO	PROFUNDIDAD [m]	TENSION ADM. TERRENO [kg/cm2]
1	P-1	2.00	2.69
2	P-2	2.00	2.78
3	P-3	2.00	2.98
4	P-4	1.50	2.40
5	P-5	1.50	2.62
6	P-6	1.50	2.44
7	P-7	1.80	2.91
8	P-8	1.50	2.17
9	P-9	1.50	3.01
10	P-10	1.50	2.88
11	P-11	1.50	2.98
12	P-12	1.50	3.05
13	P-13	1.50	2.70
14	P-14	1.50	3.11
15	P-15	1.50	3.01
16	P-16	1.80	2.35
17	P-17	1.50	2.80
18	P-18	1.50	2.09
19	P-19	1.80	2.80
20	P-20	1.80	3.01
MÁXIMO			3.11
MÍNIMO			2.09

TABLA 18. ENSAYO DE S.P.T.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.11. ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES MÉTODO DE CARGA CONSTANTE Y SUELOS FINOS MÉTODO DE CARGA VARIABLE (ASTM D2434-68–AASHTO T125-66)

PERMEABILIDAD					
N°	POZO	CARGA CONSTANTE		CARGA VARIABLE	
		T de ensayo [cm/s]	T normalizada 20C [cm/s]	T de ensayo [cm/s]	T normalizada 20C [cm/s]
1	P-1	1.79E-04	1.98E-04	1.00E-04	1.11E-04
2	P-2	1.69E-04	1.97E-04	1.02E-04	1.18E-04
3	P-3	1.58E-04	1.84E-04	1.02E-04	1.16E-04
4	P-5	1.76E-04	1.95E-04	1.00E-04	1.11E-04
5	P-10	1.52E-04	1.77E-04	1.01E-04	1.15E-04
6	P-16	1.68E-04	1.96E-04	1.00E-04	1.17E-04
MÁXIMO		1.79E-04	1.98E-04	1.02E-04	1.18E-04
MÍNIMO		1.52E-04	1.77E-04	1.00E-04	1.11E-04

TABLA 19. ENSAYO DE PERMEABILIDAD

Fuente: Elaboración Propia

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE TENSIONES ADMISIBLES

El análisis estadístico se realizó a partir de las Tensiones Admisibles obtenidas en el presente proyecto, representando gráficamente la distribución normal mediante la campana de Gauss. Este análisis se realizó de los 20 pozos con un nivel de confianza del 95% observando que 7 pozos se encuentran dentro del rango de la zona media, por lo tanto, dichos pozos se encuentran en el promedio de las tensiones Admisibles del proyecto.

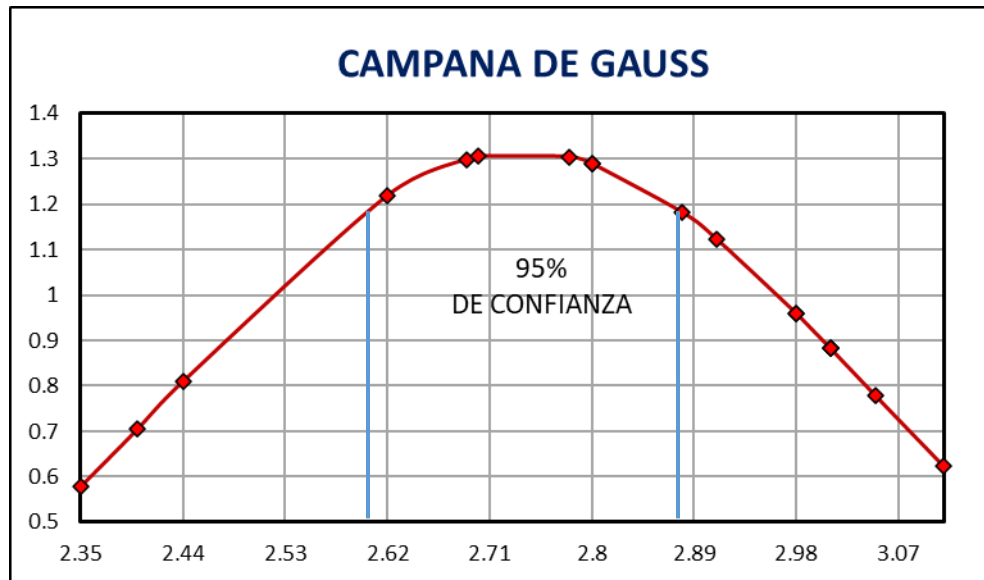
ANÁLISIS Y RESULTADOS:

N°	POZO	PROFUNDIDAD [m]	TENSION ADM.TERRENO [kg/cm2]
18	P-18	1.5	2.09
8	P-8	1.5	2.17
16	P-16	1.8	2.35
4	P-4	1.5	2.4
6	P-6	1.5	2.44
5	P-5	1.5	2.62
1	P-1	2	2.69
13	P-13	1.5	2.7
2	P-2	2	2.78
17	P-17	1.5	2.8
19	P-19	1.8	2.8
10	P-10	1.5	2.88
7	P-7	1.8	2.91
3	P-3	2	2.98
11	P-11	1.5	2.98
9	P-9	1.5	3.01
15	P-15	1.5	3.01
20	P-20	1.8	3.01
12	P-12	1.5	3.05
14	P-14	1.5	3.11

N	20
Promedio	2.74
Desviacion Estandar	0.30
Alfa	0.05
Intervalo	0.14
Desde	2.60
Hasta	2.88

Confianza 95%

7 pozos se encontraron dentro del rango



4.4. CAPACIDAD DE CARGA- MÉTODO ANALÍTICO TERZAGHI

El cálculo de capacidad de carga se realizó a partir de parámetros de resistencia del suelo (Correlaciones geomecánicas) con una profundidad de desplante de 1.5 [m]. Para realizar el análisis del comportamiento del suelo de la urbanización ATIPIRIS frente a un hospital de 3er nivel el cual se encuentra proyectado para el lugar, se adoptó las cargas de transferencia de la estructura a los cimientos del “HOSPITAL DEL SUR DE LA CIUDAD DE EL ALTO”. Se recabo la información de esta obra de gran magnitud, los documentos que se obtuvieron son el estudio geológico, memoria descriptiva, memoria de técnica, especificaciones técnicas y planos.

CUADRO DE ZAPATAS							
Zapatas	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	P1	340x340	80	17Ø25c/20	17Ø25c/20		
Z2	P1	210x210	60	10Ø16c/20	10Ø16c/20		
Z3	P1	300x300	70	15Ø20c/20	15Ø20c/20		
Z4	P1	260x260	60	13Ø20c/20	13Ø20c/20		
Z5	P1	360x360	80	18Ø25c/20	18Ø25c/20		
Z6	P1	370x370	80	18Ø25c/20	18Ø25c/20		
Z7	P1	230x230	60	10Ø20c/20	10Ø20c/20		
Z8	P1	140x270	60	13Ø16c/20	7Ø16c/20		
Z9	P1	390x390	90	15Ø25c/25	15Ø25c/25		
Z10	P1	1075x560	80	28Ø16c/20	54Ø16c/20	28Ø16c/20	54Ø16c/20
Z11	P1	2015x700	100	35Ø20@20	100Ø20@20	35Ø20c/20	100Ø20c/20
Z12	P1	380x380	80	19Ø25c/20	19Ø25c/20		
Z13	P1	290x290	70	14Ø20c/20	14Ø20c/20		
Z14	P1	260x260	60	13Ø20c/20	13Ø20c/20		
Z15	P1	330x330	70	13Ø25c/25	13Ø25c/25		
Z16	P1	210x210	60	8Ø20c/25	8Ø20c/25		
Z17	P1	1950x1275	120	127Ø20c/10	195Ø25c/10	63Ø20c/20	129Ø20c/10
Z18	P1	1800x1100	120	55Ø20c/20	180Ø25c/10	55Ø20c/20	90Ø25c/20

TABLA 20. RESUMEN DE DIMENCIONES DE ZAPTAS DEL HOSPITAL DEL SUR-EL ALTO

Fuente: minsalud.gob.bo

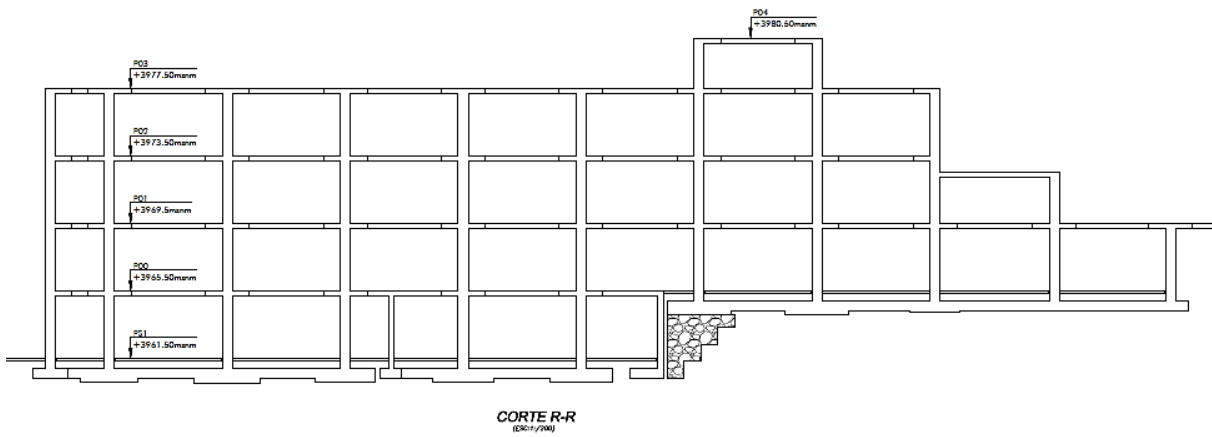


FIGURA 30. ELEVACIÓN HOSPITAL DEL SUR – EL ALTO

Fuente: minsalud.gob.bo

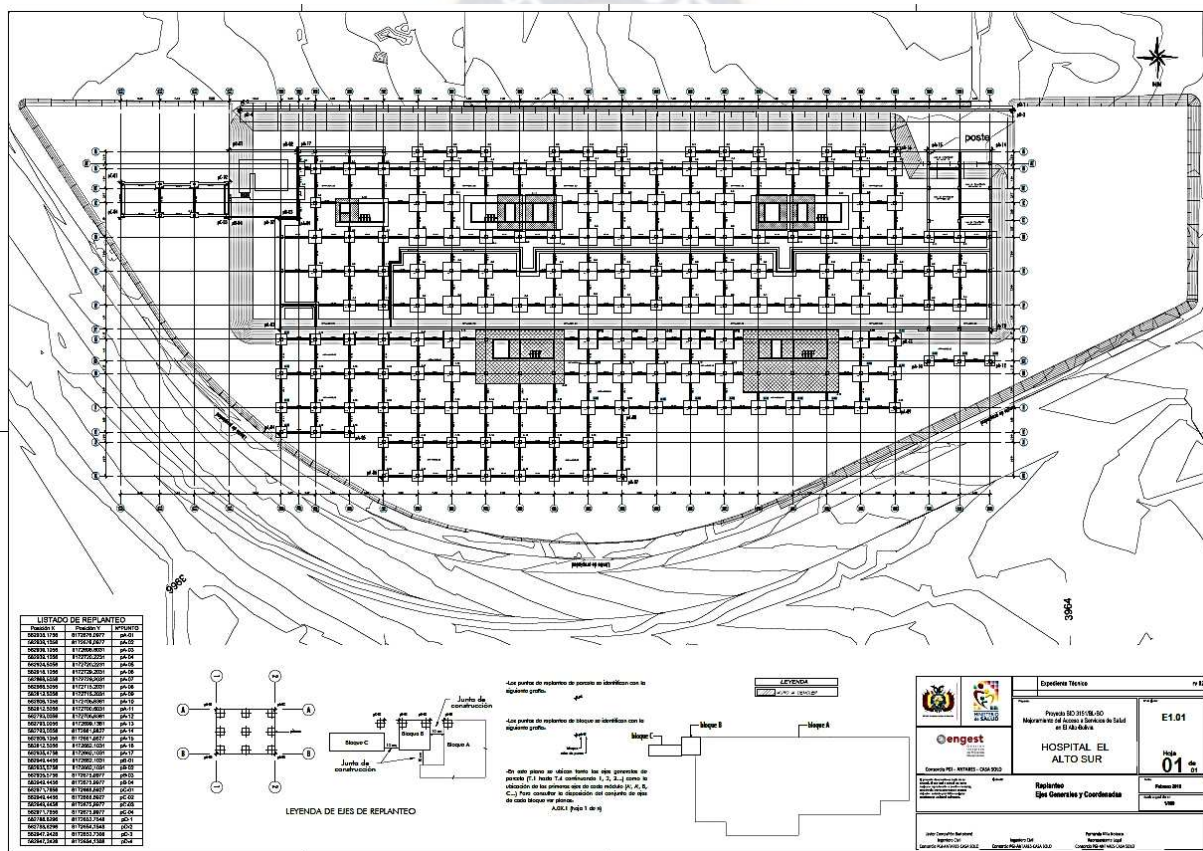


FIGURA 31. PLANO DE UBICACIÓN DE ZAPATAS HOSPITAL DEL SUR – EL ALTO

Fuente: minsalud.gob.bo

Se adoptaron las transferencias de carga de tres tipos de zapatas

$$P1 = 167.77 \text{ [Ton]}$$

$$P2 = 439.77 \text{ [Ton]}$$

$$P3 = 807.81 \text{ [Ton]}$$

Con estas cargas se dimensiono los cimientos para un hospital de 3er nivel en las condiciones del suelo de la urbanización ATIPIRIS. Este análisis se realizó para el pozo uno (1) ya que este pozo se encuentra en la ubicación donde se proyecta el hospital en la urbanización.

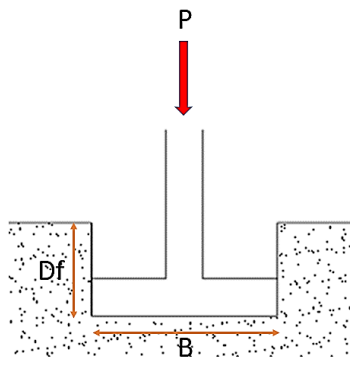


FIGURA 32. TRANSFERENCIA DE CARGA ESTRUCTURA- CIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS:

DATOS	$\Phi =$	21.78°
POZO 1	$D_f =$	1.5 [m]
	$C =$	1.51 [tn/cm ²]
	$\gamma =$	2.71 [tn/m ²]
	$FS =$	3

TABLA 21. DATOS POZO 1

Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS:

CAPACIDAD DE CARGA-METODO TERZAGHI			
CARGAS		Dim. Zapatas calculadas	Dim. Zapatas adoptadas
P1 =	167.77 [Ton]	2.35x2.35 [m]	2.40 x 2.40 [m]
P2 =	439.77 [Ton]	3.62 x 3.62 [m]	3.65 x 3.65 [m]
P1 =	807.81 [Ton]	4.95 x4.95 [m]	5.0 x 5.0 [m]

TABLA 22. DIMENCIÓN DE ZAPATAS – MÉTODO TERZAGHI

Fuente: Elaboración Propia

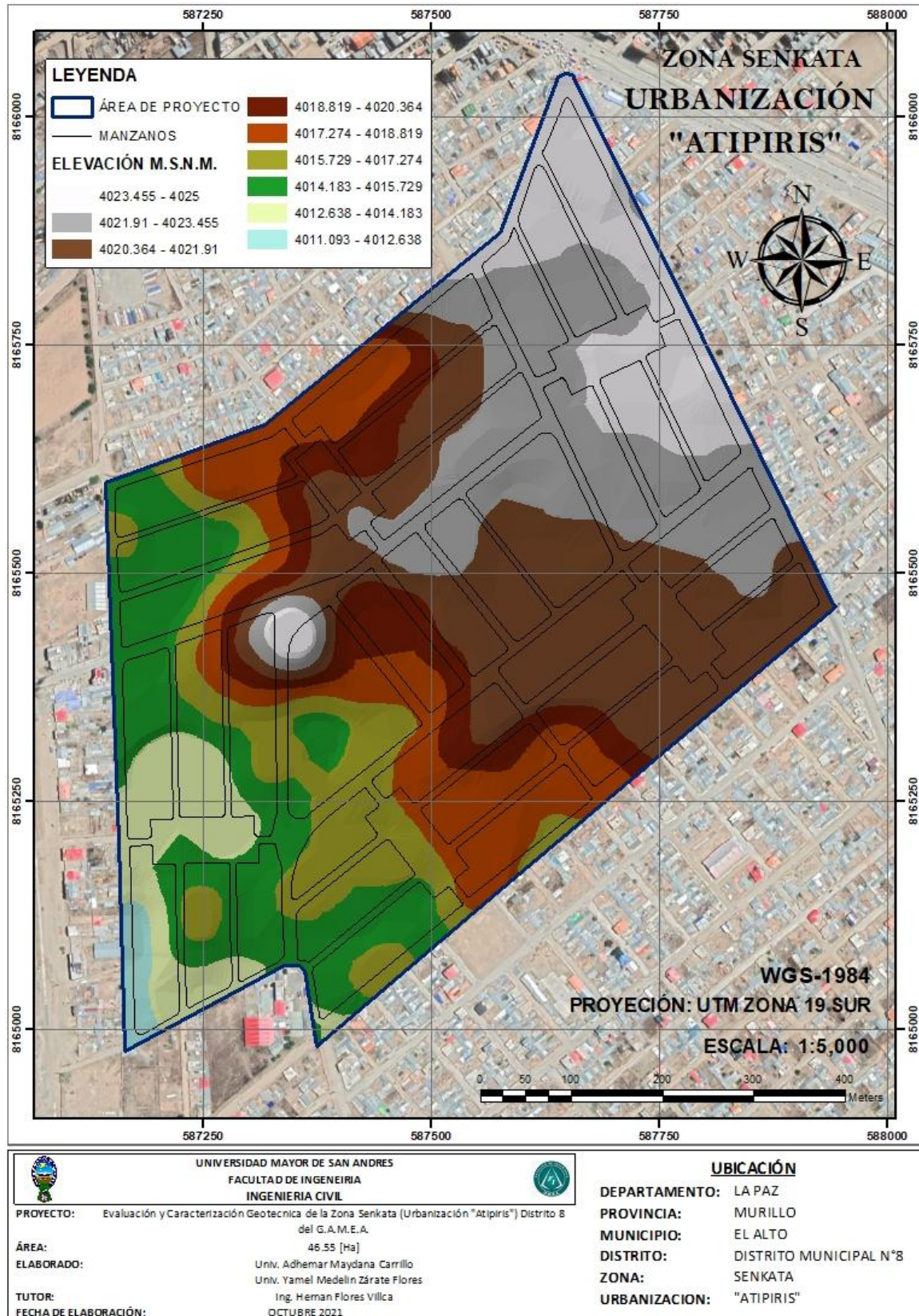
CAPACIDAD DE CARGA-METODO TERZAGHI					
CARGAS		CLASIFICACION DE SUELOS		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA [Tn/m ²]	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE [Tn/m ²]
P1 =	167.77 [Ton]	GW	Grava limpia bien graduada	91.57	30.52
P2 =	439.77 [Ton]	GW	Grava limpia bien graduada	100.94	33.65
P1 =	807.81 [Ton]	GW	Grava limpia bien graduada	111.046	37.02

TABLA 23. CAPACIDAD DE CARGA - MÉTODO TERZAGHI

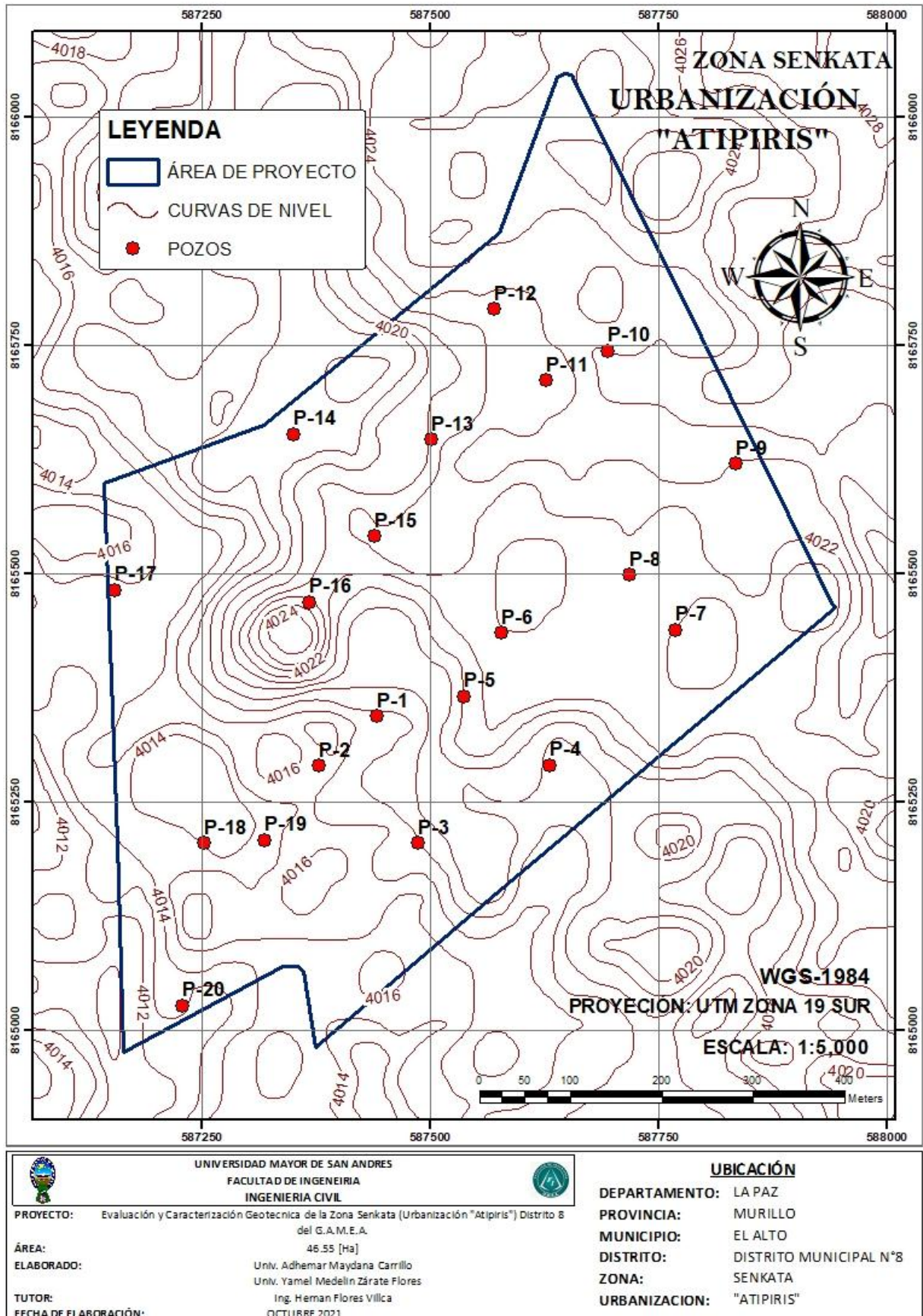
Fuente: Elaboración Propia

4.5. MAPAS TEMÁTICOS

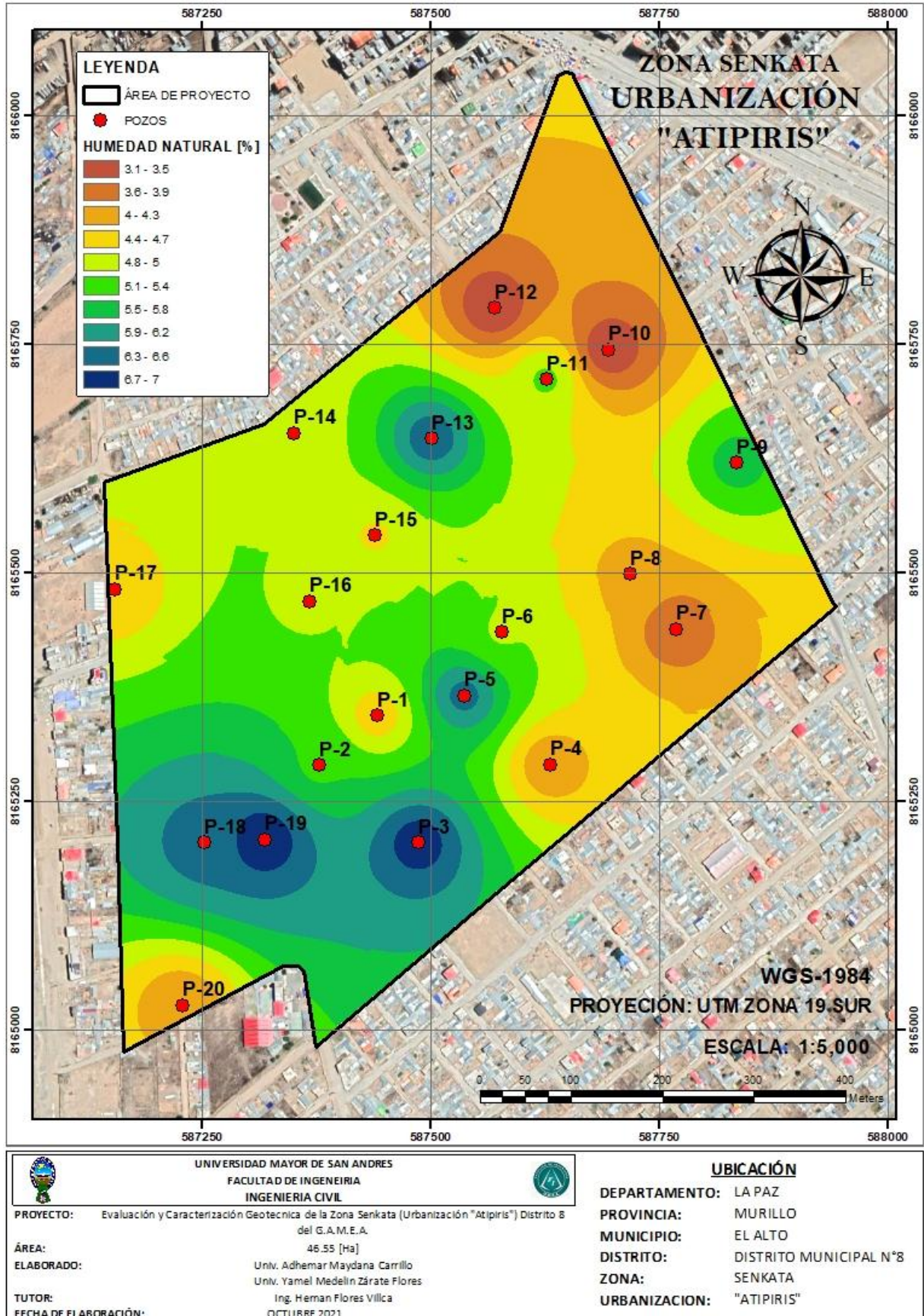
4.5.1. MAPA ELEVACIONES



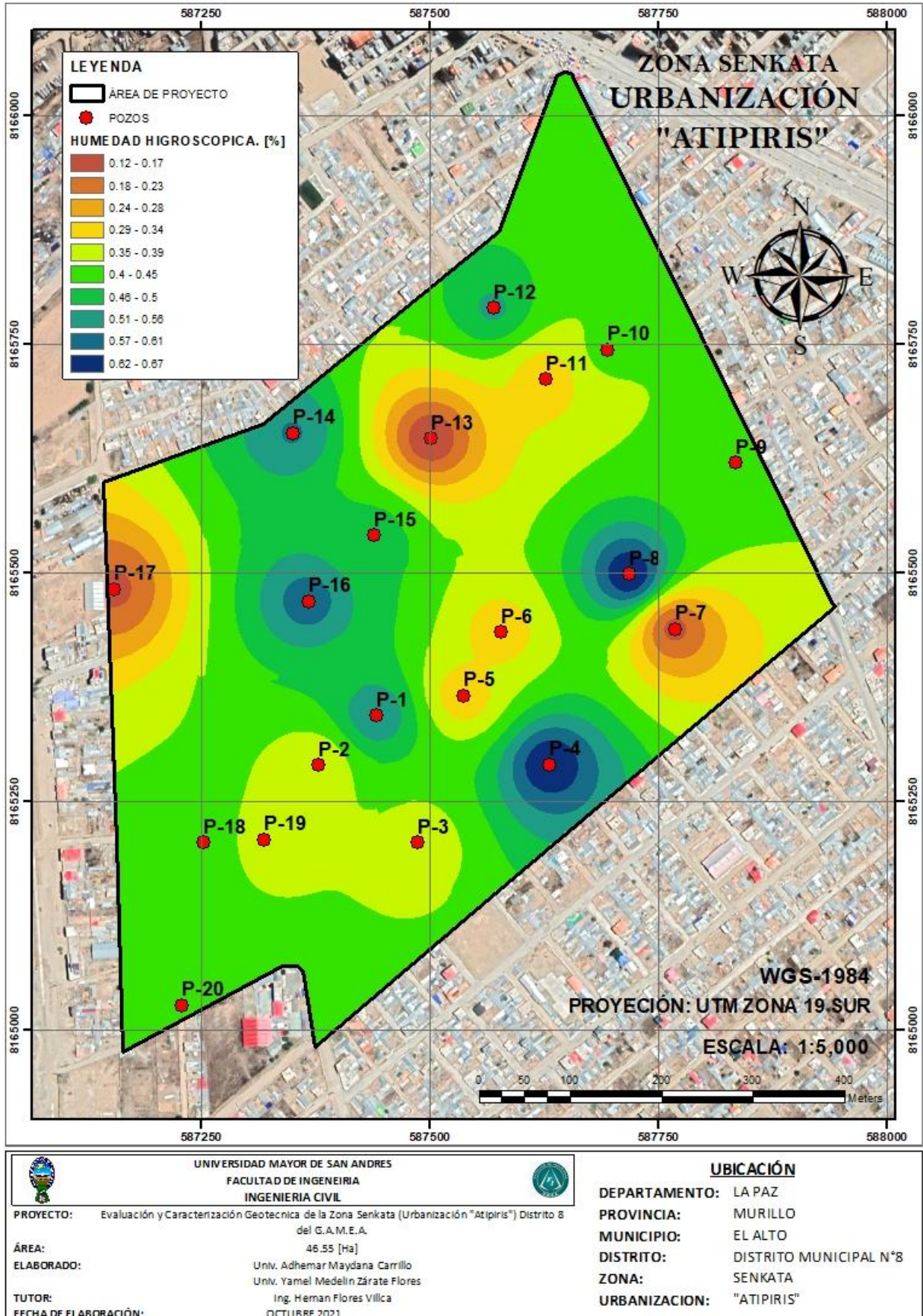
4.5.2. MAPA TOPOGRÁFICO



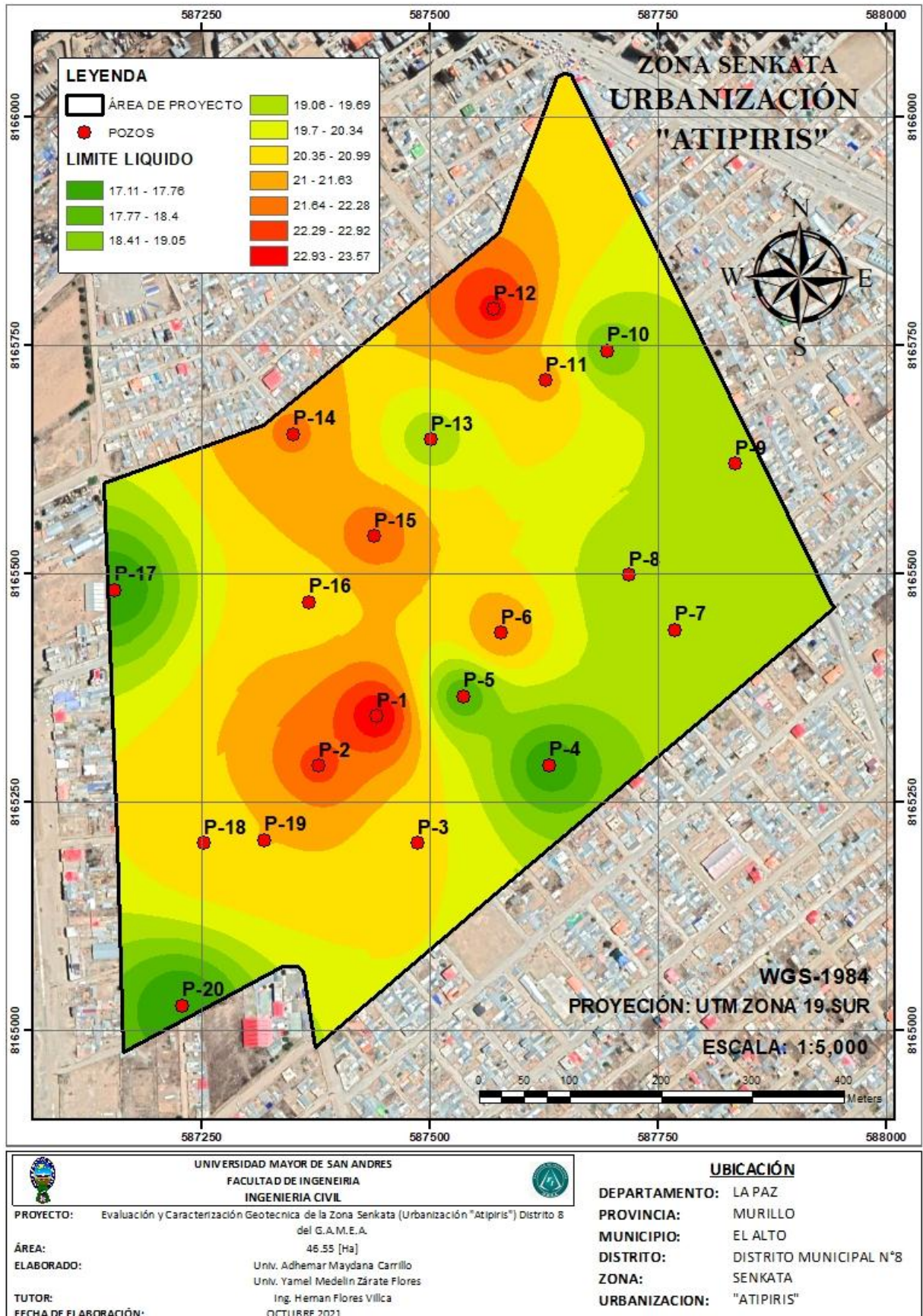
4.5.3. MAPA DE HUMEDAD NATURAL



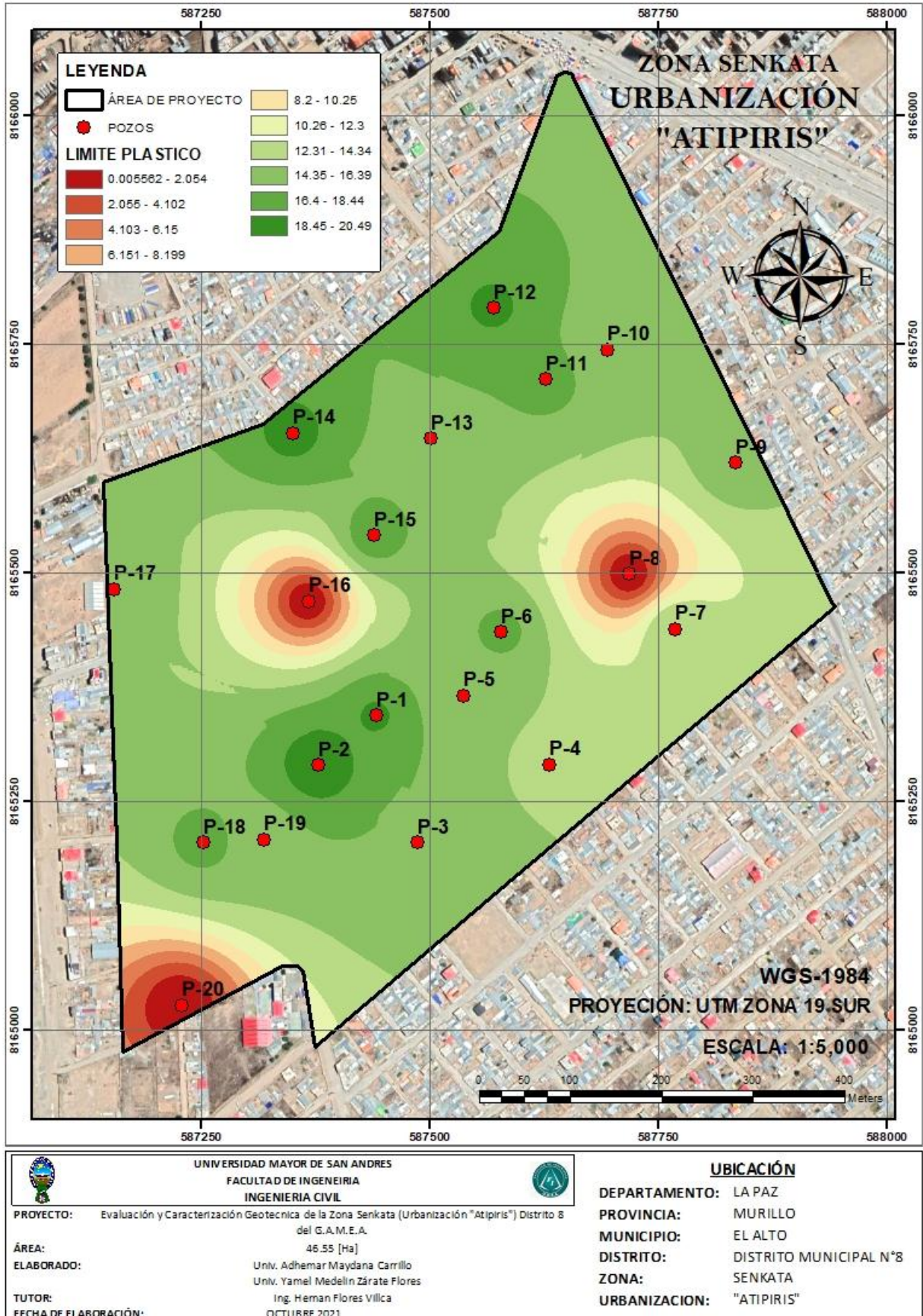
4.5.4. MAPA DE HUMEDAD HIGROSCÓPICA



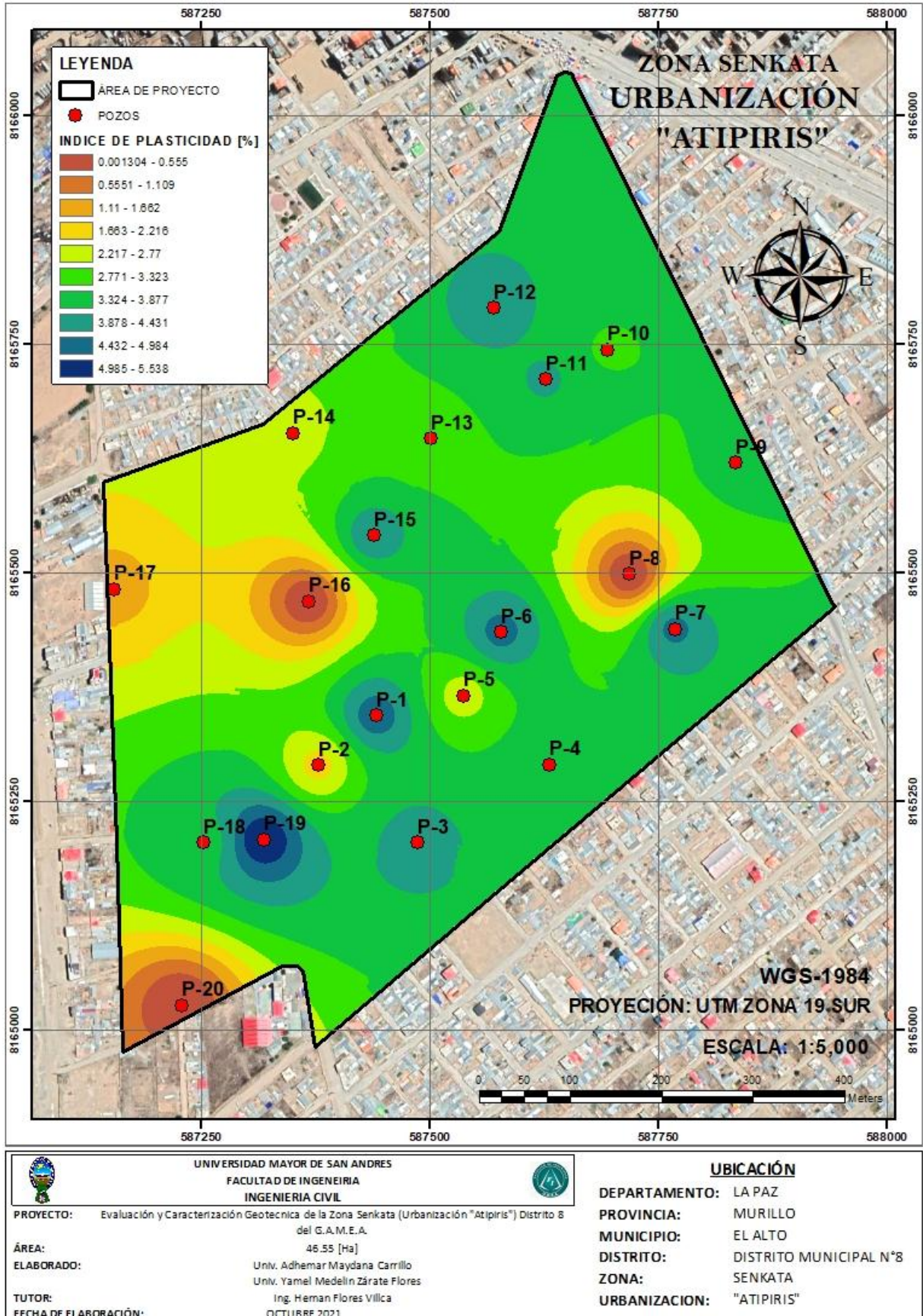
4.5.5. MAPA DE LÍMITE LÍQUIDO



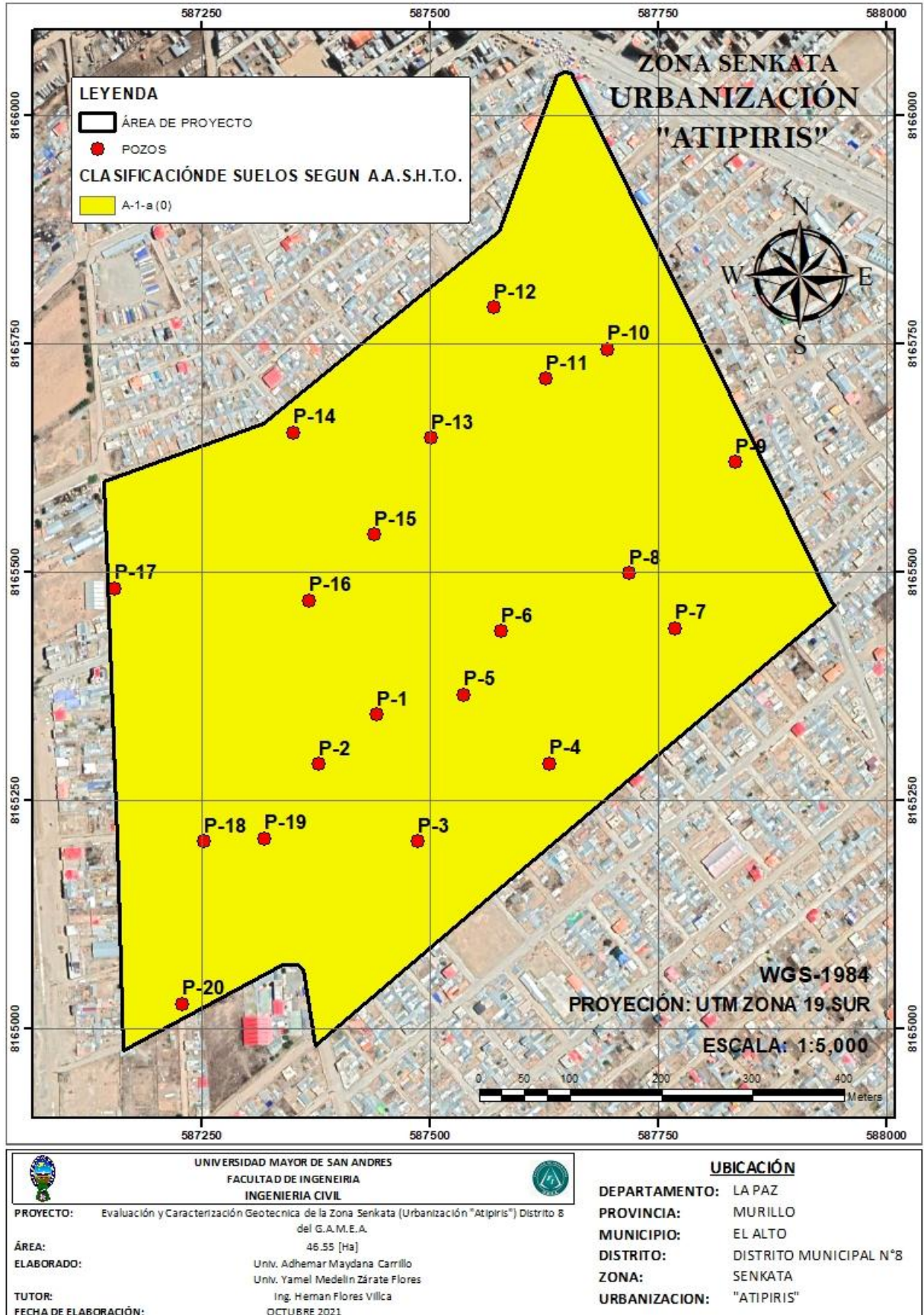
4.5.6. MAPA DE LÍMITE PLÁSTICO



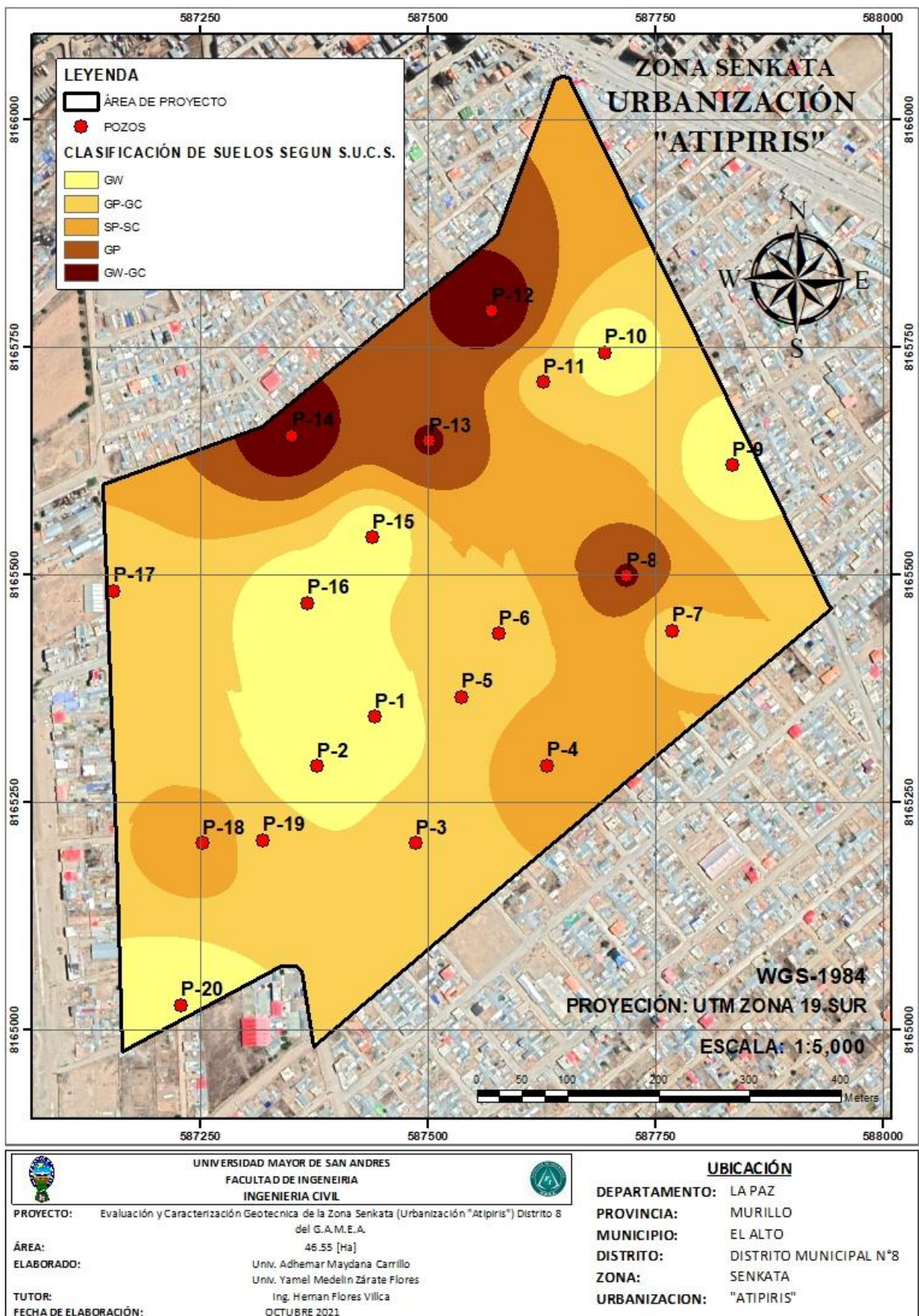
4.5.7. MAPA DE ÍNDICE DE PLASTICIDAD



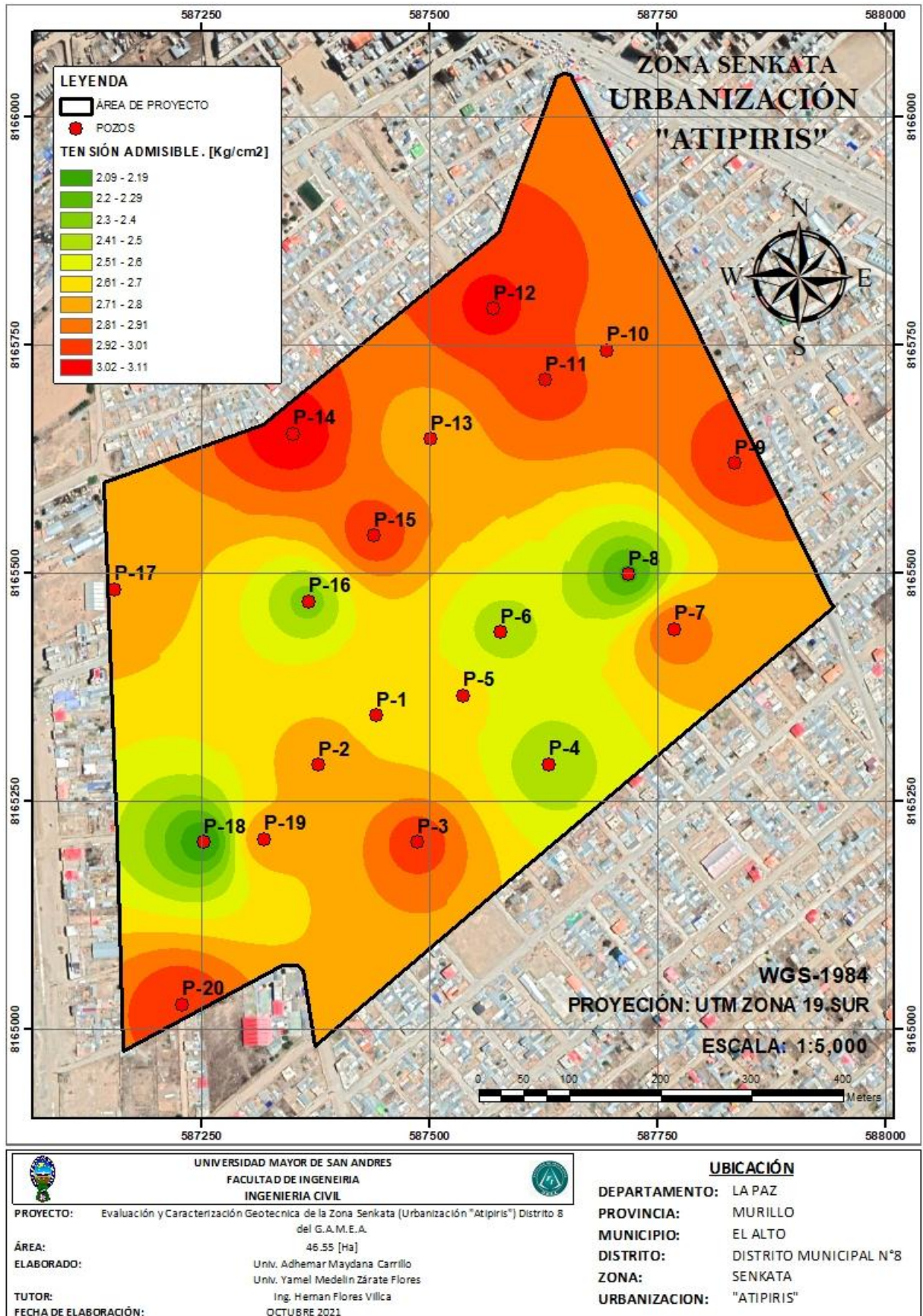
4.5.8. MAPA DE CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.



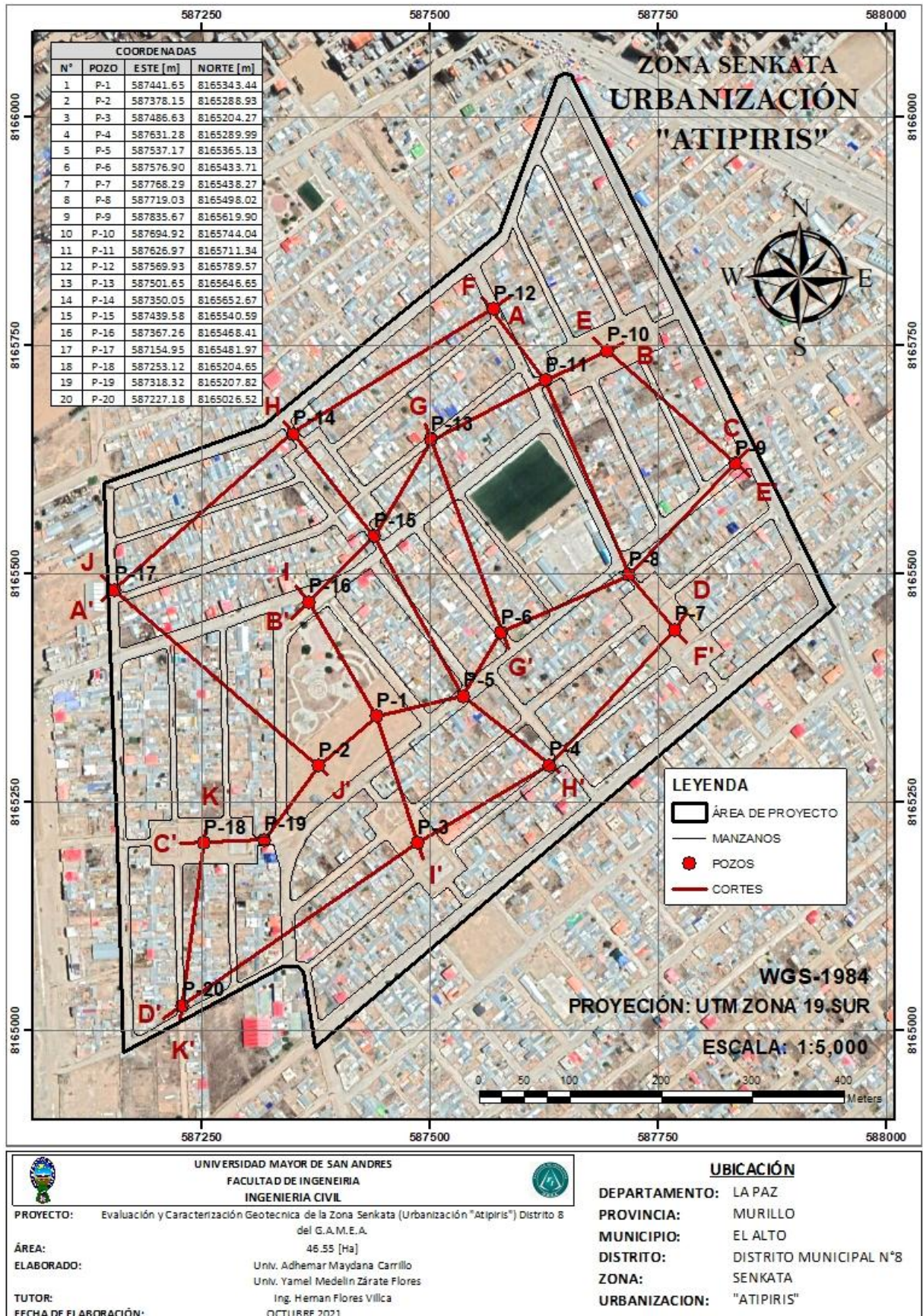
4.5.9. MAPA DE CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S.



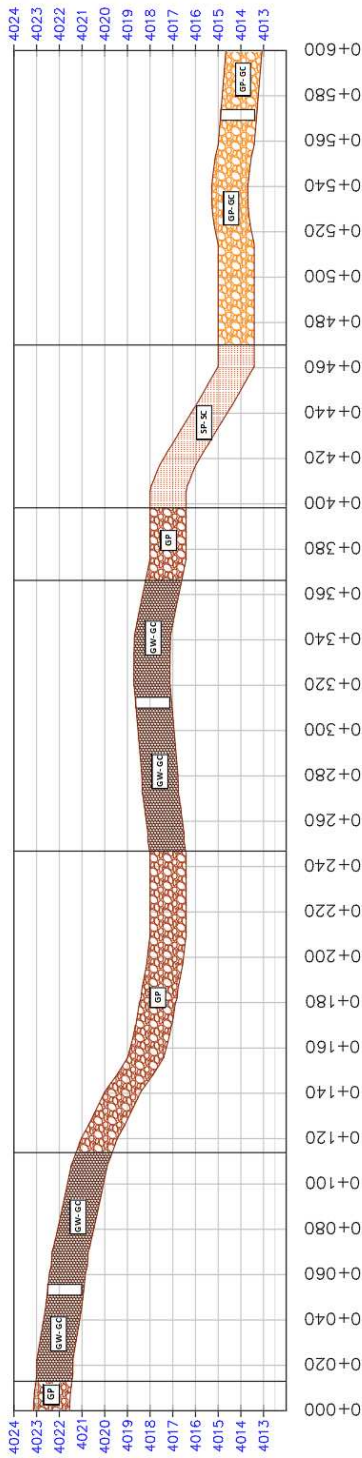
4.5.10. MAPA DE TENSIONES ADMISIBLES



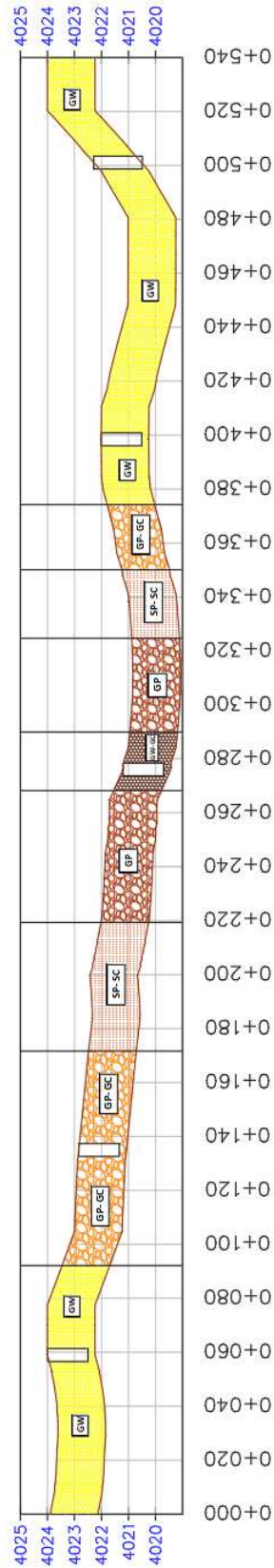
4.6. PERFILES GEOTÉCNICOS



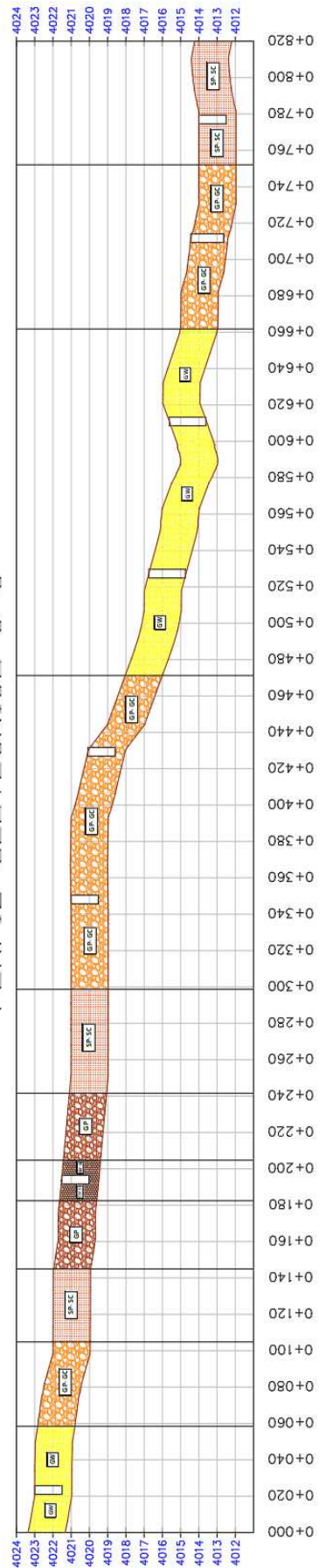
PERFIL GEOTECNICO A-A'



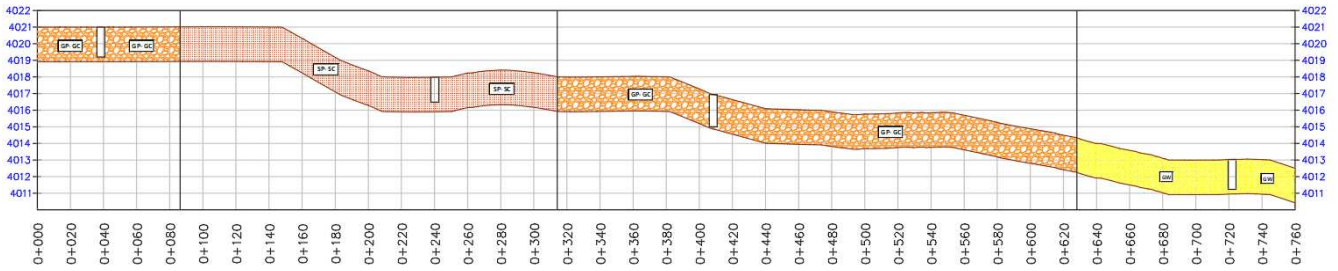
PERFIL GEOTECNICO B-B'



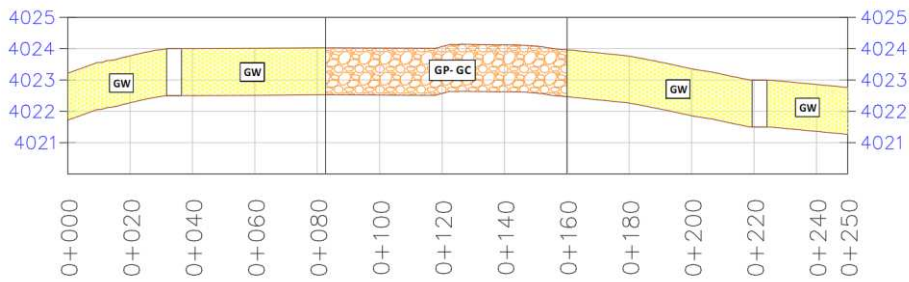
PERFIL GEOTECNICO C-C'



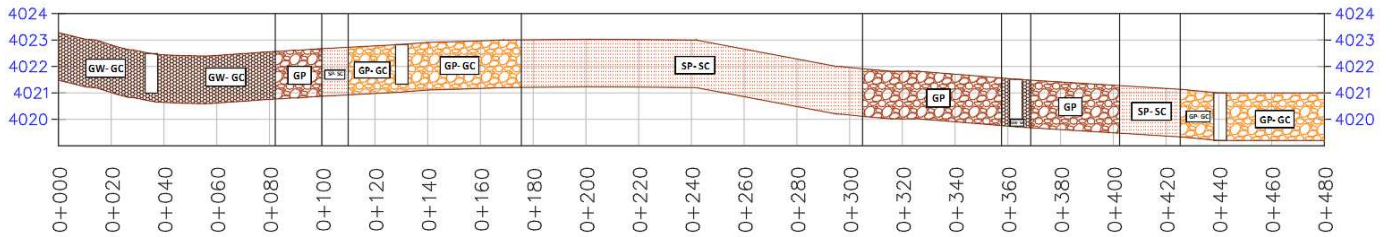
PERFIL GEOTECNICO D-D'



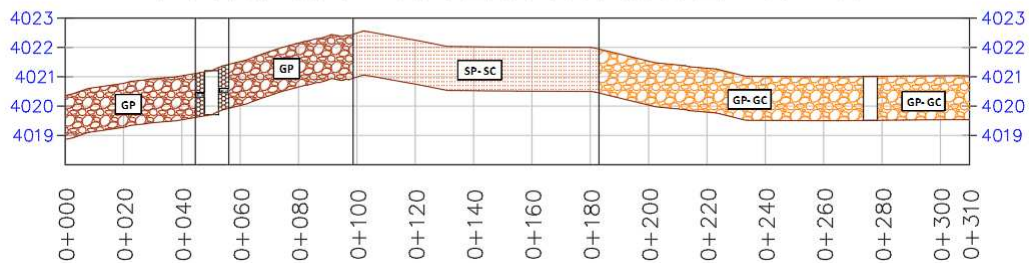
PERFIL GEOTECNICO E-E'



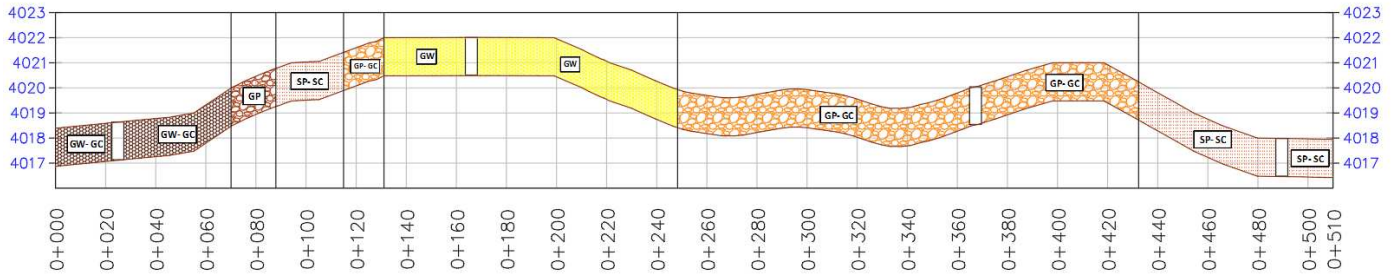
PERFIL GEOTECNICO F-F'



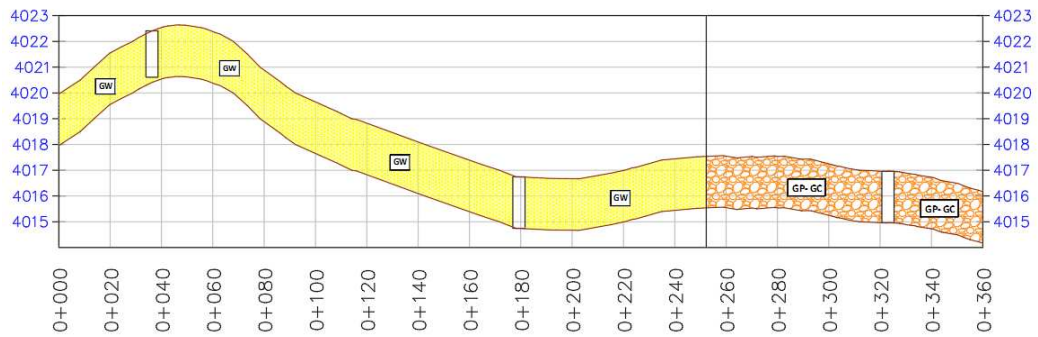
PERFIL GEOTECNICO G-G'



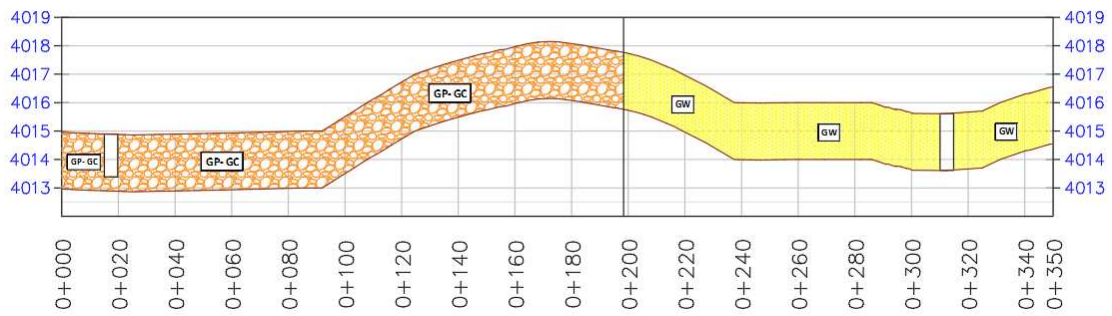
PERFIL GEOTECNICO H-H'



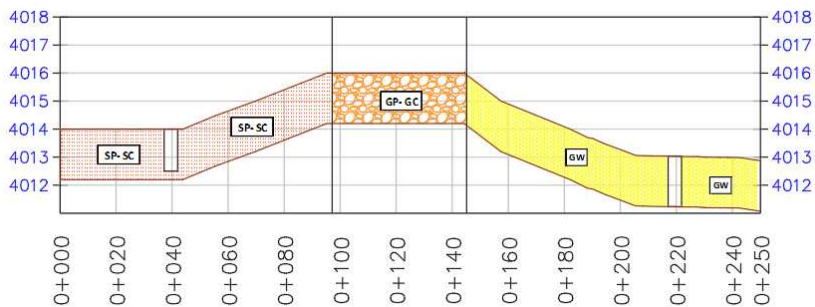
PERFIL GEOTECNICO I-I'



PERFIL GEOTECNICO J-J'



PERFIL GEOTECNICO K-K'



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Mediante los ensayos en laboratorio e In Situ de las muestras tomadas de los pozos realizados en la Zona Senkata (Urbanización Atipiris), del Distrito 8 del Gobierno Autónomo Municipal De El Alto, se realizaron los cálculos y análisis correspondientes para obtener la Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Urbanización “Atipiris” llegando a los siguientes resultados:

- Los valores obtenidos del contenido de humedad natural, para profundidad de los mismos están comprendidos en el rango de 3.13 % y 6.97 %, con una media de 5.05 % valor obtenido en época de estiaje, debiendo verificarse estos valores en época de lluvias. El contenido de humedad higroscópica que se obtuvo está comprendido entre los rangos de 0.12 % y 0.67 %, con una media de 0.40 %.
- El análisis granulométrico nos indica que existe poca presencia de material fino, mayor presencia de grava con media de material arenoso, lo que nos indica que se trata de suelos granulares.
- En cuanto a los límites, Limite Liquido LL, Limite Plástico LP, se encuentran en el rango de 17.11% a 23.57%, 13.61% a 20.49% respectivamente, obteniéndose 3 pozos de los 20 pozos No Plásticos (N.P.). El índice de plasticidad IP varía entre 1.41% y 5.54% lo que nos indica que se trata de un suelo de baja plasticidad.
- Según el sistema de clasificación de suelos SUCS, realizada en laboratorio se encontraron los siguientes tipos de suelos:

CLASIFICACIÓN		
POZO	S.U.C.S.	
P-1	GW	Grava limpia bien graduada
P-2	GW	Grava limpia bien graduada
P-3	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-4	SP-SC	Arena pobremente graduada con arcilla
P-5	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-6	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-7	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-8	GP	Grava limpia pobremente graduada
P-9	GW	Grava limpia bien graduada
P-10	GW	Grava limpia bien graduada
P-11	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-12	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla
P-13	GP	Grava limpia pobremente graduada
P-14	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla
P-15	GW	Grava limpia bien graduada
P-16	GW	Grava limpia bien graduada
P-17	GP-GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-18	SP- SC	Arena pobremente graduada con arcilla
P-19	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
P-20	GW	Grava limpia bien graduada

Donde se puede evidenciar que en la urbanización “Atipiris”, existe una predominancia de suelo de tipo GW y GP-GC correspondiente a Grava limpia bien graduada en 7 pozos y Grava pobremente graduada con arcilla en 7 pozos respectivamente, lo que nos indica que la zona de estudio es en general Grava con poca presencia de arcilla.

- De la clasificación AASHTO, el análisis de resultados de suelos mostro solo un tipo de suelo tipo A-1-a, fragmentos de piedra, grava y arena en toda la urbanización, se concluye que en la clasificación AASHTO al igual que en la clasificación SUCS predomina la presencia de suelos con alto contenido de grava y arena.
- El peso específico varía entre 2.70 a 2.80, tomando en cuenta que, de acuerdo a la clasificación, estos son suelos granulares en su mayoría.
- El ensayo de Densidad por el método del Cono de Arena dio resultados en cuanto a la densidad del suelo seco valores entre 1.96 a 2.04 [g/cm³] y esto fue útil para obtener el grado de compactación los cuales varían entre 85.96 a 89.87 %, que no cumplen el requisito mínimo del 95% lo que indica que la subrasante no es de buena calidad.
- Al realizar el ensayo de corte directo, se obtuvo los siguientes resultados: La cohesión varía entre 0.11 a 0.15 [Kg/cm²] y el Angulo de fricción interna entre 21.78 a 42.00 [°] lo que está dentro de los rangos óptimos, lo que nos permite concluir que este suelo es menos propenso a deslizamientos, por ende, son más estables.
- El ensayo de compactación Proctor Modificado dio resultados, en cuanto a la humedad optima valores entre 4.90 a 5.90 [%] y densidades máximas secas entre 2.26 a 2.28 [Kg/dm³], se puede observar que existe poca variación de tales parámetros, catalogándolas como aceptables.
- El C.B.R. obtenido para 0.1 [plg] de penetración y al 99 % de la densidad máxima seca, analizadas en vías, avenidas, calles y zonas de equipamiento, varía entre 68.09 a 76.64 % y para el 95% varia de 54.21 a 59.87 %. De acuerdo a las especificaciones de la AASHTO para el uso del suelo como material de sub rasante, el CBR deberá estar comprendido entre 20 y 30 % para capa sub base, entre 30 y 50 % y para capa base entre 50 y 80 % concluyendo que el material es apto para emplearse como capa base.
- La tensión admisible del área de estudio varía entre 2.09 a 3.11 [Kg/cm²], donde se empleó un factor de seguridad de 2, en la obtención de la tensión admisible del terreno. Catalogando así el área de estudio como buena (tensiones mayores a 1.8 Kg/cm²).
- Se realizó el análisis estadístico de la tensión admisible de los 20 pozos, con un nivel de confianza del 95%, concluyendo que 7 pozos se encuentran dentro del rango de la zona media de la Tensión promedio del proyecto.
- Se realizo el cálculo de capacidad de carga por el método de Terzaghi para dimensionar las zapatas de un Hospital de 3er Nivel, para este análisis se adoptó cargas de transferencia de tres diferentes zapatas del Hospital del Sur de la ciudad de El Alto, se observó que la capacidad de carga hallada por el método

analítico de Terzaghi es relativamente superior a las halladas por el ensayo S.P.T. mediante los ábacos de Hough, esto debido a la succión de parámetros de resistencia al corte.

- En el ensayo de permeabilidad se obtuvo los coeficientes por el método de carga constante y carga variable obteniendo los siguientes rangos:

PERMEABILIDAD					
		CARGA CONSTANTE		CARGA VARIABLE	
		T de ensayo	T normalizada	T de ensayo	T
MÁXIMO		1.79E-04	1.98E-04	1.02E-04	1.18E-04
MÍNIMO		1.52E-04	1.77E-04	1.00E-04	1.11E-04

Estos rangos nos indican que el área de estudio cuenta con una permeabilidad baja por lo tanto la urbanización no tendrá problemas de filtración intensa para las construcciones futuras.

- Los mapas temáticos fueron elaborados por el programa ArcGIS donde se pueden observar de manera gráfica los valores obtenidos de los diferentes ensayos, esta caracterización, como también los perfiles geotécnicos servirán de referencia aproximada de las características del suelo de la urbanización para futuras construcciones de vivienda y área de equipamiento.
- Este proyecto servirá como una aproximación a las condiciones geológico - geotécnicas de la urbanización Atipiris y en ninguna circunstancia podrá ser tomado como estudio geotécnico definitivo. Por tal razón los resultados obtenidos deberán ser empleados como orientación y prevención.

5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis de resultados de la caracterización geotécnica de la Urbanización “Atipiris” se recomienda lo siguiente:



- Se sugiere hacer un estudio para que la ciudad de El Alto cuente con una normativa de uso de suelo, que se trata de una representación cartográfica del área urbana administrativa que brinda información sobre el uso de suelo y patrones de asentamiento establecidos por la norma.
- Para zonas donde se piensan realizar áreas verdes, áreas de entretenimiento, escuelas, plazas, etc. donde se pretendan implantar jardineras es recomendable hacer el ensayo de pH de suelo y tomar las consideraciones correspondientes, así también este ensayo es sumamente importante cuando se trata de agricultura.
- Se recomienda no hacer uso del mapa de tensiones admisibles generados en el presente proyecto como valores definitivos, los valores deben ser tomando como referenciales para un prediseño, debido a que estos valores varían de acuerdo a la profundidad de estudio.


- Ya que el material predominante es la grava, y previendo problemas de asentamiento, se recomienda hacer uso de los métodos empíricos para estimar asentamientos en suelos granulares.
- Se recomienda realizar el ensayo de densidad relativa para la obtención del grado de compactación y poder verificar si está cercano al obtenido en el presente proyecto, esto debido a que el suelo es preponderadamente gravoso.
- Se recomienda la implementación de un sistema de alcantarillado y drenaje pluvial con el fin de evitar la saturación del suelo de fundación.
- Las áreas destinadas a zonas de equipamiento deberán incluir sistemas adecuados de intercepción y drenado de las aguas de riego.
- Se recomienda que las aguas de lluvia que llegan a las cubiertas deban recogerse mediante canales perimetrales y bajantes, vinculándolas al sistema de alcantarillado para así mitigar el riesgo por asentamientos diferenciales.
- Esta caracterización geotécnica propuesta es una alternativa de caracterización que necesariamente debe complementarse, recomendando a la oficina de planeación municipal del Distrito 8 y a la urbanización como tal, realizar seguimientos y actualizaciones.
- Para la construcción de edificaciones de mayor importancia se recomienda realizar un estudio geotécnico particular en función a la envergadura de la construcción, para garantizar la seguridad de la estructura.

5.3. **BIBLIOGRAFÍA**

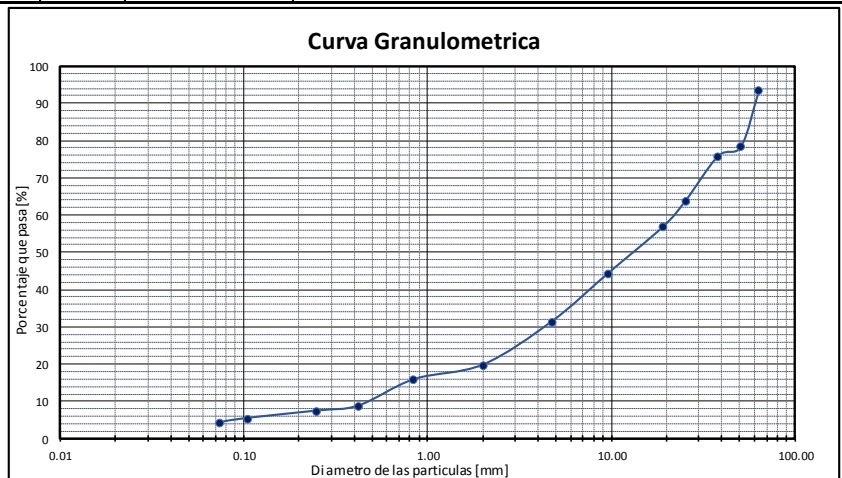
- Norma de la Asociación Boliviana de Ingeniería Geotécnica (A.B.I.G.) – 2007
- Pacosillo Ticona Luis, Mecánica de suelos I (CIV-219)
- Víctor Bermejo F., Guía de Laboratorio de Suelos II
- Luis Gonzales, Ingeniería Geológica
- Guía de Laboratorio de Suelos I
- William Rodríguez Serquen, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica
- Braja M. das, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica
- Braja M. das, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones
- Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Ingeniería de Cimentaciones
- Presentación de Clasificación de Suelos, Eslage
- Lucio Cruz Velasco, Mecánica de Suelos
- Boíta D. Wilmar Andrés, Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculos.
- Wikipedia, Pagina Web
- Google Earth, Pagina Web

5.4. ANEXOS

	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL		POZO N° P-1 Coordenadas X= 587441.65 Y= 8165343.44
	PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A. LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A. POZO N°: P-1 PROFUNDIDAD: 2.0 [m]		REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo Univ. Yamel Medelin Zárate Flores FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO						
		Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL		
	Tara N°	16	35	Peso total de la muestra húmeda [g]	7880.00	
	Tara+ muestra húmeda [g]	288	289.6	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6315.00	
	Tara + muestra seca [g]	277.3	288.2	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1565.00	
	Peso del agua [g]	10.7	1.4	Peso de agua [g]	8.65	
	Peso de la Tara [g]	32.7	36.2	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1556.35	
	Peso de la muestra seca [g]	244.6	252	Peso de la muestra total seca [g]	7871.35	
	Contenido de Humedad [%]	4.37	0.56			

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2 ""	63.50	521.00	6.62	6.62	93.38
2"	50.80	1179.00	14.98	21.60	78.40
1 1/2"	38.1	202.00	2.57	24.16	75.84
1 "	25.4	939.00	11.93	36.09	63.91
3/4 "	19.1	555.00	7.05	43.14	56.86
3/8 "	9.52	996.00	12.65	55.80	44.20
N° 4	4.76	1002.00	12.73	68.53	31.47
N° 10	2.00	921.00	11.70	80.23	19.77
TOTAL		6315.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.45

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.50	0.50	0.50	99.50	19.77
N° 20	0.84	19.70	19.81	20.31	79.69	15.84
N° 40	0.42	35.40	35.60	55.91	44.09	8.76
N° 60	0.25	6.80	6.84	62.75	37.25	7.40
N° 140	0.105	9.80	9.85	72.60	27.40	5.44
N° 200	0.074	5.60	5.63	78.23	21.77	4.33
TOTAL		77.80				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.49	C _u	44.38
D ₃₀	4.41	C _c	1.80
D ₆₀	21.91		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]	69.0	
ARENA	[%]	27.0	
FINO	[%]	4.0	
Total	[%]	100.0	

LIMITES DE ATTERBERG		
LL	23.57	
LP	18.79	
IP	4.78	
INDICE DE GRUPO		
a=	0	c= 0
b=	0	d= 0
I.G.=	0	

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	33
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.69



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-2
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

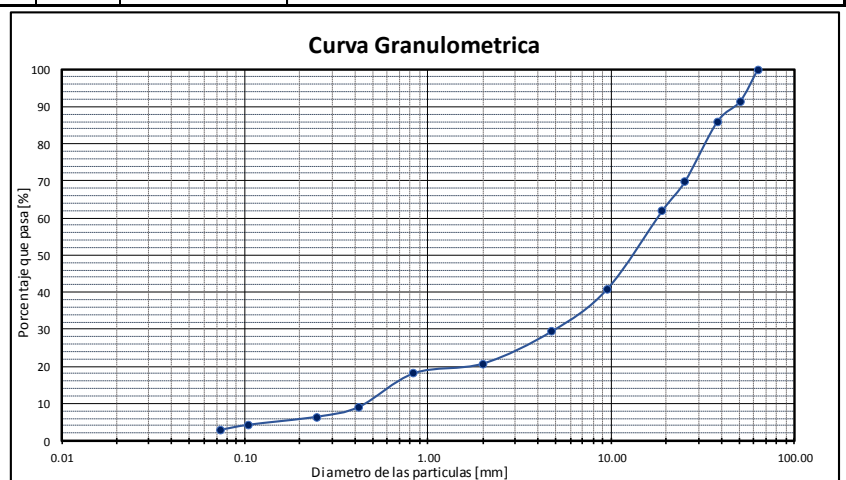
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	10	21	Peso total de la muestra húmeda [g]	7233.00
Tara+ muestra húmeda [g]	289.50	328.10	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	5736.00
Tara + muestra seca [g]	276.50	327.10	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1497.00
Peso del agua [g]	13.00	1.00	Peso de agua [g]	5.08
Peso de la Tara [g]	34.50	33.70	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1491.92
Peso de la muestra seca [g]	242.00	293.40	Peso de la muestra total seca [g]	7227.92
Contenido de Humedad [%]	5.37	0.34		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	623.00	8.62	8.62	91.38
1 1/2"	38.1	398.00	5.51	14.13	85.87
1"	25.4	1164.00	16.10	30.23	69.77
3/4"	19.1	569.00	7.87	38.10	61.90
3/8"	9.52	1533.00	21.21	59.31	40.69
N° 4	4.76	819.00	11.33	70.64	29.36
N° 10	2.00	630.00	8.72	79.36	20.64
TOTAL		5736.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.66

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	10.20	10.23	10.23	89.77	20.64
N° 20	0.84	11.20	11.24	21.47	78.53	18.06
N° 40	0.42	39.30	39.43	60.91	39.09	8.99
N° 60	0.25	11.51	11.55	72.46	27.54	6.33
N° 140	0.105	9.49	9.52	81.98	18.02	4.14
N° 200	0.074	5.80	5.82	87.80	12.20	2.81
TOTAL		87.50				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.47	C _u	39.08
D ₃₀	5.03	C _c	2.97
D ₆₀	18.24		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]	71.0	
ARENA	[%]	26.0	
FINO	[%]	3.0	
Total	[%]	100.0	

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL	22.49		
LP	20.49		
IP	2.01		
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	36
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.78



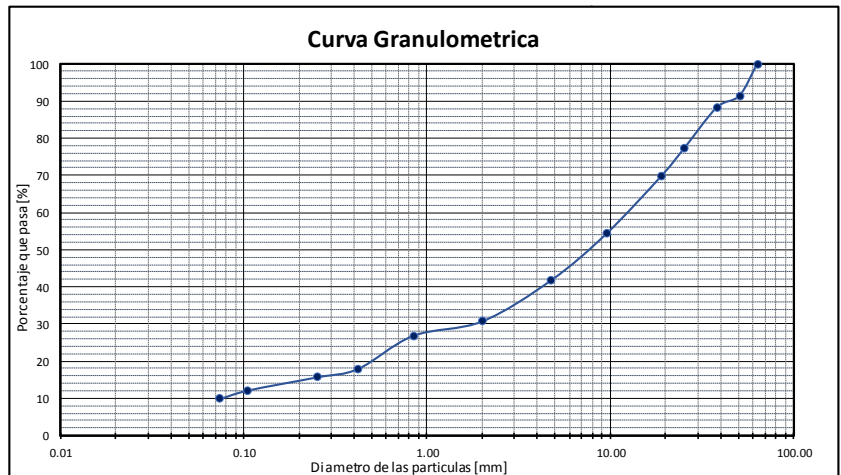
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-3
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medellín Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscópica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	21	49	Peso total de la muestra húmeda [g]	6137.00
Tara+ muestra húmeda [g]	278.4	293	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	4249.00
Tara + muestra seca [g]	262.5	292.1	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1888.00
Peso del agua [g]	15.9	0.9	Peso de agua [g]	6.61
Peso de la Tara [g]	30.2	35.8	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1881.39
Peso de la muestra seca [g]	232.3	256.3	Peso de la muestra total seca [g]	6130.39
Contenido de Humedad [%]	6.84	0.35		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	524.00	8.55	8.55	91.45
1 1/2"	38.1	199.00	3.25	11.79	88.21
1"	25.4	667.00	10.88	22.67	77.33
3/4"	19.1	454.00	7.41	30.08	69.92
3/8"	9.52	960.00	15.66	45.74	54.26
N° 4	4.76	767.00	12.51	58.25	41.75
N° 10	2.00	678.00	11.06	69.31	30.69
TOTAL		4249.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.65

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	30.69
N° 20	0.84	12.60	12.64	12.64	87.36	26.81
N° 40	0.42	28.90	29.00	41.65	58.35	17.91
N° 60	0.25	7.40	7.43	49.07	50.93	15.63
N° 140	0.105	11.50	11.54	60.61	39.39	12.09
N° 200	0.074	7.40	7.43	68.04	31.96	9.81
TOTAL		67.80				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.08	C _u	170.16
D ₃₀	1.79	C _c	3.22
D ₆₀	13.03		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]	58.0	
ARENA	[%]	32.0	
FINO	[%]	10.0	
Total	[%]	100.0	

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL	20.37		
LP	16.21		
IP	4.15		
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	36
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.98



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-4
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

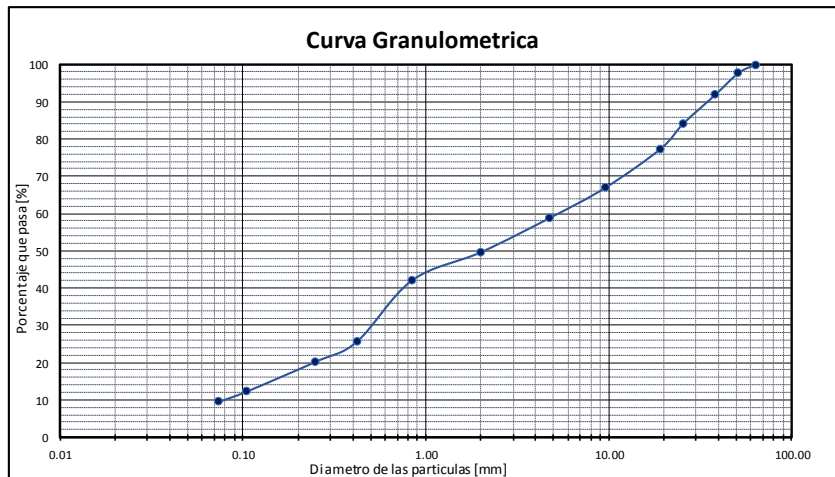
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medellín Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscópica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	63	63	Peso total de la muestra húmeda [g]	8036.00
Tara+ muestra húmeda [g]	330	323.1	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	4032.00
Tara + muestra seca [g]	318.9	321.2	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	4004.00
Peso del agua [g]	11.1	1.9	Peso de agua [g]	26.41
Peso de la Tara [g]	36.5	35	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	3977.59
Peso de la muestra seca [g]	282.4	286.2	Peso de la muestra total seca [g]	8009.59
Contenido de Humedad [%]	3.93	0.66		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	186.00	2.32	2.32	97.68
1 1/2"	38.1	462.00	5.77	8.09	91.91
1"	25.4	624.00	7.79	15.88	84.12
3/4"	19.1	541.00	6.75	22.64	77.36
3/8"	9.52	837.00	10.45	33.09	66.91
N° 4	4.76	644.00	8.04	41.13	58.87
N° 10	2.00	738.00	9.21	50.34	49.66
TOTAL		4032.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.34

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	49.66
N° 20	0.84	15.10	15.20	15.20	84.80	42.11
N° 40	0.42	32.90	33.12	48.32	51.68	25.67
N° 60	0.25	10.80	10.87	59.19	40.81	20.27
N° 140	0.105	16.00	16.11	75.30	24.70	12.27
N° 200	0.074	5.50	5.54	80.83	19.17	9.52
TOTAL		80.30				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.08	C _u	68.37
D ₃₀	0.53	C _c	0.65
D ₆₀	5.43		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]	41.0	
ARENA	[%]	49.0	
FINO	[%]	10.0	
Total	[%]	100.0	

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL	17.24		
LP	13.61		
IP	3.63		
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	SP-SC	Arena pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	51
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.40



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-5
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

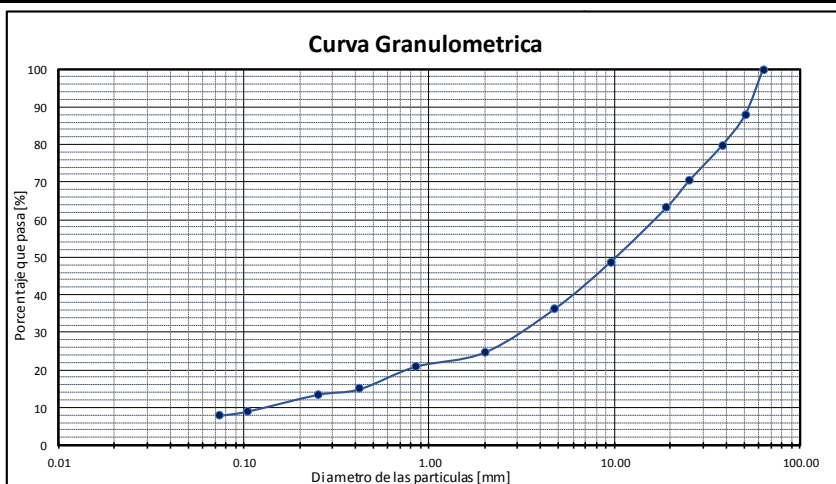
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárata Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscópica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	48	60	Peso total de la muestra húmeda [g]	12142.00
Tara+ muestra húmeda [g]	293.5	306.8	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	9134.00
Tara + muestra seca [g]	278	306	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	3008.00
Peso del agua [g]	15.5	0.8	Peso de agua [g]	8.83
Peso de la Tara [g]	34.7	34.2	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2999.17
Peso de la muestra seca [g]	243.3	271.8	Peso de la muestra total seca [g]	12133.17
Contenido de Humedad [%]	6.37	0.29		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	1468.00	12.10	12.10	87.90
1 1/2"	38.1	990.00	8.16	20.26	79.74
1"	25.4	1131.00	9.32	29.58	70.42
3/4"	19.1	873.00	7.20	36.78	63.22
3/8"	9.52	1758.00	14.49	51.26	48.74
N° 4	4.76	1511.00	12.45	63.72	36.28
N° 10	2.00	1403.00	11.56	75.28	24.72
TOTAL		9134.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.71

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	24.72
N° 20	0.84	15.50	15.55	15.55	84.45	20.88
N° 40	0.42	24.00	24.07	39.62	60.38	14.93
N° 60	0.25	6.00	6.02	45.63	54.37	13.44
N° 140	0.105	17.80	17.85	63.49	36.51	9.03
N° 200	0.074	4.70	4.71	68.20	31.80	7.86
TOTAL		68.00				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.14	C _u	123.96
D ₃₀	3.26	C _c	4.58
D ₆₀	16.97		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]	64.0	
ARENA	[%]	28.0	
FINO	[%]	8.0	
Total	[%]	100.0	

LÍMITES DE ATTERBERG	
LL	17.84
LP	15.35
IP	2.49
ÍNDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
I.G.=	0

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	27
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.62



POZO N° P-6

Coordenadas

X= 587576.90 Y= 8165433.72

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-6
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

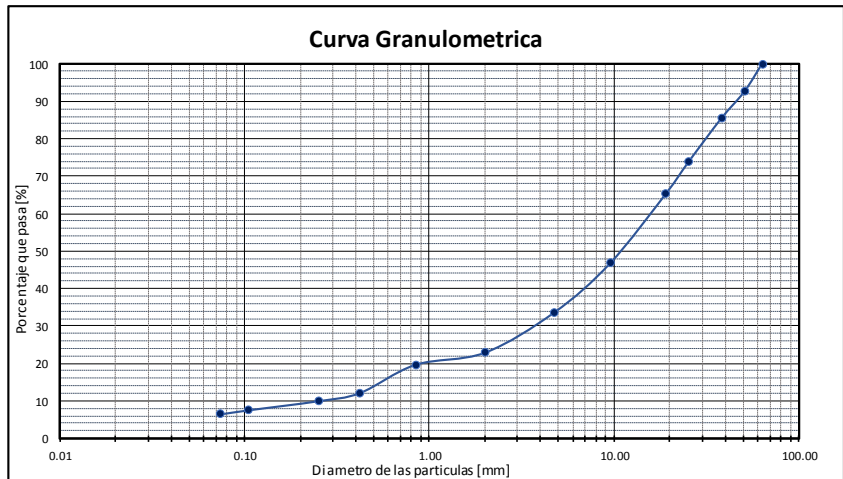
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	69	38	Peso total de la muestra húmeda [g]	11298.00
Tara + muestra húmeda [g]	335	298.9	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	8706.00
Tara + muestra seca [g]	320.7	298.1	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2592.00
Peso del agua [g]	14.3	0.8	Peso de agua [g]	7.85
Peso de la Tara [g]	35.8	34.6	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2584.15
Peso de la muestra seca [g]	284.9	263.5	Peso de la muestra total seca [g]	11290.15
Contenido de Humedad [%]	5.02	0.30		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	843.00	7.47	7.47	92.53
1 1/2"	38.1	807.00	7.15	14.61	85.39
1"	25.4	1302.00	11.53	26.15	73.85
3/4"	19.1	966.00	8.56	34.70	65.30
3/8"	9.52	2096.00	18.56	53.27	46.73
N° 4	4.76	1476.00	13.07	66.34	33.66
N° 10	2.00	1216.00	10.77	77.11	22.89
TOTAL		8706.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.70

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.70	0.70	0.70	99.30	22.89
N° 20	0.84	14.00	14.04	14.74	85.26	19.65
N° 40	0.42	32.60	32.70	47.44	52.56	12.11
N° 60	0.25	9.40	9.43	56.87	43.13	9.94
N° 140	0.105	10.50	10.53	67.40	32.60	7.51
N° 200	0.074	4.70	4.71	72.12	27.88	6.43
TOTAL		71.90				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.30	C _U	55.02
D ₃₀	3.94	C _C	3.13
D ₆₀	16.50		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]		66.0
ARENA	[%]		28.0
FINO	[%]		6.0
Total	[%]		100.0

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL	21.69		
LP	17.05		
IP	4.64		
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	24
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.44



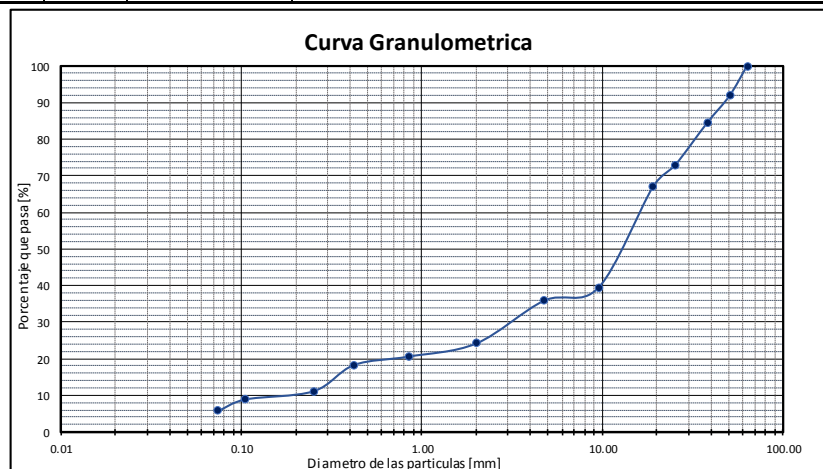
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-7
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	18	19	Peso total de la muestra humeda [g]	8092.00
Tara+ muestra humeda [g]	357.2	424.5	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6135.00
Tara + muestra seca [g]	346.1	423.9	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1957.00
Peso del agua [g]	11.1	0.6	Peso de agua [g]	3.02
Peso de la Tara [g]	36.4	35.6	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1953.98
Peso de la muestra seca [g]	309.7	388.3	Peso de la muestra total seca [g]	8088.98
Contenido de Humedad [%]	3.58	0.15		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2 ""	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	657.00	8.12	8.12	91.88
1 1/2"	38.1	603.00	7.45	15.58	84.42
1"	25.4	929.00	11.48	27.06	72.94
3/4 "	19.1	483.00	5.97	33.03	66.97
3/8 "	9.52	2230.00	27.57	60.60	39.40
N° 4	4.76	286.00	3.54	64.14	35.86
N° 10	2.00	947.00	11.71	75.84	24.16
TOTAL		6135.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.85

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.40	0.40	0.40	99.60	24.16
N° 20	0.84	14.81	14.83	15.23	84.77	20.56
N° 40	0.42	9.41	9.42	24.66	75.34	18.27
N° 60	0.25	29.59	29.64	54.29	45.71	11.09
N° 140	0.105	9.15	9.16	63.46	36.54	8.86
N° 200	0.074	13.04	13.06	76.52	23.48	5.70
TOTAL		76.40				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.18	C _u	93.11
D ₃₀	3.38	C _c	3.82
D ₆₀	16.68		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]		64.0
ARENA	[%]		30.0
FINO	[%]		6.0
Total	[%]		100.0

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	19.05		
LP	14.47		
IP	4.58		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	34
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm2]	2.91



POZO N° P-8

Coordenadas

X= 587719.04 Y= 8165498.02

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-8
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

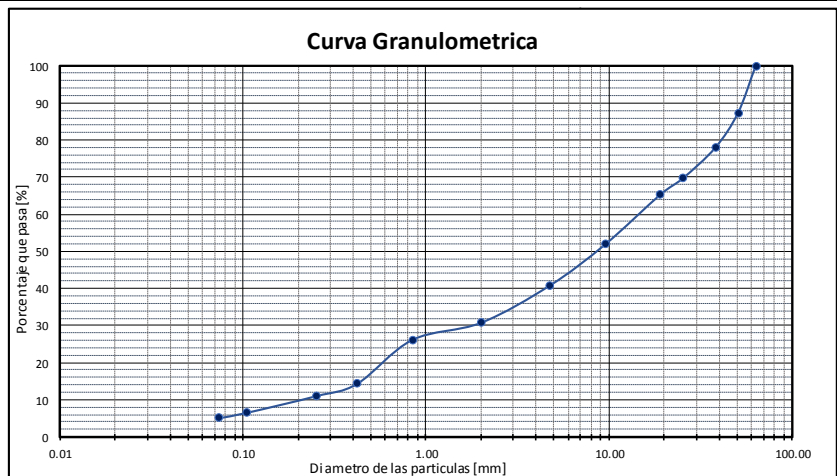
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	9	57	Peso total de la muestra húmeda [g]	5218.00
Tara+ muestra húmeda [g]	356.7	215.8	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	3604.00
Tara + muestra seca [g]	343.9	214.6	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1614.00
Peso del agua [g]	12.8	1.2	Peso de agua [g]	10.68
Peso de la Tara [g]	34.8	34.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1603.32
Peso de la muestra seca [g]	309.1	180.2	Peso de la muestra total seca [g]	5207.32
Contenido de Humedad [%]	4.14	0.67		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	662.00	12.71	12.71	87.29
1 1/2"	38.1	489.00	9.39	22.10	77.90
1"	25.4	427.00	8.20	30.30	69.70
3/4"	19.1	229.00	4.40	34.70	65.30
3/8"	9.52	700.00	13.44	48.14	51.86
N° 4	4.76	574.00	11.02	59.17	40.83
N° 10	2.00	523.00	10.04	69.21	30.79
TOTAL		3604.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.34

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	30.79
N° 20	0.84	14.90	15.00	15.00	85.00	26.17
N° 40	0.42	38.10	38.35	53.35	46.65	14.36
N° 60	0.25	10.80	10.87	64.22	35.78	11.02
N° 140	0.105	14.40	14.50	78.72	21.28	6.55
N° 200	0.074	4.70	4.73	83.45	16.55	5.10
TOTAL		82.90				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.22	C _u	70.64
D ₃₀	1.80	C _c	0.98
D ₆₀	15.32		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]	59.0	
ARENA	[%]	36.0	
FINO	[%]	5.0	
Total	[%]	100.0	

LIMITES DE ATTERBERG	
LL	19.22
LP	NP
IP	NP
INDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
c=	0
d=	20
I.G.=	0

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP	Grava limpia pobremente graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	27
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.17



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-9
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

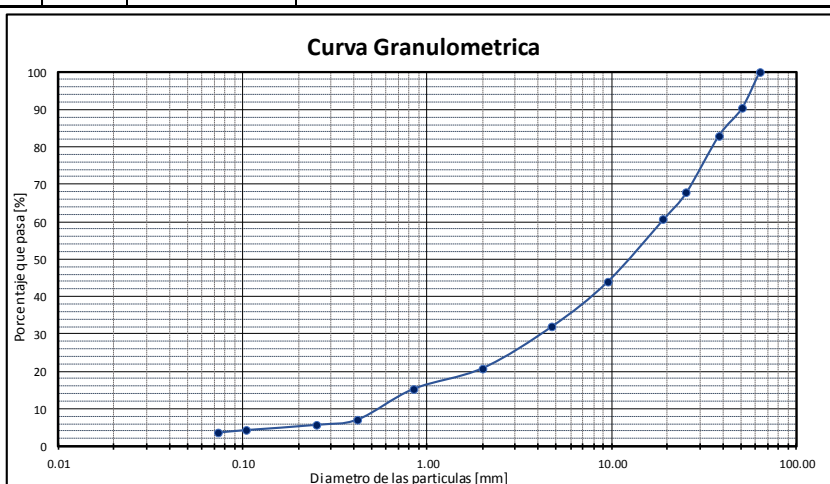
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	3	60	Peso total de la muestra húmeda [g]	11666.00
Tara+ muestra húmeda [g]	379.1	260.1	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	9241.00
Tara + muestra seca [g]	361	259.2	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2425.00
Peso del agua [g]	18.1	0.9	Peso de agua [g]	9.66
Peso de la Tara [g]	37.2	34.2	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2415.34
Peso de la muestra seca [g]	323.8	225	Peso de la muestra total seca [g]	11656.34
Contenido de Humedad [%]	5.59	0.40		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2 "	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	50.80	1138.00	9.76	9.76	90.24
1 1/2 "	38.1	861.00	7.39	17.15	82.85
1 "	25.4	1771.00	15.19	32.34	67.66
3/4 "	19.1	834.00	7.15	39.50	60.50
3/8 "	9.52	1942.00	16.66	56.16	43.84
N° 4	4.76	1391.00	11.93	68.09	31.91
N° 10	2.00	1304.00	11.19	79.28	20.72
TOTAL		9241.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.60

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	1.30	1.31	1.31	98.69	20.72
N° 20	0.84	26.50	26.61	27.91	72.09	15.14
N° 40	0.42	38.70	38.85	66.77	33.23	6.98
N° 60	0.25	6.90	6.93	73.69	26.31	5.52
N° 140	0.105	6.60	6.63	80.32	19.68	4.13
N° 200	0.074	3.10	3.11	83.43	16.57	3.48
TOTAL		83.10				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.59	C _U	31.81
D ₃₀	4.36	C _C	1.69
D ₆₀	18.90		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]		68.0
ARENA	[%]		29.0
FINO	[%]		3.0
Total	[%]		100.0

LÍMITES DE ATTERBERG	
LL	19.19
LP	15.66
IP	3.53
ÍNDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
I.G.=	0

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	45
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	3.01



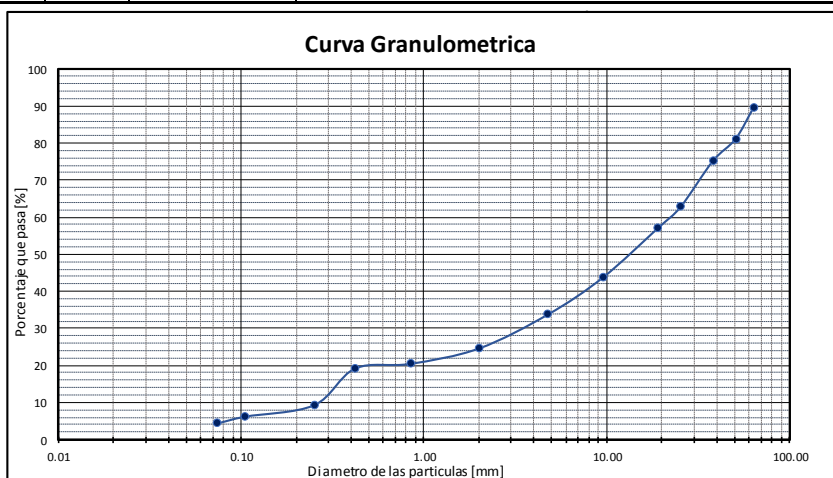
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-10
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medellín Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	20	57	Peso total de la muestra húmeda [g]	10404.00
Tara+ muestra húmeda [g]	377.4	282.7	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	7835.00
Tara + muestra seca [g]	366.9	281.7	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2569.00
Peso del agua [g]	10.5	1	Peso de agua [g]	10.35
Peso de la Tara [g]	34.5	34.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2558.65
Peso de la muestra seca [g]	332.4	247.3	Peso de la muestra total seca [g]	10393.65
Contenido de Humedad [%]	3.16	0.40		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	1098.00	10.56	10.56	89.44
2"	50.80	864.00	8.31	18.88	81.12
1 1/2"	38.1	623.00	5.99	24.87	75.13
1"	25.4	1283.00	12.34	37.22	62.78
3/4"	19.1	592.00	5.70	42.91	57.09
3/8"	9.52	1390.00	13.37	56.28	43.72
N° 4	4.76	1035.00	9.96	66.24	33.76
N° 10	2.00	950.00	9.14	75.38	24.62
TOTAL		7835.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.60

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.70	0.70	0.70	99.30	24.62
N° 20	0.84	16.70	16.77	17.47	82.53	20.46
N° 40	0.42	4.91	4.93	22.40	77.60	19.24
N° 60	0.25	39.90	40.06	62.46	37.54	9.31
N° 140	0.105	12.32	12.37	74.83	25.17	6.24
N° 200	0.074	7.39	7.42	82.25	17.75	4.40
TOTAL		81.92				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.26	C _u	85.26
D ₃₀	3.62	C _c	2.25
D ₆₀	22.32		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]		66.0
ARENA	[%]		30.0
FINO	[%]		4.0
Total	[%]		100.0

LÍMITES DE ATTERBERG	
LL	18.54
LP	15.27
IP	3.27
ÍNDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
I.G.=	0

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	40
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.88



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-11
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

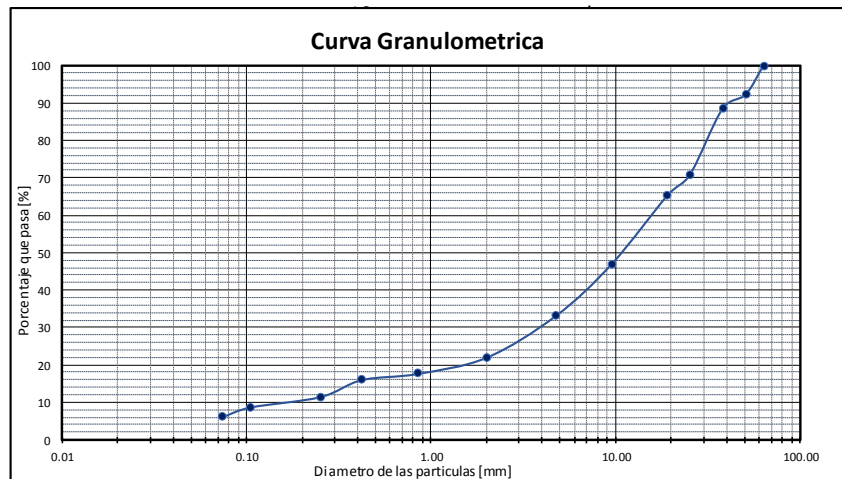
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	65	5	Peso total de la muestra húmeda [g]	7882.00
Tara+ muestra húmeda [g]	313.2	338.4	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6143.00
Tara + muestra seca [g]	299.6	337.5	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1739.00
Peso del agua [g]	13.6	0.9	Peso de agua [g]	5.15
Peso de la Tara [g]	34.5	34.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1733.85
Peso de la muestra seca [g]	265.1	303.1	Peso de la muestra total seca [g]	7876.85
Contenido de Humedad [%]	5.13	0.30		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	612.00	7.77	7.77	92.23
1 1/2"	38.1	296.00	3.76	11.53	88.47
1"	25.4	1382.00	17.55	29.07	70.93
3/4"	19.1	445.00	5.65	34.72	65.28
3/8"	9.52	1443.00	18.32	53.04	46.96
N° 4	4.76	1084.00	13.76	66.80	33.20
N° 10	2.00	881.00	11.18	77.99	22.01
TOTAL		6143.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.70

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	22.01
N° 20	0.84	19.70	19.76	19.76	80.24	17.66
N° 40	0.42	7.40	7.42	27.18	72.82	16.03
N° 60	0.25	20.60	20.66	47.84	52.16	11.48
N° 140	0.105	12.40	12.44	60.28	39.72	8.74
N° 200	0.074	11.60	11.63	71.91	28.09	6.18
TOTAL		71.70				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.17	C _u	95.17
D ₃₀	3.97	C _c	5.62
D ₆₀	16.34		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]		67.0
ARENA	[%]		27.0
FINO	[%]		6.0
Total	[%]		100.0

LÍMITES DE ATTERBERG	
LL	21.17
LP	17.20
IP	3.96
ÍNDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
I.G.=	0

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	36
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.98



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A
POZO N°: P-12
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

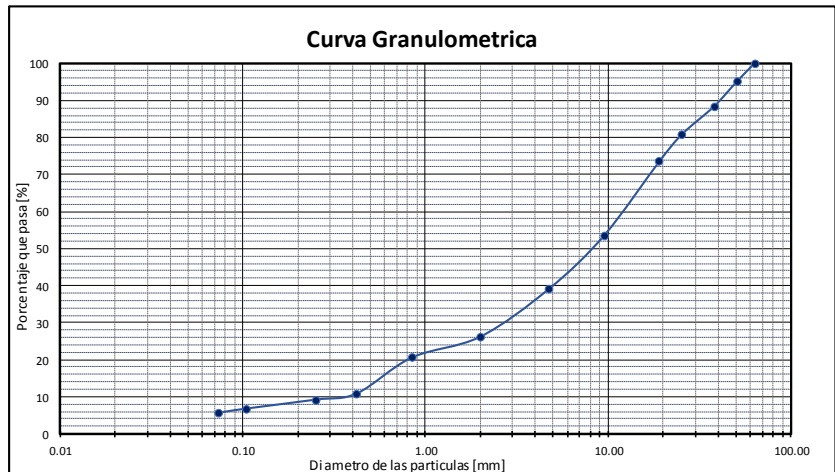
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	14	25	Peso total de la muestra húmeda [g]	9901.00
Tara+ muestra húmeda [g]	349.4	293.4	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	7309.00
Tara + muestra seca [g]	339.9	292.1	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2592.00
Peso del agua [g]	9.5	1.3	Peso de agua [g]	13.06
Peso de la Tara [g]	36.7	35.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2578.94
Peso de la muestra seca [g]	303.2	256.7	Peso de la muestra total seca [g]	9887.94
Contenido de Humedad [%]	3.13	0.51		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	487.00	4.93	4.93	95.07
1 1/2"	38.1	665.00	6.73	11.65	88.35
1"	25.4	747.00	7.55	19.21	80.79
3/4"	19.1	726.00	7.34	26.55	73.45
3/8"	9.52	1979.00	20.01	46.56	53.44
N° 4	4.76	1423.00	14.39	60.95	39.05
N° 10	2.00	1282.00	12.97	73.92	26.08
TOTAL		7309.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.50

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	26.08
N° 20	0.84	21.60	21.71	21.71	78.29	20.42
N° 40	0.42	37.00	37.19	58.90	41.10	10.72
N° 60	0.25	6.40	6.43	65.33	34.67	9.04
N° 140	0.105	9.10	9.15	74.48	25.52	6.66
N° 200	0.074	4.30	4.32	78.80	21.20	5.53
TOTAL		78.40				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.36	C _u	35.40
D ₃₀	2.85	C _c	1.79
D ₆₀	12.68		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]		61.0
ARENA	[%]		33.0
FINO	[%]		6.0
Total	[%]		100.0

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL			23.08
LP			18.86
IP			4.22
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	29
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	3.05



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-13
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

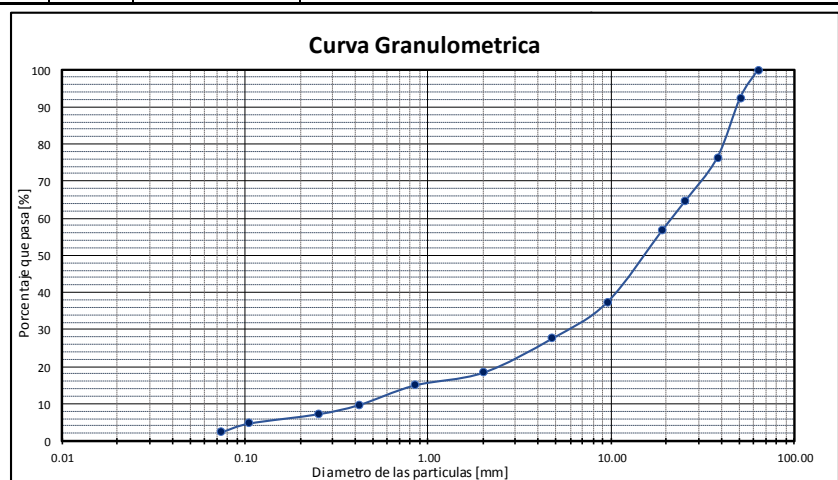
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	2	5	Peso total de la muestra húmeda [g]	7508.00
Tara+ muestra húmeda [g]	278.1	293.4	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6125.00
Tara + muestra seca [g]	263.3	293.1	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1383.00
Peso del agua [g]	14.8	0.3	Peso de agua [g]	1.62
Peso de la Tara [g]	35.9	36.7	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1381.38
Peso de la muestra seca [g]	227.4	256.4	Peso de la muestra total seca [g]	7506.38
Contenido de Humedad [%]	6.51	0.12		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	568.00	7.57	7.57	92.43
1 1/2"	38.10	1208.00	16.09	23.66	76.34
1"	25.40	879.00	11.71	35.37	64.63
3/4"	19.10	583.00	7.77	43.14	56.86
3/8"	9.52	1465.00	19.52	62.65	37.35
N° 4	4.76	732.00	9.75	72.41	27.59
N° 10	2.00	690.00	9.19	81.60	18.40
TOTAL		6125.00			



ANÁLISIS MECÁNICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.88

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	18.40
N° 20	0.84	18.70	18.72	18.72	81.28	14.96
N° 40	0.42	28.40	28.43	47.16	52.84	9.72
N° 60	0.25	13.60	13.62	60.77	39.23	7.22
N° 140	0.105	13.60	13.62	74.39	25.61	4.71
N° 200	0.074	12.80	12.81	87.20	12.80	2.36
TOTAL		87.10				

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS			
D ₁₀	0.44	C _u	48.92
D ₃₀	5.94	C _c	3.68
D ₆₀	21.65		
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			
GRAVA	[%]	72.0	
ARENA	[%]	26.0	
FINO	[%]	2.0	
Total	[%]	100.0	

LÍMITES DE ATTERBERG			
LL	19.25		
LP	16.22		
IP	3.04		
ÍNDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP	Grava limpia pobremente graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	45
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.70



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-14
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

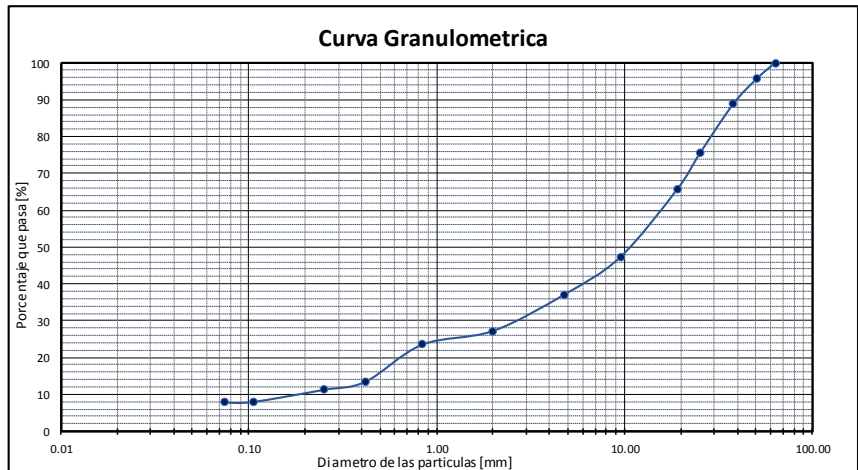
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscópica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	34	11	Peso total de la muestra húmeda [g]	9272.00
Tara+ muestra húmeda [g]	304	251.4	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6740.00
Tara + muestra seca [g]	291.4	250.2	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2532.00
Peso del agua [g]	12.6	1.2	Peso de agua [g]	14.01
Peso de la Tara [g]	30.7	34.5	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2517.99
Peso de la muestra seca [g]	260.7	215.7	Peso de la muestra total seca [g]	9257.99
Contenido de Humedad [%]	4.83	0.56		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	400.00	4.32	4.32	95.68
1 1/2"	38.1	633.00	6.84	11.16	88.84
1"	25.4	1228.00	13.26	24.42	75.58
3/4"	19.1	925.00	9.99	34.41	65.59
3/8"	9.52	1699.00	18.35	52.77	47.23
N° 4	4.76	949.00	10.25	63.02	36.98
N° 10	2.00	906.00	9.79	72.80	27.20
TOTAL		6740.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.45

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	27.20
N° 20	0.84	13.60	13.68	13.68	86.32	23.48
N° 40	0.42	36.70	36.90	50.58	49.42	13.44
N° 60	0.25	8.20	8.25	58.83	41.17	11.20
N° 140	0.105	12.00	12.07	70.89	29.11	7.92
N° 200	0.074	0.60	0.60	71.50	28.50	7.75
TOTAL		71.10				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.21	C _u	77.58
D ₃₀	2.85	C _c	2.39
D ₆₀	16.25		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]		63.0
ARENA	[%]		29.0
FINO	[%]		8.0
Total	[%]		100.0

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	21.72		
LP	19.11		
IP	2.61		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW- GC	Grava bien graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	30
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	3.11

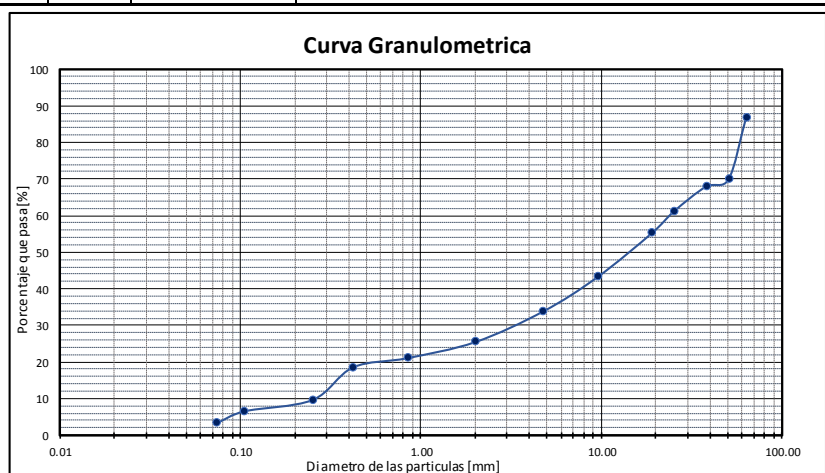


PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A	FECHA DE MUESTREO:	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-15		
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	33	25	Peso total de la muestra humeda [g]	9429.00
Tara+ muestra humeda [g]	337.8	269	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	7013.00
Tara + muestra seca [g]	324.5	267.9	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2416.00
Peso del agua [g]	13.3	1.1	Peso de agua [g]	11.38
Peso de la Tara [g]	36.5	35.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2404.62
Peso de la muestra seca [g]	288	232.5	Peso de la muestra total seca [g]	9417.62
Contenido de Humedad [%]	4.62	0.47		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2 ""	63.50	1245.00	13.22	13.22	86.78
2"	50.80	1580.00	16.78	30.00	70.00
1 1/2"	38.1	186.00	1.98	31.97	68.03
1"	25.4	630.00	6.69	38.66	61.34
3/4"	19.1	566.00	6.01	44.67	55.33
3/8"	9.52	1134.00	12.04	56.71	43.29
N° 4	4.76	884.00	9.39	66.10	33.90
N° 10	2.00	788.00	8.37	74.47	25.53
TOTAL		7013.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.53

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	25.53
N° 20	0.84	17.10	17.18	17.18	82.82	21.15
N° 40	0.42	9.80	9.85	27.03	72.97	18.63
N° 60	0.25	34.80	34.96	61.99	38.01	9.70
N° 140	0.105	12.00	12.06	74.05	25.95	6.63
N° 200	0.074	12.50	12.56	86.61	13.39	3.42
TOTAL		86.20				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.26	C _u	93.84
D ₃₀	3.47	C _c	1.97
D ₆₀	24.00		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]		66.0
ARENA	[%]		31.0
FINO	[%]		3.0
Total	[%]		100.0

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	22.06		
LP	17.73		
IP	4.33		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	45
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm2]	3.01



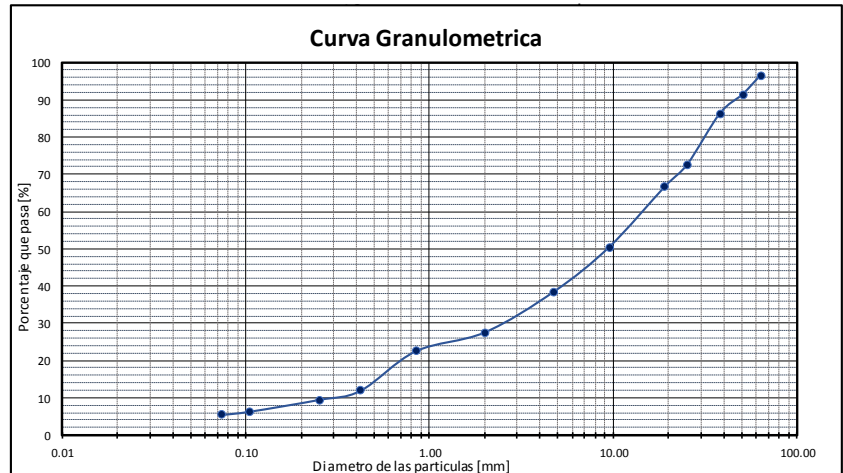
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-16
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	5	29	Peso total de la muestra húmeda [g]	10951.00
Tara+ muestra húmeda [g]	248.6	293	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	7920.00
Tara + muestra seca [g]	238.6	291.5	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	3031.00
Peso del agua [g]	10	1.5	Peso de agua [g]	17.65
Peso de la Tara [g]	36.8	35.4	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	3013.35
Peso de la muestra seca [g]	201.8	256.1	Peso de la muestra total seca [g]	10933.35
Contenido de Humedad [%]	4.96	0.59		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	383.00	3.50	3.50	96.50
2"	50.80	554.00	5.07	8.57	91.43
1 1/2"	38.1	570.00	5.21	13.78	86.22
1"	25.4	1482.00	13.55	27.34	72.66
3/4"	19.1	660.00	6.04	33.37	66.63
3/8"	9.52	1769.00	16.18	49.55	50.45
N° 4	4.76	1307.00	11.95	61.51	38.49
N° 10	2.00	1195.00	10.93	72.44	27.56
TOTAL		7920.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.42

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	6.00	6.04	6.04	93.96	27.56
N° 20	0.84	17.20	17.30	23.34	76.66	22.49
N° 40	0.42	35.90	36.11	59.45	40.55	11.89
N° 60	0.25	8.30	8.35	67.79	32.21	9.45
N° 140	0.105	10.70	10.76	78.56	21.44	6.29
N° 200	0.074	3.00	3.02	81.58	18.42	5.40
TOTAL		81.10				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.35	C _u	44.23
D ₃₀	2.78	C _c	1.44
D ₆₀	15.39		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]		62.0
ARENA	[%]		33.0
FINO	[%]		5.0
Total	[%]		100.0

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	20.49		
LP	NP		
IP	NP		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	20
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	24
FATIGA ADMISIBLE	[kg/cm ²]	2.35



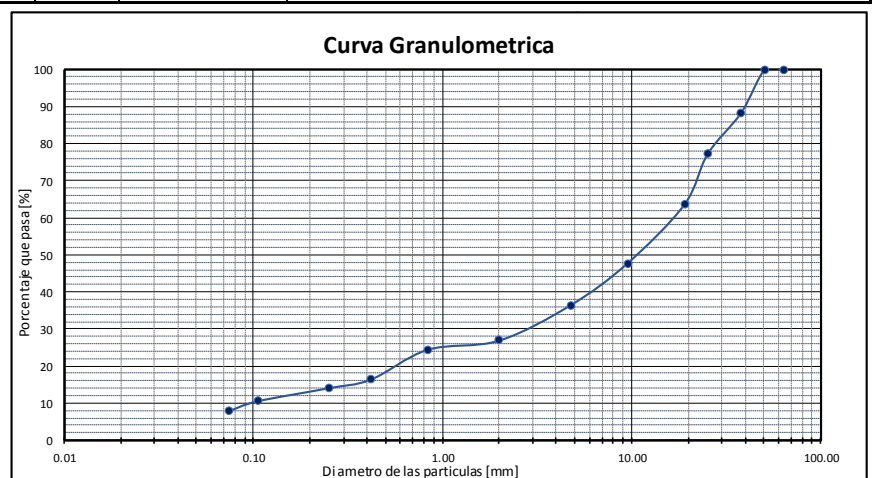
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-17
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medellín Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	41	14	Peso total de la muestra húmeda [g]	8516.00
Tara+ muestra húmeda [g]	316.7	349.3	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6221.00
Tara + muestra seca [g]	305.1	348.8	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	2295.00
Peso del agua [g]	11.6	0.5	Peso de agua [g]	3.65
Peso de la Tara [g]	36.3	34.7	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	2291.35
Peso de la muestra seca [g]	268.8	314.1	Peso de la muestra total seca [g]	8512.35
Contenido de Humedad [%]	4.32	0.16		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	995.00	11.69	11.69	88.31
1"	25.4	938.00	11.02	22.71	77.29
3/4"	19.1	1166.00	13.70	36.41	63.59
3/8"	9.52	1354.00	15.91	52.31	47.69
N° 4	4.76	961.00	11.29	63.60	36.40
N° 10	2.00	807.00	9.48	73.08	26.92
TOTAL		6221.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Húmeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.84

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.90	0.90	0.90	99.10	26.92
N° 20	0.84	9.00	9.01	9.92	90.08	24.47
N° 40	0.42	29.60	29.65	39.56	60.44	16.42
N° 60	0.25	8.60	8.61	48.18	51.82	14.08
N° 140	0.105	13.00	13.02	61.20	38.80	10.54
N° 200	0.074	9.90	9.92	71.11	28.89	7.85
TOTAL		71.00				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.10	C _u	171.47
D ₃₀	2.90	C _c	5.02
D ₆₀	16.94		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]	64.0	
ARENA	[%]	28.0	
FINO	[%]	8.0	
Total	[%]	100.0	

LIMITES DE ATTERBERG	
LL	17.11
LP	15.71
IP	1.41
INDICE DE GRUPO	
a=	0
b=	0
I.G.=	0

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP-GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	30
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.80



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-18
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

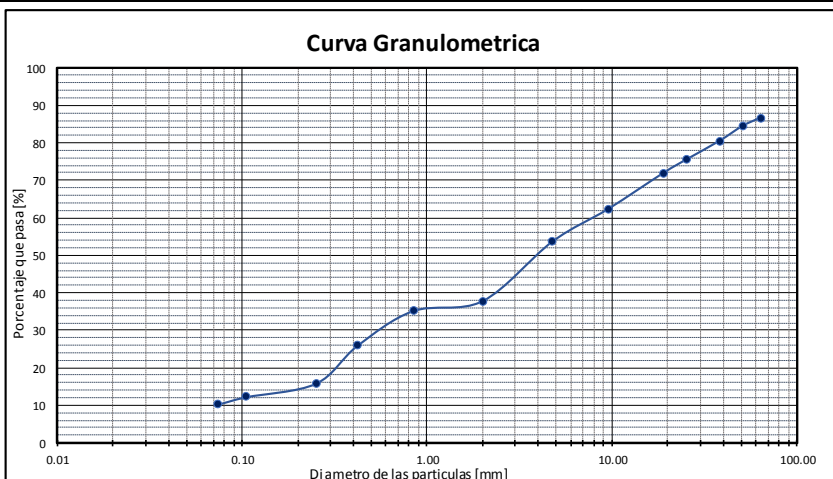
REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



	Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	51	24	Peso total de la muestra humeda [g]	10889.00
Tara+ muestra humeda [g]	388.8	245.8	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6760.00
Tara + muestra seca [g]	367.5	244.9	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	4129.00
Peso del agua [g]	21.3	0.9	Peso de agua [g]	17.69
Peso de la Tara [g]	36.5	35.7	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	4111.31
Peso de la muestra seca [g]	331	209.2	Peso de la muestra total seca [g]	10871.31
Contenido de Humedad [%]	6.44	0.43		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	1462.00	13.45	13.45	86.55
2"	50.80	240.00	2.21	15.66	84.34
1 1/2"	38.1	432.00	3.97	19.63	80.37
1"	25.4	528.00	4.86	24.49	75.51
3/4"	19.1	386.00	3.55	28.04	71.96
3/8"	9.52	1054.00	9.70	37.73	62.27
N° 4	4.76	940.00	8.65	46.38	53.62
N° 10	2.00	1718.00	15.80	62.18	37.82
TOTAL		6760.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.57

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00	37.82
N° 20	0.84	7.00	7.03	7.03	92.97	35.16
N° 40	0.42	24.30	24.40	31.43	68.57	25.93
N° 60	0.25	26.60	26.71	58.15	41.85	15.83
N° 140	0.105	9.40	9.44	67.59	32.41	12.26
N° 200	0.074	5.20	5.22	72.81	27.19	10.28
TOTAL		72.50				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.07	C _u	112.08
D ₃₀	0.62	C _c	0.61
D ₆₀	8.35		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]	46.0	
ARENA	[%]	44.0	
FINO	[%]	10.0	
Total	[%]	100.0	

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	20.76		
LP	17.10		
IP	3.66		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0.282
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	SP- SC	Arena pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	40
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	2.09

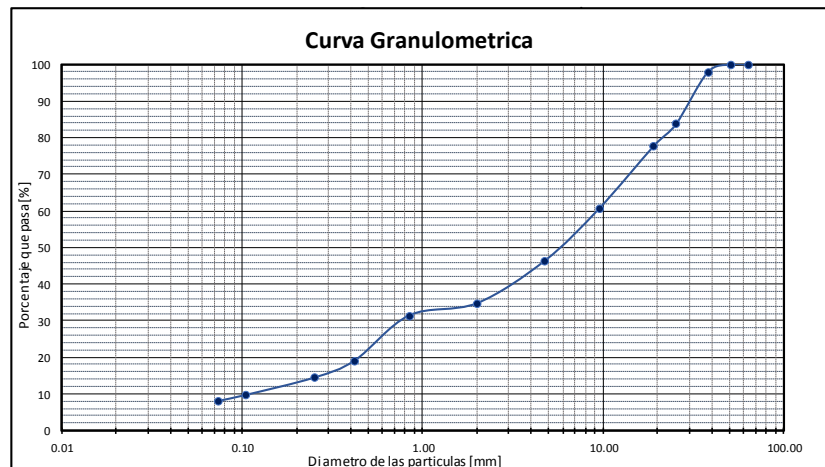


PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.	FECHA DE MUESTREO:	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-19		
PROFUNDIDAD:	1.8 [m]		16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

		Humedad Natural	Humedad Higroscopica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
	Tara N°	7	58	Peso total de la muestra humeda [g]	5675.00
	Tara+ muestra humeda [g]	302.2	282.2	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	3704.00
	Tara + muestra seca [g]	284.7	281.3	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	1971.00
	Peso del agua [g]	17.5	0.9	Peso de agua [g]	7.18
	Peso de la Tara [g]	33.7	35.1	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	1963.82
	Peso de la muestra seca [g]	251	246.2	Peso de la muestra total seca [g]	5667.82
	Contenido de Humedad [%]	6.97	0.37		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2 ""	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	119.00	2.10	2.10	97.90
1"	25.4	807.00	14.24	16.34	83.66
3/4"	19.1	340.00	6.00	22.34	77.66
3/8"	9.52	969.00	17.10	39.43	60.57
N° 4	4.76	809.00	14.27	53.71	46.29
N° 10	2.00	660.00	11.64	65.35	34.65
TOTAL		3704.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.64

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.50	0.50	0.50	99.50	34.65
N° 20	0.84	9.60	9.64	10.14	89.86	31.29
N° 40	0.42	35.20	35.33	45.47	54.53	18.99
N° 60	0.25	13.50	13.55	59.01	40.99	14.27
N° 140	0.105	13.50	13.55	72.56	27.44	9.55
N° 200	0.074	4.70	4.72	77.28	22.72	7.91
TOTAL		77.00				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.12	C _u	78.52
D ₃₀	0.80	C _c	0.57
D ₆₀	9.33		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]	54.0	
ARENA	[%]	38.0	
FINO	[%]	8.0	
Total	[%]	100.0	

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	20.99		
LP	15.46		
IP	5.54		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	0
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GP- GC	Grava pobremente graduada con arcilla
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	30
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm2]	2.80



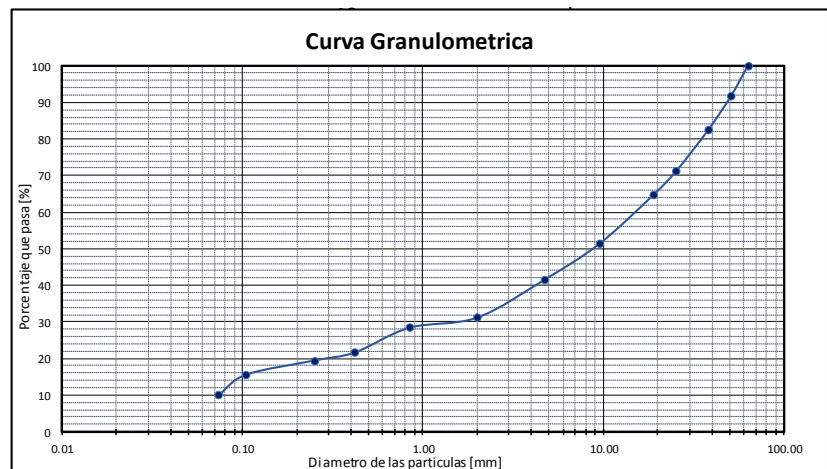
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-20
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad Natural	Humedad Higroscópica	PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
Tara N°	11	58	Peso total de la muestra húmeda [g]	9864.00
Tara+ muestra húmeda [g]	347.5	227.1	Peso de la muestra retenida en el tamiz N° 10 [g]	6793.00
Tara + muestra seca [g]	335.7	226.3	Peso de la muestra que pasa el Tamiz N° 10 [g]	3071.00
Peso del agua [g]	11.8	0.8	Peso de agua [g]	12.80
Peso de la Tara [g]	34.3	35.2	Peso muestra seca pasa el tamiz N° 10 [g]	3058.20
Peso de la muestra seca [g]	301.4	191.1	Peso de la muestra total seca [g]	9851.20
Contenido de Humedad [%]	3.92	0.42		

Tamiz	Abertura [mm]	Peso Retenido [g]	% Parcial Retenido % RP	Acumulado	
				% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	834.00	8.47	8.47	91.53
1 1/2"	38.1	904.00	9.18	17.64	82.36
1"	25.4	1099.00	11.16	28.80	71.20
3/4"	19.1	631.00	6.41	35.20	64.80
3/8"	9.52	1334.00	13.54	48.75	51.25
N° 4	4.76	957.00	9.71	58.46	41.54
N° 10	2.00	1034.00	10.50	68.96	31.04
TOTAL		6793.00			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO	
Peso Muestra Humeda [g]	100
peso Muestra Seca [g]	99.58

Tamiz	Abertura [mm]	Peso retenido [g]	Peso retenido relativo [%]	Peso retenido acumulado [%]	Porcentaje que Pasa [%]	Porcentaje que pasa sobre la muestra total [%]
N° 10	2.00	0.40	0.40	0.40	99.60	31.04
N° 20	0.84	8.90	8.94	9.34	90.66	28.26
N° 40	0.42	21.50	21.59	30.93	69.07	21.53
N° 60	0.25	7.10	7.13	38.06	61.94	19.31
N° 140	0.105	12.30	12.35	50.41	49.59	15.46
N° 200	0.074	17.50	17.57	67.98	32.02	9.98
TOTAL		67.70				

CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS			
D ₁₀	0.07	C _u	211.92
D ₃₀	1.57	C _c	2.11
D ₆₀	15.71		
COMPOSICION GRANULOMETRICA			
GRAVA	[%]		58.0
ARENA	[%]		32.0
FINO	[%]		10.0
Total	[%]		100.0

LIMITES DE ATTERBERG			
LL	17.11		
LP	NP		
IP	NP		
INDICE DE GRUPO			
a=	0	c=	0
b=	0	d=	20
I.G.=	0		

CLASIFICACION DEL AGREGADO		
S.U.C.S	GW	Grava limpia bien graduada
AASHTO	A-1-a (0)	Fragmentos de piedra, grava y arena

ENSAYO SPT		
NUMERO DE GOLPES	Punta	45
FATIGA ADMISIBLE	[Kg/cm ²]	3.01

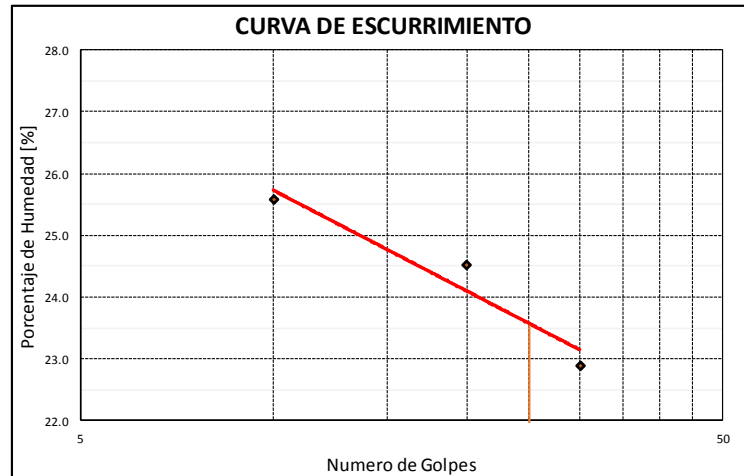


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-1
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	2	1	43
N° de golpes	30	20	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	39.91	41.21	41.77
Suelo seco + capsula Ws [g]	34.91	35.64	36.55
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5	5.57	5.22
Peso de la capsula Wc [g]	13.06	12.92	16.14
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	21.85	22.72	20.41
Porcentaje de Humedad [%]	22.88	24.52	25.58
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	23.57		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	2	7
Suelo humedo + capsula Wh [g]	28.55	21.72
Suelo Seco + capsula Ws [g]	27.32	20.79
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.23	0.93
Peso de la capsula Wc [g]	20.88	15.76
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.44	5.03
Porcentaje de Humedad	19.10	18.49
LIMITE PLASTICO (L.P.)	18.79	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	23.57
LIMITE PLASTICO (L.P.)	18.79
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.78

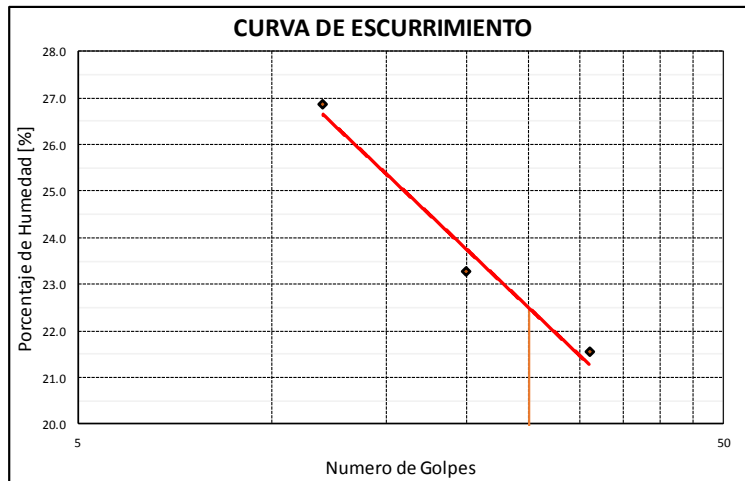


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-2
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	105	106	108
N° de golpes	31	20	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	43.45	52.24	45.86
Suelo seco + capsula Ws [g]	39.45	46.26	40.39
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	4.00	5.98	5.47
Peso de la capsula Wc [g]	20.88	20.56	20.03
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	18.57	25.7	20.36
Porcentaje de Humedad [%]	21.54	23.27	26.87
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	22.49		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	114	116
Suelo humedo + capsula Wh [g]	24.46	24.71
Suelo Seco + capsula Ws [g]	23.07	23.32
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.39	1.39
Peso de la capsula Wc [g]	16.21	16.61
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.86	6.71
Porcentaje de Humedad	20.26	20.72
LIMITE PLASTICO (L.P.)	20.49	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	22.49
LIMITE PLASTICO (L.P.)	20.49
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	2.01

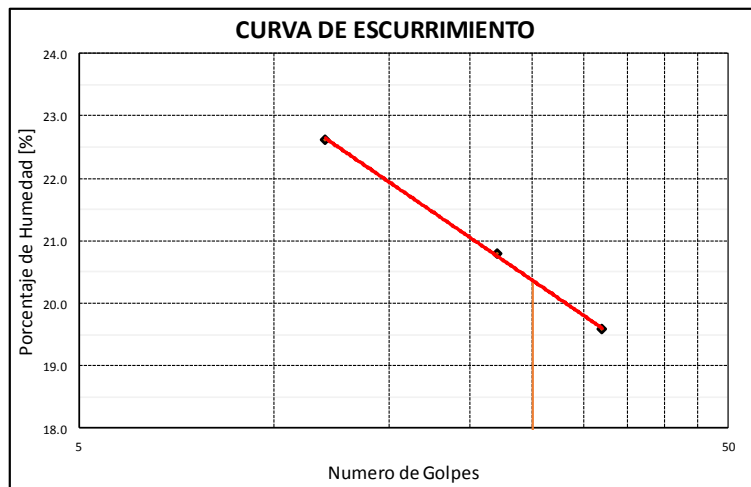


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-3
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	32	23	13
N° de golpes	32	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	48.78	46.98	38.48
Suelo seco + capsula Ws [g]	44.10	42.43	34.33
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	4.68	4.55	4.15
Peso de la capsula Wc [g]	20.20	20.55	15.99
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	23.90	21.88	18.34
Porcentaje de Humedad [%]	19.58	20.80	22.63
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.37		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	14	22
Suelo humedo + capsula Wh [g]	22.57	27.84
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.63	26.83
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.94	1.01
Peso de la capsula Wc [g]	15.95	20.47
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	5.68	6.36
Porcentaje de Humedad	16.55	15.88
LIMITE PLASTICO (L.P.)	16.21	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.37
LIMITE PLASTICO (L.P.)	16.21
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.15

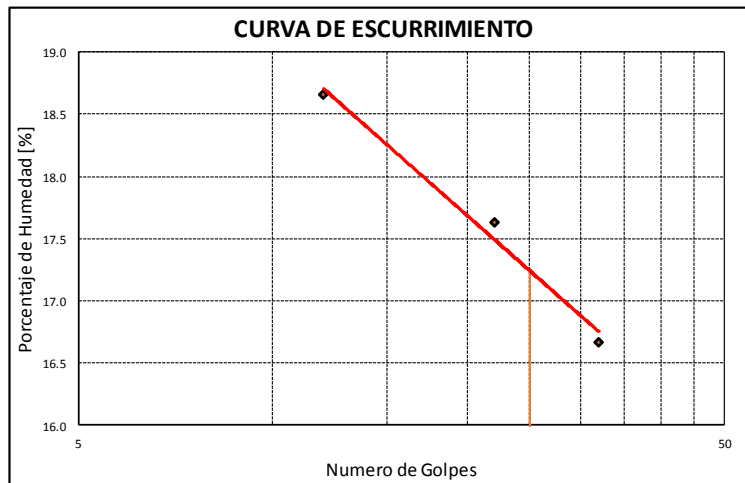


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-4
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	40	48	19
N° de golpes	32	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	68.13	60.84	47.45
Suelo seco + capsula Ws [g]	60.63	54.03	42.32
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	7.5	6.81	5.13
Peso de la capsula Wc [g]	15.64	15.4	14.82
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	44.99	38.63	27.5
Porcentaje de Humedad [%]	16.67	17.63	18.65
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.24		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	6	12
Suelo humedo + capsula Wh [g]	26.22	25.7
Suelo Seco + capsula Ws [g]	24.92	24.52
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.3	1.18
Peso de la capsula Wc [g]	15.27	15.94
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	9.65	8.58
Porcentaje de Humedad	13.47	13.75
LIMITE PLASTICO (L.P.)	13.61	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.24
LIMITE PLASTICO (L.P.)	13.61
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.63

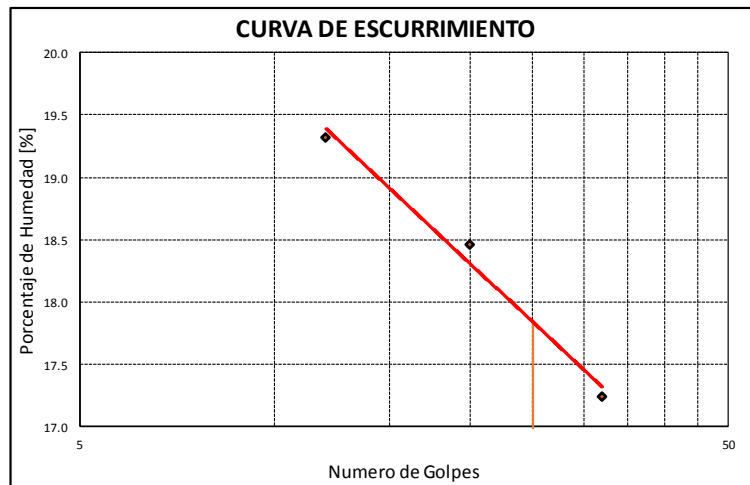


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-5
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	28	37	104
N° de golpes	32	20	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	47.47	59.17	50.41
Suelo seco + capsula Ws [g]	42.83	53.16	45.75
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	4.64	6.01	4.66
Peso de la capsula Wc [g]	15.92	20.6	21.63
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	26.91	32.56	24.12
Porcentaje de Humedad [%]	17.24	18.46	19.32
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.84		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	17	105
Suelo humedo + capsula Wh [g]	27.71	23.99
Suelo Seco + capsula Ws [g]	26.66	22.98
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.05	1.01
Peso de la capsula Wc [g]	19.97	16.25
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.69	6.73
Porcentaje de Humedad	15.70	15.01
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.35	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.84
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.35
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	2.49

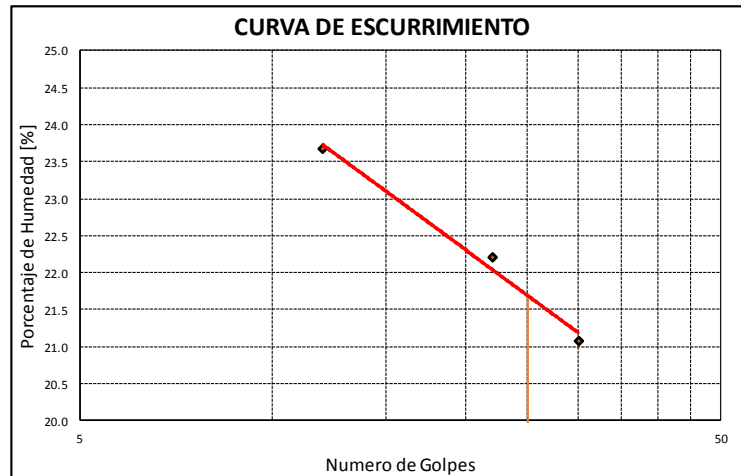


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-6
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	1	9	30
N° de golpes	30	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	51.55	50.81	47.69
Suelo seco + capsula Ws [g]	46.23	44.44	41.51
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.32	6.37	6.18
Peso de la capsula Wc [g]	20.99	15.76	15.4
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	25.24	28.68	26.11
Porcentaje de Humedad [%]	21.08	22.21	23.67
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.69		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	6	19
Suelo humedo + capsula Wh [g]	23.12	22.72
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.97	21.58
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.15	1.14
Peso de la capsula Wc [g]	15.27	14.85
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.7	6.73
Porcentaje de Humedad	17.16	16.94
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.05	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.69
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.05
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.64

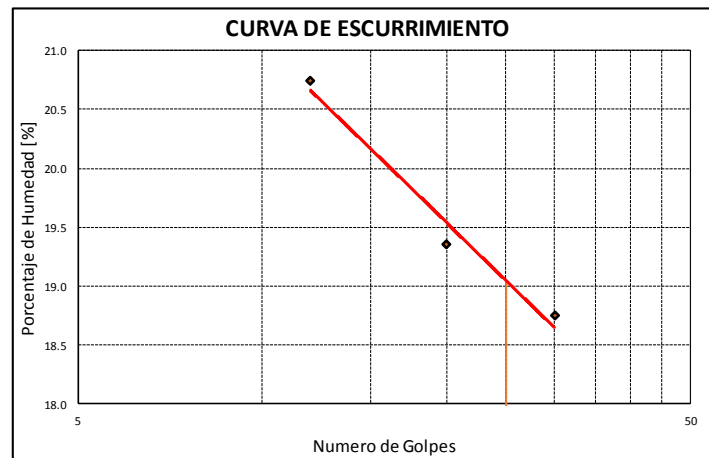


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-7
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	36	23	2
N° de golpes	30	20	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	56.47	51.9	42.46
Suelo seco + capsula Ws [g]	50.75	46.82	37.93
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.72	5.08	4.53
Peso de la capsula Wc [g]	20.24	20.58	16.09
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	30.51	26.24	21.84
Porcentaje de Humedad [%]	18.75	19.36	20.74
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.05		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	10	13
Suelo humedo + capsula Wh [g]	22.76	21.84
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.96	21.12
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.8	0.72
Peso de la capsula Wc [g]	16.47	16.11
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	5.49	5.01
Porcentaje de Humedad	14.57	14.37
LIMITE PLASTICO (L.P.)	14.47	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.05
LIMITE PLASTICO (L.P.)	14.47
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.58



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

POZO N°: P-8

PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo

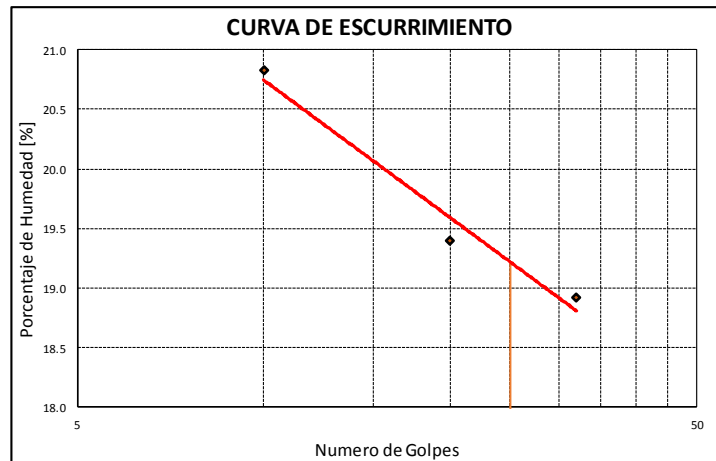
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

FECHA DE MUESTREO:

16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	51	100	19
N° de golpes	32	20	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	57.35	52.98	43.25
Suelo seco + capsula Ws [g]	51.65	46.91	38.35
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.7	6.07	4.9
Peso de la capsula Wc [g]	21.53	15.62	14.82
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	30.12	31.29	23.53
Porcentaje de Humedad [%]	18.92	19.40	20.82
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.22		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	0	0
Suelo humedo + capsula Wh [g]	0	0
Suelo Seco + capsula Ws [g]	0	0
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0	0
Peso de la capsula Wc [g]	0	0
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	0	0
Porcentaje de Humedad	0.00	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.22
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	NP

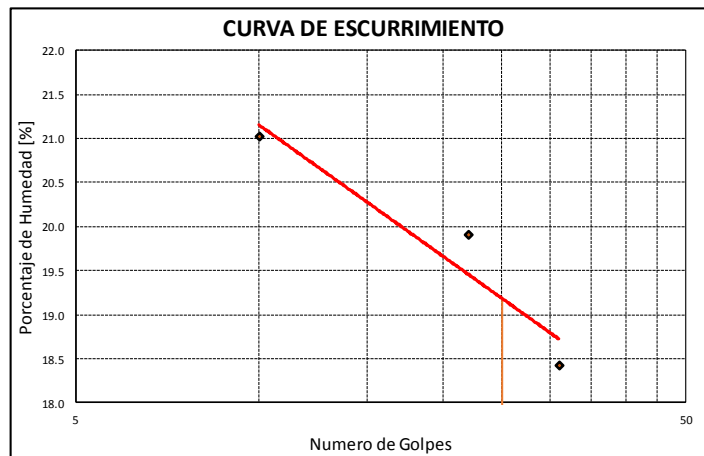


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-9
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	12	49	11
N° de golpes	31	22	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	64.19	50.07	42.82
Suelo seco + capsula Ws [g]	57.44	44.55	38
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	6.75	5.52	4.82
Peso de la capsula Wc [g]	20.79	16.81	15.07
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	36.65	27.74	22.93
Porcentaje de Humedad [%]	18.42	19.90	21.02
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.19		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	7	22
Suelo humedo + capsula Wh [g]	22.13	21.62
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.26	20.76
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.87	0.86
Peso de la capsula Wc [g]	15.8	15.17
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	5.46	5.59
Porcentaje de Humedad	15.93	15.38
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.66	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.19
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.66
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.53



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

POZO N°: P-10

PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo

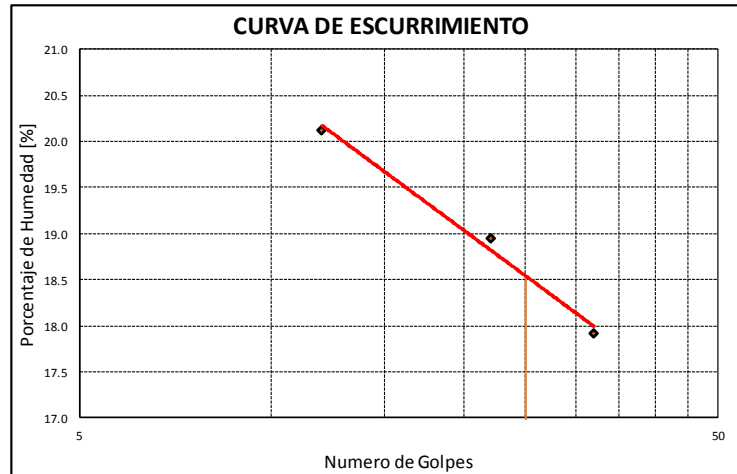
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

FECHA DE MUESTREO:

16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	121	122	130
N° de golpes	32	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	55.55	53.42	43.00
Suelo seco + capsula Ws [g]	49.44	47.44	38.57
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	6.11	5.98	4.43
Peso de la capsula Wc [g]	15.34	15.88	16.56
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	34.1	31.56	22.01
Porcentaje de Humedad [%]	17.92	18.95	20.13
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	18.54		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	131	132
Suelo humedo + capsula Wh [g]	25.42	25.64
Suelo Seco + capsula Ws [g]	24.4	24.58
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.02	1.06
Peso de la capsula Wc [g]	17.67	17.69
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.73	6.89
Porcentaje de Humedad	15.16	15.38
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.27	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	18.54
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.27
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.27

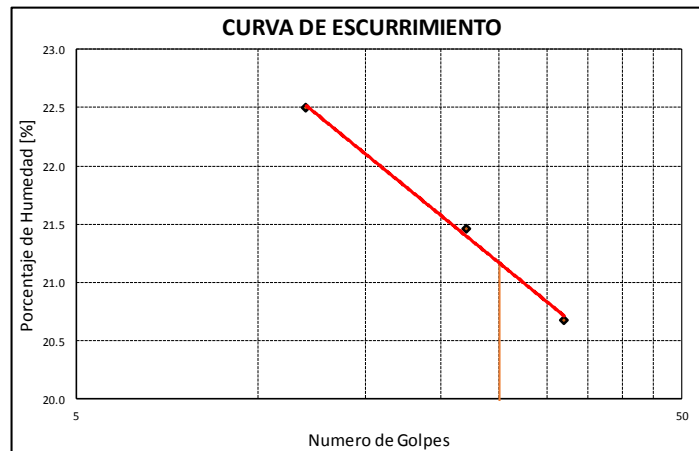


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-11
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	16	15	101
N° de golpes	32	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	43.77	43.15	44.42
Suelo seco + capsula Ws [g]	39.07	38.28	39.28
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	4.7	4.87	5.14
Peso de la capsula Wc [g]	16.34	15.59	16.43
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	22.73	22.69	22.85
Porcentaje de Humedad [%]	20.68	21.46	22.49
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.17		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	102	103
Suelo humedo + capsula Wh [g]	23.47	27.81
Suelo Seco + capsula Ws [g]	22.38	26.63
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.09	1.18
Peso de la capsula Wc [g]	15.98	19.84
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.4	6.79
Porcentaje de Humedad	17.03	17.38
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.20	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.17
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.20
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.96

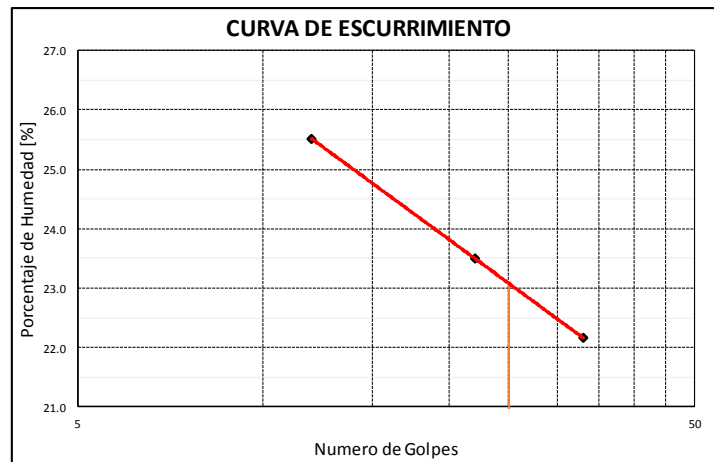


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-12
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	51	56	43
N° de golpes	33	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	59.39	49.27	42.88
Suelo seco + capsula Ws [g]	52.52	43.05	37.44
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	6.87	6.22	5.44
Peso de la capsula Wc [g]	21.53	16.58	16.12
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	30.99	26.47	21.32
Porcentaje de Humedad [%]	22.17	23.50	25.52
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	23.08		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	20	12
Suelo humedo + capsula Wh [g]	28.59	24.94
Suelo Seco + capsula Ws [g]	27.17	23.52
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.42	1.42
Peso de la capsula Wc [g]	19.7	15.93
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	7.47	7.59
Porcentaje de Humedad	19.01	18.71
LIMITE PLASTICO (L.P.)	18.86	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	23.08
LIMITE PLASTICO (L.P.)	18.86
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.22

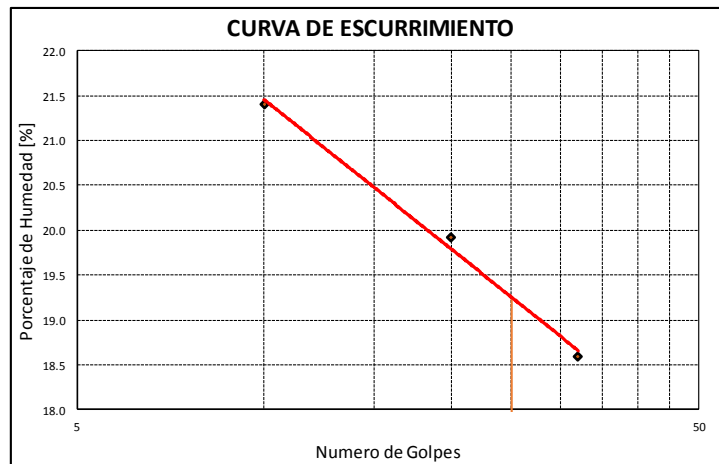


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-13
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	10	40	11
N° de golpes	32	20	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	52.78	46.74	40.03
Suelo seco + capsula Ws [g]	47.04	41.61	35.8
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.74	5.13	4.23
Peso de la capsula Wc [g]	16.16	15.85	16.04
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	30.88	25.76	19.76
Porcentaje de Humedad [%]	18.59	19.91	21.41
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.25		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	110	102
Suelo humedo + capsula Wh [g]	22.34	25.86
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.56	25.1
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.78	0.76
Peso de la capsula Wc [g]	16.67	20.49
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	4.89	4.61
Porcentaje de Humedad	15.95	16.49
LIMITE PLASTICO (L.P.)	16.22	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	19.25
LIMITE PLASTICO (L.P.)	16.22
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.04

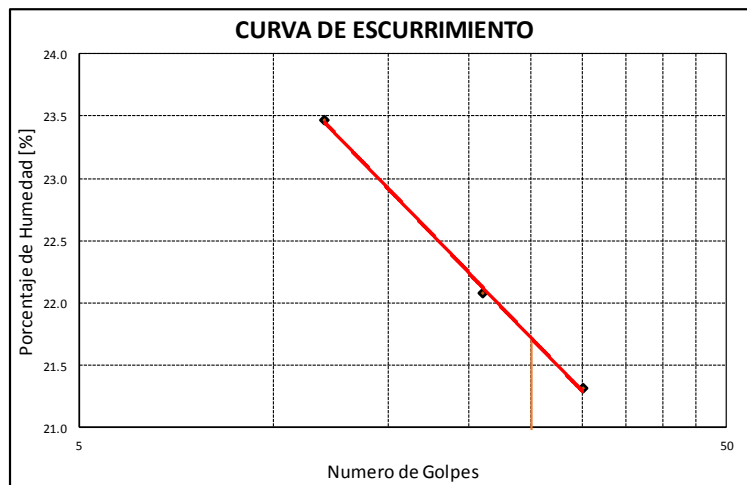


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-14
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	8	3	9
N° de golpes	30	21	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	52.16	44.68	48.76
Suelo seco + capsula Ws [g]	45.74	39.5	43.43
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	6.42	5.18	5.33
Peso de la capsula Wc [g]	15.63	16.04	20.72
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	30.11	23.46	22.71
Porcentaje de Humedad [%]	21.32	22.08	23.47
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.72		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	44	13
Suelo humedo + capsula Wh [g]	29.82	28.38
Suelo Seco + capsula Ws [g]	28.33	26.94
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.49	1.44
Peso de la capsula Wc [g]	20.64	19.3
Peso del suelo seco Ps = (Ws-Wc) [g]	7.69	7.64
Porcentaje de Humedad	19.38	18.85
LIMITE PLASTICO (L.P.)	19.11	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	21.72
LIMITE PLASTICO (L.P.)	19.11
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	2.61

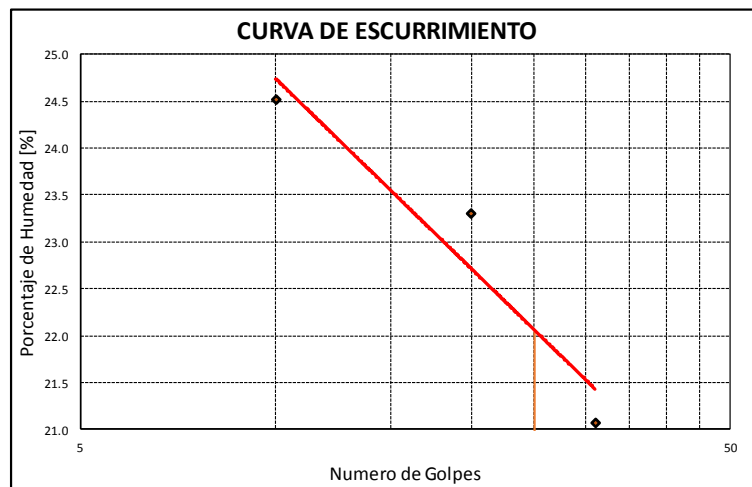


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-15
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	114	100	109
N° de golpes	31	20	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	47.64	43.98	39.52
Suelo seco + capsula Ws [g]	42.25	38.62	34.87
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.39	5.36	4.65
Peso de la capsula Wc [g]	16.67	15.62	15.9
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	25.58	23	18.97
Porcentaje de Humedad [%]	21.07	23.30	24.51
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	22.06		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	3	2
Suelo humedo + capsula Wh [g]	25.4	24.95
Suelo Seco + capsula Ws [g]	24.32	23.89
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	1.08	1.06
Peso de la capsula Wc [g]	18.22	17.92
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	6.1	5.97
Porcentaje de Humedad	17.70	17.76
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.73	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	22.06
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.73
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	4.33



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

POZO N°: P-16

PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo

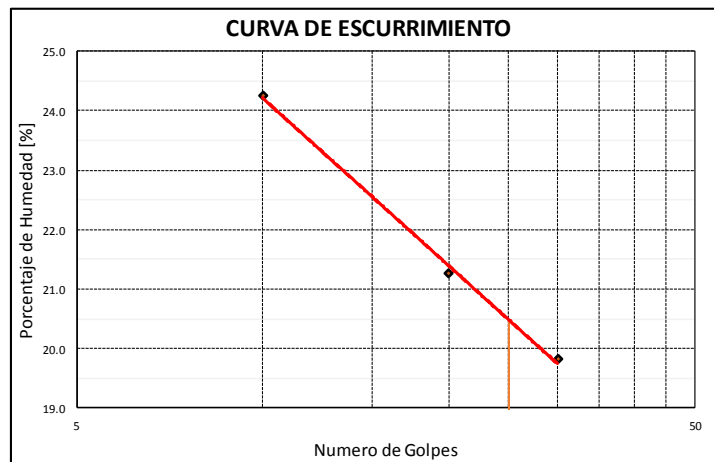
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

FECHA DE MUESTREO:

16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	8	48	109
N° de golpes	30	20	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	46.15	44.26	38.23
Suelo seco + capsula Ws [g]	41.1	39.2	33.87
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.05	5.06	4.36
Peso de la capsula Wc [g]	15.63	15.4	15.9
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	25.47	23.8	17.97
Porcentaje de Humedad [%]	19.83	21.26	24.26
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.49		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	0	0
Suelo humedo + capsula Wh [g]	0	0
Suelo Seco + capsula Ws [g]	0	0
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0	0
Peso de la capsula Wc [g]	0	0
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	0	0
Porcentaje de Humedad	0.00	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.49
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	NP

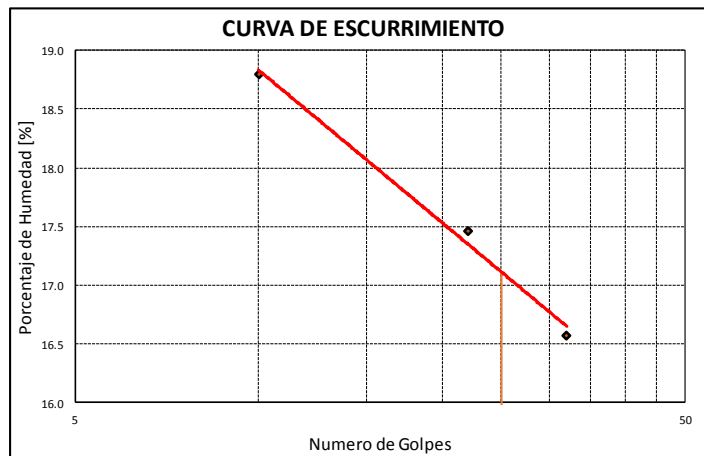


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-17
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	24	38	4
N° de golpes	32	22	10
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	65.42	70.92	57.05
Suelo seco + capsula Ws [g]	59.01	65.16	50.64
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	6.41	5.76	6.41
Peso de la capsula Wc [g]	20.34	32.18	16.54
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	38.67	32.98	34.1
Porcentaje de Humedad [%]	16.58	17.47	18.80
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.11		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	12	1
Suelo humedo + capsula Wh [g]	22.25	22.43
Suelo Seco + capsula Ws [g]	21.59	21.67
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.66	0.76
Peso de la capsula Wc [g]	17.26	16.97
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	4.33	4.7
Porcentaje de Humedad	15.24	16.17
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.71	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.11
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.71
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	1.41

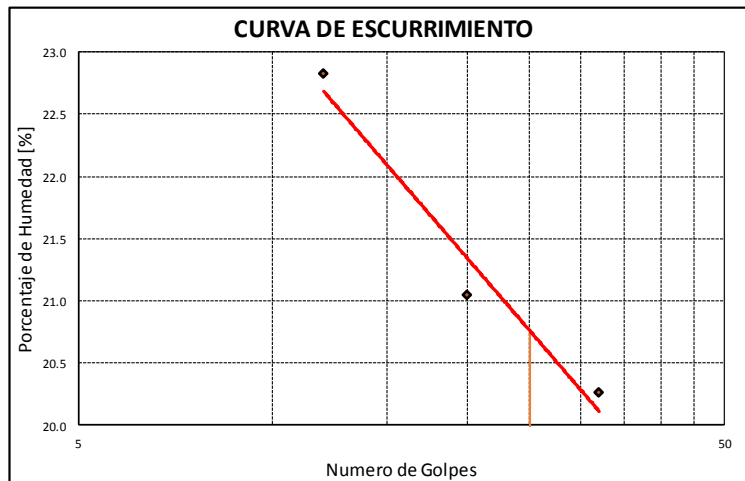


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-18
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	40	26	31
N° de golpes	32	20	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	48	50.59	42.91
Suelo seco + capsula Ws [g]	42.55	44.54	38.45
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	5.45	6.05	4.46
Peso de la capsula Wc [g]	15.66	15.8	18.91
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	26.89	28.74	19.54
Porcentaje de Humedad [%]	20.27	21.05	22.82
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.76		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	22	14
Suelo humedo + capsula Wh [g]	23.59	23.11
Suelo Seco + capsula Ws [g]	22.7	22.04
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.89	1.07
Peso de la capsula Wc [g]	17.33	15.97
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	5.37	6.07
Porcentaje de Humedad	16.57	17.63
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.10	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.76
LIMITE PLASTICO (L.P.)	17.10
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	3.66

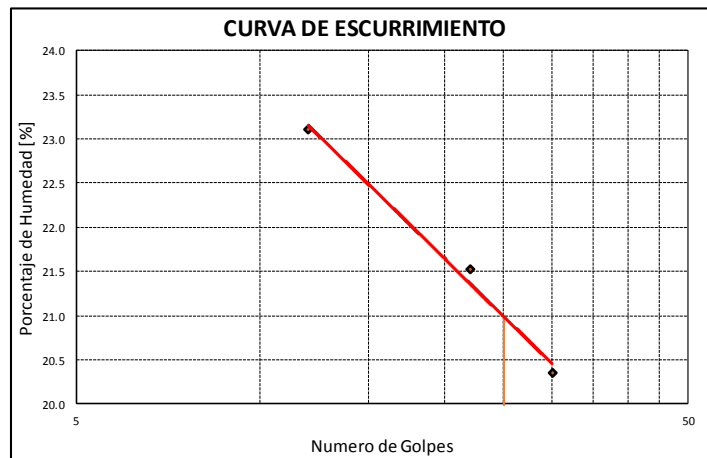


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-19
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelín Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	12	9	20
N° de golpes	30	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	63.46	53.64	57.98
Suelo seco + capsula Ws [g]	55.42	47.8	50.8
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	8.04	5.84	7.18
Peso de la capsula Wc [g]	15.92	20.66	19.72
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	39.5	27.14	31.08
Porcentaje de Humedad [%]	20.35	21.52	23.10
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.99		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	44	1
Suelo humedo + capsula Wh [g]	27.81	27.64
Suelo Seco + capsula Ws [g]	26.85	26.75
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0.96	0.89
Peso de la capsula Wc [g]	20.64	20.99
Peso del suelo seco Ps = (Ws-Wc) [g]	6.21	5.76
Porcentaje de Humedad	15.46	15.45
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.46	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	20.99
LIMITE PLASTICO (L.P.)	15.46
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	5.54

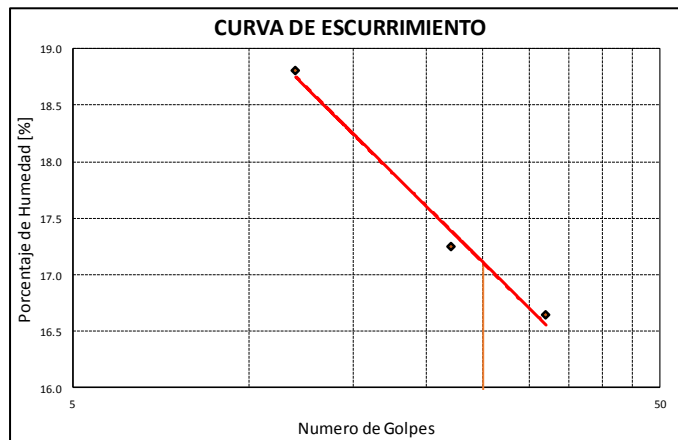


PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A
POZO N°: P-20
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)			
Capsula N°	101	114	19
N° de golpes	32	22	12
Suelo Humedo + capsula Wh [g]	68.56	61.53	46.85
Suelo seco + capsula Ws [g]	61.12	54.93	41.78
Peso del agua Pa=(Wh-Ws) [g]	7.44	6.6	5.07
Peso de la capsula Wc [g]	16.43	16.67	14.82
Peso del suelo seco Ps =(Ws-Wc) [g]	44.69	38.26	26.96
Porcentaje de Humedad [%]	16.65	17.25	18.81
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.11		



LIMITE PLASTICO (L.P.)		
Capsula N°	0	0
Suelo humedo + capsula Wh [g]	0	0
Suelo Seco + capsula Ws [g]	0	0
Peso del agua Pa = (Wh-Ws) [g]	0	0
Peso de la capsula Wc [g]	0	0
Peso del suelo seco Ps = (Ws/Wc) [g]	0	0
Porcentaje de Humedad	0.00	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP	

INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	17.11
LIMITE PLASTICO (L.P.)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	NP



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

POZO N°: P-1

FECHA DE MUESTREO:

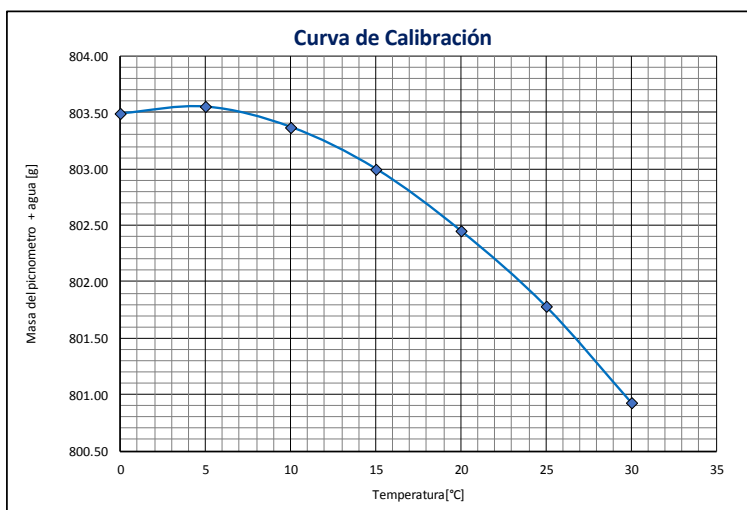
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	γ_{wTi} [g/cm ³]	$M_{pw,ti}$ [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93



$$W_{pw,ti} = \frac{\gamma_{wTi}}{\gamma_{wT}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

γ_{wTi} = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{wT} = Peso unitario del agua a temp de ensayo

Picnometro N°	1	
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1108
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	16
Masa del suelo seco :	M_s [g]	484
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{wT} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s20°C}$	2.71
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	3.31

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{wT} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978

$$G_{s20°C} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-2
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

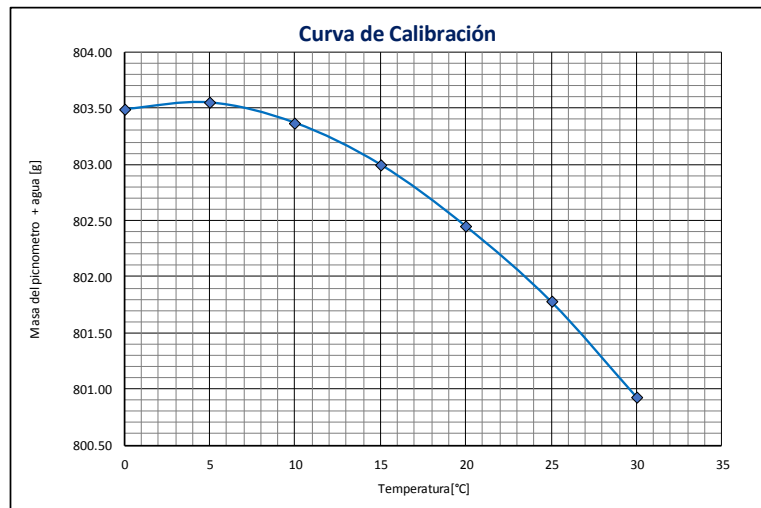
Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	γ_{wTi} [g/cm ³]	$M_{pw,ti}$ [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93

$$W_{pw,ti} = \frac{\gamma_{wTi}}{\gamma_{wT}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

γ_{wTi} = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{wT} = Peso unitario del agua a temp de ensayo



Picnometro N°	1	
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1108
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	19.9
Masa del suelo seco :	M_s [g]	480.1
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{wT} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s20°C}$	2.74
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	4.14

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{wT} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978

$$G_{s20°C} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-3
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

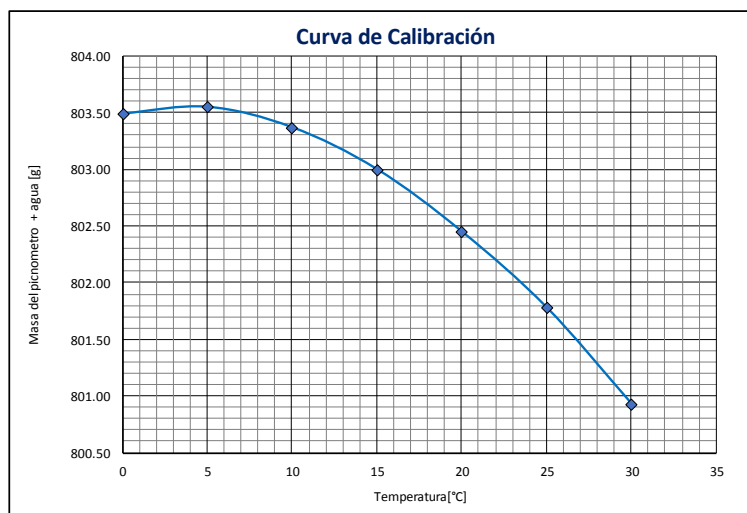
Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	γ_{wT_i} [g/cm ³]	$M_{pw,ti}$ [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93

$$W_{pw,ti} = \frac{\gamma_{wT_i}}{\gamma_{wT}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

γ_{wT_i} = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{wT} = Peso unitario del agua a temp de ensayo



Picnometro N°	1	
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1108
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	17.2
Masa del suelo seco :	M_s [g]	482.8
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{wT} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s20°C}$	2.72
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	3.56

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{wT} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978

$$G_{s20°C} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A
POZO N°: P-5
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

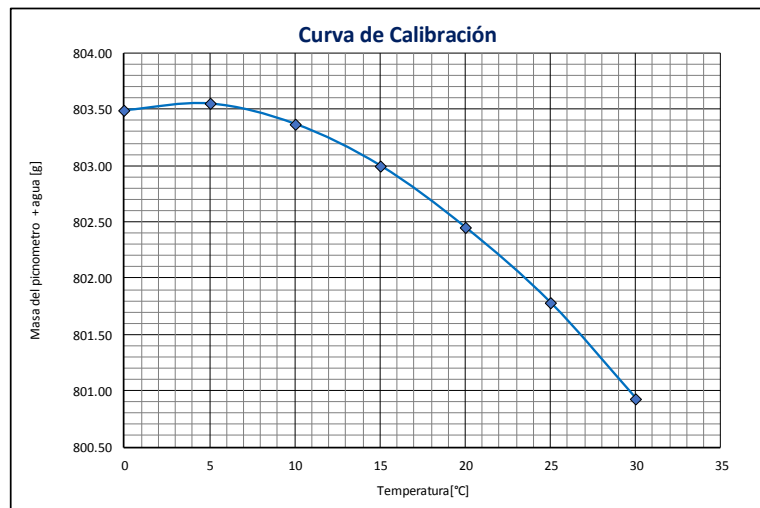
Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	γ_{wT_i} [g/cm ³]	M_{pw,t_i} [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93

$$W_{pw,t_i} = \frac{\gamma_{wT_i}}{\gamma_{wT}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

γ_{wT_i} = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{wT} = Peso unitario del agua a temp de ensayo



Picnometro N°		1
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1107
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	16.8
Masa del suelo seco :	M_s [g]	483.2
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{wT} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s20°C}$	2.70
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	3.48

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{wT} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978

$$G_{s20°C} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A
POZO N°: P-10
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

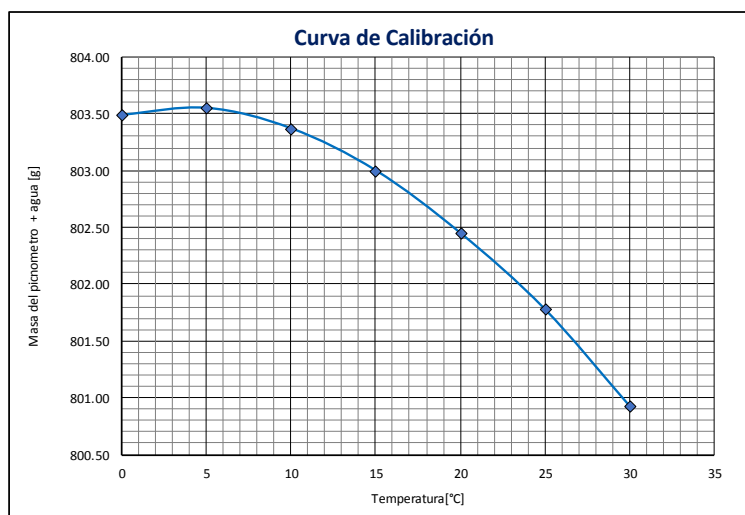
Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	γ_{wTi} [g/cm ³]	$M_{pw,ti}$ [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93

$$W_{pw,ti} = \frac{\gamma_{wTi}}{\gamma_{wT}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

γ_{wTi} = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{wT} = Peso unitario del agua a temp de ensayo



Picnometro N°	1	
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1109
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	23.7
Masa del suelo seco :	M_s [g]	476.3
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{wT} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s20°C}$	2.80
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	4.98

$$G_{s20°C} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{wT} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-16
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárata Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO RELATIVO Y ABSORCION DE AGREGADOS ASTM D854 - AASTHO T100

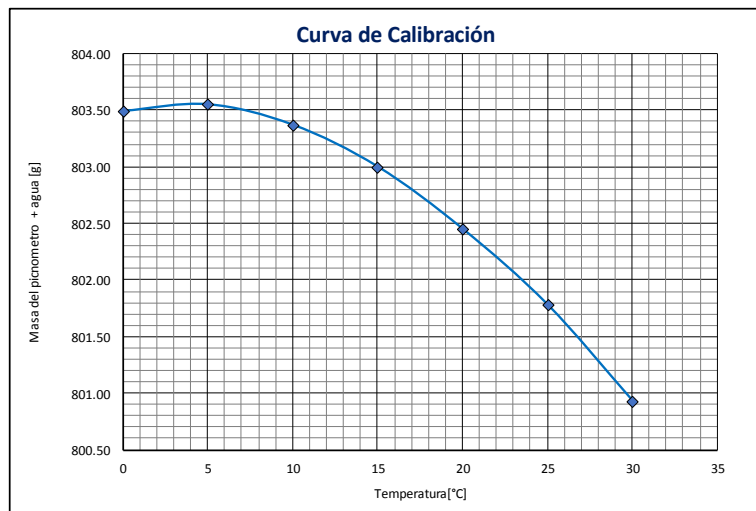
Picnometro N°	1
Peso del picnometro W_B [g]	193.8

Temperatura [°C]	$\gamma_{w_{Ti}}$ [g/cm ³]	$M_{pw,ti}$ [g]
0	0.9999	803.49
5	1.0000	803.55
10	0.9997	803.37
15	0.9991	803
20	0.9982	802.45
25	0.9971	801.78
30	0.9957	800.93

$$W_{pw,ti} = \frac{\gamma_{w_{Ti}}}{\gamma_{w_T}} [W_{pw,t} - W_B] + W_B$$

$\gamma_{w_{Ti}}$ = Peso unitario del agua a temp "i"

γ_{w_T} = Peso unitario del agua a temp de ensayo



Picnometro N°	1	
Masa picnometro + agua + suelo:	$M_{pws,t}$ [g]	1108
Temperatura de ensayo:	T_t [°C]	15.00
Masa picnometro + agua :	$M_{pw,t}$ [g]	803
Recipiente de Evaporación:	N°	47
Masa del recipiente + suelo seco :	M_{rs} [g]	500
Masa del recipiente :	M_r [g]	20.8
Masa del suelo seco :	M_s [g]	479.2
Peso unitario del agua a Temp T_t :	γ_{w_T} [g/cm ³]	0.9991
Relacion entre densidades del agua:	K_T	1.0009
Peso especifico de solidos :	$G_{s_{20^\circ C}}$	2.75
Porcentaje de Absorción:	%Abs [%]	4.34

Para el Agua :	
Temp [°C]	γ_{w_T} [g/cm ³]
10	0.9997
11	0.9996
12	0.9995
13	0.9994
14	0.9993
15	0.9991
16	0.9990
17	0.9998
18	0.9986
19	0.9984
20	0.9982
21	0.998
22	0.9978

$$G_{s_{20^\circ C}} = \frac{K_T \cdot M_s}{W_s - M_{pws,t} + M_{pw,t}}$$

$M_{pw,t}$ = se obtiene de curva de calibración

$$\%Abs = \frac{M_{rs} \cdot M_s}{M_s} * 100$$



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°: P-1	FECHA DE MUESTREO:
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]	16/8/2021

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7091.8
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5188.5
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1903.3

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente [g]:	286.60
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	272.90
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	13.7
Peso del recipiente [g]:	35.3
Contenido de humedad de la muestra [%]:	5.77

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	586.5
Peso del contenedor [g]:	582.13
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.370
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.13

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7092
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo [g]:	2144
Peso de la arena perdida [g]:	4948
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1903.3
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3045
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.06

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	2.00
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.28
Porcentaje de compactación que se obtiene Gc (%)	87.72



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°: P-2	FECHA DE MUESTREO:
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]	16/8/2021

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7092.8
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5188.5
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1904.3

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente[g]:	277.60
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	275.90
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	1.7
Peso del recipiente [g]:	35.5
Contenido de humedad de la muestra [%]:	0.71

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	586.6
Peso del contenedor [g]:	582.43
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.130
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.10

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7093
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo[g]:	2122
Peso de la arena perdida [g]:	4971
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1904.3
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3067
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.08

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	1.97
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.27
Porcentaje de compactación que se obtiene Gc (%)	86.78



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°: P-3	FECHA DE MUESTREO:
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]	16/8/2021

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7091.7
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5188
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1903.7

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente[g]:	268.60
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	248.90
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	19.7
Peso del recipiente [g]:	34
Contenido de humedad de la muestra [%]:	9.17

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	586.5
Peso del contenedor [g]:	581.86
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.640
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.25

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7092
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo[g]:	2115
Peso de la arena perdida [g]:	4977
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1903.7
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3073
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.08

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	2.04
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.27
Porcentaje de compactación que se obtiene Gc (%)	89.87



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°: P-5	FECHA DE MUESTREO:
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]	16/8/2021

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7092
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5190
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1902

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente[g]:	290.30
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	283.00
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	7.3
Peso del recipiente [g]:	34.8
Contenido de humedad de la muestra [%]:	2.94

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	567.3
Peso del contenedor [g]:	563.10
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.200
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.08

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7092
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo[g]:	2120
Peso de la arena perdida [g]:	4972
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1902
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3070
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.08

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	1.96
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.28
Porciento de compactación que se obtiene Gc (%)	85.96



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-10

Coordenadas

X= 587694.92 Y= 8165744.05

PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-10	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7092
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5187
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1905

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente [g]:	268.40
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	248.70
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	19.7
Peso del recipiente [g]:	34
Contenido de humedad de la muestra [%]:	9.18

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	586.4
Peso del contenedor [g]:	581.81
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.590
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.20

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7092
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo [g]:	2114
Peso de la arena perdida [g]:	4978
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1905
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3073
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.08

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	2.02
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.26
Porcentaje de compactación que se obtiene Gc (%)	89.38



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A	Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°: P-16	FECHA DE MUESTREO:
PROFUNDIDAD: 1.8 [m]	16/8/2021

ENSAYO DE DENSIDAD EN SITIO (CONO DE LA ARENA)

Calibración del aparato:

Peso del aparato mas arena seca llenada al raz del embudo [g]:	7092.6
Densidad de dicha arena [g/cm ³]:	1476.00
Peso del aparato mas arena llenada hasta el raz de la llave [g]:	5189
Peso de la arena seca para llenar el embudo [g]:	1903.6

Determinación del peso de la muestra:

Muestra para determinar el contenido de humedad del suelo

Identificación del recipiente [g]:	15
Peso del suelo húmedo mas recipiente[g]:	278.60
Peso del suelo seco mas recipiente [g]:	274.90
Peso del agua contenida en la muestra [g]:	3.7
Peso del recipiente [g]:	35.5
Contenido de humedad de la muestra [%]:	1.55

Muestra extraída del hoyo

Identificación del contenedor:	3
Peso del suelo húmedo retirado del hoyo mas contenedor [g]:	587.0
Peso del contenedor [g]:	582.81
Peso suelo húmedo retirado del hoyo [g]:	4.190
Peso del suelo seco retirado del hoyo [g]:	4.13

Determinación del volumen de la muestra:

Peso aparato mas arena calibrada [g]:	7093
Peso del aparato mas la arena que sobre luego del ensayo[g]:	2123
Peso de la arena perdida [g]:	4970
Peso de la arena contenida en el embudo [g]:	1903.6
Peso de la arena para llenar el hoyo [g]:	3066
Volumen del hoyo [cm ³]:	2.08

Densidad de la muestra:

Densidad del suelo seco [g/cm ³]:	1.99
Densidad máxima de la curva de compactación (g/cm ³)	2.27
Porcentaje de compactación que se obtiene Gc (%)	87.67



PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-1
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

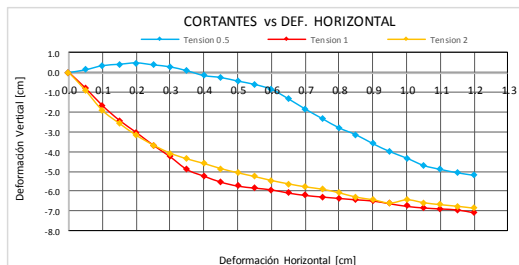
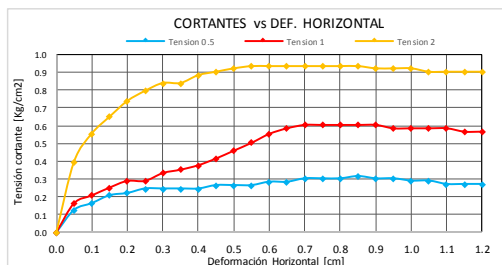
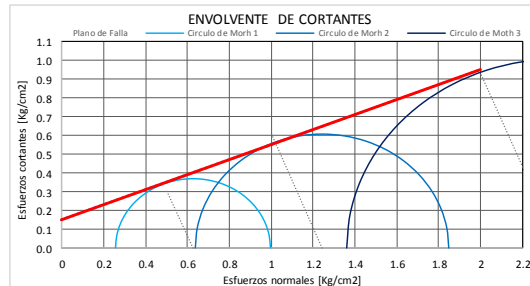
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RAPIDO ASTM D-3080 AASTHO T-236

DATOS DE LA PROBETA				CONTENIDO DE HUMEDAD				
Probetas Inalteradas				Recipiente N°	88	8		
Diametro [cm]	6.540	Anillo de carga N°	1	Suelo Hum + Cap [g]	512.70	512.70		
Area [cm ²]	33.592	Factor de Calibración	2.12	Suelo Sec + Cap [g]	498.80	498.80		
Espesor [cm]	2.55	Presión Aplicada [Kg/cm ²]	0.5 1.00 2.00	Peso del Agua [g]	13.90	13.90		
Ext.Vertical [plg]				0	Ext.Horiz. [plg]			
				0.01				
				Peso suelo seco [g]	414.60	414.60		
				Humedad [%]				
				3.35 3.35				

TIEMPO [s]	LECTURAS EXTEN. HORIZON.	DESPLA. HORIZON. [cm]	DESPLAZAMIENTO VERTICAL [cm]			LECTURA ANILLO DE CARGA			FUERZA DE CORTE [Kg]			TENSION DE CORTE [Kg/cm ²]		
			0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	2.00			
0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	50	0.050	0.14	-0.80	-0.92	2	2.6	6.3	4.24	5.512	13.356	0.126	0.164	0.398
15	100	0.100	0.35	-1.68	-1.93	2.6	3.3	8.8	5.512	6.996	18.656	0.164	0.208	0.555
30	150	0.150	0.42	-2.42	-2.58	3.3	4	10.3	6.996	8.48	21.836	0.208	0.252	0.650
45	200	0.200	0.49	-3.03	-3.18	3.5	4.6	11.7	7.42	9.752	24.804	0.221	0.290	0.738
60	250	0.250	0.39	-3.67	-3.67	3.9	4.6	12.6	8.268	9.752	26.712	0.246	0.290	0.795
120	300	0.300	0.29	-4.25	-4.08	3.9	5.3	13.3	8.268	11.24	28.196	0.246	0.334	0.839
180	350	0.350	0.09	-4.90	-4.37	3.9	5.6	13.3	8.268	11.87	28.196	0.246	0.353	0.839
240	400	0.400	-0.15	-5.23	-4.60	3.9	6	14	8.268	12.72	29.68	0.246	0.379	0.884
300	450	0.450	-0.25	-5.53	-4.86	4.2	6.6	14.3	8.904	13.99	30.316	0.265	0.417	0.902
360	500	0.500	-0.43	-5.73	-5.07	4.2	7.3	14.6	8.904	15.48	30.952	0.265	0.461	0.921
420	550	0.550	-0.60	-5.83	-5.26	4.2	8	14.8	8.904	16.96	31.376	0.265	0.505	0.934
480	600	0.600	-0.85	-5.92	-5.46	4.5	8.8	14.8	9.54	18.66	31.376	0.284	0.555	0.934
540	650	0.650	-1.33	-6.08	-5.63	4.5	9.3	14.8	9.54	19.72	31.376	0.284	0.587	0.934
600	700	0.700	-1.85	-6.20	-5.78	4.8	9.6	14.8	10.18	20.35	31.376	0.303	0.606	0.934
660	750	0.750	-2.33	-6.28	-5.90	4.8	9.6	14.8	10.18	20.35	31.376	0.303	0.606	0.934
720	800	0.800	-2.80	-6.35	-6.08	4.8	9.6	14.8	10.18	20.35	31.376	0.303	0.606	0.934
780	850	0.850	-3.15	-6.42	-6.30	5	9.6	14.8	10.6	20.35	31.376	0.316	0.606	0.934
840	900	0.900	-3.60	-6.48	-6.43	4.8	9.6	14.6	10.18	20.35	30.952	0.303	0.606	0.921
900	950	0.950	-4.00	-6.62	-6.60	4.8	9.3	14.6	10.18	19.72	30.952	0.303	0.587	0.921
960	1000	1.000	-4.33	-6.75	-6.43	4.6	9.3	14.6	9.752	19.72	30.952	0.290	0.587	0.921
1020	1050	1.050	-4.70	-6.83	-6.58	4.6	9.3	14.3	9.752	19.72	30.316	0.290	0.587	0.902
1080	1100	1.100	-4.90	-6.88	-6.68	4.3	9.3	14.3	9.116	19.72	30.316	0.271	0.587	0.902
1140	1150	1.150	-5.07	-6.93	-6.76	4.3	9	14.3	9.116	19.08	30.316	0.271	0.568	0.902
1200	1200	1.200	-5.20	-7.08	-6.86	4.3	9	14.3	9.116	19.08	30.316	0.271	0.568	0.902
1260														
1320														
						MAX =			10.600	20.352	31.376	0.316	0.606	0.934
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III

Humedad de ensayo [%]	3.35
Densidad Seca [g/cm ³]	2.166

Esfuerzos de Corte del Suelo			
Esfuerzos Normales [Kg/cm ²]	0.50	1.00	2.00
Esfuerzos Tangenciales [Kg/cm ²]	0.316	0.606	0.934
Parametros de corte del Suelo			
Cohesión C [Kg/cm ²]	0.151		
Angulo de fricción Interna [°]	21.78		



	UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL		POZO N° P-18 Coordenadas X= 587253.13 Y= 8165204.65
	PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A. LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A. POZO N°: P-18 PROFUNDIDAD: 1.5 [m]		REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo Univ. Yamel Medelín Zárate Flores FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

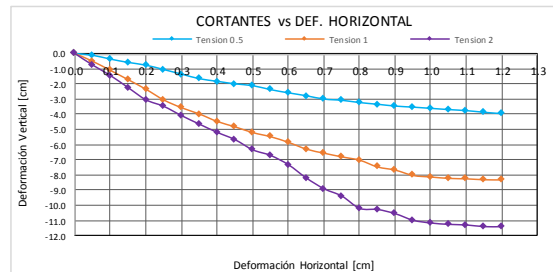
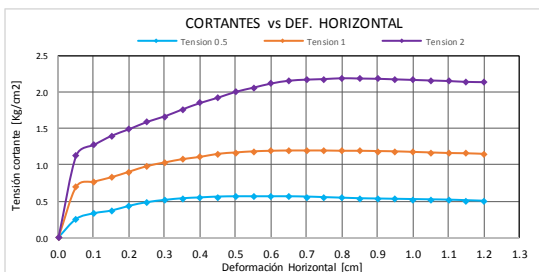
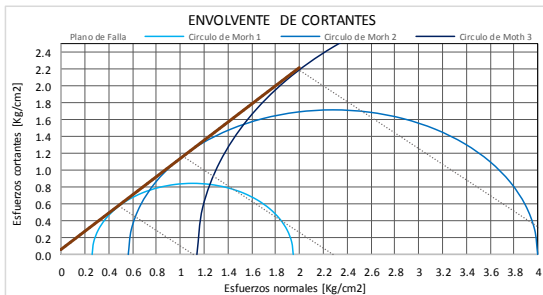
ENSAYO DE CORTE DIRECTO RAPIDO ASTM D-3080 AASTHO T-236

DATOS DE LA PROBETA				CONTENIDO DE HUMEDAD			
Probetas Inalteradas				Recipiente N°	6	6	
Diametro [cm]	8.396	Anillo de carga N°	1	Suelo Hum + Cap [g]	574.90	575.60	
Area [cm²]	55.365	Factor de Calibración	2.12	Suelo Sec + Cap [g]	561.80	566.30	
Espesor [cm]	2.55	Presión Aplicada [Kg/cm²]	0.5 1.00 2.00	Peso del Agua [g]	13.10	9.30	
Ext.Vertical [plg]		0	Ext.Horiz. [plg]	0.01	Peso de la capsula [g]	86	86
				Peso suelo seco [g]	475.80	480.30	
				Humedad [%]	2.75	1.94	

TIEMPO [s]	LECTURAS EXTEN. HORIZON.	DESPLA. HORIZON. [cm]	DESPLAZAMIENTO VERTICAL [cm]			LECTURA ANILLO DE CARGA			FUERZA DE CORTE [Kg]			TENSION DE CORTE [Kg/cm²]		
			0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	2.00
0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	50	0.050	-0.12	-0.51	-0.76	6.6	18.2	29.4	13.99	38.58	62.33	0.25	0.70	1.13
15	100	0.100	-0.37	-1.11	-1.45	8.6	20	33.2	18.23	42.40	70.38	0.33	0.77	1.27
30	150	0.150	-0.59	-1.72	-2.25	9.6	21.6	36.5	20.35	45.79	77.38	0.37	0.83	1.40
45	200	0.200	-0.77	-2.35	-3.05	11.3	23.6	38.9	23.96	50.03	82.47	0.43	0.90	1.49
60	250	0.250	-1.06	-3.05	-3.48	12.6	25.6	41.5	26.71	54.27	87.98	0.48	0.98	1.59
120	300	0.300	-1.36	-3.56	-4.09	13.4	26.9	43.5	28.41	57.03	92.22	0.51	1.03	1.67
180	350	0.350	-1.66	-3.97	-4.65	14	28.1	46	29.68	59.57	97.52	0.54	1.08	1.76
240	400	0.400	-1.83	-4.46	-5.19	14.3	28.9	48.3	30.32	61.27	102.40	0.55	1.11	1.85
300	450	0.450	-2.00	-4.81	-5.67	14.6	30	50.2	30.95	63.60	106.42	0.56	1.15	1.92
360	500	0.500	-2.12	-5.19	-6.34	14.7	30.5	52.3	31.16	64.66	110.88	0.56	1.17	2.00
420	550	0.550	-2.38	-5.46	-6.71	14.7	30.9	53.8	31.16	65.51	114.06	0.56	1.18	2.06
480	600	0.600	-2.59	-5.83	-7.32	14.7	31.1	55.3	31.16	65.93	117.24	0.56	1.19	2.12
540	650	0.650	-2.78	-6.27	-8.19	14.7	31.2	56.3	31.16	66.14	119.36	0.56	1.19	2.16
600	700	0.700	-3.00	-6.54	-8.90	14.6	31.2	56.7	30.95	66.14	120.20	0.56	1.19	2.17
660	750	0.750	-3.08	-6.78	-9.38	14.4	31.2	56.9	30.53	66.14	120.63	0.55	1.19	2.18
720	800	0.800	-3.23	-7.00	-10.19	14.2	31.1	57.2	30.10	65.93	121.26	0.54	1.19	2.19
780	850	0.850	-3.34	-7.44	-10.26	14	31.1	57.1	29.68	65.93	121.05	0.54	1.19	2.19
840	900	0.900	-3.46	-7.65	-10.54	13.9	31	57	29.47	65.72	120.84	0.53	1.19	2.18
900	950	0.950	-3.53	-8.00	-10.97	13.8	30.9	56.8	29.26	65.51	120.42	0.53	1.18	2.17
960	1000	1.000	-3.61	-8.10	-11.15	13.7	30.7	56.6	29.04	65.08	119.99	0.52	1.18	2.17
1020	1050	1.050	-3.69	-8.19	-11.24	13.6	30.5	56.4	28.83	64.66	119.57	0.52	1.17	2.16
1080	1100	1.100	-3.76	-8.22	-11.28	13.5	30.3	56.2	28.62	64.24	119.14	0.52	1.16	2.15
1140	1150	1.150	-3.87	-8.28	-11.39	13.3	30.2	55.9	28.20	64.02	118.51	0.51	1.16	2.14
1200	1200	1.200	-3.96	-8.29	-11.39	13.1	30	55.8	27.77	63.60	118.30	0.50	1.15	2.14
1260														
1320														
						MAX =			31.16	66.14	121.26	0.56	1.19	2.19
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III

Humedad de ensayo [%]	2.34
Densidad Seca [g/cm³]	2.332

Esfuerzos de Corte del Suelo			
Esfuerzos Normales [Kg/cm²]	0.50	1.00	2.00
Esfuerzos Tangenciales [Kg/cm²]	0.563	1.195	2.190
Parametros de corte del Suelo			
Cohesión C [Kg/cm²]	0.11		
Angulo de fricción Interna [°]	42.00		





PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata
 (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

POZO N°: P-1

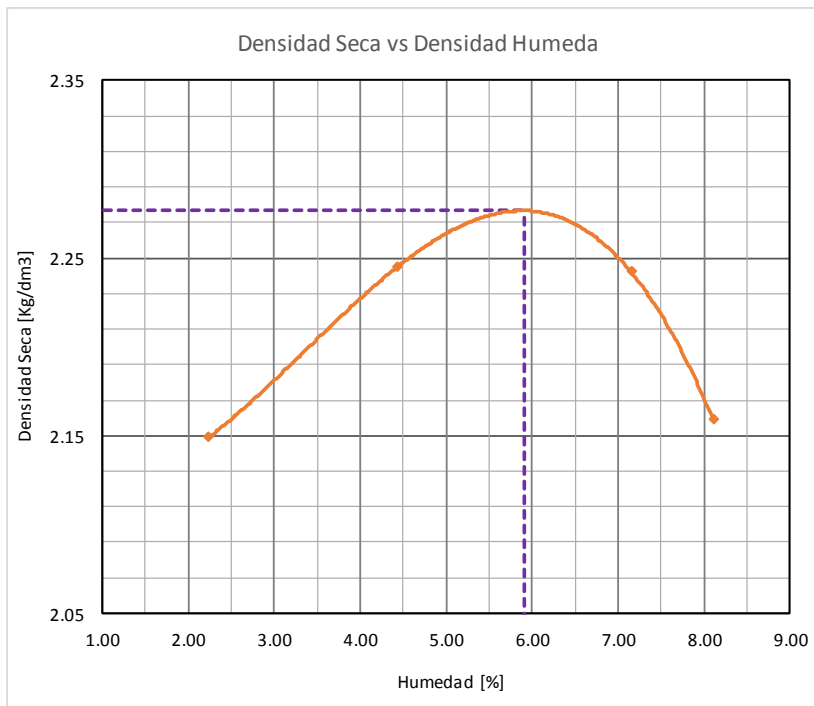
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
 Univ. Yamel Medelin Zárata Flores

FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.491	9.823	9.953	9.8
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.931	5.263	5.393	5.240
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.196	2.344	2.402	2.334
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	334.70	295.90	241.50	369.50
Peso suelo seco + capsula [g]	328.2	284.8	227.8	344.5
Peso del agua Pa [g]	6.50	11.10	13.70	25.00
Peso de la capsula [g]	36.20	34.20	36.20	35.80
Peso suelo seco Ps [g]	292.00	250.60	191.60	308.70
Contenido de humedad [%]	2.23	4.43	7.15	8.10
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.15	2.24	2.24	2.16
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.556	2.420	2.270	2.222
Peso Especifico Gs	2.710			



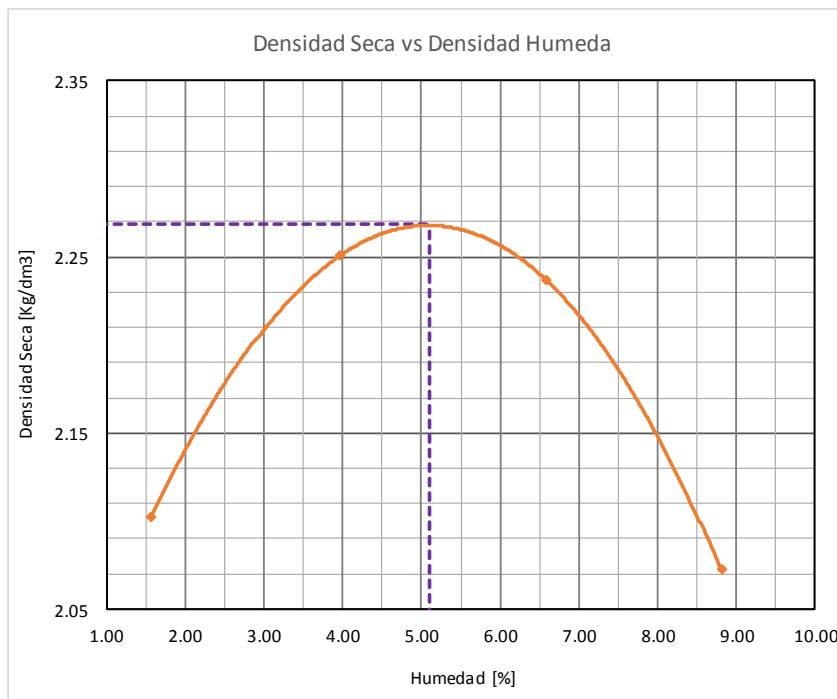
Densidad máxima seca Dm [Kg/dm³]
2.277
Humedad Optima [%]
5.90



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelín Zárate Flores
POZO N°:	P-2	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	2.0 [m]		

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.352	9.812	9.912	9.621
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.792	5.252	5.352	5.061
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.135	2.339	2.384	2.254
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	296.60	352.20	342.20	348.50
Peso suelo seco + capsula [g]	292.6	340.1	323.3	323.2
Peso del agua Pa [g]	4.00	12.10	18.90	25.30
Peso de la capsula [g]	36.20	34.20	36.20	35.80
Peso suelo seco Ps [g]	256.40	305.90	287.10	287.40
Contenido de humedad [%]	1.56	3.96	6.58	8.80
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.10	2.25	2.24	2.07
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.628	2.472	2.321	2.208
Peso Especifico Gs	2.740			



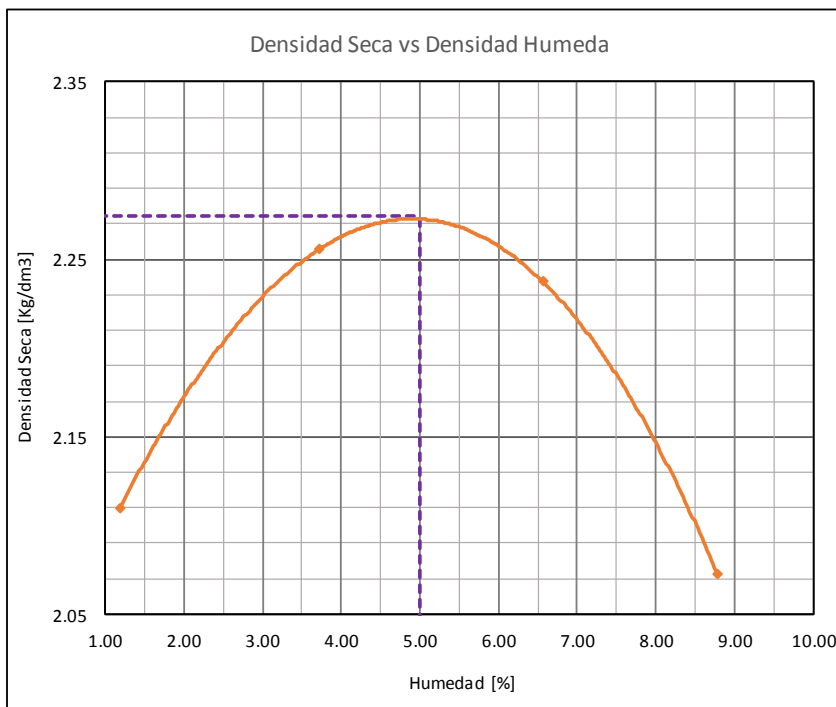
Densidad maxima seca Dm [Kg/dm³]
2.27
Humedad Optima [%]
5.10



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-3	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	2.0 [m]		

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.352	9.812	9.912	9.621
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.792	5.252	5.352	5.061
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.135	2.339	2.384	2.254
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	292.60	352.50	342.20	348.50
Peso suelo seco + capsula [g]	289.6	341.1	323.3	323.2
Peso del agua Pa [g]	3.00	11.40	18.90	25.30
Peso de la capsula [g]	35.20	34.50	35.60	35.20
Peso suelo seco Ps [g]	254.40	306.60	287.70	288.00
Contenido de humedad [%]	1.18	3.72	6.57	8.78
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.11	2.26	2.24	2.07
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.635	2.470	2.308	2.195
Peso Especifico Gs	2.720			



Densidad maxima seca Dm [Kg/dm³]
2.274
Humedad Optima [%]
5.00



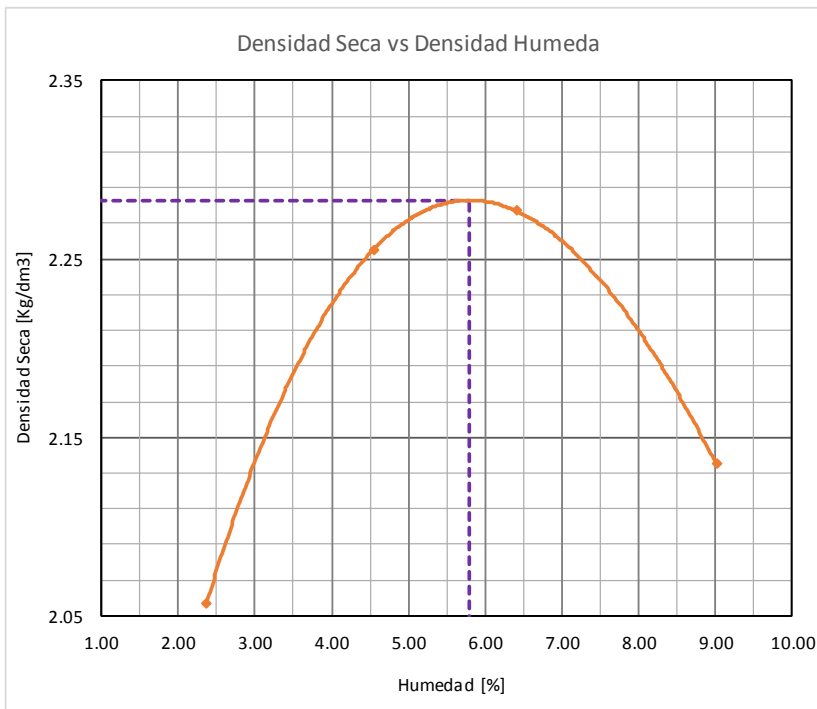
PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-5
PROFUNDIDAD: 1.5 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.285	9.852	9.999	9.785
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.725	5.292	5.439	5.225
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.105	2.357	2.423	2.327
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	253.20	246.20	285.20	274.30
Peso suelo seco + capsula [g]	248.2	237	270.2	254.6
Peso del agua Pa [g]	5.00	9.20	15.00	19.70
Peso de la capsula [g]	36.20	34.20	36.20	35.80
Peso suelo seco Ps [g]	212.00	202.80	234.00	218.80
Contenido de humedad [%]	2.36	4.54	6.41	9.00
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.06	2.25	2.28	2.14
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.538	2.405	2.302	2.172
Peso Especifico Gs	2.700			



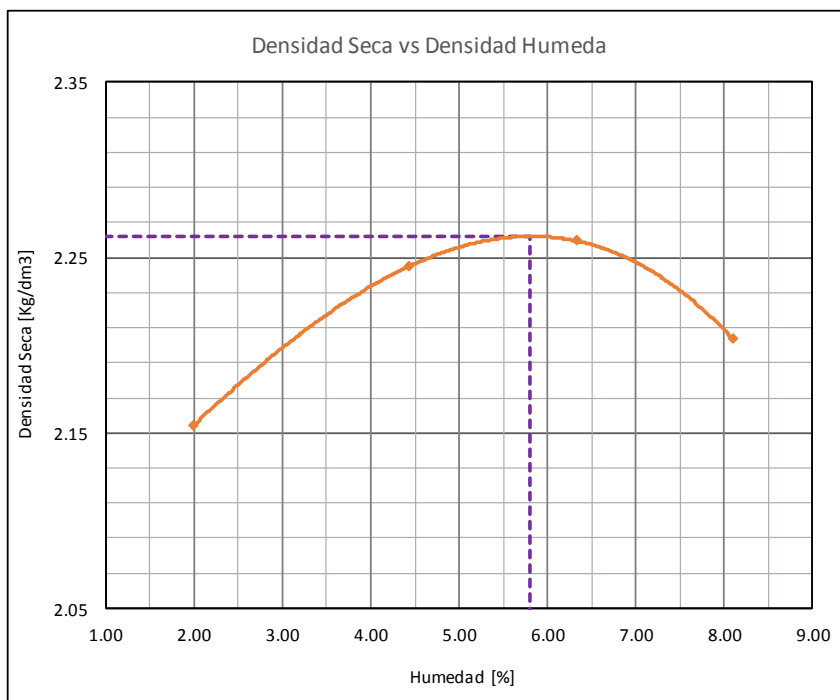
Densidad maxima seca Dm [Kg/dm³]
2.28
Humedad Optima [%]
5.80



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotecnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-10	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.491	9.823	9.953	9.907
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.931	5.263	5.393	5.347
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.196	2.344	2.402	2.382
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	334.70	295.90	241.50	369.50
Peso suelo seco + capsula [g]	328.9	284.8	229.3	344.5
Peso del agua Pa [g]	5.80	11.10	12.20	25.00
Peso de la capsula [g]	36.20	34.20	36.20	35.80
Peso suelo seco Ps [g]	292.70	250.60	193.10	308.70
Contenido de humedad [%]	1.98	4.43	6.32	8.10
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.15	2.24	2.26	2.20
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.653	2.491	2.379	2.282
Peso Especifico Gs	2.800			



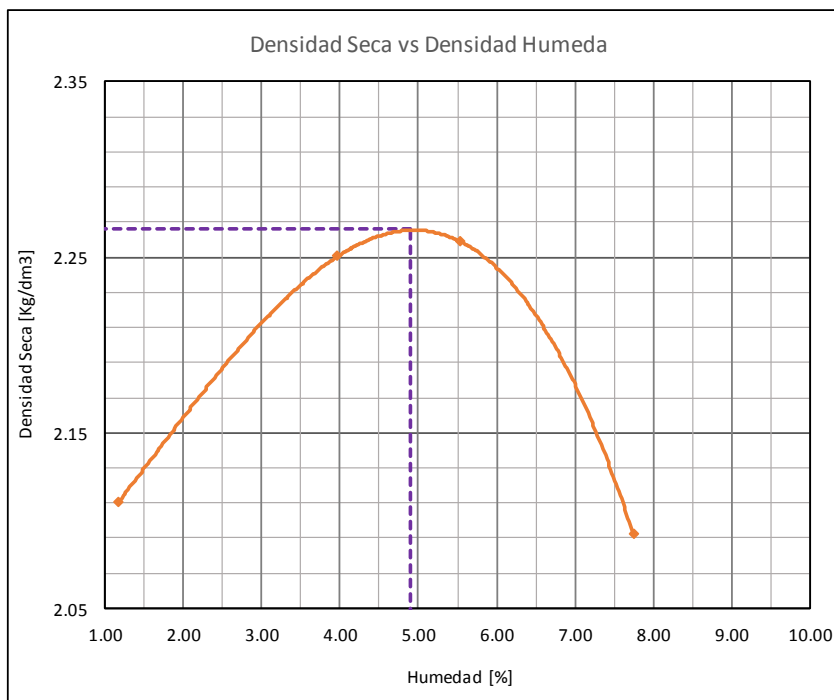
Densidad maxima seca Dm [Kg/dm³]
2.262
Humedad Optima [%]
5.80



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-16	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.8 [m]		

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557 AASHTO T-180 D

COMPACTACION				
Pruebas N°	1	2	3	4
N° de Capas	5	5	5	5
N° de golpes por capa	56	56	56	56
Peso suelo humedo + molde [Kg]	9.352	9.812	9.912	9.621
Peso Molde [Kg]	4.56	4.56	4.56	4.56
Peso suelo humedo Ph [Kg]	4.792	5.252	5.352	5.061
Volumen de la muestra Vm [dm ³]	2.245	2.245	2.245	2.245
Densidad suelo humedo Dh [Kg/dm ³]	2.135	2.339	2.384	2.254
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Capsula N°	31	36	27	42
Peso suelo humedo + capsula [g]	298.60	352.20	340.20	346.50
Peso suelo seco + capsula [g]	295.6	340.1	324.3	324.2
Peso del agua Pa [g]	3.00	12.10	15.90	22.30
Peso de la capsula [g]	36.60	34.70	36.80	36.40
Peso suelo seco Ps [g]	259.00	305.40	287.50	287.80
Contenido de humedad [%]	1.16	3.96	5.53	7.75
Densidad suelo seco [Kg/dm ³]	2.11	2.25	2.26	2.09
CURVA DE SATURACION				
Curva de Saturacion S	2.665	2.480	2.387	2.267
Peso Especifico Gs	2.750			



Densidad maxima seca Dm [Kg/dm³]
2.266
Humedad Optima [%]
4.90



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-1

Coordenadas

X= 587441.65 Y= 8165343.44

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-1
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	12		25		56	
Condición de la Muestra	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar
Peso muestra húmeda + molde [Kg]	11.861	12.121	13.378	13.785	13.284	13.626
Peso del molde [Kg]	6.960	6.960	8.217	8.217	7.908	7.908
Peso muestra húmeda [Kg]	4.901	5.161	5.161	5.568	5.376	5.718
Volumen de la muestra [dm ³]	2.275	2.275	2.226	2.226	2.246	2.246
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.154	2.269	2.319	2.501	2.394	2.546

CONTENIDO DE HUMEDAD

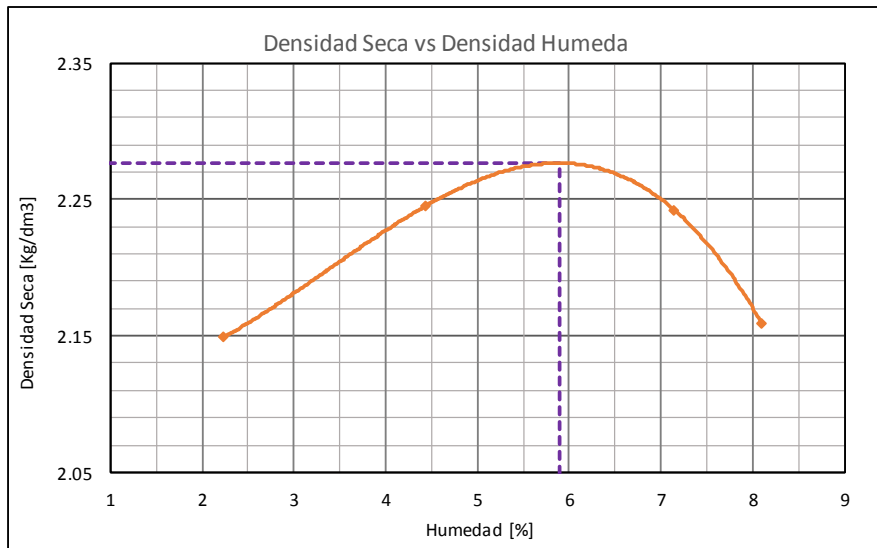
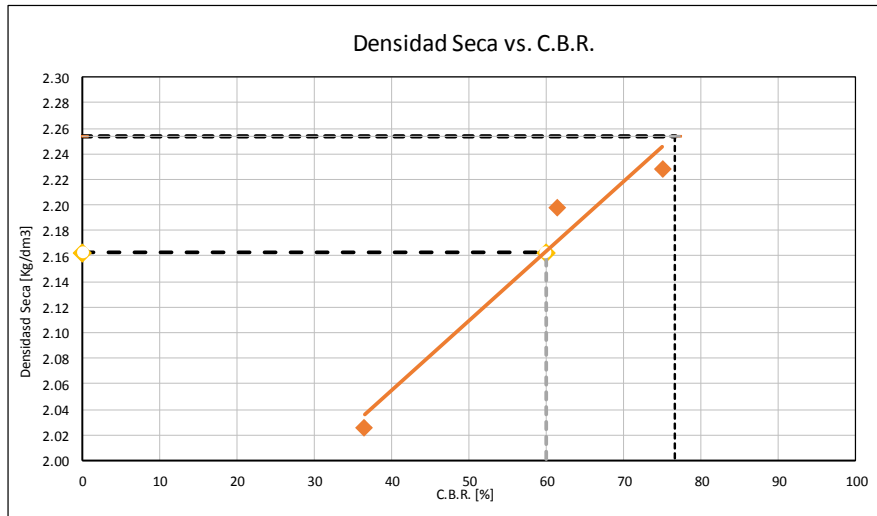
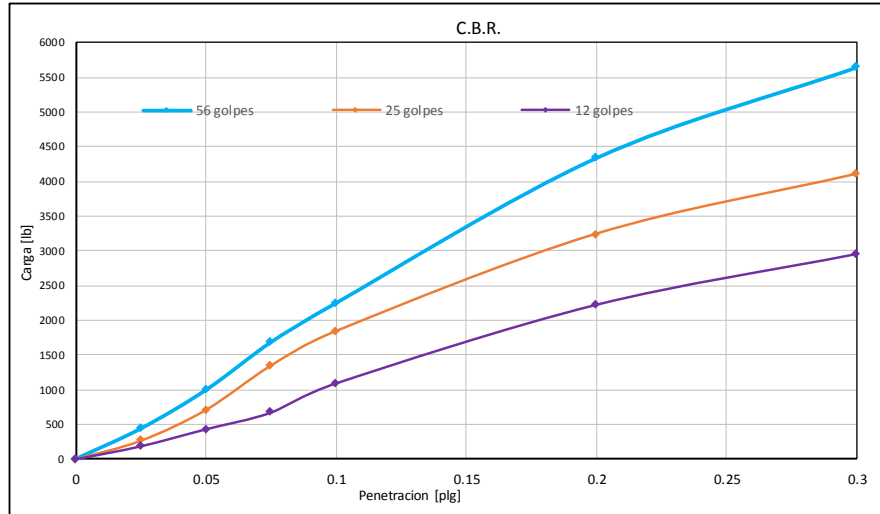
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2" Superficie	Fondo	Superficie	2" Superficie	Fondo	Superficie	2" Superficie
Lata N°	5			6.0			12.0		
Peso muestra húmeda + lata [g]	288.2			245.2			267.2		
Peso muestra seca + lata [g]	273.2			234.2			251.1		
Peso del agua [g]	15.0			11.0			16.1		
Peso de la lata [g]	35.3			33.6			34.1		
Peso de muestra seca [g]	237.9			200.6			217.0		
Contenido de humedad [%]	6.31			5.48			7.42		
Promedio contenido de humedad [%]	6.305			5.484			7.419		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.027			2.198			2.228		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	6			4			2		
20/9/2021	12:00	2	15		0.58	8		0.38	3		0.24
21/9/2021	12:00	3	21			15			8		
22/9/2021	12:00	4	29			19			12		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	439	-		267	-		187	-	
0.050	996	-		708	-		432	-	
0.075	1687	-		1345	-		672	-	
0.100	2251	75.0		1841	61.4		1093	36.4	
0.200	4341	96.5		3239	72.0		2227	49.5	
0.300	5648	-		4098	-		2959	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm3]	2.277	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	5.90	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	76.64
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	59.87



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-2

Coordenadas

X= 587378.15 Y= 8165288.94

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

POZO N°: P-2

PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
	12		25		56	
N° de golpes por capa						
Condición de la Muestra	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar
	Peso muestra húmeda + molde [Kg]	11.743	11.989	13.260	13.428	13.228	13.276
Peso del molde [Kg]	6.860	6.860	8.217	8.217	7.643	7.643
Peso muestra húmeda [Kg]	4.883	5.129	5.043	5.211	5.585	5.633
Volumen de la muestra [dm ³]	2.275	2.275	2.226	2.226	2.369	2.369
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.146	2.255	2.265	2.341	2.358	2.378

CONTENIDO DE HUMEDAD

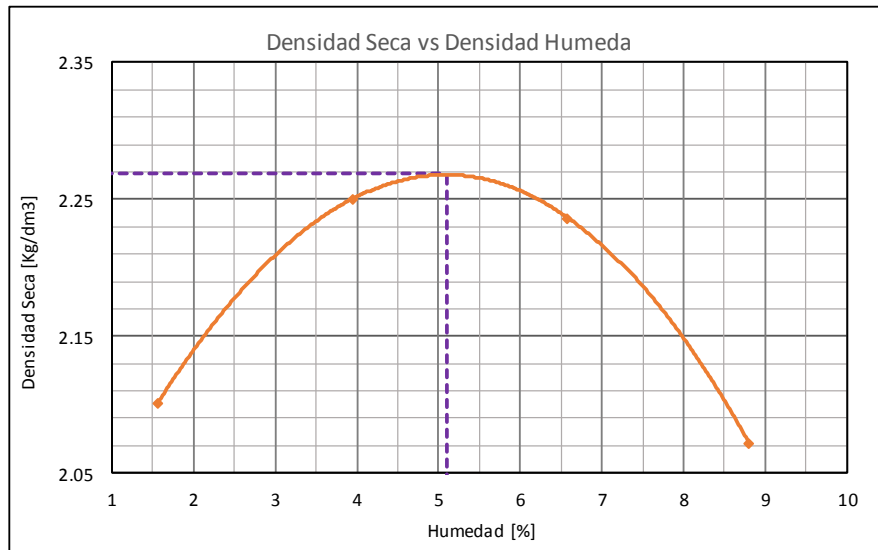
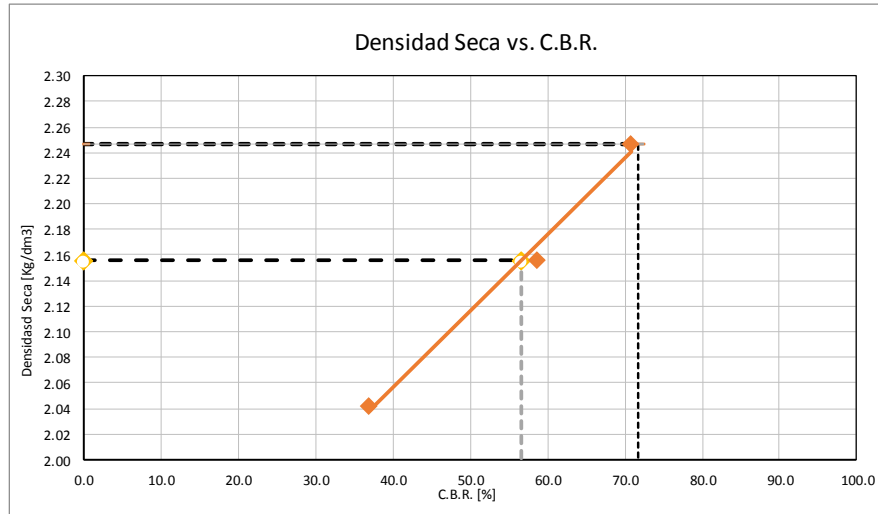
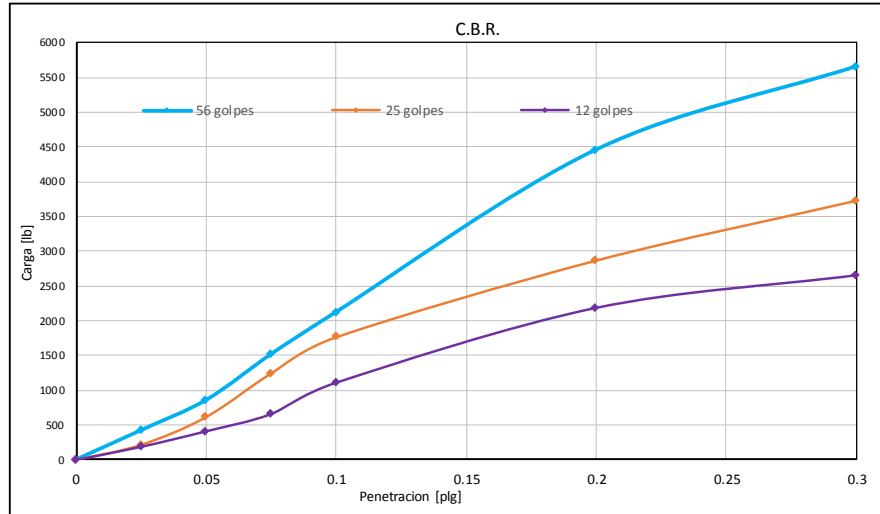
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie
	Lata N°	1			7.0			32.0	
Peso muestra húmeda + lata [g]	246.2			266.3			250.2		
Peso muestra seca + lata [g]	236.0			255.2			240.2		
Peso del agua [g]	10.2			11.1			10.0		
Peso de la lata [g]	35.1			34.6			35.3		
Peso de muestra seca [g]	200.9			220.6			204.9		
Contenido de humedad [%]	5.08			5.03			4.88		
Promedio contenido de humedad [%]	5.077			5.032			4.880		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.043			2.157			2.248		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensometr o	Expansión		Lectura Extensometr o	Expansión		Lectura Extensometr o	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	0			1			4		
20/9/2021	12:00	2	1		0.16	4		0.24	8		0.32
21/9/2021	12:00	3	4			6			11		
22/9/2021	12:00	4	8			12			16		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	423	-		216	-		187	-	
0.050	858	-		615	-		410	-	
0.075	1519	-		1241	-		657	-	
0.100	2123	70.8		1761	58.7		1107	36.9	
0.200	4456	99.0		2864	63.6		2180	48.5	
0.300	5650	-		3724	-		2648	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm3]	2.269	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	5.10	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	71.77
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	56.53



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-3

Coordenadas

X= 587486.63 Y= 8165204.27

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.
LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.
POZO N°: P-3
PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo
Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
FECHA DE MUESTREO: 16/8/2021

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	12		25		56	
Condición de la Muestra	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar
	Peso muestra húmeda + molde [Kg]	11.768	12.221	13.378	13.285	13.284	13.626
Peso del molde [Kg]	6.860	6.860	8.217	8.217	7.908	7.908
Peso muestra húmeda [Kg]	4.908	5.361	5.161	5.068	5.376	5.718
Volumen de la muestra [dm ³]	2.275	2.275	2.226	2.226	2.246	2.246
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.157	2.356	2.319	2.277	2.394	2.546

CONTENIDO DE HUMEDAD

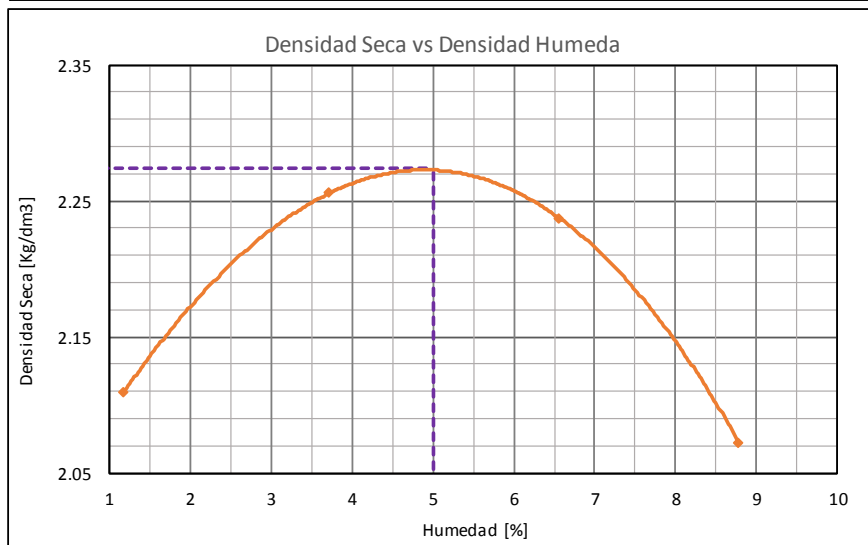
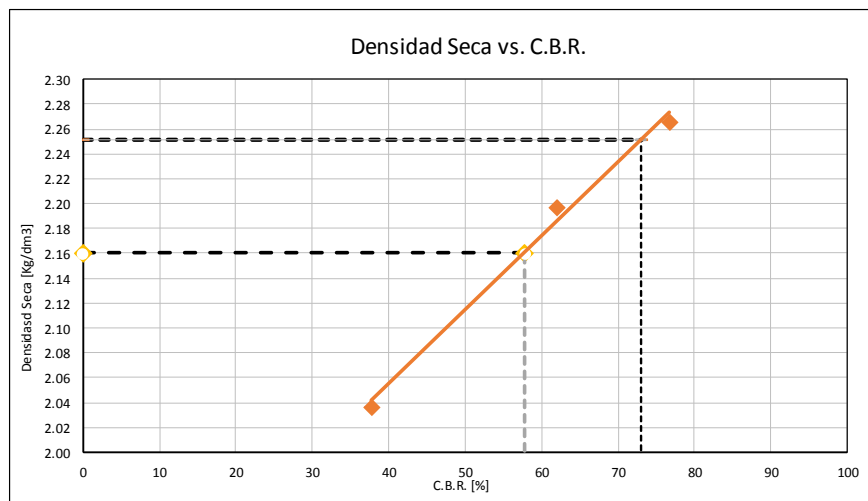
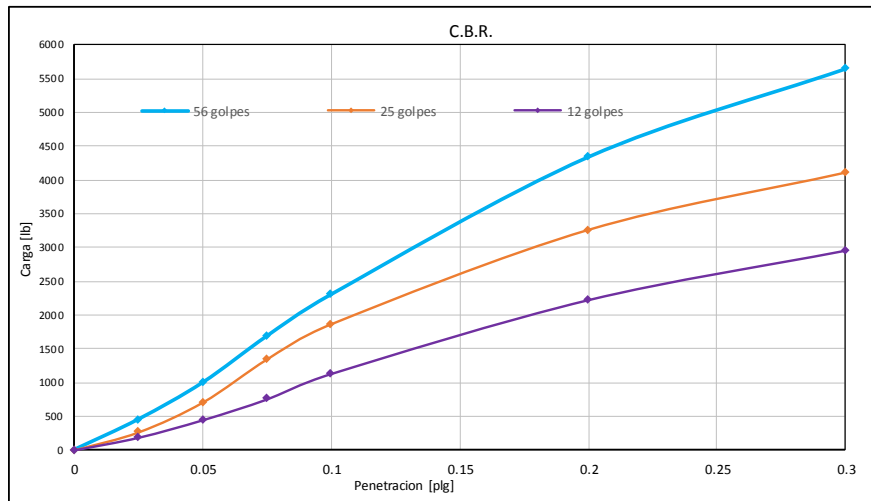
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie
Lata N°	5			6.0			12.0		
Peso muestra húmeda + lata [g]	286.3			244.2			261.2		
Peso muestra seca + lata [g]	272.3			233.2			249.1		
Peso del agua [g]	14.0			11.0			12.1		
Peso de la lata [g]	35.4			33.8			34.5		
Peso de muestra seca [g]	236.9			199.4			214.6		
Contenido de humedad [%]	5.91			5.52			5.63		
Promedio contenido de humedad [%]	5.910			5.517			5.629		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.037			2.197			2.266		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	5			4			2		
20/9/2021	12:00	2	14			8			3		
21/9/2021	12:00	3	21			15			8		
22/9/2021	12:00	4	30			21			13		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	452	-		267	-		187	-	
0.050	996	-		708	-		448	-	
0.075	1687	-		1345	-		756	-	
0.100	2304	76.8		1863	62.1		1133	37.8	
0.200	4341	96.5		3254	72.3		2227	49.5	
0.300	5648	-		4098	-		2959	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm ³]	2.274	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	5.00	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	73.11
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	57.80



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-5

Coordenadas

X= 587537.18 Y= 8165365.14

PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-5	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	12		25		56	
Condición de la Muestra	Antes de mojarse	Después de mojarse	Antes de mojarse	Después de mojarse	Antes de mojarse	Después de mojarse
Peso muestra húmeda + molde [Kg]	12.776	13.021	12.139	12.485	13.243	13.562
Peso del molde [Kg]	7.852	7.852	6.878	6.878	8.028	8.028
Peso muestra húmeda [Kg]	4.924	5.169	5.261	5.607	5.215	5.534
Volumen de la muestra [dm ³]	2.265	2.265	2.293	2.293	2.159	2.159
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.174	2.282	2.294	2.445	2.415	2.563

CONTENIDO DE HUMEDAD

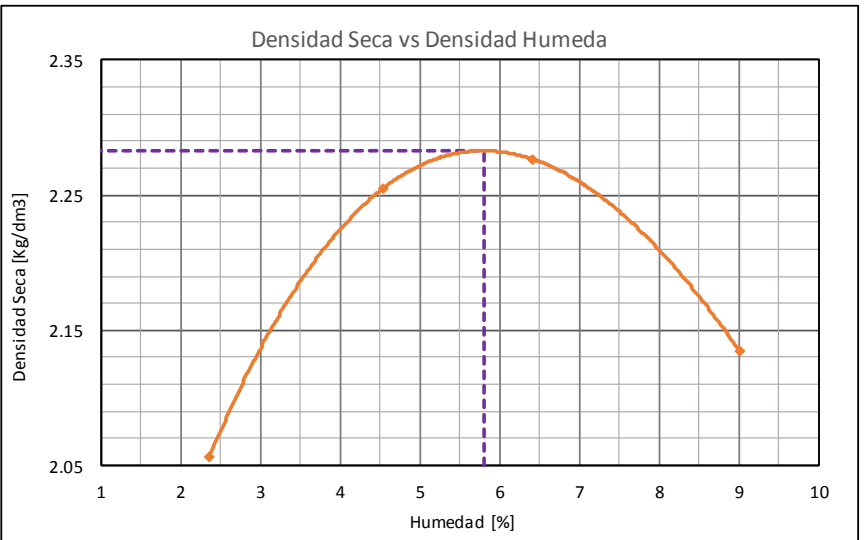
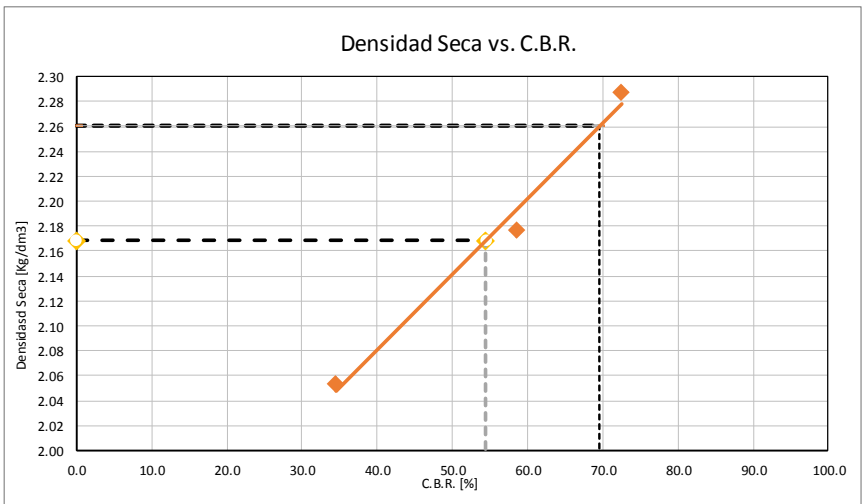
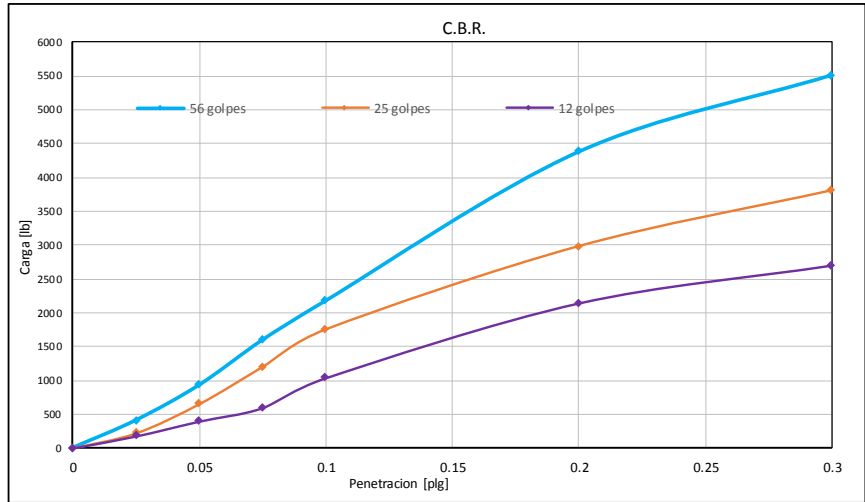
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2ª Superficie	Fondo	Superficie	2ª Superficie	Fondo	Superficie	2ª Superficie
Lata N°	21			23.0			24.0		
Peso muestra húmeda + lata [g]	363.2			385.2			396.2		
Peso muestra seca + lata [g]	345.2			367.3			377.2		
Peso del agua [g]	18.0			17.9			19.0		
Peso de la lata [g]	36.6			34.2			35.8		
Peso de muestra seca [g]	308.6			333.1			341.4		
Contenido de humedad [%]	5.83			5.37			5.57		
Promedio contenido de humedad [%]	5.833			5.374			5.565		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.054			2.177			2.288		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	4			3			1		
20/9/2021	12:00	2	12		0.46	7		0.32	3		0.22
21/9/2021	12:00	3	16			13			7		
22/9/2021	12:00	4	23			16			11		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	408	-		223	-		176	-	
0.050	928	-		653	-		395	-	
0.075	1594	-		1202	-		593	-	
0.100	2174	72.5		1755	58.5		1034	34.5	
0.200	4376	97.2		2981	66.2		2136	47.5	
0.300	5509	-		3803	-		2694	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm3]	2.283	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	5.80	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	69.52
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	54.42



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotecnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-10	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	12		25		56	
Condición de la Muestra	Antes de mojarse	Despues de mojarse	Antes de mojarse	Despues de mojarse	Antes de mojarse	Despues de mojarse
	Peso muestra húmeda + molde [Kg]	11.761	12.121	13.278	13.785	13.284	13.626
Peso del molde [Kg]	6.860	6.860	8.217	8.217	7.908	7.908
Peso muestra húmeda [Kg]	4.901	5.261	5.061	5.568	5.376	5.718
Volumen de la muestra [dm ³]	2.275	2.275	2.226	2.226	2.246	2.246
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.154	2.313	2.274	2.501	2.394	2.546

CONTENIDO DE HUMEDAD

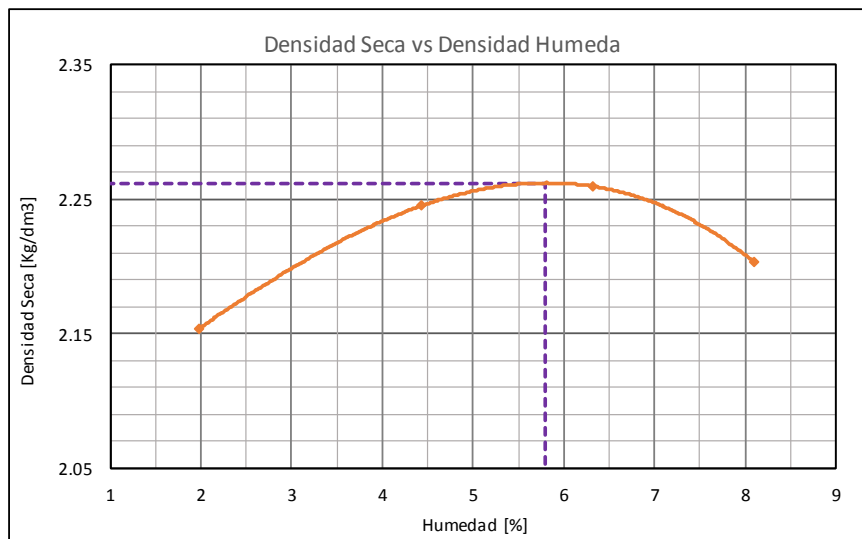
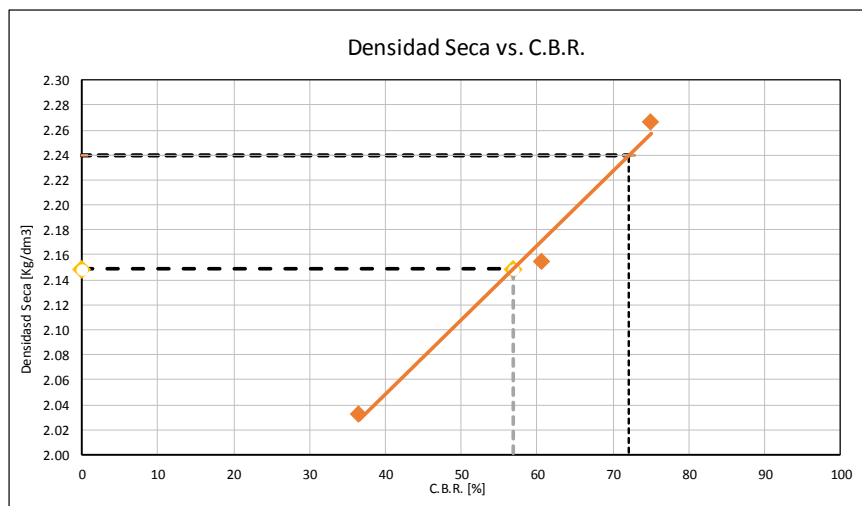
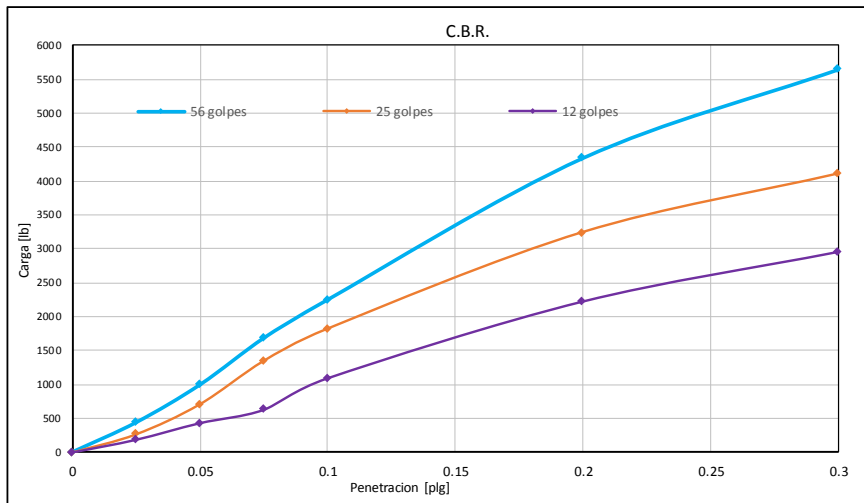
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2" Superficie	Fondo	Superficie	2" Superficie	Fondo	Superficie	2" Superficie
Lata N°	5			6.0			12.0		
Peso muestra húmeda + lata [g]	285.2			245.2			262.2		
Peso muestra seca + lata [g]	271.2			234.2			250.1		
Peso del agua [g]	14.0			11.0			12.1		
Peso de la lata [g]	35.3			33.6			34.1		
Peso de muestra seca [g]	235.9			200.6			216.0		
Contenido de humedad [%]	5.93			5.48			5.60		
Promedio contenido de humedad [%]	5.935			5.484			5.602		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.034			2.155			2.267		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensometro	Expansión		Lectura Extensometro	Expansión		Lectura Extensometro	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	6			4			2		
20/9/2021	12:00	2	15		0.58	8		0.38	3		0.24
21/9/2021	12:00	3	21			15			8		
22/9/2021	12:00	4	29			19			12		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	439	-		267	-		187	-	
0.050	996	-		708	-		432	-	
0.075	1687	-		1345	-		628	-	
0.100	2251	75.0		1819	60.6		1093	36.4	
0.200	4341	96.5		3239	72.0		2227	49.5	
0.300	5648	-		4098	-		2959	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm3]	2.262	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	5.80	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	72.11
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	56.87



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-16

Coordenadas

X= 587367.26 Y= 8165468.42

PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-16	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.8 [m]		

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D-1883, AASHTO T-193

N° de capas	5		5		5	
N° de golpes por capa	12		25		56	
Condición de la Muestra	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar	Antes de mojar	Después de mojar
Peso muestra húmeda + molde [Kg]	11.743	11.989	13.260	13.428	13.228	13.276
Peso del molde [Kg]	6.860	6.860	8.217	8.217	7.643	7.643
Peso muestra húmeda [Kg]	4.883	5.129	5.043	5.211	5.585	5.633
Volumen de la muestra [dm ³]	2.275	2.275	2.226	2.226	2.369	2.369
Densidad de la muestra húmeda [Kg/dm ³]	2.146	2.255	2.265	2.341	2.358	2.378

CONTENIDO DE HUMEDAD

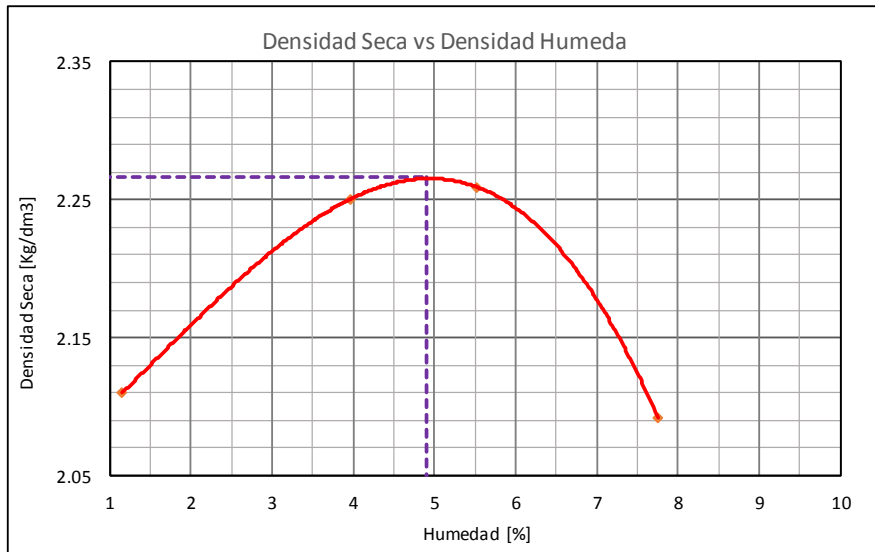
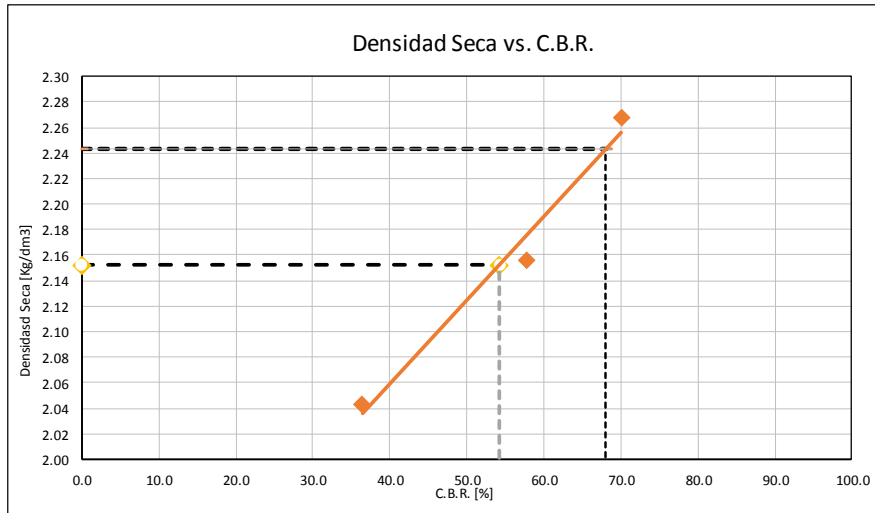
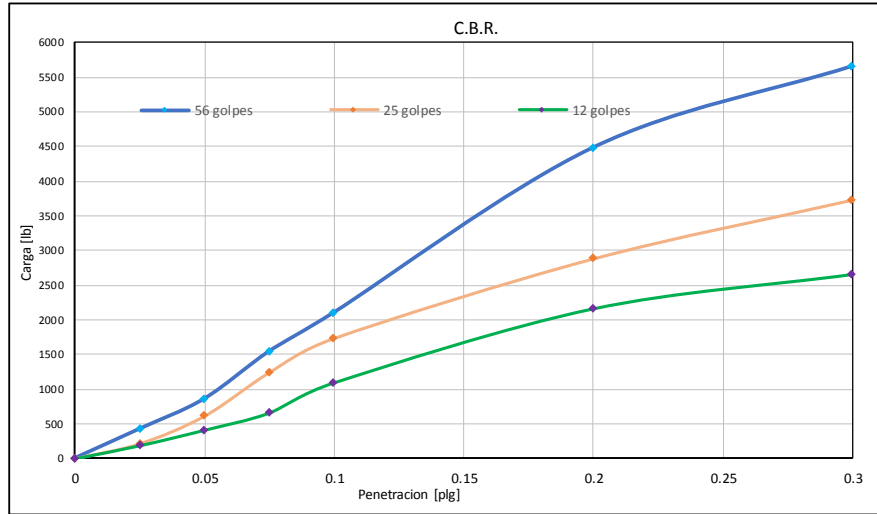
Muestra húmeda	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie	Fondo	Superficie	2° Superficie
Lata N°	1			7.0			32.0		
Peso muestra húmeda + lata [g]	248.2			264.3			247.2		
Peso muestra seca + lata [g]	238.0			253.2			239.2		
Peso del agua [g]	10.2			11.1			8.0		
Peso de la lata [g]	35.6			34.4			35.2		
Peso de muestra seca [g]	202.4			218.8			204.0		
Contenido de humedad [%]	5.04			5.07			3.92		
Promedio contenido de humedad [%]	5.040			5.073			3.922		
Densidad de la muestra seca [Kg/dm ³]	2.043			2.156			2.269		

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo [días]	Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión		Lectura Extensómetro	Expansión	
				1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]		1x10 ³	[%]
18/8/2021	12:00	0	0			0			0		
19/9/2021	12:00	1	0			1			4		
20/9/2021	12:00	2	1		0.18	4		0.24	8		0.32
21/9/2021	12:00	3	6			6			11		
22/9/2021	12:00	4	9			12			16		

PENETRACIÓN

Penetración [plg]	MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido	Carga [lb]	C.B.R. [%]	C.B.R. corregido
0.000	-	-		-	-		-	-	
0.025	423	-		216	-		187	-	
0.050	858	-		615	-		410	-	
0.075	1541	-		1241	-		657	-	
0.100	2101	70.0		1733	57.8		1091	36.4	
0.200	4478	99.5		2877	63.9		2154	47.9	
0.300	5650	-		3724	-		2648	-	
0.400	-	-		-	-		-	-	
0.500	-	-		-	-		-	-	



Densidad Máxima seca	[Kg/dm3]	2.266	C.B.R. Para el 100% de la DMS (0.1")	[%]	NO DETERMINADO
Humedad Óptima	[%]	4.90	C.B.R. Para el 99% de la DMS (0.1")	[%]	68.09
			C.B.R. Para el 95% de la DMS (0.1")	[%]	54.21



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo Univ. Yamel Medelín Zárate Flores
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
POZO N°:	P-1		
PROFUNDIDAD:	2.0 [m]		

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	22.3
Diámetro de la muestra [cm]:	6.36
Área de la muestra [cm ²]:	31.77
Volumen de la muestra [cm ³]:	696.72
Carga [cm]:	4255
Tiempo que pasa en agua [s]:	642
Temperatura de ensayo [°C]:	16
Factor de corrección:	1.106
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.79E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.98E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.3
Diámetro de la muestra [cm]:	6.35
Área de la muestra [cm ²]:	31.67
Volumen de la muestra [cm ³]:	680.89
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.77
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.47
Carga Inicial [cm]:	2030
Carga Final [cm]:	1485
Tiempo que pasa en agua [s]:	976
Temperatura de ensayo [°C]:	16
Factor de corrección:	1.106
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.00E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.11E-04



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL



POZO N° P-2

Coordenadas

X= 587378.15 Y= 8165288.94

PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.		Univ. Yamel Medellín Zárate Flores
POZO N°:	P-2	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	2.0 [m]		

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	21.2
Diámetro de la muestra [cm]:	6.33
Área de la muestra [cm ²]:	31.47
Volumen de la muestra [cm ³]:	667.16
Carga [cm]:	4220
Tiempo que pasa en agua [s]:	630
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.69E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.97E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.5
Diámetro de la muestra [cm]:	6.33
Área de la muestra [cm ²]:	31.47
Volumen de la muestra [cm ³]:	667.16
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.76
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.45
Carga Inicial [cm]:	2095
Carga Final [cm]:	1518
Tiempo que pasa en agua [s]:	980
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.02E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.18E-04



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA



POZO N° P-3

Coordenadas

X= 587486.63 Y= 8165204.27

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata
(Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.

REALIZADO POR: Univ. Adhemar Maydana Carrillo

LOCALIZACIÓN: Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A

Univ. Yamel Medelin Zárate Flores

POZO N°: P-3

FECHA DE MUESTREO:

PROFUNDIDAD: 2.0 [m]

16/8/2021

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	21.3
Diámetro de la muestra [cm]:	6.31
Área de la muestra [cm ²]:	31.27
Volumen de la muestra [cm ³]:	675.1
Carga [cm]:	4267
Tiempo que pasa en agua [s]:	682
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.58E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.84E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.7
Diámetro de la muestra [cm]:	6.35
Área de la muestra [cm ²]:	31.67
Volumen de la muestra [cm ³]:	678.75
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.8
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.50
Carga Inicial [cm]:	2113
Carga Final [cm]:	1581
Tiempo que pasa en agua [s]:	979
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.134
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.02E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.16E-04



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-5	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	22
Diámetro de la muestra [cm]:	6.35
Área de la muestra [cm ²]:	31.67
Volumen de la muestra [cm ³]:	696.72
Carga [cm]:	4252
Tiempo que pasa en agua [s]:	645
Temperatura de ensayo [°C]:	16
Factor de corrección:	1.106
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.76E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.95E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.5
Diámetro de la muestra [cm]:	6.35
Área de la muestra [cm ²]:	31.67
Volumen de la muestra [cm ³]:	680.89
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.77
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.47
Carga Inicial [cm]:	2030
Carga Final [cm]:	1485
Tiempo que pasa en agua [s]:	986
Temperatura de ensayo [°C]:	16
Factor de corrección:	1.106
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.00E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.11E-04



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A.		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-10	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.5 [m]		

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	21
Diámetro de la muestra [cm]:	6.35
Área de la muestra [cm ²]:	31.67
Volumen de la muestra [cm ³]:	665.05
Carga [cm]:	4263
Tiempo que pasa en agua [s]:	680
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.52E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.77E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.5
Diámetro de la muestra [cm]:	6.34
Área de la muestra [cm ²]:	31.57
Volumen de la muestra [cm ³]:	678.75
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.8
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.50
Carga Inicial [cm]:	2115
Carga Final [cm]:	1582
Tiempo que pasa en agua [s]:	983
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.134
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.01E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.15E-04



PROYECTO:	Evaluación y Caracterización Geotécnica de la Zona Senkata (Urbanización "Atipiris") Distrito 8 del G.A.M.E.A.	REALIZADO POR:	Univ. Adhemar Maydana Carrillo
LOCALIZACIÓN:	Urbanización Atipiris, distrito 8 del G.A.M.E.A		Univ. Yamel Medelin Zárate Flores
POZO N°:	P-16	FECHA DE MUESTREO:	16/8/2021
PROFUNDIDAD:	1.8 [m]		

ENSAYO DE PERMEABILIDAD AASHTO T 215 y ASTM D 2434 (ASTM D 5084)

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA CONSTANTE

Longitud de la muestra [cm]:	21.2
Diámetro de la muestra [cm]:	6.31
Área de la muestra [cm ²]:	31.27
Volumen de la muestra [cm ³]:	687.16
Carga [cm]:	4225
Tiempo que pasa en agua [s]:	655
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.68E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.96E-04

PERMEABILIDAD POR EL METODO CARGA VARIABLE

Longitud de la muestra [cm]:	21.5
Diámetro de la muestra [cm]:	6.37
Área de la muestra [cm ²]:	31.87
Volumen de la muestra [cm ³]:	677.16
Diámetro del tubo de carga [cm]:	0.76
Área de la sección transversal del tubo de carga [cm ²]:	0.45
Carga Inicial [cm]:	2145
Carga Final [cm]:	1569
Tiempo que pasa en agua [s]:	955
Temperatura de ensayo [°C]:	14
Factor de corrección:	1.164
Permeabilidad a la temperatura de ensayo [cm/s]:	1.00E-04
Permeabilidad a la temperatura normalizada 20C [cm/s]:	1.17E-04

CORREO: adhemarmaydana@gmail.com

CELULAR: 76558521

CORREO: zarate.yamel@gmail.com

CELULAR: 79523346