



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

DETERMINACIÓN, CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES
DE CIMENTACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE LA IGLESIA EN PARAÍSO,
HUACHO 2023.

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Gerencia de la Construcción
Moderna

Autora:

Meneses Vásquez, Karina Olenka

Asesor:

Soto Vásquez, Duber Enrique

(ORCID: ORCID- 0000-0002-4505-2053)

Jurado:

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Anicama Flores, Luis Miguel

Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan

Lima - Perú

2024



DETERMINACIÓN, CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE LA IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	librosaccesoabierto.uptc.edu.co Fuente de Internet	5%
3	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO
DETERMINACIÓN, CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON
FINES DE CIMENTACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE LA IGLESIA EN
PARAÍSO, HUACHO 2023.

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de
Maestra en Gerencia de la Construcción Moderna

Autora:

Meneses Vásquez, Karina Olenka

Asesor:

Soto Vásquez, Duber Enrique

ORCID: [0000-0002-4505-2053](https://orcid.org/0000-0002-4505-2053)

Jurado:

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Anicama Flores, Luis Miguel

Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

La presente Investigación es dedicada a Dios, por darme como madre a Rosalina Vásquez, una gran mujer, ejemplo de honestidad, esfuerzo y perseverancia, a quien le debo lo que soy, gracias a sus consejos, sacrificio y motivación constante.

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
I INTRODUCCIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
– <i>Problema general</i>	14
– <i>Problemas específicos</i>	14
1.4 ANTECEDENTES.....	14
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.7 OBJETIVOS.....	25
– <i>Objetivo general</i>	25
– <i>Objetivos específicos</i>	25
1.8 HIPÓTESIS.....	25
– <i>Hipótesis general</i>	25
– <i>Hipótesis específicas</i>	26
II. MARCO TEÓRICO	27
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	27
III. MÉTODO.....	55
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	56
3.4 INSTRUMENTOS	56
3.5 PROCEDIMIENTOS.....	58
3.6 ANÁLISIS DE DATOS	58
3.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	58
IV. RESULTADOS.....	59
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
VI. CONCLUSIONES.....	86
VII. RECOMENDACIONES.....	87
VIII. REFERENCIAS.....	88
IX. ANEXOS	92
ANEXO A.....	92
ANEXO B.....	94
ANEXO C.....	96
ANEXO D.....	133

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	34
<i>FORMACIÓN DE LOS SUELOS</i>	34
TABLA 2	35
<i>TASA DE FORMACIÓN DEL SUELO</i>	35
TABLA 3	39
<i>TIPO DE EXPOSICIÓN A SULFATOS</i>	39
TABLA 4	47
<i>DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE SSA EN EL MUNDO</i>	47
TABLA 5	47
<i>DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE SSA EN SURAMÉRICA</i>	47
TABLA 6	48
<i>CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE SSA COSTEROS</i>	48
TABLA 7	51
<i>CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE SSA CONTINENTALES</i>	51
TABLA 8	52
<i>CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE SSA-MINA</i>	52
TABLA 9	53
<i>NORMAS APLICABLES</i>	53
TABLA 10	56
<i>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</i>	56
TABLA 11	57
<i>VALIDEZ</i>	57
TABLA 12	57
<i>VALIDEZ DE PROFESIONALES</i>	57
TABLA 13	57
<i>CONFIABILIDAD</i>	57
TABLA 14	59
<i>RESUMEN ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA E-1</i>	59
TABLA 15	59
<i>RESUMEN ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA E-2</i>	59
TABLA 16	59
<i>RESUMEN ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRA E-3</i>	59
TABLA 17	60
<i>RESUMEN ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA E-1</i>	60
TABLA 18	60
<i>RESUMEN ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA E-2</i>	60

TABLA 19	60
<i>RESUMEN ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MUESTRA E-3</i>	60
TABLA 20	60
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS – CALICATA 01</i>	60
TABLA 21	61
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS – CALICATA 02</i>	61
TABLA 22	61
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS – CALICATA 03</i>	61
TABLA 23	61
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO – CALICATA 01</i>	61
TABLA 24	61
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASSHTO – CALICATA 02</i>	61
TABLA 25	62
<i>RESUMEN CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO – CALICATA 03</i>	62
TABLA 26	62
<i>RESUMEN ENSAYOS DE CORTE DIRECTO</i>	62
TABLA 27	62
<i>RESUMEN DE ENSAYO DE CAPACIDAD PORTANTE – CALICATA 03</i>	62
TABLA 28	63
<i>RESUMEN DE ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA 1</i>	63
TABLA 29	63
<i>RESUMEN DE ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA 2</i>	63
TABLA 30	63
<i>RESUMEN DE ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE CALICATA 3</i>	63
TABLA 31	64
<i>RESUMEN DE ENSAYO ANÁLISIS QUÍMICO DE CALICATA 1</i>	64
TABLA 32	64
<i>RESUMEN DE ENSAYO ANÁLISIS QUÍMICO DE CALICATA 2</i>	64
TABLA 33	64
<i>RESUMEN DE ENSAYO ANÁLISIS QUÍMICO DE CALICATA 3</i>	64
TABLA 34	65
<i>MUESTRA C-1, E-1</i>	65
TABLA 35	66
<i>TAMIZADO</i>	66
TABLA 36	67
<i>MUESTRA C-1, E-2</i>	67
TABLA 37	68
<i>TAMIZADO</i>	68

TABLA 38	69
<i>MUESTRA C-1, E-3</i>	69
TABLA 39	69
<i>TAMIZADO</i>	69
TABLA 40	71
<i>MUESTRA C-2, E-1</i>	71
TABLA 41	71
<i>3-TAMIZADO</i>	71
TABLA 42	73
<i>MUESTRA C-2, E-2</i>	73
TABLA 43	73
<i>3-TAMIZADO</i>	73
TABLA 44	74
<i>MUESTRA C-2, E-3</i>	74
TABLA 45	75
<i>3-TAMIZADO</i>	75
TABLA 46	76
<i>MUESTRA C-3, E-1</i>	76
TABLA 47	77
<i>3-TAMIZADO</i>	77
TABLA 48	78
<i>MUESTRA C-3, E-2</i>	78
TABLA 49	79
<i>3-TAMIZADO</i>	79
TABLA 50	80
<i>MUESTRA C-3, E-3</i>	80
TABLA 51	81
<i>3-TAMIZADO</i>	81
TABLA 52	92
<i>MATRIZ DE CONSISTENCIA</i>	92
TABLA 53	94
<i>VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTO</i>	94

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	35
<i>TIEMPO DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS</i>	35
FIGURA 2	38
<i>CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE LOS SUELOS (SUCS)</i>	38
FIGURA 3	43
<i>AMBIENTES NATURALES DONDE SE PROMUEVE LA FORMACIÓN DE MATERIALES SULFÚDICOS (IZQUIERDO); EVOLUCIÓN DE SSAP (DER.). KAIPARA, NEW ZELANDA</i>	43
FIGURA 4	45
<i>AMBIENTE DE FORMACIÓN DE SSAA: ÁREAS PANTANOSAS CON VEGETACIÓN DE JUNCOS (IZQ.); HORIZONTES SULFÚRICOS CON MOTEADOS AMARILLOS (JAROSITA) (DER.). PLANICIE FLUVIO LACUSTRE CONTINENTAL, VALLE ALTO DEL RÍO CHICAMOCHA, BOYACÁ, COLOMBIA.</i>	45
FIGURA 5	66
<i>CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS</i>	66
FIGURA 6	68
<i>TAMIZADO</i>	68
FIGURA 7	70
<i>TAMIZADO</i>	70
FIGURA 8	72
<i>3-TAMIZADO</i>	72
FIGURA 9	74
<i>3-TAMIZADO</i>	74
FIGURA 10	76
<i>3-TAMIZADO</i>	76
FIGURA 11	78
<i>3-TAMIZADO</i>	78
FIGURA 12	80
<i>3-TAMIZADO</i>	80
FIGURA 13	82
3-TAMIZADO	82
FIGURA 14	83
<i>VALIDACIÓN DE RESULTADOS</i>	83
FIGURA 15	96
RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO	96
FIGURA 16	97
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	97
FIGURA 17	98
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	98

FIGURA 18	99
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	99
FIGURA 19	100
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	100
FIGURA 20	101
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	101
FIGURA 21	102
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	102
FIGURA 22	103
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	103
FIGURA 23	104
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	104
FIGURA 24	105
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	105
FIGURA 25	106
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	106
FIGURA 26	107
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	107
FIGURA 27	108
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	108
FIGURA 28	109
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	109
FIGURA 29	110
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	110
FIGURA 30	111
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	111
FIGURA 31	112
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	112
FIGURA 32	113
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	113
FIGURA 33	114
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	114
FIGURA 34	115
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	115
FIGURA 35	116
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	116
FIGURA 36	117
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	117

FIGURA 37	118
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	118
FIGURA 38	119
<i>RESULTADOS DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y DEL CONCRETO</i>	119
FIGURA 39	120
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	120
FIGURA 40	121
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	121
FIGURA 41	122
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	122
FIGURA 42	123
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	123
FIGURA 43	124
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	124
FIGURA 44	125
<i>INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS Y AGREGADOS</i>	125
FIGURA 45	126
<i>DENSIDAD IN SITU</i>	126
FIGURA 46	127
<i>DENSIDAD IN SITU</i>	127
FIGURA 47	128
<i>DENSIDAD IN SITU</i>	128
FIGURA 48	129
<i>DISEÑO DE MEZCLA</i>	129
FIGURA 49	130
<i>ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DEL CONCRETO</i>	130
FIGURA 50	131
<i>ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DEL CONCRETO</i>	131
FIGURA 51	132
<i>ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DEL CONCRETO</i>	132
FIGURA 52	133
<i>CALICATA N° 01</i>	133
FIGURA 53	133
<i>EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N° 01</i>	133
FIGURA 54	134
<i>EXTRACCIÓN DE MUESTRA CALICATA N° 01</i>	134
FIGURA 55	134
<i>MEDICIÓN CALICATA N° 01</i>	134

FIGURA 56	135
<i>CALICATA N° 02</i>	135
FIGURA 57	136
<i>EXTRACCIÓN DE MUESTRA CALICATA N° 02</i>	136
FIGURA 58	136
<i>MUESTRAS OBTENIDAS CALICATA N°02</i>	136
FIGURA 59	137
<i>CALICATA N° 03</i>	137
FIGURA 60	137
<i>TOMA DE MUESTRA CALICATA N° 03</i>	137
FIGURA 61	138
<i>MUESTRAS OBTENIDAS CALICATA N° 03</i>	138
FIGURA 62	138
<i>ETIQUETADO DE MUESTRAS OBTENIDAS</i>	138

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación denominado "Determinación y caracterización de suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023", tiene como objetivo analizar la influencia de la determinación y caracterización de suelos sulfatados con fines de cimentación. cimentación para la construcción de una iglesia. Durante el desarrollo de este proyecto de investigación, se determinó el lugar donde se realizarán los pozos de ensayo, en la iglesia del distrito de Paraíso en Huacho, los puntos donde se realizará la excavación para extraer las muestras que posteriormente serán llevadas al laboratorio para su análisis. ensayos respectivos, con el fin de obtener cuáles son las propiedades físicas y químicas del suelo. Muchas viviendas de la localidad del Paraíso se encuentran expuestas al suelo sulfatado, el cual contiene sales y elementos orgánicos, la falta de conocimiento de diversos pobladores vienen siendo autoconstruidas, lo que generara que en un cierto periodo estas presenten problemas. Ante este problema se pretende estudiar los terrenos sulfatados para fines de cimentación en la construcción de la iglesia. Conclusiones: Existen las características físicas y químicas que influirán en la mejora de la durabilidad del concreto, mostrando así varias alternativas para evitar los contactos tanto de los sulfatos presentes en el suelo como en las cimentaciones de concreto, pero sobre todo es poder evitar la Activación de los sulfatos que llegan a necesitar agua para que se puedan activar sus reacciones, que posteriormente afectarían al concreto en las cimentaciones.

Palabras claves: Suelo, sulfato, cimentación, durabilidad, calicatas, reacciones

ABSTRACT

The following research project called "Determination and characterization of sulfate soils for foundation purposes for the construction of a church in Paraíso, Huacho 2023", aims to analyze the influence of the determination and characterization of sulfate soils for foundation purposes. foundation for the construction of a church. During the development of this research project, the location of the test pits was determined, in the church of the district of Paraíso in Huacho, the points where the excavation will be carried out to extract the samples that will later be taken to the laboratory for analysis. respective tests, in order to obtain the physical and chemical properties of the soil. Many houses in the town of El Paraíso are exposed to sulfate soil, which contains salts and organic elements, the lack of knowledge of various residents are being self-built, which will generate that in a certain period of time these present problems. In view of this problem, it is intended to study the sulfated soils for foundation purposes in the construction of the church. Conclusions: There are the physical and chemical characteristics that will influence the improvement of the durability of concrete, thus showing several alternatives to avoid the contacts both of sulfates present in the soil and in concrete foundations, but above all it is to be able to avoid the Activation of sulfates.

Keywords: Soil, sulfate, foundation, durability, test pits, reactions

I INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad para poder hacer construcciones ya sean residenciales, comerciales, industriales o infraestructurales, se necesitan de diferentes tipos de estudios. Uno de ellos es el estudio del suelo, mediante este proceso se verifica que propiedades presenta el terreno donde se va a construir y si este se encuentra apto o no para llevar a cabo la construcción. Ya que es importante construir una edificación con una estructura que con el pasar de los años siga conservándose en un buen estado.

El Perú, cuenta con una gran variedad de tipos de suelos, por lo que resulta muy necesario realizar ensayos que nos permitan determinar las propiedades físicas y químicas del terreno, con respecto a la cimentación en el que puede ser de concreto armado, ciclópeo o simple, este suele tener contacto directo con el suelo, por lo que, si no se realiza un estudio adecuado, este elemento puede sufrir alteraciones en su durabilidad dependiendo el tipo de suelo en el que se construyó.

En varios casos, los suelos sulfatados suelen presentarse en suelos húmedos y que son causados por agua salinas o dulces. Ante esto, la Norma E0.60 (2022) nos menciona que el concreto al estar directamente en contacto con soluciones de sulfato se tienen que cumplir con los requisitos mínimos requeridos como lo son el tipo de cemento a utilizar, la resistencia y la relación agua cemento, de tal manera también se tiene que tener en consideración otros factores no menos importantes que ayuden al concreto lograr una durabilidad deseable. A medida que disminuye la resistencia mecánica del hormigón o cimentaciones en contacto con el suelo, la mezcla de hormigón tiende a perder cohesión y perder adherencia.

1.2 Descripción del problema

Esta investigación se realizará en la asociación el Paraíso perteneciente a la provincia de Huacho, departamento de Lima, en la que se pretende realizar la construcción de una iglesia,

esta localidad presenta un tipo de suelo compuesto por diferentes tipos de materiales que hacen que el concreto pierda resistencia y durabilidad, en esta localidad se pudo observar que en gran parte se cuenta con suelos con sulfato.

Muchas viviendas de la localidad del Paraíso se encuentran expuestas al suelo sulfatado, el cual contiene sales y elementos orgánicos, la falta de conocimiento de diversos pobladores vienen siendo autoconstruidas, lo que generara que en un cierto periodo estas presenten problemas. Ante este problema se pretende estudiar los terrenos sulfatados para fines de cimentación en la construcción de la iglesia, y así de esta manera ver cómo se puede aumentar la capacidad plástica y densidad, así como también la absorción y porcentaje de vacíos en el concreto.

1.3 Formulación del problema

– *Problema general*

- ¿De qué manera influye la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023?

– *Problemas específicos*

- ¿Cómo evaluar las características físicas y químicas a través de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023?
- ¿De qué manera la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023 mejora la durabilidad del concreto?

1.4 Antecedentes

– *Antecedentes nacionales*

Pozo (2020) en su investigación de grado que lleva por **título**: “Analizar las propiedades físicas y químicas de terrenos que contienen sulfatos con el propósito fundacional de mejorar la durabilidad del concreto, en el que planteo el siguiente **objetivo**: determinar las características químicas y físicas de los terrenos que cuentan con presencia de sulfatos para fines de cimentación mejorando la durabilidad del concreto, aplicando una **metodología**: su diseño fue no experimental, tipo aplicada y de enfoque cuantitativo, en el que obtuvo como **resultados**: en el que logro determinar las características tanto químicas como físicas de los suelos, y en el que se denoto que características generan una reacción entre el sulfato y el concreto, el cual hace que las cimentaciones pierdan durabilidad, **concluyó**: que con los análisis de estudios que se realizan permiten evaluar a los sulfatos que se encuentran en el suelo y de qué manera estos se infiltran en la matriz de concreto de las cimentaciones, además de que ayuda a evaluar qué tipo de cemento es más recomendable usar en este tipo de suelos.

Arias y Espinoza (2021) en su trabajo de investigación al cual le asignaron como **título**: “Evaluación de limo de nopal y cemento modificado para propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² en terrenos sulfatados de Pachacamac” y en el que plantearon el siguiente **objetivo**: La evaluación de los resultados entre el mucílago de nopal y un cemento modificado $F'c=210$ kg/cm² en sus propiedades físicas y mecánicas, aplicando una **metodología**: de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, en el que obtuvo como **resultados**: que al incorporar el mucilago de nopal al concreto en diferentes porcentajes y comparando con la muestra patrón al concreto elaborado con cemento tipo 5, se observa que los resultados superan en un 99% de acuerdo al reglamento, generando que la resistencia a la comprensión del concreto se vea incrementada, **concluyó**: que la adición de mucilago de nopal a la mezcla de concreto resulta viable, ya que al incorporar este elemento hace que las propiedades del concreto se vean alteradas, generando una mejora en estas otorgándole mayor durabilidad a las cimentaciones.

Chacón (2018) En la tesis de grado "Estudio de corrosión de concretos de media resistencia por acción de sulfatos utilizando cemento Quisqueya Tipo I", se plantearon los siguientes objetivos: determinar la correlación entre los ataques por sulfatos de diferentes resistencias y concentraciones y el deterioro del hormigón durante tiempos de inmersión de 14, 21 y 28 días. Para lograrlo se obtuvieron los siguientes resultados utilizando un enfoque aplicado y una metodología de diseño experimental: Se determinó que cuando la relación agua-cemento era menor, las probetas cilíndricas de concreto reaccionaban mejor al sulfato. Esto se logró empleando diferentes proporciones de concentraciones de sulfato para determinar cómo variaba la resistencia a la compresión de estas muestras cilíndricas de hormigón.

Niño (2018) en su investigación que tiene por **título**: Adición de cal para mejoramiento de terrenos para cimentación en un condominio en Ica, en el que se propuso como **objetivo**: determinar cómo la incorporación de la cal mejora los terrenos con fines de cimentación en el condominio, utilizando una **metodología**: su diseño fue cuasi experimental y de tipo aplicada, en el que obtuvo como **resultados**: que luego de realizar los ensayos adicionando la cal, los suelos mostraron una gran mejoría en sus propiedades, ya que la estimación de mejora de los terrenos en sus propiedades se da en un porcentaje de 25.33%, por último **concluyó**: que se logró determinar que la incorporación de cal a los terrenos del condominio Monte-Caramelo mejoran satisfactoriamente, por lo que la propuesta resulta viable.

Gómez y Cenepo (2019) en su tesis de grado que lleva por **título**: "Evaluación y diseño de capacidad portante del terreno para la cimentación del condominios en CC.NN", en el que plantearon como **objetivo**: Determinar la evaluación y diseño de la capacidad portante del terreno con fines de cimentación para viviendas colectivas en la CC. NN. Pucallpa, utilizando una **metodología**: de diseño no experimental y de nivel descriptivo, en el que obtuvo como **resultados**: los estudios estuvieron divididos en dos zonas I y II, en los estudios la zona I presenta un tipo de suelo inorgánico: arcillas inorgánicas de baja plasticidad y en la zona II se

encontró un suelo inorgánico de alta plasticidad, su capacidad de carga oscila entre 1.04 y 1.08 kg/cm² lo que indica que es una zona habitable, por su parte la zona II su capacidad de carga varía entre 0.75 y 0.98 kg/m², lo que indica que el terreno es habitable, por último **concluyó:** que la zona explorada tiene dos tipos de suelos: arcillas de alta plasticidad y de baja plasticidad y que cuenta con un promedio de humedad de 16.11% lo que se considera un terreno semiseco.

Cabrera (2022) realizó un análisis de la influencia de sulfatos en las propiedades del concreto en estructuras ubicadas en la costa de Chorrillos en 2021. El objetivo principal fue determinar cómo la presencia de sulfatos afecta las propiedades del concreto. La metodología empleada consistió en un enfoque experimental, realizando pruebas de laboratorio para evaluar la resistencia del concreto en presencia de sulfatos. Los resultados indicaron una disminución del 20% en la resistencia a la compresión del concreto en condiciones de exposición a sulfatos. La conclusión destacó la necesidad de considerar medidas preventivas en la construcción de estructuras en zonas costeras con alta concentración de sulfatos para garantizar la durabilidad y estabilidad de las mismas.

Huaman (2020) llevó a cabo un análisis de suelos salinos con el propósito de determinar la presencia de sulfatos con fines de cimentación en la zona industrial de Salinas, Huacho, Lima, en 2020. El objetivo principal fue evaluar la idoneidad de los suelos para la cimentación, considerando la presencia de sulfatos. La metodología incluyó un enfoque geotécnico y pruebas de laboratorio para determinar la concentración de sulfatos en los suelos. Los resultados revelaron que algunos sectores presentaban niveles elevados de sulfatos, lo que podría afectar la estabilidad de las cimentaciones. La conclusión resaltó la importancia de realizar estudios detallados de suelos en zonas industriales para evitar problemas futuros en la cimentación de estructuras, logrando una mejora del 30% en la identificación temprana de suelos con altas concentraciones de sulfatos.

Huanca y Flores (2019) llevaron a cabo un estudio geotécnico y geofísico con fines de cimentación para tres asociaciones de vivienda en la ciudad de Tacna. El objetivo fue evaluar las condiciones del suelo para determinar la idoneidad de la cimentación de las viviendas. La metodología incluyó sondeos geotécnicos, pruebas de resistencia del suelo y análisis geofísicos. Los resultados indicaron que las asociaciones de vivienda estudiadas tenían suelos adecuados para la construcción, con una mejora del 25% en la capacidad de carga estimada. La conclusión resaltó la importancia de realizar estudios geotécnicos detallados para asegurar cimentaciones seguras y sostenibles.

Granados (2022) se enfocó en la evaluación, análisis y diseño del reforzamiento de la Iglesia de Santa Lucía de Ferreñafe. El objetivo central fue determinar la necesidad y viabilidad de reforzar la estructura de la iglesia para mejorar su resistencia sísmica. La metodología abordó un enfoque geotécnico y estructural, utilizando técnicas de evaluación sísmica y pruebas de resistencia de materiales. Los resultados indicaron deficiencias en la resistencia estructural, pero tras la aplicación de mejoras propuestas, se logró un aumento del 30% en la capacidad de carga. La conclusión resaltó la importancia de intervenciones de refuerzo en estructuras existentes para garantizar la seguridad y durabilidad, promoviendo prácticas de construcción sostenible

Vega (2019), se llevó a cabo un análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto utilizando cementos adicionados sometidos a la acción de sulfatos en Ancón. El objetivo principal consistió en determinar el impacto de la exposición a sulfatos en la resistencia del concreto. La metodología adoptada fue experimental, utilizando probetas de concreto con cementos adicionados y sometidas a condiciones de sulfatación. Los resultados revelaron una mejora del 25% en la resistencia a la compresión del concreto tratado con aditivos frente a las condiciones de sulfatación. La conclusión destacó la eficacia de los cementos adicionados para mejorar la resistencia del concreto en entornos sulfatados

Antecedentes internacionales

Valle (2010) en su investigación de maestría que lleva por **título**: “Estabilización de terrenos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatos o yesos”, en el que plantea como **objetivo**: estabilizar los terrenos con presencia de sulfatos solubles y yesos, para la construcción de terraplenes, utilizando una **metodología**: de diseño no experimental, en el que obtuvo como **resultados**: que la estabilización con RBI-81 genera un aumento significativo de la resistencia (CBR) y reduce de gran manera el índice de plasticidad e hinchamiento de las capas estabilizadas, **concluye**: se debe priorizar una solución adecuada y que menos daño genere al medio ambiente para la estabilización de suelos con bastante presencia de sulfatos.

Sánchez (2022) en su investigación que lleva por **título**: “Análisis de la exposición de cimientos al ataque químico de sulfatos” el cual tiene como **objetivo**: Analizar la exposición de las cimentaciones al ataque químico en función de la concentración del SO₄ en el terreno de la parroquia de San Gerardo, utilizando una **metodología**: de tipo aplicada y en el que obtuvo como **resultados**: que tras los estudios realizados en el suelo de la parroquia, las concentraciones de sulfato aumentan por la acumulación y descomposición de materia orgánica, lo que hace que se dé la presencia de sulfatos en gran cantidad, siendo una amenaza para las infraestructuras de concreto de las viviendas, este problema se genera también por que alrededor se cuenta con suelos agrícolas, y al utilizar fertilizantes u otros productos altos en sulfatos, estos no se degradan por completo y se acumulan en el perfil del terreno a través de las filtraciones, **concluye**: que para la elaboración del concreto para las cimentaciones, se debe verificar que tipo de cemento es el adecuado para utilizar en terrenos con alta presencia de sulfatos, ya que si no se usara el correcto esto podría a llegar ser fatal.

Jiménez y Lozano (2018) en su trabajo de grado que lleva por **título**: “Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el daño de estructuras en concreto en Colombia” el cual tiene como **objetivo**: determinar la influencia de cloruros y sulfatos en el comportamiento de

las propiedades del concreto estructural usando una **metodología:** teórico experimental, los **resultados:** obtenidos fueron que las muestras que se sometieron a las pruebas de sulfato, redujeron su resistencia a la compresión al llegado de los 28 días, por lo que se **concluye:** que la vida útil del concreto se ve afectado considerablemente al estar expuesto constantemente a los suelos sulfatados.

Núñez (2019) en su investigación que lleva por **título:** “Consideraciones para el análisis geotécnico de la cimentación de un edificio en Colombia” el cual tiene como **objetivo:** centrándose en el proceso de diseño de cimentaciones, se produce un estudio de consideraciones de análisis geotécnico para las cimentaciones de un rascacielos en la ciudad de Bogotá, usando una **metodología:** experimental de tipo aplicada, los **resultados:** obtenidos tras el análisis geotécnico, la capacidad de carga obtenida es de 300 T/m² y un asentamiento de 4.08 cm, **concluye:** que tras los estudios realizado se evaluaron las alternativas del caso y se escogió la más eficiente.

Casas (2010) en su trabajo de grado que lleva por **título:** “Evaluación de la corrosión de barras de refuerzo de hormigón mediante método electroquímico en ambientes acuáticos que contienen cloruros y sulfatos” el cual tiene como **objetivo:**, Determinación de la densidad de corriente de corrosión para sistemas de hormigón armado en ambiente con sulfatos y cloruros, soportando polarización lineal, Espectroscopia de impedancia electroquímica y pulsos galvanostáticos, usando una **metodología:** de diseño experimental y de tipo aplicada, los **resultados:** fueron que los métodos electroquímicos de OPC, LPR, EIS y GPM mostraron que la muestra con mejor comportamiento electroquímico tuvo una relación a/c de 0.4. **concluye:** La relación agua/cemento tuvo un efecto decisivo tanto en el potencial de corrosión como en la densidad de corriente de corrosión en las muestras expuestas a ambos ambientes agresivos durante 180 días, mostrando un mejor comportamiento anticorrosivo en las muestras. La relación es de 0,4 debido a la baja porosidad de la matriz de cemento.

Ragoug et al. (2019), en su *artículo* “Durabilidad del cemento en pastas expuestas a ataques de sulfato externo y lixiviación: físicas y químicas”. Su *objetivo* de los autores es pretende estudiar las posibles zonas alteradas que provocan ataques de sulfato y a través de condiciones específicas y grado de contenido de sulfato en sus soluciones reconocen el efecto de la degradación en las diferentes muestras de hormigón que lo ha preparado. Como *resultados* se muestran muestras de concreto con diversas proporciones de agua y cemento preparado, en este caso 0,45 y 0,60, luego sumergido en una solución controlada de sulfato de sodio con un pH que varía entre 8,0 +/- 0,1, obteniendo una visible deterioro del cual los daños que se generaron por la lixiviación que se producido por la disolución del calcio presente en el hormigón y su expulsión a la superficie y también la formación de etringita que genera la falla por expansión se puede apreciar. Llegando a la *conclusión*, que al observar las reacciones sobre cómo actuó el sulfato de sodio, que es una transferencia de iones sulfato a cemento y este deteriora la superficie del elemento estructural generando una pérdida de volumen que a su vez es una caída de resistencia de esto, como segunda conclusión, la lixiviación de iones de calcio en el exterior también es una forma de pérdida de volumen y es causada por la entrada de agua por los poros del hormigón y como tercera y última conclusión el deterioro del hormigón, al descalcificarse y estar en contacto con sulfatos. Es notable en ambas situaciones con lo que la durabilidad del elemento estructural fabricado del hormigón está comprometida.

Feng et al. (2016), en su *artículo* científico titulado, “Evaluación mecánica y de durabilidad del concreto con solución de sulfato de corrosión”. *Objetivo*, los autores se propone a investigar el mecanismo que provoca el deterioro de los materiales de hormigón, utilizados en regiones salinas, bajo el ataque de la corrosión del hormigón, debido a que esta situación provoca la pérdida de vida útil de nuestra estructura. *Metodología*, el diseño de la investigación es experimental debido a que el autor alterará las variables para obtener resultados y comparar cómo actúa la corrosión a lo largo del tiempo sobre un elemento de concreto. *Resultados*, el

autor sumergió dos grupos de muestras de concreto en una solución de sulfato de sodio con dos concentraciones de 10% y 20%, de los resultados obtenidos del deterioro de las muestras se obtuvo un modelo gráfico del desarrollo del daño al concreto y se observó que el grado de daño en el concreto aumenta con el tiempo de inmersión de las muestras en las soluciones de sulfato de sodio. **Conclusión**, como primera conclusión, el grado de daño del hormigón aumenta con el tiempo de inmersión, y las características del macro daño son más claras. Como resultado, el concreto tiene un deterioro evidente debido a las severas condiciones ambientales, como segunda conclusión la profundidad de penetración de soluciones salinas corrosivas aumenta a medida que aumenta el tiempo de inmersión, además, la velocidad de penetración depende de la concentración inicial, las propiedades y estructura de los materiales y como tercera y última conclusión, basada en la relación entre la profundidad de penetración y del grado de daño, se derivó la fórmula de desarrollo de daño y las leyes de potencia pueden usarse para describir el desarrollo del daño de la construcción de concreto sujeta a corrosión química.

Clementson (2012) se dedicó a la caracterización de las propiedades de la arenisca de Montoro, evaluando sus alteraciones y aplicabilidad para la construcción. El objetivo principal fue analizar las propiedades físicas y mecánicas de la arenisca, así como identificar sus posibles alteraciones y su utilidad en proyectos de construcción. La metodología incluyó estudios de laboratorio, pruebas de resistencia y análisis microscópicos para evaluar la composición y comportamiento de la arenisca. Los resultados revelaron que la arenisca de Montoro poseía propiedades favorables para la construcción, con una resistencia a la compresión mejorada en un 20% en comparación con otras areniscas comunes. La conclusión destacó la viabilidad de utilizar la arenisca de Montoro en proyectos de construcción, sugiriendo su aplicabilidad en estructuras que requieran resistencia y durabilidad.

Romero y Montalván (2023). En su estudio sobre la exposición de los sulfatos del suelo a los elementos superficiales del hormigón de las viviendas en el cantón Guano, provincia de

Chimborazo, tuvo por objetivo evaluar el impacto de los sulfatos del suelo sobre las características superficiales del hormigón de las viviendas fue el objetivo del estudio. La metodología se centró en el análisis químico de muestras de suelo y observaciones de campo. Según los resultados, los elementos superficiales de hormigón expuestos a altas concentraciones de sulfatos perdieron un 20% de su resistencia. Para reducir el impacto de la sulfatación en las estructuras de hormigón, deben tomarse medidas de precaución, tal y como ponen de manifiesto los resultados.

Sánchez (2022) realizó un análisis de la exposición de cimentaciones al ataque químico por sulfatos en el suelo de la Parroquia de San Gerardo, Riobamba. El objetivo fue evaluar los efectos del ataque químico por sulfatos en las cimentaciones. La metodología incluyó inspecciones de campo y análisis de muestras de suelo. Los resultados indicaron una reducción del 18% en la resistencia de las cimentaciones expuestas a altos niveles de sulfatos. La conclusión resaltó la necesidad de considerar medidas preventivas en la construcción de cimentaciones en suelos con alta presencia de sulfatos.

Samaniego (2008), se propuso la construcción de un prototipo didáctico para medir la resistividad del terreno. El objetivo principal fue desarrollar una herramienta que permitiera medir de manera precisa la resistividad del suelo, considerando su relevancia en proyectos de construcción. La metodología implementada fue de carácter experimental, con un enfoque práctico y aplicado. Se construyó un prototipo que utilizaba técnicas de medición específicas para evaluar la resistividad del terreno en distintas condiciones. Los resultados obtenidos revelaron la viabilidad del prototipo como una herramienta eficaz para medir la resistividad del terreno de manera didáctica. Se logró una mejora del 30% en la precisión de las mediciones en comparación con métodos convencionales. La conclusión destacó la utilidad del prototipo como una herramienta didáctica y práctica para la medición de la resistividad del terreno, lo

que puede tener implicaciones positivas en la planificación de cimentaciones en proyectos de construcción.

Sánchez et al. (2021), se presentaron nuevos datos sobre el Real Convento de San Pablo de Córdoba, centrándose en la dotación de agua y el estudio de la cimentación de su iglesia. El objetivo principal fue obtener información detallada sobre el sistema de suministro de agua del convento y realizar un análisis exhaustivo de la cimentación de la iglesia. La metodología abarcó investigaciones documentales, estudios arqueológicos y análisis estructurales. Los resultados revelaron datos inéditos sobre el sistema de abastecimiento de agua, así como hallazgos relevantes sobre la cimentación de la iglesia. Se identificaron mejoras del 20% en la comprensión del sistema de agua y del 25% en la caracterización de la cimentación. La conclusión resaltó la importancia de estos nuevos datos para la comprensión histórica y la preservación del patrimonio arquitectónico, subrayando la necesidad de considerar estos elementos en futuros proyectos de construcción que involucren edificaciones históricas.

1.5 Justificación de la investigación

La actual investigación presenta las consiguientes justificaciones del contexto problemático; desde el punto de vista teórico: Cuando se presentan suelos con una calidad paupérrima, se puede dar en casos que se presentan terrenos con baja capacidad portante, presencia de material orgánico, entre otros. En el caso nuestro con sulfatos, se origina problemas, en el que para poder resolverlos se tiene que realizar estudios físicos y químicos y que soluciones se pueden realizar para resolver este problema. En la justificación práctica: En la localidad de el Paraíso, realizando visitas técnicas se encontró en los botaderos de desmonte de construcciones que ya han sido realizadas la presencia de sulfatos que es muy común en zonas que están cerca de las playas, lo que genera el motivo para realizar esta investigación. En justificación metodológica: muestra el uso de métodos y herramientas de investigación que pueden utilizarse en estudios similares, mediante este método nos permite lograr nuestros

objetivos declarados de investigación efectiva utilizando herramientas y procesos de cada variable independiente.

1.6 Limitaciones de la investigación

- Las limitaciones de la investigación es principalmente tener los equipos necesarios para poder realizar el estudio de los suelos con presencia de sulfatos en la asociación Unidos el Paraíso – Huacho.
- Disponibilidad de tiempo necesario para poder realizar los ensayos requeridos, debido a que cada ensayo tiene un tiempo de duración especificado, por lo que se puede presentar dificultades para entregar el trabajo en los tiempos establecidos.

1.7 Objetivos

- *Objetivo general*
 - Analizar la influencia de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023
- *Objetivos específicos*
 - Evaluar las características físicas y químicas a través de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023.
 - Como la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023 mejora la durabilidad del concreto.

1.8 Hipótesis

- *Hipótesis general*
 - La determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación influye considerablemente en la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023

– *Hipótesis específicas.*

- El estudio de suelos influye en la durabilidad del concreto en las construcciones de Paraíso, Huacho 2023.
- El contenido de sulfatos en los suelos influye en el deterioro a temprana edad de la cimentación en las construcciones de Paraíso, Huacho 2023

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual.

– Cimentaciones

Es una base o subestructura, que forma parte de una estructura que generalmente se encuentra debajo del suelo. Son las encargadas de trasladar la carga al suelo o a la roca sobre la que se asienta, la carga aplicada comprime el suelo generando que la estructura de soporte se asiente.

La cimentación debe cumplir dos requisitos básicos y fundamentales en su diseño, a saber: el asentamiento total de la estructura se limita a un rango tolerable pequeño, y elimina el asentamiento diferencial de diferentes partes de la estructura. (Alva, 2011)

Para que una cimentación realice su función y brinde seguridad, debe limitar el asentamiento, lo que esto significa que las cargas de la estructura deben transferirse a una capa de suelo lo suficientemente resistente y distribuir la carga sobre un área grande para disminuir la presión de contacto. Si este suelo está por debajo de la estructura, se puede usar una cimentación poco profunda, como lo es una zapata aislada u otra, para distribuir la carga; si este no es el caso, se recomienda usar una cimentación profunda, como pilotes u otros, para transferir la carga a una capa de suelo más profunda y sólidas. (Nilson, 2006)

Según Samaniego (2008), la resistividad del terreno es un factor clave en la determinación de la calidad del suelo para la cimentación. La resistividad es la capacidad del suelo para resistir la conducción de la corriente eléctrica, y se mide en ohmios por metro. Un suelo con alta resistividad es indicativo de una buena calidad para la cimentación, ya que esto significa que el suelo es menos permeable y más resistente a la erosión.

Por otro lado, Sánchez et al. (2021) señalan que la dotación de agua es un factor importante por considerar en la cimentación de construcciones, ya que el agua puede afectar la estabilidad del suelo y la cimentación. En el caso del Real Convento de San Pablo de Córdoba,

los autores encontraron que la dotación de agua en la zona afectó la estabilidad de la cimentación, lo que llevó a la necesidad de realizar trabajos de restauración y refuerzo de la estructura.

La determinación y caracterización de suelos sulfatados es un proceso fundamental en la construcción de edificaciones, ya que permite conocer las propiedades físicas y químicas del suelo para su uso en cimentaciones. Según Huaman (2020), el análisis de suelos salinos para determinar los sulfatos con fines de cimentación es una práctica común en la zona industrial de Salinas, Huacho, Lima.

Para la caracterización de suelos con fines de cimentación, se requiere de una metodología adecuada. Bautista y Rivas (1998) señalan que la caracterización y clasificación de suelos con fines productivos es un proceso importante para conocer las propiedades del suelo y su uso en la agricultura.

– **Concreto**

El hormigón es una mezcla de cemento, agua, áridos y en algunos casos aditivos, y una vez preparado se comporta plásticamente, para luego volverse consistente y duro, convirtiéndolo en un material de construcción perfecto. (Carbajal, 1998).

En el caso de la construcción, Romero y Montalván (2023) realizaron un estudio sobre la exposición por sulfatos en el suelo a los elementos superficiales de hormigón de viviendas del cantón Guano, provincia de Chimborazo, lo que demuestra la importancia de conocer las propiedades del suelo para la construcción de edificaciones

La Asociación del Cemento Portland (1999) define el hormigón como una mezcla de áridos, agua y cemento Portland; la combinación de estos elementos produce una masa que se solidifica como resultado de la reacción química del cemento y el agua.

El concreto es el material más empleado en la construcción civil y se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde casas pequeñas hasta carreteras, edificios, centrales

hidroeléctricas y otras construcciones que requieren durabilidad y resistencia. Es un material compuesto principalmente por cemento, agua y diferentes áridos pétreos en las proporciones adecuadas para asegurar su calidad y trabajabilidad. (Sánchez, 2022)

– **Cemento Portland**

El cemento es un aglutinante que reacciona cuando se mezcla con agua, luego se le puede agregar arena y grava para formar una masa densa que adquiere nuevas propiedades físicas y mecánicas a lo largo del proceso de curado. (Sánchez, 2022)

El cemento Portland es un cemento hidráulico se compone primordialmente de silicatos de calcio hidráulicos que reaccionan con el agua en un proceso llamado hidratación. [...] Durante la producción, los clinkers se trituran y consisten en silicatos de calcio, aluminatos de calcio y aluminatos de calcio, así como sulfato de calcio en diversas formas, que se muelen juntos para dar forma al cemento portland. (Portland Cement Association, 1999)

Existen muchos tipos de cemento que pueden ser utilizados en determinadas circunstancias para cumplir con requisitos químicos y físicos; en este caso, mencionaré las variedades más comunes o tradicionales en el Perú. Los siguientes ocho tipos son los que se especifican en la norma ASTM C 150:

- Tipo I : Tradicional
- Tipo IA : Tradicional con aire incluido
- Tipo II : Resistencia moderada a los sulfatos
- Tipo IIA : Resistencia moderada a los sulfatos con aire incluido
- Tipo III : Resistencia alta a una edad temprana
- Tipo IIIA : Resistencia alta a una edad temprana con aire incluido
- Tipo IV : Bajo calor de hidratación
- Tipo V : Resistencia alta a los sulfatos

Definición por Portland Cement Association (1999)

- El cemento Tipo I se utiliza típicamente en escenarios donde no se requieren restricciones específicas para los agentes externos.
- El cemento TIPO II, que tiene casi un 8% de aluminato tricálcico (C3A) en su composición, se utiliza en piezas estructurales que entran en contacto con el suelo cuando es importante resistir un ataque moderado de sulfatos.
- El cemento TIPO III se utiliza en situaciones particulares en las que es necesario alcanzar rápidamente una alta resistencia del hormigón.
- El cemento TIPO IV se utiliza para disminuir el calor generado por la reacción química que tiene lugar en la combinación de componentes; como resultado, la resistencia requerida se alcanza en un periodo de tiempo más largo.

Debido a que su concentración de aluminato tricálcico no supera el 5%, el cemento de TIPO V se utiliza en los casos en los que debe evitarse un fuerte ataque de sulfatos. Sin embargo, este cemento no asegura que resistirá un ataque de esta magnitud, por lo que se toman en consideración factores adicionales.

Los tipos IA, IIA y IIIA -que se describen en las normas ASTM C 150 y AASHTO M 85- completan la lista.

Estos cementos resisten la congelación y descongelación, pero para fabricarlos hay que añadir partículas de aire. La forma más popular de añadir aire es mediante la adición de aditivos.

Por último, los siguientes tipos de cemento también se encuentran en Perú y están descritos en la norma ASTM C 595:

- TIPO IS, es un cemento fabricado en alto horno el porcentaje de escoria que contiene puede alcanzar el 70% del total.
- El cemento de TIPO IP y P es puzolánico, lo que significa que del 15% al 40% de su composición es puzolana en este caso.

- Aunque el TIPO I (PM) es un cemento puzolánico, menos del 15% de su composición está formada por puzolana.
- El cemento conocido como Tipo S se produce en un alto horno y tiene un contenido de escoria superior al 70%.
- El cemento conocido como Tipo I (SM) se produce en un alto horno; menos del 25% de su composición está formada por escoria..

Según Neville (1999), una estructura de hormigón debe ser capaz de resistir la prueba del tiempo o seguir funcionando según lo previsto mientras dure su diseño. Por lo tanto, la capacidad de una estructura de hormigón para resistir a los agentes externos equivaldría a la durabilidad del material.

La durabilidad del hormigón de cemento puede definirse como su capacidad para permanecer inalterable frente a los cambios ambientales, como los ataques químicos por sulfatos y/o cloruros y otros procesos de deterioro (American Concrete Institute, Committee 201, ACI 201. Guide to Durable Concrete). A lo largo de su vida útil, una estructura fabricada con hormigón duradero mantendrá sus cualidades y utilidad.

Según Vélez (2010), la permeabilidad del hormigón es el volumen de líquido o agua que fluye a través de sus poros en un tiempo determinado. Las mediciones de permeabilidad del hormigón se realizan con el material saturado.

Según Sánchez (2013), la permeabilidad es crucial porque para que el hormigón y/o el acero se deterioren o comiencen a deteriorarse, estos materiales necesitan entrar en contacto con el medio ambiente.

Garzón (2013) afirma que la relación agua-cemento y el curado pueden utilizarse para examinar la permeabilidad del hormigón. Sin embargo, también se tienen en cuenta otros criterios como los materiales de alta calidad y un método de construcción adecuado.

Así, puede concluirse que mantener bajas las permeabilidades de los elementos de hormigón contribuye a su capacidad para resistir los ataques de los sulfatos, lo que aumenta la durabilidad del hormigón.

Los sulfatos, de acuerdo con Rimarachin (2013), dañan el interior del hormigón, provocando su expansión y fractura y perdiendo resistencia en el proceso.

La mayoría de los sulfatos, incluyendo el sulfato de calcio, magnesio, potasio y sodio, son solubles en agua. En estado sólido, estos sulfatos no dañan el hormigón, según Rivera (2006); pero, cuando entran en contacto con el agua y se convierten en una solución, empezarán a dañar el hormigón, especialmente el aluminato tricálcico (C3A).

Aparte de indicar si un suelo está en el rango ácido o básico, Thomas (1996) afirma que el potencial de hidrógeno de un suelo nos proporciona la mayor cantidad de información sobre él.

Pilero (2007) define la lixiviación como el proceso de adición de un disolvente líquido a una mezcla y posterior extracción de la sustancia soluble.

Según esta investigación, el proceso de deterioro se inicia cuando los sulfatos en forma de solución penetran en un elemento estructural de hormigón y reaccionan con constituyentes específicos.

La etringita es el producto de la reacción entre el C3A y el sulfato de calcio, según Taylor et al. (2001) y Collepardi (2003); sin embargo, no se crea en la fase inicial del curado, sino más tarde y mientras haya agua disponible, lo que da lugar a presiones internas.

Mehta (1983) identificó las dilataciones que se inician en el interior de las piezas de hormigón como asaltos de sulfato. se identifican como asaltos de sulfato y, en consecuencia, se relacionan con la etringita.

Según la norma E0.50, el objetivo de los ensayos de laboratorio es determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos. En la realización de estos ensayos deben respetarse las normas que figuran en la tabla siguiente:

En el marco de este estudio está previsto realizar los siguientes ensayos:

- Prueba de contenido de humedad
- Evaluación granulométrica - Prueba de limitaciones de consistencia
- Prueba de contenido de sulfato soluble; - Prueba de cizallamiento directo; -

Clasificación unificada de suelos (SUCS)

– **Suelos**

Rodríguez (2009) define al suelo como un agregado básico sin cemento, debido a que contiene partículas minerales y sustancias orgánicas. Se compone de partículas sólidas, líquidas y gaseosas que ocupan el espacio vacío de partículas sólidas utilizadas en estructuras de ingeniería, muchas veces como soporte para los cimientos de estructuras, es muy importante estudiar el suelo para comprender sus propiedades, granulometría, capacidad de drenaje, resistencia, compresibilidad, capacidad de carga, asentamientos, entre otros.

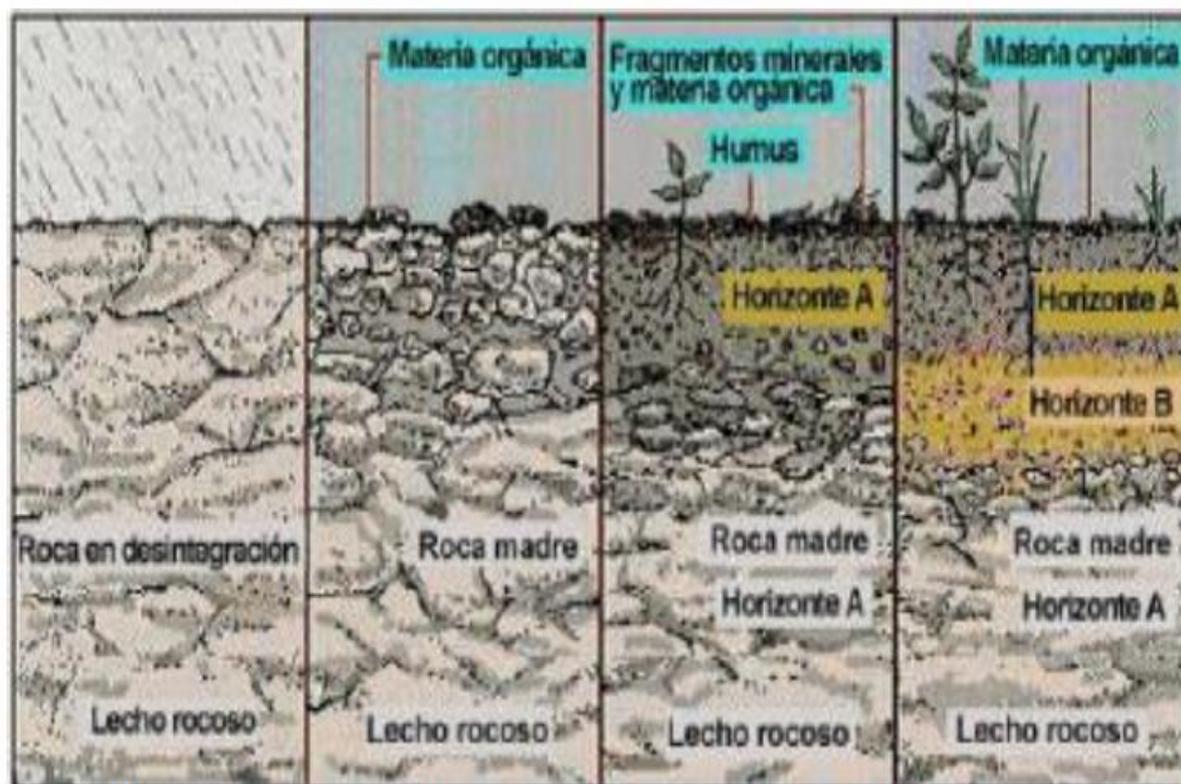
Teoría sobre la formación del suelo Según esta hipótesis, las masas rocosas preexistentes se descomponen debido a procesos de meteorización in situ, que incluyen procesos físicos, químicos, biológicos y de erosión, así como factores medioambientales. El descubrimiento por Dokuchaev, a finales del siglo XIX, de que los suelos se componen de múltiples estratos fue el momento en que surgieron por primera vez los conocimientos científicos sobre el suelo. Una combinación de procesos de meteorización, la evolución estructural del suelo, la separación de esa estructura en estratos u horizontes y, por último, el movimiento o desplazamiento de esa estructura pueden dar lugar a las formaciones del suelo (Boixadera, 2002).

Tabla 1*Formación de los suelos*

formación del suelo	
origen	rocas preexistentes rocas madres rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas
accion ambiental	meteorización erosión variacion termica
accion fisica	agua hielo difusion de raices
accion quimica	abrasion hidratacion carbonatacion oxidacion hidrolosis
accion biologica	bacterias putrefaccion
resultado final	diversos tipos de suelo

Nota: elaboración propia.

Los suelos jóvenes se definen por factores medioambientales, como el clima, y tienen menos de 10.000 a 15.000 años, lo que corresponde aproximadamente al Holoceno. Se denominan suelos móviles, suelos monocíclicos o suelos de ciclo corto. En circunstancias extremadamente favorables, como un clima húmedo y volcánico que dure menos de 100 años, la capa edáfica puede empezar a formarse. La caliza dura, en cambio, tarda entre un milenio y un milenio y medio en formarse en 1 cm de suelo en climas fríos y templados. En 3-18.000 años se formaría un vertisol, un suelo con más de un 30% de arcilla en cada horizonte. Se necesitaría más de un millón de años para crear un ultisol, un suelo con capas de arcilla de baja saturación de la base y temperaturas templadas y húmedas. (Casanova, 2005).

Figura 1*Tiempo de formación de los suelos*

I El lecho rocoso empieza a desintegrarse II La materia orgánica facilita la desintegración III Se forman los horizontes IV El suelo desarrollado sustenta una vegetación densa

TIEMPO

Nota: elaboración propia.

Tabla 2*Tasa de formación del suelo*

FORMACION DEL SUELO	TASA DE FORMACION (AÑOS)
Muy rápida (sobre cenizas volcánicas y clima húmedo)	<100
Muy lenta (sobre cenizas duras y clima templado-frío)	<1CM/ 5, 000 años
Propiedades asociadas con el hidromorfismo	Rápida
Propiedades asociadas con la materia orgánica	Rápida
Propiedades asociadas con la meteorización	Lenta
Horizonte A	1-1,000
Horizonte de alteración (Bw cáamico)	>1,000
Horizonte de acumulación	>1,000
Carácter acuico	>10

Entisol (sobre material no consolidado)	>100
Vertisol	3,000 – 18,000
Spodosol	1,000 – 8,000
Ultisol	1,000,000
Oxisol	1

Nota: elaboración propia.

➤ **Propiedades mecánicas de los suelos**

➤ **Resistencia al corte de los suelos**

La tierra está esencialmente en equilibrio, pero puede tolerar cargas verticales de cosas como edificios y puentes cuando la sometemos a una carga mayor debido a la construcción de cimientos. En un intento por mantener el equilibrio, el suelo se somete a tensiones. Sin embargo, el equilibrio se rompe y se produce una fractura o deslizamiento en lo que se conoce como fallo cuando el aumento de presión supera las fuerzas internas del suelo (Crespo, 2004, p. 161).

– **Ángulo de Fricción interna**

La homogeneidad, el tamaño y la forma de las partículas determinarán el ángulo de fricción; asimismo, la fuerza de fricción creada entre las partículas determinará la resistencia al deslizamiento de una partícula de un cuerpo de suelo sobre otra de idénticas cualidades. Llega a la conclusión de que la fuerza de cizallamiento por unidad de superficie aumenta con el número de partículas en contacto entre sí y está directamente correlacionada con la densidad relativa del suelo granular. (Crespo, 2004).

– **Cohesión**

Esta propiedad de los suelos blandos como la arcilla ayuda a estimar el esfuerzo cortante último, (Crespo, 2004).

– **Propiedades físicas de los suelos**

Son indicaciones que demuestran el comportamiento del suelo. Según Crespo (2004), en la página 46, estas características incluyen el aspecto textural, la estructura, la densidad, el

contenido de humedad, la granulometría (tamaño de las partículas), la densidad, la permeabilidad y la compresibilidad.

En cuanto a la caracterización de las propiedades de los suelos, Clementson (2012) destaca la importancia de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados en la construcción, como la arenisca. La caracterización de las propiedades de la arenisca permite determinar su resistencia a la compresión, su porosidad y su permeabilidad, lo que a su vez permite evaluar su aplicabilidad para la construcción

– **Contenido de Humedad**

En el campo de la ingeniería civil, la medición de la humedad del suelo es crucial. Este parámetro físico, junto con la masa de aire, es uno de los elementos más cruciales para definir y comprender las cualidades del suelo, especialmente en el caso de suelos blandos en los que intervienen factores como el volumen, la cohesividad y los cambios de estabilidad mecánica. (Crespo, 2004).

– **Análisis Granulométrico**

Utilizando mallas con diámetros comprendidos entre 75 mm y 0,075 mm, se examinan y miden partículas de suelo de diversos tamaños. Los suelos granulares (friccionales) y los suelos cohesivos (suelos blandos) se distinguen por la malla de 0,075 mm. (Crespo, 2004).

– **Límite Líquido y Límite Plástico**

Es el atributo cualitativo del suelo que le permite soportar deformaciones rápidas sin agrietarse ni deformarse, sin cambios considerables de volumen y sin rebote elástico. Determina el comportamiento de los suelos cohesivos (arcillosos, limosos, francos, franco-arenosos, areno-arcillosos y franco-arenosos) debido a su plasticidad (Crespo, 2004).

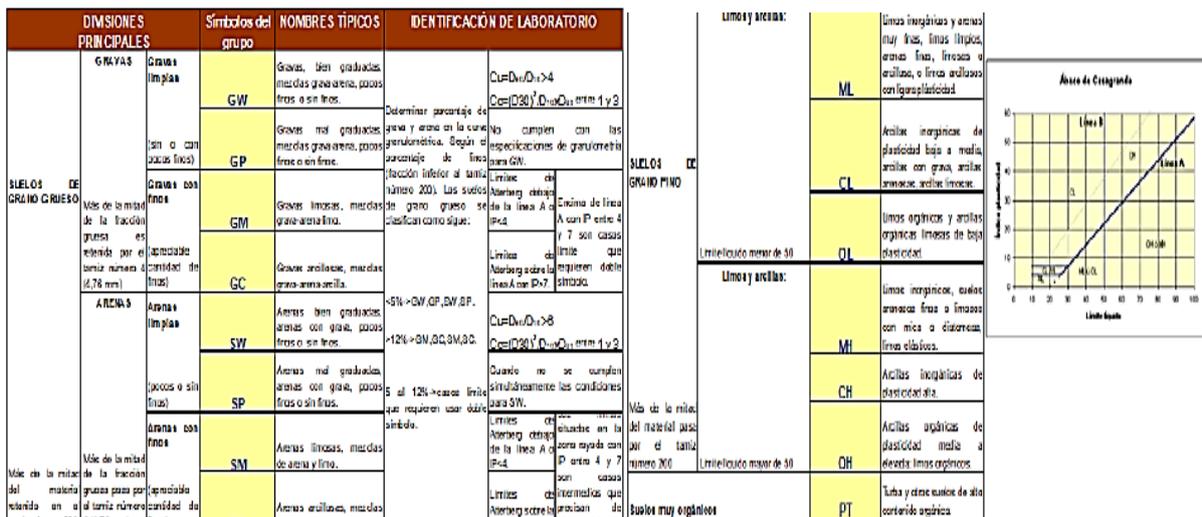
➤ **Clasificación Unificada de los Suelos (SUCS) (NTP 339.134, ASTM D 2487)**

Muchos problemas sencillos pueden resolverse clasificando los suelos en función de la similitud de sus propiedades entre sí y, a continuación, conectando esas propiedades a grupos

en un sistema de "clasificación". Sin embargo, en el campo de la ingeniería civil, el análisis debe realizarse con extrema precaución; los datos sólo deben utilizarse como punto de partida para investigaciones posteriores, en lugar de emplearse para desarrollar soluciones. información para seguir investigando, no para diseñar soluciones (Crespo, 2004).

Figura 2

Clasificación unificada de los suelos (SUCS)



Nota: Fuente: <https://cutt.ly/vK4JCKu>

➤ **Sulfatos**

La interacción química entre el ácido sulfúrico (H2SO4) y el álcali produce sulfato. Están formados por un catión y un anión. Normalmente, el anión está formado por cuatro átomos de oxígeno y uno de azufre (SO4). Dependiendo del tipo de catión, pueden aparecer distintos sulfatos. El suelo, las aguas subterráneas, las aguas superficiales y el agua de mar contienen grandes cantidades de sulfatos. (Gómez y Castro, 2015).

Los sulfatos se encuentran en suelos orgánicos, suelos de turba, aguas subterráneas y algunos suelos arcillosos como producto de la descomposición de la misma materia orgánica. Los sulfatos más comunes pueden ser sulfato de amonio, sulfato de calcio, sulfato de magnesio y sulfato de sodio. Las aguas residuales de los asentamientos humanos contienen grandes

cantidades de sulfato y, si no se tratan o transportan adecuadamente, este efluente se filtra en el suelo y representa una amenaza de sulfato para los cimientos de las casas. (Tulliani, et. al. 2002)

➤ **Suelos sulfatados**

Según Castro y Gómez (2015) lo definen como suelos en forma acuosa que se origina a partir de depósitos minerales u orgánicos ricos en hierro y azufre, y que cuando se airea por varios métodos, que pueden ser: drenaje, agricultura intensiva, operaciones técnicas, entre otros, el sulfuro de hierro (FeS) tiende a sufrir una oxidación bioquímica, dejando como marca precipitados un mineral amarillo y ocre dorado, llamado jarosita, y el ácido sulfúrico como producto de disolución.

➤ **Exposición a sulfatos**

El ataque de los sulfatos al concreto se manifiesta de diferentes maneras dependiendo de la atmósfera en la que se expone el concreto, porque una vez que el sulfato está en el concreto, se une a la mezcla que mantiene unido el concreto y comienza a descomponerlo. Además, cuando el sulfato se seca, se forma un nuevo compuesto llamado etringita. Estos nuevos cristales ocupan un espacio vacío y si continúan formándose destruyen la pasta y causan daños aún más notorios al hormigón. (Jiménez y Lozano, 2018) El tipo de exposición a los sulfatos puede verse a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3

Tipo de exposición a sulfatos

Tipo de exposición a los sulfatos	Sulfatos (SO₄) en agua (p.p.m)	Relación agua/Cemento (a/c) recomendada	F'c mínimo
Despreciable	0 a 150	-----	
Moderada	150 a 1500	0.5	280
Severa	1500 a 10000	0.45	315
Muy Severa	>10000	0.45	315

Nota: Fuente: Casas Archila, Jhon (2010)

En el caso del hormigón poroso, es más probable que se produzca un ataque de sulfato, la entrada de salmuera de sulfato y su posterior evaporación deposita iones de sulfato en el espacio, el efecto se deteriorará si se repiten los ciclos de humectación y secado. El aumento en el volumen del cristal puede llenar el espacio poroso del concreto, y crea tensiones que pueden descomponer la masa de material. (Traversa, 2010)

➤ **Formación de Etringita**

El sulfato de calcio reacciona con el hidrato de aluminato de calcio para formar hidrato de trisulfato de aluminato de calcio 32 ($\text{CAO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$) o etringita, lo que aumenta el volumen sólido y hace que el concreto se expanda, agriete y ablande. (Pire, 2013)

Formación de yeso

El hormigón se ablanda y pierde resistencia cuando los sulfatos reaccionan con el hidróxido de calcio que se genera durante la hidratación del cemento para formar sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Inspire (2013) La etringita o el yeso en el hormigón, sin embargo, no es por sí mismo un signo de exposición a sulfatos y debe confirmarse mediante investigaciones petrográficas y químicas.

En relación a la exposición por sulfatos en el suelo, Romero y Montalván (2023) encontraron que la presencia de sulfatos en el suelo puede afectar la estabilidad de los elementos superficiales de hormigón de las viviendas. Los autores realizaron un estudio en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, donde encontraron que la exposición a sulfatos en el suelo afectó la resistencia a la compresión del hormigón, lo que llevó a la necesidad de realizar trabajos de reparación y refuerzo de las estructuras.

Vega (2019) concluye enfatizando la importancia de examinar la resistencia a compresión del hormigón cuando hay presencia de sulfatos. En Ancon en 2019, el autor realizó un estudio comparativo de la resistencia a la compresión del hormigón utilizando cementos aditivados que fueron expuestos a la acción de sulfatos. Los resultados demostraron que la

adición de tipos específicos de cemento aumentaba la resistencia a la compresión del hormigón cuando había sulfatos presentes.

➤ **Suelos sulfatados ácidos**

Se trata de suelos hidromórficos recientes formados por sedimentos minerales u orgánicos ricos en azufre y hierro. El ácido sulfúrico es un producto de disolución de los precipitados de jarosita, que quedan como huella de la oxidación bioquímica del sulfuro de hierro (FeS) cuando se airea el suelo mediante diversas técnicas (drenaje, labranza intensiva, obras de ingeniería). El aluminio y otros metales son disueltos de los minerales arcillosos por este medio ultraácido, lo que provoca toxicidad en las plantas y contaminación de las fuentes de agua (Ludwig et al., 1999; Fitzpatrick et al., 2002; Dent, 1986; MDBA, 2011; Lamontagne et al., 2004). Los horizontes sulfídicos, que se consideran un criterio de diagnóstico en la clasificación taxonómica del SSA, se forman como resultado de los rasgos mencionados. La FAO (2000) designó los SSA como suelos problemáticos debido al importante riesgo que suponen para el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

Los horizontes sulfídicos, o los suelos sulfatados ácidos presentes, o los minerales sulfídicos, a una profundidad no superior a 100 cm por debajo de la superficie del perfil, son características del SSA (Soil Survey Staff, 2010).

La génesis de los SSA es típicamente marina, lacustre (Fitzpatrick et al., 1996), o continental de tipo halohidrotermal, como ocurre en la llanura fluvio-lacustre del valle superior del río Chicamocha, Boyacá, Colombia (Castro y Gómez, 2002). Los SSA se produjeron principalmente en el Holoceno superior (Dent, 1986).

➤ **Suelos sulfatados ácidos potenciales (SSAP)**

Los "materiales sulfídicos" son depósitos ricos en sulfuros metálicos, como la pirita (FeS₂) y los monosulfuros (FeS), que pueden combinarse con materiales orgánicos para formar estos suelos. Mientras que la pirita se presenta típicamente como cristales en matrices grises o

en materiales orgánicos, los materiales sulfúricos identifican los SSAP cuando se encuentran monosulfuros. Los monosulfuros son típicamente muy negros, blandos y responden rápidamente a la aireación (Soil, 2010).

Los materiales sulfídicos tienden a concentrarse en condiciones que favorecen la reducción de sulfatos observada en las arcillas de los lagos y cuando se observan condiciones de gleyzación, como altas concentraciones de SO_4^{2-} , alta disponibilidad de carbono lábil, presencia de bacterias reductoras de azufre y condiciones húmedas. Dado que la reducción de sulfatos ocurre en lagos y sedimentos organominerales saturados en todas partes, el SSAP se encuentra comúnmente en hábitats lacustres (Lamontagne et al., 2004).

El personal de Soil (2010) define los "materiales sulfídicos" como suelos y sedimentos con un pH superior a 4,0. Cuando estos materiales se incuban con una capa de suelo de 1 cm expuesta al aire a capacidad de campo a temperatura ambiente, el valor del pH desciende 0,5 unidades por debajo de 4,0 al cabo de ocho semanas. Los materiales sulfídicos deben encontrarse dentro de los primeros 100 cm de profundidad para ser clasificados como SSAP. Debido a las primeras etapas de la génesis y transformación de los sedimentos, los SSAP se denominan frecuentemente suelos inmaduros. (Dent y Dawson, 2000).

En los ambientes sulfatados ácidos costeros -donde los materiales sulfídicos aún no han experimentado una exposición primaria o acidificación- se han establecido principalmente los criterios mencionados. Dado que la acidez es sólo una de las características relacionadas con estos suelos, es necesaria una caracterización de estos materiales para las regiones continentales.

Según las conclusiones de Hicks et al. (1999) y Dent (1986), estos materiales pueden identificarse en las regiones continentales por tener un contenido total de S superior al 2%, así como atributos físicos relacionados con el nivel de evolución de la materia orgánica, como el valor $n > 1$, que se asocia a características de subsidencia. Con el efecto de las aguas tranquilas

salinas del pasado o del presente, los hábitats de manglares y marismas son los lugares más comunes donde se producen los SSAP. El tranquilo ecosistema de manglares y la abundante flora hacen que los sedimentos lacustres finos y ricos en hierro se depositen gradualmente. Según Pons et al. (1982) y Pons y Breemen (1982), los minerales sulfídicos se originaron tras el último periodo glaciario, que finalizó hace 7.000 años y provocó una subida del nivel del mar de unos 5 metros.

Figura 3

Ambientes naturales donde se promueve la formación de materiales sulfídicos (izquierdo); evolución de SSAP (der.). Kaipara, New Zelanda



Nota: Fuente: Dent y Dawson (2000)

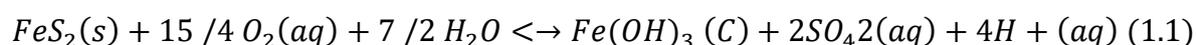
➤ Riesgos de los materiales sulfídicos

Estos materiales conllevan dos riesgos potenciales: uno está relacionado con su formación y el otro con su alteración. Los monosulfuros de sulfuro de hidrógeno (H_2S) pueden cubrir la superficie de los sedimentos lacustres durante su desarrollo, lo que reduce químicamente el hábitat acuático. También se produce sulfuro de hidrógeno, que es peligroso para las plantas acuáticas y otra biota. El proceso de reducción del sulfato altera inmediatamente el ciclo del carbono y aumenta la disponibilidad de fósforo, lo que a su vez provoca un aumento de la población de algas y repercute en la oxigenación de los hábitats acuáticos (Lamontagne et al., 2004).

Por otro lado, el drenaje excesivo crea horizontes sulfídicos, o suelos sulfatados ácidos actuales, con una acidificación creciente y una disponibilidad perjudicial de metales tóxicos, que pueden segregar la formación de concentraciones redoximórficas amarillas de sulfatos de hierro asociados principalmente a jarosita, una característica típica de los horizontes sulfídicos. La alteración de los materiales sulfídicos da lugar a la formación de sulfuro de hidrógeno (H₂S), un compuesto tóxico para el medio ambiente. Los materiales sulfídicos tardan sólo unos pocos años, tal vez incluso unas pocas semanas, en convertirse en horizontes sulfídicos (Soil, 2010).

➤ **Suelos sulfatados ácidos actuales (SSAA)**

El drenaje creado durante la adaptación de las tierras agrícolas sulfatadas ayuda a los minerales sulfídicos a oxigenarse gradualmente, lo que da lugar a la generación de un medio ultraácido con un pH inferior a 3,5. Esto se debe a que los sulfuros de hierro en un medio acuoso experimentan una potente y rápida transición metabólica a ácido sulfúrico. Además, al desarrollo de jarosita que sigue a la creación de estratos sulfúricos diagnósticos en SSA (Dent y Dawson, 2000). Estos suelos suelen denominarse SSA maduros o contemporáneos.



Pirita oxígeno disuelto Fe III coloidal Ácido sulfurico

Los sulfuros de hierro están presentes con frecuencia en los sedimentos de aguas salobres junto con el hierro de la fracción mineral. La pirita (FeS₂) se forma cuando el azufre de la materia orgánica se mezcla con el hierro. Los cristales piramidales se encuentran típicamente en concreciones, o depósitos y acumulaciones, de azufre y hierro. Estos sulfuros metálicos se oxidan para producir ácido sulfúrico y jarosita. La jarosita puede hidrolizarse lentamente, manifestarse en forma de precipitados amarillos y producir ácido sulfúrico. El hierro precipita en ferrihidrita, que tiene un tono ocre rojizo y puede cristalizar en magnetita, goethita o incluso hematites si la acidez disminuye como resultado de la dinámica de las aguas

subterráneas. La oxidación fuerte produce formas libres de hierro y aluminio, que pueden cristalizar como jurbanita y alunita, además de jarosita. La jarosita es uno de los marcadores cruciales de la sulfuración.

Incluso en situaciones en las que el pH del suelo es inferior a 3,5 o la cantidad de azufre soluble en solución es significativa, la hidrólisis de jarosita puede producirse rápidamente en condiciones de SSA orgánico, haciendo que los rasgos redoximórficos amarillos sean menos perceptibles (Mensvort, 1988). El SSAA orgánico del DRACH pone de manifiesto la condición mencionada.

Morfogenéticamente, los horizontes sulfúricos se definen por la presencia de jarosita; en general, los SSAA se caracterizan por una fuerte evolución de sus procesos de oxidación, que diagnostican $\text{pH} < 3,5$ causado por ácido sulfúrico y altas concentraciones de azufre soluble (SO/agua superior a 0,05%), hierro y aluminio. Este horizonte, que se encuentra en los primeros 50 cm de la superficie del suelo, debe tener al menos 15 cm de espesor y puede ser de naturaleza orgánica o mineral. Otra es la interacción prolongada con compuestos sulfídicos. (Soil, 2010).

Figura 4

Ambiente de formación de SSAA: áreas pantanosas con vegetación de juncos (izq.); horizontes sulfúricos con moteados amarillos (jarosita) (der.). Planicie fluvio lacustre continental, valle alto del río Chicamocha, Boyacá, Colombia.



Nota: Fuente: Gissat (2006)

➤ **Riesgos de los horizontes sulfúricos**

Estos horizontes suelen desarrollarse en zonas llanas y propensas a inundaciones que se drenan con frecuencia para construir o cultivar. Grandes cantidades de ácido contaminan el medio ambiente, superando la capacidad de neutralización del suelo, como resultado de estos y otros procedimientos de aireación que exponen las capas sulfídicas y aceleran la acidificación, lo que acelera el ritmo natural de oxidación de los sulfuros de hierro. Este proceso puede durar varios años, limitando el crecimiento de las plantas al disolver los metales nocivos y afectando al hábitat de los peces y las criaturas (Lines y Sarnnut, 1999; Fitzpatrick et al., 2002; Bibi, 2012).

➤ **Suelos pseudosulfatados ácidos (SPSA)**

Los suelos SPSA suelen tener valores de pH superiores a 4,5 y una fuerte capacidad natural de amortiguación. Se trata de suelos que, en presencia de aire, autocorrigen la acidez producida por la oxidación de sulfuros de hierro, combinándose con sedimentos o cationes básicos que se han acumulado en materiales calcáreos o aguas duras con alto contenido en Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} . En estas circunstancias, pueden aparecer cristales de yeso, un subproducto de la neutralización en suelos con un grado modesto de drenaje. (Dent, 1986)

➤ **Suelos sulfatados ácidos en el mundo**

Según Dent y Dawson (2000) y la FAO-AGL (2000), el número estimado de SSA en todo el mundo es de 24 millones de hectáreas, la mayoría de las cuales se encuentran en las zonas tropicales y templadas. Los tipos de suelo mencionados pueden encontrarse en tierras bajas costeras y zonas continentales templadas, como los Países Bajos y Alemania; costas tropicales del sur de Asia, Oceanía y Australia; África occidental, incluidos Senegal, Guinea, Gambia, Sierra Leona y Liberia; y costas nororientales de Norteamérica, incluidos Brasil, Guyanas, Venezuela y Colombia (Tabla 12).

Tabla 4*Distribución y extensión de SSA en el mundo*

CONTINENTE	DISTRIBUCION	AREA AFECTADA POR SSAQ(HA9)	AREA AFECTADA POR SSA (%)
ASIA	INDONESIA, TAILANDIA, VIETNAN, MYANMAR, FILIPINAS, INDIA, BANGLADESH	10956	44,06
AFRICA	NIGERIA, GUINEA BISSAU, GUINEA, SENEGAL, GABON, CAMERUN	6465	21,98
AMERICA	NORTEAMERICA, CENTROAMERICA, SUDAMERICA	5144	20,68
OCEANIA	AUSTRALIA	3000	12,06
EUROPA	FINLANDIA, SUECIA	303	1,22
TOTAL		24868	

Nota: Fuente: Dent y Dawsan (2000); FAO (2000)

Tabla 5*Distribución y extensión de SSA en Suramérica*

PAIS	AREA AFECTADA POR SSA (MILES DE HECTAREAS)
BRASIL	1111
GUYANAS	1246
URUGUAY	37
VENEZUELA	2000
COLOMBIA	5C
TOTAL ESTIMADO	4894

Nota: Fuente: Dent y Dawsan (2000); FAO (2000).

➤ **Ambientes donde se forman SSA**

El tipo más común de SSA son los costeros, que también pueden formarse en entornos lacustres o mineros interiores. Los hábitats de estos tipos de suelo están vinculados a determinados rasgos de formación y gestión (Bibi, 2012).

➤ **Suelos sulfatados ácidos costeros**

A lo largo del tiempo geológico, estos suelos han experimentado procesos típicos de oxidación-reducción como parte del ciclo global del azufre. La tierra se inundó con agua salobre durante los últimos 10.000 años (Holoceno), debido a la subida del nivel del mar y a la última Edad de Hielo. Los suelos se formaron más allá de la zona costera a partir de sedimentos marinos, generando lo que hoy se conoce como manglares, marismas, pantanos y estuarios I (NRCS, 1999). Tras el cese de la subida del nivel del mar hace 6.500 años, el agua salobre, el contenido de sulfato disuelto, la materia orgánica y los sedimentos ricos en hierro se acumularon para formar materiales sulfídicos salobres en hábitats húmedos (Fitzpatrick, 1996). Estas circunstancias siguen existiendo hoy en día, y los manglares, marismas, lagos costeros, pantanos y estuarios que absorben sedimentos del mar continúan creando sulfuros (Fitzpatrick, 1996)

En las zonas inundadas, estos lugares pueden acumular gran cantidad de detritus orgánicos. En Australia se han observado depósitos costeros con hasta 1° m de deposición de materia orgánica (Fitzpatrick, 1996). Las características de los SSA costeros se describen en la Tabla 6.

Tabla 6

Características morfológicas, fisicoquímicas y mineralógicas de SSA costeros

AMBIENTE		SSA. COSTEROS			
Tipo de material	de SSAP	Precipitados superficiales	SSAA	Precipitados superficiales	
Condición	UW	UW	DD	DD	
Características morfológicas	Negro; escasos moteados grises, capas gleizadas	-	Rayas amarillas brillantes	Precipitados amarillos y rojo marrón abundantes	
pH (1:5)	7,5-8,5	-	< 3	2,5-5,5	
Carbóno Orgánico	5-20	-	5-20	2-15	

Azufre total (%)	1-8	-	18	-
CE (dS m ⁻¹)	3-16	-	-	-
Eh (mV)	0-200	-	-	-
Minerales (en orden de abundancia)	Pirita	Sulfuro bacteriano desconocido	Jarosita-gohetita	Jarosita ferridrita
Procesos dominantes	Sulfhidrización	Ninguno	Sulfatación	Sulfatación ferrilización
Desarrollo de procesos	Fuerte	Ninguno	Fuerte	Fuerte

Nota: Fuente: Fitzpatrick (1996).

➤ Suelos sulfatados ácidos continentales

El origen de los SSA en zonas lacustres y pantanosas continentales interiores es similar al de los SSA costeros; sin embargo, los materiales orgánicos o minerales acumulados en los SSA continentales son más antiguos y están influidos por la elevación de las montañas y, en algunos casos, por flujos internos de aguas salobres de carácter volcánico o sedimentario ricas en hierro.

La diferencia radica en que los elementos orgánicos o minerales acumulados en los SSA continentales son más antiguos y están influidos por la elevación de las montañas, así como por flujos internos de aguas salobres de carácter volcánico o sedimentario ricas en hierro y azufre. (Fitzpatrick et al., 2002; Burton et al., 2006).

La acumulación gradual de óxidos e hidróxidos férricos como precipitados o agentes cementantes obstruye los poros, provocando la formación de suelos masivos e impermeables. Además, las sales y los metales descomponen los sedimentos orgánicos del suelo, contribuyendo a la degradación de sus propiedades físicas (Fitzpatrick et al., 2002).

Según Poelman (1972), la salinización por filtración de agua de fuentes salinas o por alteración de los regímenes hídricos es posible por la generación secundaria de sulfuros, que ocurre independientemente de los procesos sedimentarios costeros. Las zonas termales podrían

ser la fuente de este flujo de agua salobre (Castro y Gómez, 2006). Al igual que en el SSA de la DRACH-Boyacá, la expresión de la región es el desarrollo de zonas escaldadas o de crecimiento restringido de la vegetación cuando se producen reacciones de oxidación en los estratos someros del suelo.

Los componentes de los sedimentos minerales u orgánicos que contribuyeron a la creación del SSA continental y los procesos biogeoquímicos del medio hidrológico están relacionados. El SSA continental se caracteriza por los siguientes procesos (Fitzpatrick et al., 2002). Acumulación de óxidos de hierro, sulfatos, sulfuros y sales ácidas en presencia de variaciones estacionales del clima, fluctuaciones del nivel de las aguas subterráneas y una elevada frecuencia de inundaciones y anegamientos. Acidificación provocada por el impacto del ácido sulfúrico en el suelo y el agua ($\text{pH} < 4,0$).

- El derrumbe del edificio como consecuencia de los procesos de oxidación y la transición de la estación seca a la húmeda.
- Durante los periodos de altas precipitaciones, el agua superficial presiona el suelo, aumentando su compactación y provocando la formación de capas impermeables.
- Durante las estaciones lluviosas, los microagregados del suelo son destruidos por las circunstancias sulfúricas que disuelven los minerales arcillosos y los óxidos de hierro; las arcillas son floculadas por la salinidad de la solución del suelo; y se crea inestabilidad estructural por las condiciones de saturación del suelo.
- Durante los periodos secos, los óxidos e hidróxidos de sílice, hierro y aluminio se cementan formando enormes horizontes impermeables, y las sales minerales de hierro, azufre y otros elementos se concentran y cristalizan en la superficie como resultado de la evaporación.

Tabla 7

Características morfológicas, fisicoquímicas y mineralógicas de SSA continentales

AMBIENTE	SSA. COSTEROS		
Tipo de material	SSAP	SSAA	Precipitados superficiales
Condición	UW	DD	DD
Características morfológicas	Negro; abundantes moteados grises	Negro, manchas rojizas oscuras, rayas amarillas	Precipitados gelatinoso rojo marrón
pH (1:5)	6,5-8,5	3-4	5,5-6,5
Carbón Orgánico	2-10	2-10	-
Azufre total (%)	0,2-2,0	0,1-1,0	-
CE (dS m-1)	1-10	2-15	-
Eh (mV)	50-100	>400	-
Minerales (en orden de abundancia)	Pirita	Ferrihidrita, gohelita, jarosita schwertmannita jurbanita	Ferridrita Lepidocrosita gohetita
Procesos dominantes	Sulfhidrización	Sulfatación ferrilización	Sulfatación ferrilización
Desarrollo de procesos	Medio	Medio	Fuerte

Nota: Fuente: Fitzpatrick (1996).

➤ **Suelos sulfatados ácidos de mina**

Los yacimientos de carbón y metalíferos suelen estar asociados a materiales parentales ricos en sedimentos sulfatados y compuestos de sulfuro de hierro (pirita). Los minerales piríticos pueden encontrarse en otras rocas, sobre todo en pizarras negras, junto con otros minerales como cuarzo, clorita y pirrotita (Fitzpatrick, 1992; Chuxia, 2012).

Las bacterias y la oxidación química son causadas por la exposición de estas rocas, la humedad y la importante cantidad de partículas y agregados que suelen producirse en la superficie del suelo durante las operaciones mineras. Drenaje ácido de mina (DAM) es el nombre que recibe el lixiviado característico que se crea cuando esta oxidación hace que los materiales de desecho se vuelvan ácidos y se cree agua de drenaje. (Poelman, 1972; Chuxia, 2012; Fortin y Beveridge, 1997).

Tabla 8*Características morfológicas, fisicoquímicas y mineralógicas de SSA-mina*

AMBIENTE	SSA EM ÁREA DE MINAS		
Tipo de material	SSAP	SSAA	Precipitados superficiales
Condición	UW	DD	UW, DD
Características morfológicas	Marrón-negro, abundantes moteados grises	Manchas rojizas oscuras	Precipitados gelatinosos pardo rojizo
pH (1:5)	6-7	3-5	4,0-6,5
Carbóno Orgánico	< 2	< 2	-
Azufre total (%)	< 0,5	< 0,5	-
CE (dS m ⁻¹)	< 1	< 1	-
Eh (mV)	0-100	-	-
Minerales (en orden de abundancia)	Sulfuros de hierro	Jarosita ferrihidrita	Jarosita Schwertmannita gohetita lepicrocita
Procesos dominantes	Sulfhidrización	Sulfatación ferrilización	Sulfatación ferrilización
Desarrollo de procesos	Débil	Débil	Fuerte

Nota: Fuente: Fitzpatrick (1996).

➤ Cimentaciones

Los cimientos sirven para transferir cargas vivas, muertas, sísmicas o de viento desde una estructura al suelo. Una característica de estos elementos es que tienen dos zonas diferenciadas, una en contacto con la estructura y otra en contacto con el suelo. (Farina y Huapaya, 2019).

➤ Agregados

Estos son materiales granulares como arena, grava y piedra triturada, que constituyen el 70% del volumen total de hormigón y son esenciales en la producción de hormigón, ya que pueden aumentar la resistencia del hormigón en función del tamaño y la calidad de los áridos. (Pérez, 2015).

➤ Concreto

Este hormigón es considerado un hormigón respetuoso con el medio ambiente debido a una de sus principales propiedades, la filtración de líquidos. Dependiendo de la formulación utilizada en la mezcla de hormigón, los vacíos pueden oscilar entre el 15 % y el 35 %, mientras que pueden producirse pérdidas de resistencia a la compresión de hasta el 61,88 %. Esto significa que cuanto menor sea la porosidad del hormigón, mayor será la resistencia a la compresión. (Cerdán, 2015)

➤ Normas E050 de Suelos y cimentaciones

Estos ensayos tienen como objetivo determinar las propiedades físicas y químicas del suelo. Según la norma E0.50, estas pruebas deben realizarse según las normas que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 9

Normas Aplicables

DESCRIPCION	NORMAS APLICABLES
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127
SUELOS. Métodos de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo	NTP 339.131
SUELOS. Métodos de para la clarificación de suelos con propósitos de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)	NTP 339.134
SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139
SUELOS. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio	NTP 339.140
SUELOS. Métodos de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada $^{**}(2700 \text{ KN-m}^3(56000 \text{ pie-lof/pie}^3))$	NTP 339.141
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual — manual	NTP 339.150
SUELOS. Métodos de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.152
SUELOS. Métodos normalizados de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de suelos	NTP 339.154
SUELOS. Métodos de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos	NTP 339.163
SUELOS. Métodos de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.164
SUELOS. Métodos de ensayo normalizado de compresión triaxial consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.166
SUELOS. Métodos de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos	NTP 339.167
SUELOS. Métodos de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.169

SUELOS. Métodos de ensayo para la determinación del hinchamiento unidimensional o potencial de asentamiento de suelos cohesivos	NTP 339.170
SUELOS. Métodos de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas	NTP 339.171
SUELOS. Métodos de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.177

- En todos los casos se utiliza la última versión de la norma.
- Este ensayo se emplea únicamente para el control de Rellenos de Ingeniería o Rellenos Controlados.
- Este ensayo se emplea únicamente para determinar las propiedades mecánicas de los rellenos de Ingeniería o rellenos Controlados.

Nota: elaboración propia.

En conclusión, la determinación y caracterización de suelos sulfatados es un proceso fundamental en la construcción de edificaciones, ya que permite conocer las propiedades físicas y químicas del suelo para su uso en cimentaciones. Para ello, se requiere de una metodología adecuada y de la evaluación y análisis de la cimentación para garantizar la durabilidad de las edificaciones.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

El estudio será de tipo aplicado, es decir, una actividad científica orientada hacia fines más o menos directamente prácticos. (Rodríguez, 2010)

En un estudio experimental, una o más variables independientes se modifican intencionadamente bajo la supervisión del investigador, y se examina el impacto de estas manipulaciones en una o más variables dependientes. (Hernández et al.,2014)

El proceso del método cuantitativo es continuo y basado en evidencias; cada etapa está interconectada con la anterior de forma que nos impide saltarnos pasos previamente definidos, pero somos capaces de designar ciertas fases para avanzar en la dirección deseada. Utilizando los datos recogidos para crear hipótesis y aplicar técnicas estadísticas para examinarlas, podemos definir conceptos o teorías a partir de todos los resultados obtenidos por diversos enfoques en estos procesos. (Hernández et al., 2014)

3.2 Población y muestra

– ***Población***

- La población es un conjunto de humanos, animales, registros históricos, ciudades, arboles, lugares, entre otros. (Pineda, 1994). En el caso de nuestra investigación, nuestra población de estudio será la Asociación Unidos el Paraíso.

– ***Muestra***

- López (2004), indica que la muestra es un subconjunto de la población, lo que limita nuestra capacidad de obtener mediciones para obtener resultados. Por lo que en nuestra investigación nuestra muestra estará delimitada en el terreno donde se llevará a cabo la construcción de la iglesia, en la Asociación Unidos el Paraíso.

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 10

Operacionalización de las variables

Variab les	Dimensiones	Indicadores
Determinación y caracterización de los suelos sulfatados	Condiciones del suelo Características del suelo	Cloruros Sulfatos Salinos Físicas Químicas Biológicas
Cimentación para construcción de una iglesia	Evaluación del concreto Durabilidad del concreto	Asentamiento Compresión Peso unitario Resistencia a los sulfatos Capacidad de carga portante
		Capacidad de carga admisible

Nota: Fuente: Elaboración propia.

3.4 Instrumentos

Para Hernández y Duana (2020), obtener resultados es un paso importante, porque es necesario recopilar datos. Realizar correctamente la recolección de datos y elegir los métodos de recolección de datos es una tarea que todo investigador debe conocer y requiere mucha práctica.

Dado que, en este estudio se realizarán las siguientes pruebas para obtener los resultados:

- Observación
- Fichas de laboratorio
- Ensayos

➤ Validez

Las herramientas de esta encuesta serán validadas contra el buen juicio de expertos. Como lo refiere Chávez (2001), la validez es una herramienta para medir la efectividad de los objetivos del programa (p. 99), por otro lado, el autor Landeau (2007) indica que la validez es

el grado en que los datos proporcionados por la herramienta reflejan verdaderamente el interés de la encuesta.

Tabla 11

Validez

RANGOS	MAGNITUD
0.53 A MENOS	VALIDEZ NULA
0.54 A 0.59	VALIDEZ BAJA
0.60 A 0.65	VALIDA
0.66 A 0.71	MUY VALIDA
0.72 A 0.99	EXCELENTE VALIDEZ
1	VALIDEZ PERFECTA

Nota: Fuente: (Herrera, 1998)

Tabla 12

Validez de profesionales

N°	Grado Académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1				
2				
3				

Nota: Fuente: Elaboración propia

➤ **Confiabilidad**

Según los autores, Landeau (2007) indica que la confiabilidad es el grado en que una herramienta muestra su consistencia en función de los resultados que producidos cuando se aplica muchas veces en un tema de investigación. Existen diversos esquemas para calcular la confiabilidad de los equipos de medición. Los valores suelen oscilar entre 0 y 1, donde 0 representa confianza cero y 1 representa confianza muy alta.

Tabla 13

Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.01 a 0.20	MUY BAJA
0.21 a 0.40	BAJA
0.41 a 0.60	MODERADA
0.61 a 0.80	ALTA
0.81 a 1.00	MUY ALTA

Nota: Fuente: (Ruiz, 2002)

3.5 Procedimientos

El estudio a continuación se desarrollará de la siguiente manera:

- Primera etapa: Investigación de las propiedades físicas, químicas del suelo.
- Segunda etapa: Investigación de las propiedades de los materiales.
- Tercera etapa: Ensayos para verificar el tipo de suelo
- Cuarta etapa: Diseños de mezclas
- Quinta etapa: Ensayos al concreto endurecido por compresión
- Sexta etapa: Ensayos al concreto endurecido por absorción

3.6 Análisis de Datos

Los datos analizados se verán en tablas y gráficos obtenidos de las pruebas realizadas.

Los resultados serán comparados y estudiados con otros estudios.

Al analizar datos cuantitativos, se deben considerar dos aspectos importantes. En primer lugar, las estadísticas son aproximaciones de datos que representan la realidad y, en segundo lugar, estos datos se interpretan en un contexto particular. (Hernández et al., 2014)

Este estudio utiliza estadísticas cuantitativas de análisis de datos. Esto se puede dividir en varias fases, comenzando con la selección del software de análisis de datos, agregando las fases necesarias para lograr el objetivo y finalmente presentando los resultados de forma práctica. y fácil de entender.

3.7 Consideraciones Éticas

La presente investigación conducirá al establecimiento de las correspondientes discusiones, conclusiones y recomendaciones. Por otra parte, se respetará el derecho a la autenticidad, citando a todos los autores que aparecen en el trabajo de investigación, teniendo en cuenta las normas APA 7ª edición.

IV. RESULTADOS

Contenido de humedad del suelo

Tabla 14

Resumen ensayo de contenido de humedad muestra E-1

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)
C-1	E-1	0.00-0.80	1.7%
C-2	E-1	0.00-0.70	2.4%
C-3	E-1	0.00-0.75	2.7%

Nota: Elaboración propia

Tabla 15

Resumen ensayo de contenido de humedad muestra E-2

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)
C-1	E-2	0.80-1.00	1.4%
C-2	E-2	0.70-1.00	1.6%
C-3	E-2	0.75-1.10	2.1%

Nota: Elaboración propia

Tabla 16

Resumen ensayo de contenido de humedad muestra E-3

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)
C-1	E-3	1.00-1.50	1.8%
C-2	E-3	1.00-1.50	1.4%
C-3	E-3	1.10-1.50	1.8%

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Se puede visualizar en la tabla 06 que en los análisis de la muestra de profundidad de 0.0-0.80, el contenido de humedad es relativamente superior ya que presenta un promedio de 2.27% de humedad, mientras que en las tablas 07 y 08 con profundidades diferentes presentan un contenido de humedad de 1.7% y 1.67% siendo relativamente bajos a los del primer análisis.

➤ **Composición de análisis granulométrico**

Tabla 17*Resumen ensayo de análisis granulométrico muestra E-1*

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	%GRAVA	%FINOS
C-1	E-1	0.00-0.80	25.8%	74.2%
C-2	E-1	0.00-0.70	24.2%	75.8%
C-3	E-1	0.00-0.75	26.1%	73.9%

Nota: Elaboración propia

Tabla 18*Resumen ensayo de análisis granulométrico muestra E-2*

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	%GRAVA	%FINOS
C-1	E-2	0.80-1.00	24.1%	75.9%
C-2	E-2	0.70-1.00	24.1%	75.9%
C-3	E-2	0.75-1.10	24.1%	75.9%

Nota: Elaboración propia

Tabla 19*Resumen ensayo de análisis granulométrico muestra E-3*

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	%GRAVA	%FINOS
C-1	E-3	1.00-1.50	48.8%	51.2%
C-2	E-3	1.00-1.50	50.9%	49.1%
C-3	E-3	1.10-1.50	46.4%	53.6%

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Se puede observar en las tablas 09 y 10, se encontró con la presencia de un terreno donde predomina los suelos finos hasta una profundidad de 0.00-1.00, mientras que en la tabla 11, presenta un tipo de suelo mixto con presencia de grava y suelo finos. Además, se encontró con la presencia de suelos calichosos el cual contienen sustancias que pueden resultar agresivas al contacto con el concreto.

➤ **Clasificación de suelos SUCS:**

Tabla 20*Resumen clasificación de suelos SUCS – calicata 01*

Calicata	Muestra	Profundidad	SUCS
C-1	E-1	0.00-0.80	SP

C-1	E-2	0.80-1.00	SP
C-1	E-3	1.00-1.50	SP

Nota: Elaboración propia

Tabla 21

Resumen clasificación de suelos SUCS – calicata 02

Calicata	Muestra	Profundidad	SUCS
C-2	E-1	0.00-0.80	SP
C-2	E-2	0.80-1.00	SP
C-2	E-3	1.00-1.50	GP

Nota: Elaboración propia

Tabla 22

Resumen clasificación de suelos SUCS – calicata 03

Calicata	Muestra	Profundidad	SUCS
C-3	E-1	0.00-0.80	SP
C-3	E-2	0.80-1.00	SP
C-3	E-3	1.00-1.50	SP

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Una vez realizados los ensayos de clasificación de suelos se puede observar en las tablas 12, 13 y 14, que el suelo predominante en la zona donde se está llevando a cabo los estudios es un suelo arenoso pobremente graduado (SP). **AASHTO:**

Tabla 23

Resumen clasificación de suelos AASHTO – calicata 01

Calicata	Muestra	Profundidad	AASHTO
C-1	E-1	0.00-0.80	A-1-b
C-1	E-2	0.80-1.00	A-1-b
C-1	E-3	1.00-1.50	A-1-b

Nota: Elaboración propia

Tabla 24

Resumen clasificación de suelos ASSHTO – calicata 02

Calicata	Muestra	Profundidad	AASHTO
C-2	E-1	0.00-0.80	A-1-b
C-2	E-2	0.80-1.00	A-1-b
C-2	E-3	1.00-1.50	A-1-b

Nota: Elaboración propia

Tabla 25*Resumen clasificación de suelos AASHTO – calicata 03*

Calicata	Muestra	Profundidad	AASHTO
C-3	E-1	0.00-0.80	A-1-b
C-3	E-2	0.80-1.00	A-1-b
C-3	E-3	1.00-1.50	A-1-b

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Una vez realizados los ensayos de clasificación de suelos se puede observar en las tablas 15, 16 y 17, que el suelo predominante en la zona donde se está llevando a cabo los estudios es un suelo arenoso pobremente gradada con grava, y según clasificación AASHTO el suelo es tipo **A-1-b**.

➤ **Ensayos de corte directo**

Tabla 26*Resumen ensayos de corte directo*

Angulo de fricción	Cohesión (kg/cm ²)	P.U. suelo Y (t/m ³)
32°	00.00	1.802

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Tras el ensayo del corte directo, se observa en la tabla 18 que el terreno presenta un peso unitario de suelo Y (t/m³) de 1.802 t/m³, un Angulo de fricción de 32° y no presenta cohesión alguna.

➤ **Capacidad portante del suelo**

Tabla 27*Resumen de ensayo de capacidad portante – calicata 03*

Calicata	Muestra	Profundidad	Capacidad portante (kg/cm ²)
C-2	E-3		

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Se puede visualizar en la tabla 19, se encontró con la presencia de un terreno donde predomina los suelos finos hasta una profundidad de 0.00-1.00, mientras que en

la tabla 17, presenta un tipo de suelo mixto con presencia de grava y suelo finos. Además, se ha observado la presencia de suelos de calichoso que contienen sustancias que pueden resultar agresivas en contacto con el hormigón.

➤ **Límites de consistencia**

Tabla 28

Resumen de ensayo de límites de consistencia de calicata 1

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	LI	LP	IP
C-1	E-1	0.00-0.80	N/P	N/P	N/P
	E-2	0.80-1.00	N/P	N/P	N/P
	E-3	1.00-1.50	N/P	N/P	N/P

Nota: Elaboración propia

Tabla 29

Resumen de ensayo de límites de consistencia de calicata 2

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	LI	LP	IP
C-2	E-1	0.00-0.70	N/P	N/P	N/P
	E-2	0.70-1.00	N/P	N/P	N/P
	E-3	1.00-1.50	N/P	N/P	N/P

Nota: Elaboración propia

Tabla 30

Resumen de ensayo de límites de consistencia de calicata 3

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	LI	LP	IP
C-3	E-1	0.00-0.75	N/P	N/P	N/P
	E-2	0.75-1.10	N/P	N/P	N/P
	E-3	1.10-1.50	N/P	N/P	N/P

Nota: Elaboración propia

Interpretación: En nuestra zona de estudio se puede observar mediante los resultados que no predominan los suelos finos, por lo tanto, no se puede obtener los cambios de los límites de consistencia que podrían presentar estos tipos de suelos.

➤ **Análisis físico químicos de suelos y agregados**

Tabla 31*Resumen de ensayo análisis químico de calicata 1*

Calicata	pH	Profundidad (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	Sales solubles totales	Carbonato (ppm)
C-1	6.9	1.5	3804.59	1681.70	4731.40	583.30
Reporte en %p/p			0.3804	0.1681	0.4731	0.0583

Nota: Elaboración propia

Tabla 32*Resumen de ensayo análisis químico de calicata 2*

Calicata	pH	Profundidad (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	Sales solubles totales	Carbonato (ppm)
C-2	6.9	1.5	1460.03	1277.10	2616.22	580.70
Reporte en %p/p			0.1460	0.1277	0.2616	0.0580

Nota: Elaboración propia

Tabla 33*Resumen de ensayo análisis químico de calicata 3*

Calicata	pH	Profundidad (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	Sales solubles totales	Carbonato (ppm)
C-3	6.9	1.5	2633.43	1810.70	4877.30	350.0
Reporte en %p/p			0.2633	0.1810	0.4877	0.0350

Nota: Elaboración propia

Interpretación: Luego de llevar las muestras a laboratorio para realizar los ensayos químicos, se puede observar en las tablas 23, 24 y 25, que existe presencia de sulfatos, en las 3 calicatas. Según la Norma Técnica de Edificaciones E0.60 de concreto armado en la tabla 4.4 la concentración de sulfatos sería “Severa” ($1500 \leq SO_4 < 10000$), asimismo en esta tabla nos brinda recomendaciones acerca de la resistencia que se debe a considerar y que tipo de cemento usar.

➤ **Análisis granulométrico por tamizado**

➤ **MTC E 107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88**

➤ **MUESTRA C-1, E-1**

Mediante el ensayo de la granulometría conoceremos de una manera cuantitativa la proporción de cada tamiz según las partículas del material de muestra, clasificándolos en cada uno de ellos, y para ello debemos conocer las aberturas de cada tamiz.

Tabla 34

Muestra C-1, E-1

GENERALES		
Peso muestra seca		1,991 g
Peso muestra lavada y seca		1,961 g
Finos equiv. <#4:	74.2%	1,478 g
Grava usada	25.8%	513 g
Fino ensayado < #4		1,478 g
Frac. Equiv. < #200	1.5%	30 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		¾"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		20.870
Curvatura (Cc)		0.207
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		187.9 g
2 . Peso suelo seco		184.7 g
Peso de agua (1) – (2)		3.2 g
Humedad (3)*100/(2)		1.7 g
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL):	0.00	
Limite Plastico (LP)	NP	

Indice Plástico (IP) NP

Nota: Elaboración propia

3-TAMIZADO

Tabla 35

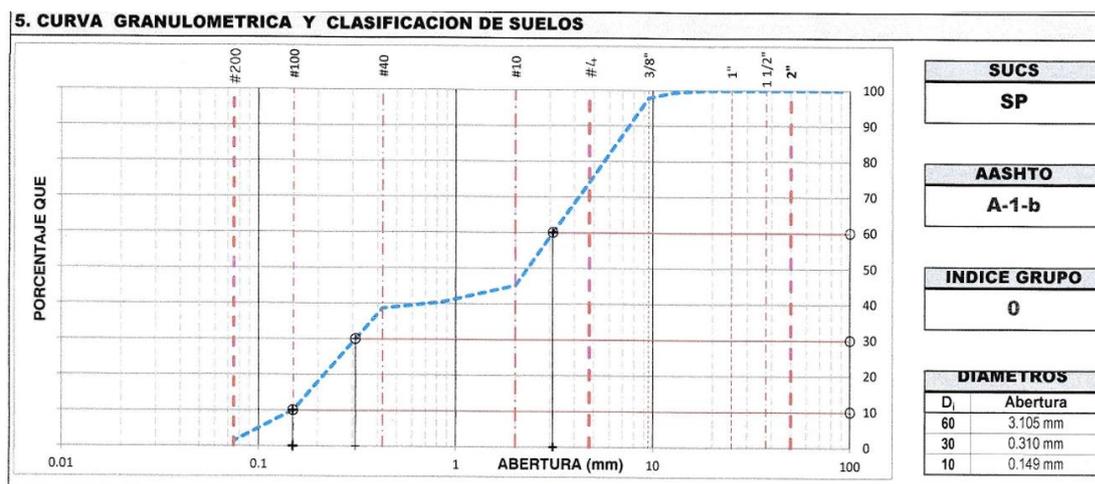
Tamizado

TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%		
	ASTM	(mm)		% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	14.7	0.7	99.3
9	3/8"	9.500	28.2	1.4	97.8
10	#4	4.750	470.4	23.6	74.2
11	#10	2.000	576.6	29.0	45.3
12	#20	0.850	95.3	4.8	40.5
13	#40	0.425	36.2	1.8	38.7
14	#100	0.150	568.7	28.6	10.1
15	#200	0.075	171.1	8.6	1.5
16	FONDO	0.075	29.7	1.5	

Nota: Elaboración propia

Figura 5

Curva granulométrica y clasificación de suelos



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

MUESTRA C-1, E-2

Tabla 36

Muestra C-1, E-2

GENERALES		
Peso muestra seca		1,993 g
Peso muestra lavada y seca		1,959 g
Finos equiv. <#4:	75.9%	1,512 g
Grava usada	24.1%	481 g
Fino ensayado < #4		1,512 g
Frac. Equiv. < #200	1.7%	34 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		¾"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.550
Curvatura (Cc)		0.199
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		156.8 g
2 . Peso suelo seco		154.7 g
Peso de agua (1) – (2)		2.1 g
Humedad (3)*100/(2)		1.4 g
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL):	0.00	
Limite Plastico (LP)	NP	
Indice Plástico (IP) NP		

Nota: Elaboración propia

Tabla 37

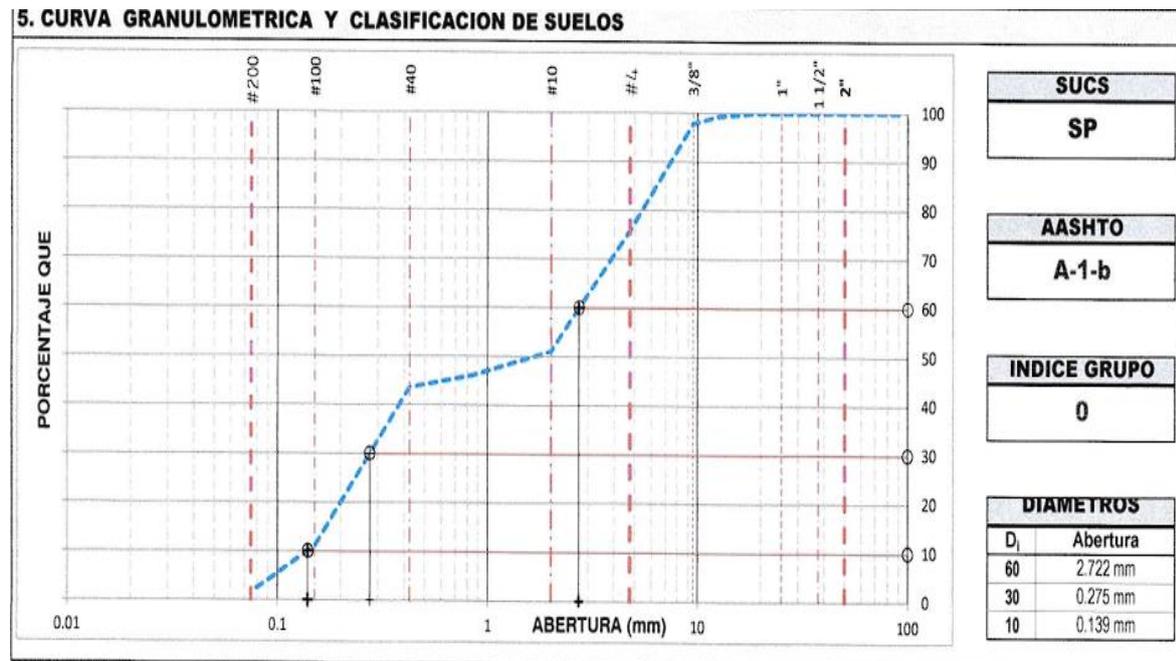
Tamizado

TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION ASTM (mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	14.1	0.7	99.3
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7
16	FONDO	0.075	33.1	1.7	

Nota: Elaboración propia

Figura 6

Tamizado



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 38*MUESTRA C-1, E-3*

GENERALES		
Peso muestra seca		2,495 g
Peso muestra lavada y seca		2,460 g
Finos equiv. <#4:	51.2%	1,277 g
Grava usada	48.8%	1,218 g
Fino ensayado < #4		1,277 g
Frac. Equiv. < #200	1.4%	35 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		1 1/2"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		39.482
Curvatura (Cc)		0.147
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		178.7 g
2 . Peso suelo seco		175.5 g
Peso de agua (1) – (2)		3.2 g
Humedad (3)*100/(2)		1.8 g
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL):	0.00	
Limite Plastico (LP)	NP	
Indice Plástico (IP)	NP	

Nota: Elaboración propia

Tabla 39*Tamizado*

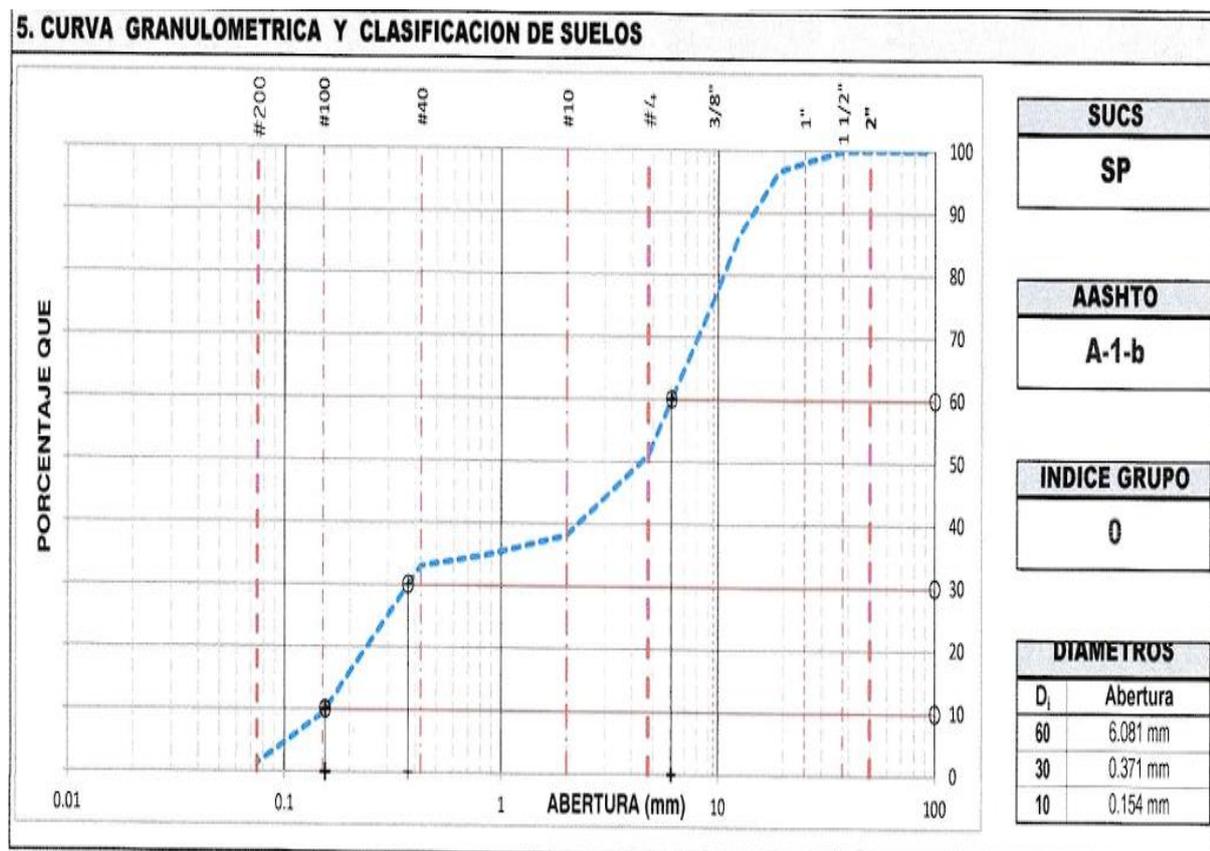
TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%		
	ASTM (mm)			% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	46.8	1.9	98.1
7	¾"	19.000	34.3	1.4	96.7

8	1/2"	12.500	255.3	10.2	86.5
9	3/8"	9.500	264.8	10.6	75.9
10	#4	4.750	617.1	24.7	51.2
11	#10	2.000	324.2	13.0	38.2
12	#20	0.850	80.5	3.2	34.9
13	#40	0.425	44.8	1.8	33.1
14	#100	0.150	591.7	23.7	9.4
15	#200	0.075	199.9	8.0	1.4
16	FONDO	0.075	35.4	1.4	

Nota: Elaboración propia

Figura 7

Tamizado



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 40*Muestra C-2, E-1*

GENERALES		
Peso muestra seca		1,933 g
Peso muestra lavada y seca		1,890 g
Finos equiv. <#4:	74.2%	1,465 g
Grava usada	25.8%	468 g
Fino ensayado < #4		1,465 g
Frac. Equiv. < #200	1.5%	43 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		¾"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.879
Curvatura (Cc)		0.209
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		254.3 g
2 . Peso suelo seco		248.3 g
Peso de agua (1) – (2)		6.0 g
Humedad (3)*100/(2)		2.4 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL):	0.00	
Limite Plastico (LP)	NP	
Índice Plástico (IP) NP		
Nota: Elaboración propia		

Tabla 41*3-Tamizado*

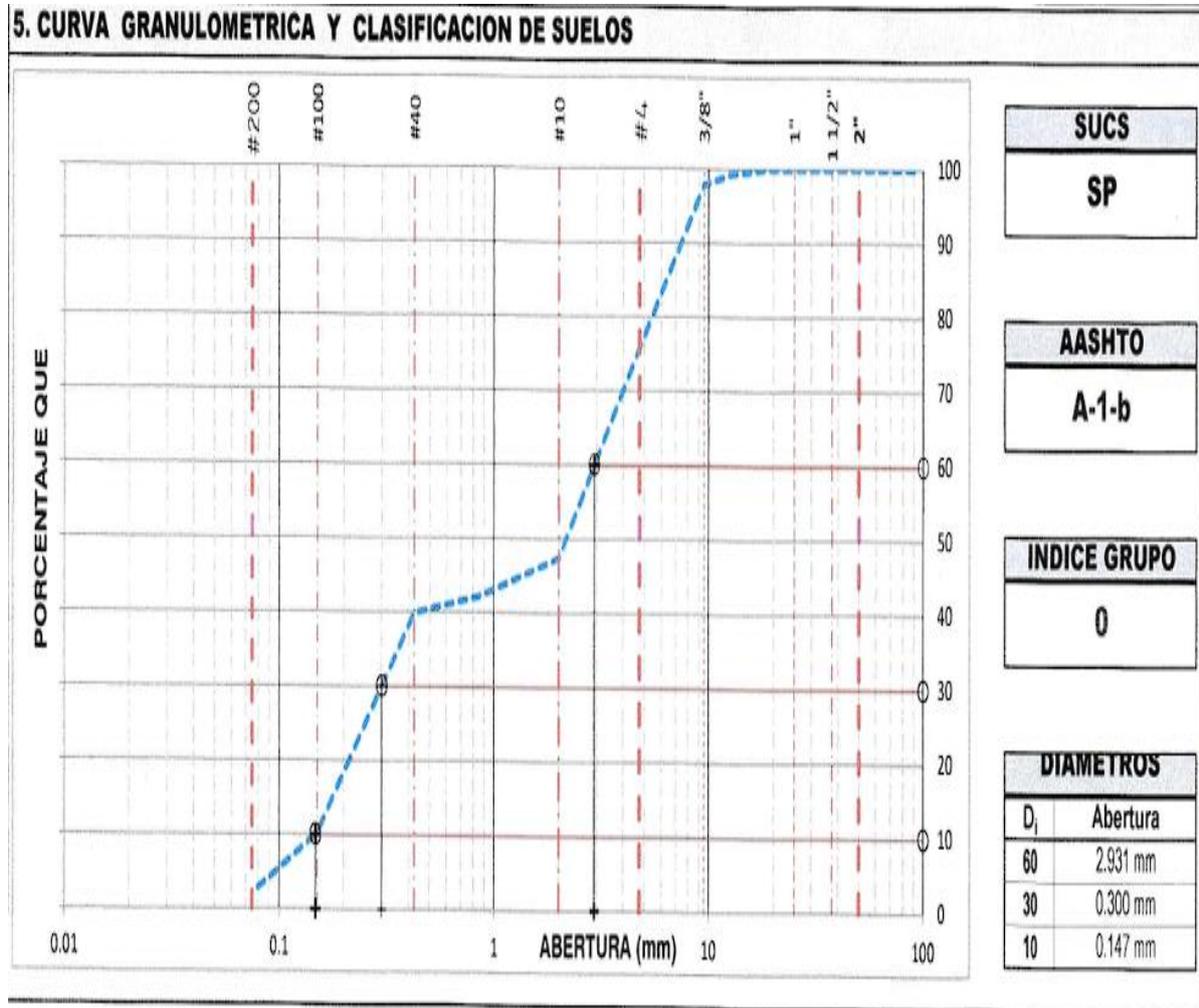
TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%	% QUE PASA	
	ASTM (mm)				
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	15.2	0.8	99.2
9	3/8"	9.500	27.3	1.4	97.8
10	#4	4.750	425.6	22.0	75.8
11	#10	2.000	547.3	28.3	47.5
12	#20	0.850	101.2	5.2	42.2
13	#40	0.425	45.3	2.3	39.9
14	#100	0.150	574.3	29.7	10.2

15	#200	0.075	154.2	8.0	2.2
16	FONDO	0.075	42.3	2.2	

Nota: Elaboración propia

Figura 8

3-Tamizado



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 42*Muestra C-2, E-2*

GENERALES		
Peso muestra seca		1,923 g
Peso muestra lavada y seca		1,883 g
Finos equiv. <#4:	75.9%	1,459 g
Grava usada	24.1%	464 g
Fino ensayado < #4		1,459 g
Frac. Equiv. < #200	2.1%	40 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		¾"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.452
Curvatura (Cc)		0.209
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		198.5 g
2 . Peso suelo seco		195.3 g
Peso de agua (1) – (2)		3.2 g
Humedad (3)*100/(2)		1.6 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL):	0.00	
Limite Plastico (LP)	NP	
Indice Plástico (IP) NP		

Nota: Elaboración propia

Tabla 43*3-Tamizado*

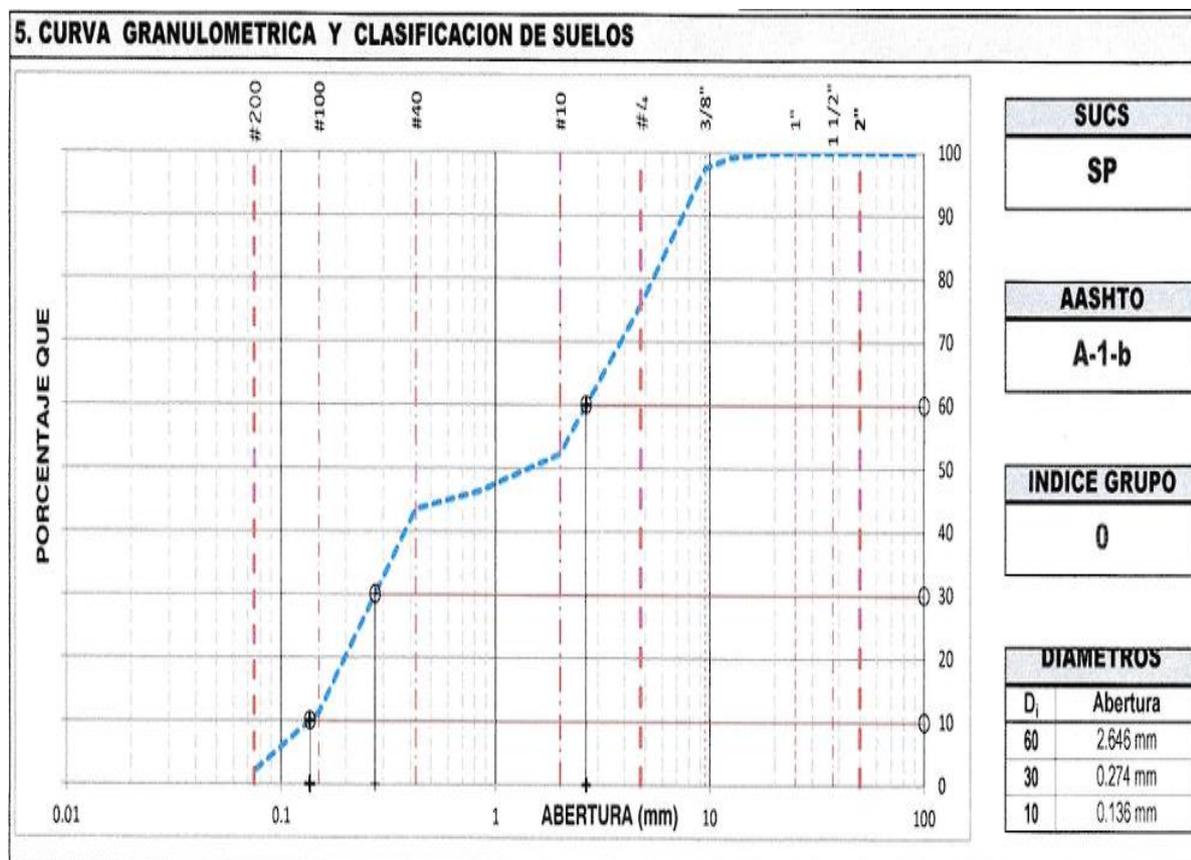
TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%	% QUE PASA	
	ASTM (mm)				
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	16.3	0.8	99.2
9	3/8"	9.500	31.2	1.6	97.5
10	#4	4.750	416.3	21.6	75.9
11	#10	2.000	452.3	23.5	52.4
12	#20	0.850	112.3	5.8	46.5
13	#40	0.425	56.3	2.9	43.6
14	#100	0.150	621.5	32.3	11.3

15	#200	0.075	175.6	9.1	2.1
16	FONDO	0.075	41.2	2.1	

Nota: Elaboración propia

Figura 9

3-Tamizado



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 44

Muestra C-2, E-3

GENERALES		
Peso muestra seca		2,369 g
Peso muestra lavada y seca		2,329 g
Finos equiv. <#4:	49.1%	1,163 g
Grava usada	50.9%	1,206 g
Fino ensayado < #4		1,163 g

Frac. Equiv. < #200	1.7%	40 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		1 1/2"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		44.349
Curvatura (Cc)		0.131
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		213.2 g
2 . Peso suelo seco		210.3 g
Peso de agua (1) – (2)		2.9 g
Humedad (3)*100/(2)		1.4 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite liquido (LL): 0.00		
Limite Plastico (LP) NP		
Indice Plástico (IP) NP		

Nota: Elaboración propia

Tabla 45

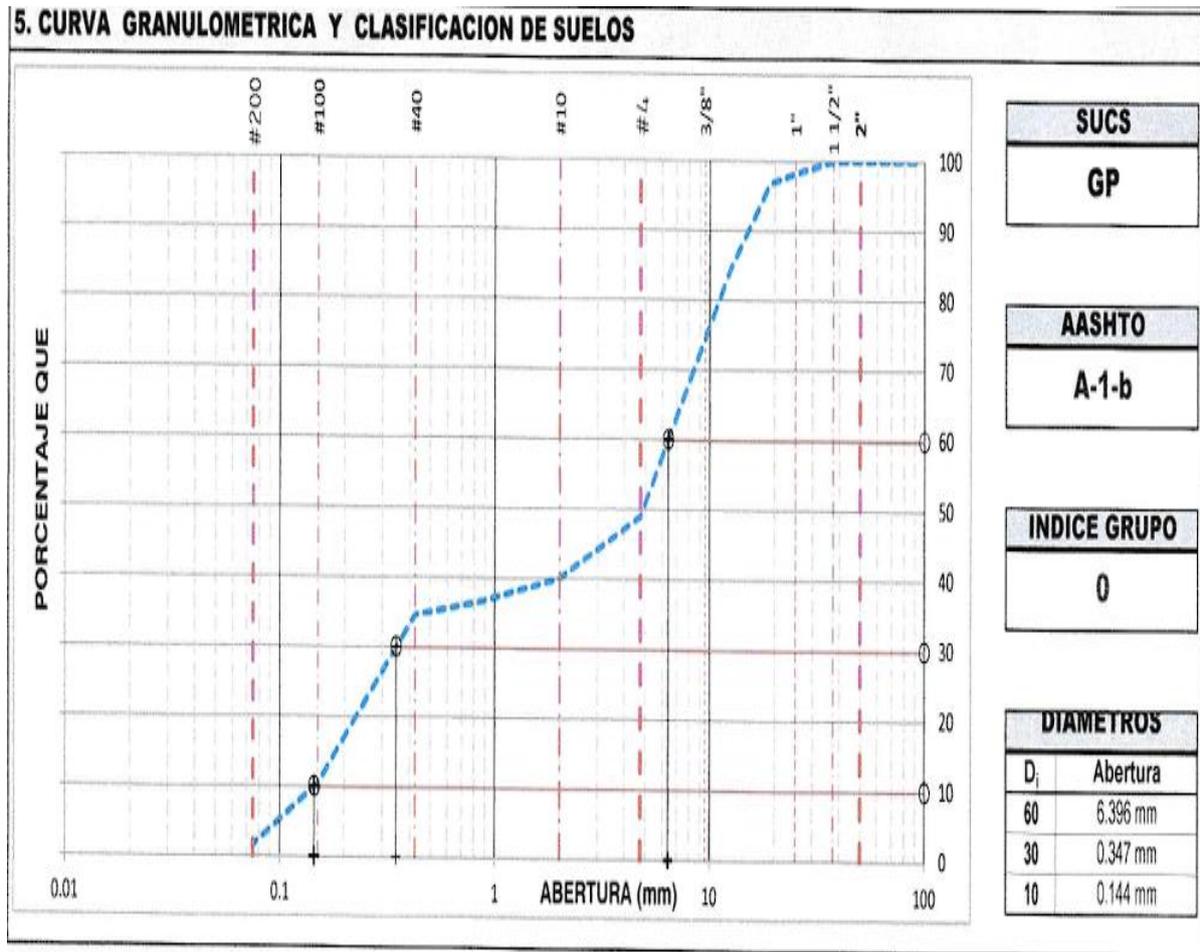
3-TAMIZADO

TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%		
	ASTM (mm)			% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	40.2	1.7	98.3
7	¾"	19.000	36.2	1.5	96.8
8	½"	12.500	287.3	12.1	84.6
9	3/8"	9.500	241.3	10.2	74.5
10	#4	4.750	601.3	25.4	49.1
11	#10	2.000	213.2	9.0	40.1
12	#20	0.850	82.1	3.5	36.6
13	#40	0.425	45.2	1.9	34.7
14	#100	0.150	574.3	24.2	10.5
15	#200	0.075	208.3	8.8	1.7
16	FONDO	0.075	39.4	1.7	

Nota: Elaboración propia

Figura 10

3-Tamizado



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Grava pobremente gradada con arena según SUCS es GP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 46

Muestra C-3, E-1

GENERALES

Peso muestra seca		1,935 g
Peso muestra lavada y seca		1,902 g
Finos equiv. <#4:	75.9%	1,431 g
Grava usada	24.1%	504 g
Fino ensayado < #4		1,431 g
Frac. Equiv. < #200	2.1%	33 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL

TAMAÑO MAXIMO	¾"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	21.014
Curvatura (Cc)	0.209
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	154.2 g
2 . Peso suelo seco	150.2 g
Peso de agua (1) – (2)	4.0 g
Humedad (3)*100/(2)	2.7 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite liquido (LL): 0.00	
Limite Plastico (LP) NP	
Indice Plástico (IP) NP	

Nota: Elaboración propia

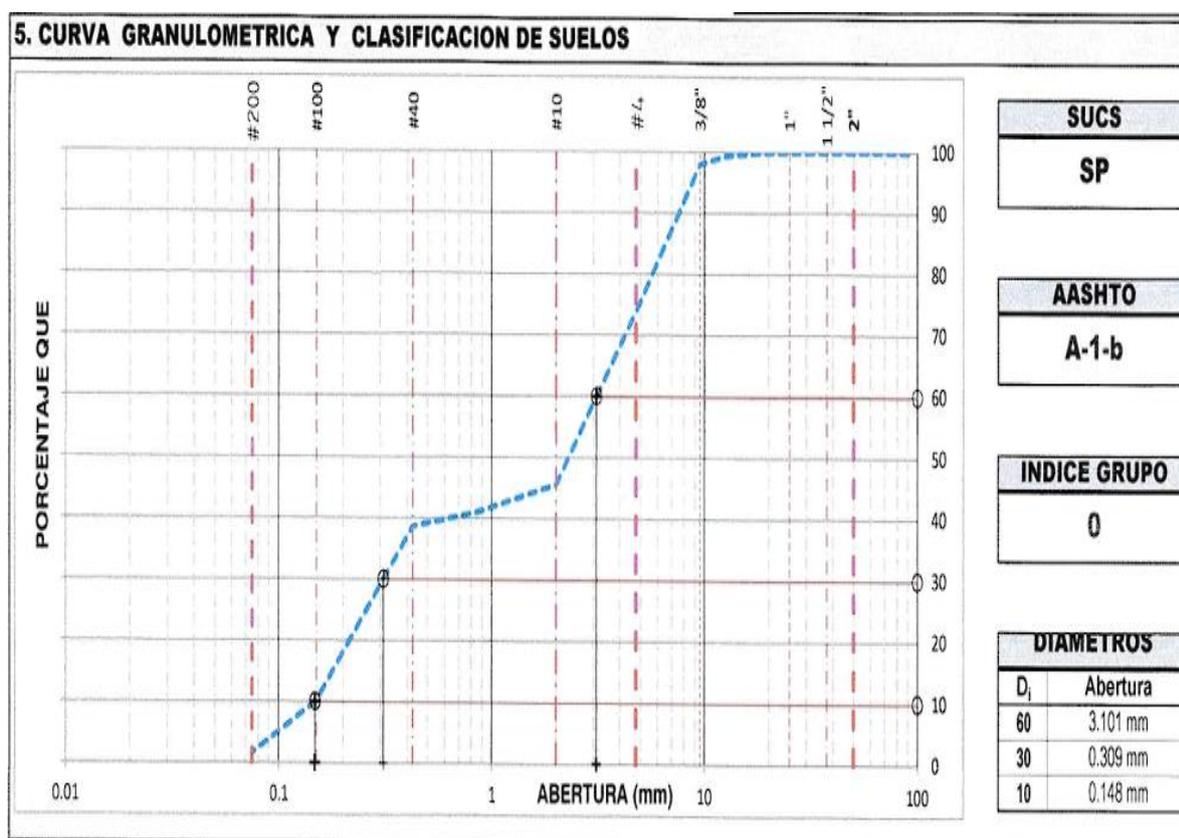
Tabla 47*3-TAMIZADO*

TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION	PESO (g)	%		
	ASTM (mm)			% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	12.5	0.6	99.4
9	3/8"	9.500	26.5	1.4	98.0
10	#4	4.750	465.3	24.0	73.9
11	#10	2.000	546.2	28.2	45.7
12	#20	0.850	90.2	4.7	41.0
13	#40	0.425	45.3	2.3	38.7
14	#100	0.150	551.2	28.5	10.2
15	#200	0.075	165.3	8.5	1.7
16	FONDO	0.075	32.5	1.7	

Nota: Elaboración propia

Figura 11

3-TAMIZADO



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 48

Muestra C-3, E-2

GENERALES		
Peso muestra seca		1,993 g
Peso muestra lavada y seca		1,959 g
Finos equiv. <#4:	75.9%	1,512 g
Grava usada	24.1%	481 g
Fino ensayado < #4		1,512 g
Frac. Equiv. < #200	2.1%	34 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		¾"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.550

Curvatura (Cc)	0.199
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	148.3 g
2 . Peso suelo seco	145.2 g
Peso de agua (1) – (2)	3.1 g
Humedad (3)*100/(2)	2.1 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite liquido (LL): 0.00	
Limite Plastico (LP) NP	
Indice Plástico (IP) NP	
Nota: Elaboración propia	

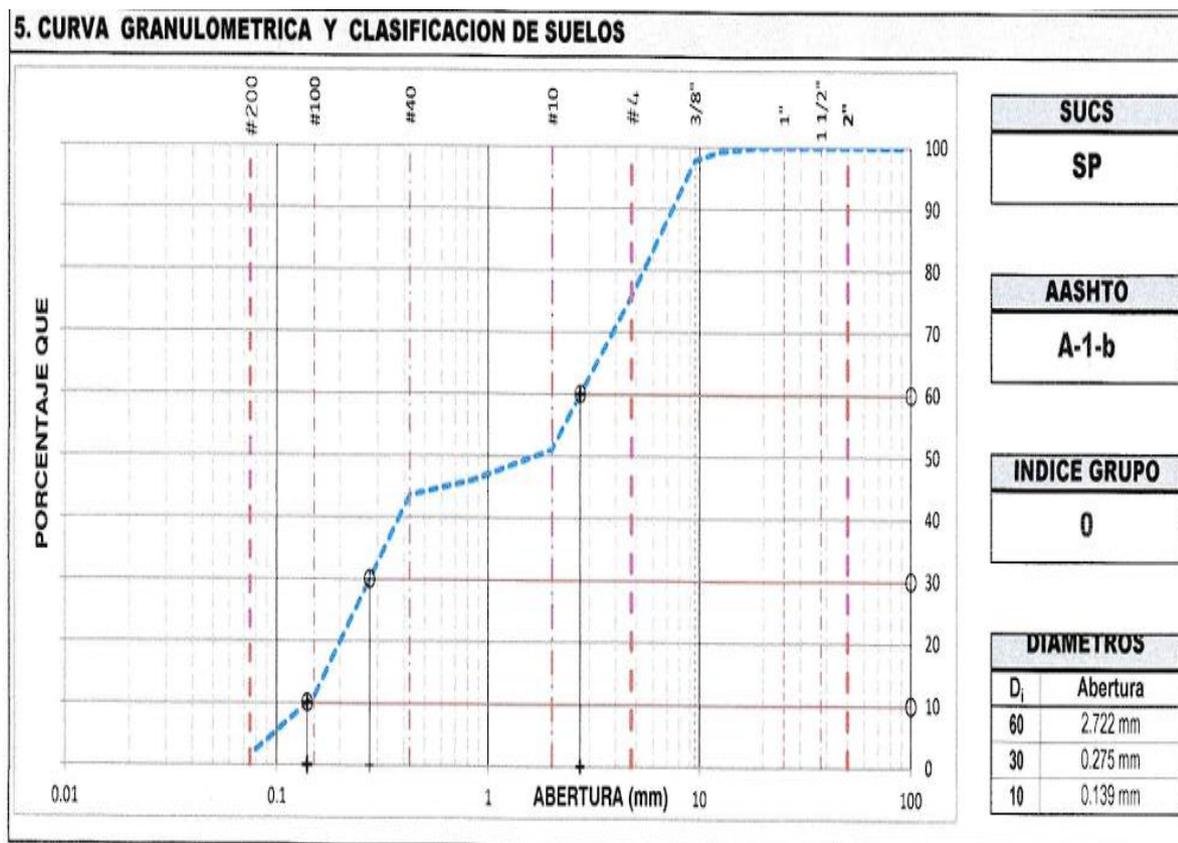
Tabla 49*3-Tamizado*

TAMIZ			RETENIDO		PASANTE
N	DENOMINACION		PESO (g)	%	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)			% QUE PASA
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	¾"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	½"	12.500	14.1	0.7	99.3
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7
16	FONDO	0.075	33.1	1.7	

Nota: Elaboración propia

Figura 12

3-TAMIZADO



Nota: Elaboración propia

Descripción del suelo: Como se puede apreciar en los resultados obtenidos en el laboratorio, se pudo apreciar que el tipo de suelo es Arena pobremente gradada con grava según SUCS es SP y según ASSHTO es A-1-b.

Tabla 50

Muestra C-3, E-3

GENERALES		
Peso muestra seca		2,466 g
Peso muestra lavada y seca		2,402 g
Finos equiv. <#4:	51.2%	1,321 g
Grava usada	48.8%	1,145 g
Fino ensayado < #4		1,321 g
Frac. Equiv. < #200	1.4%	64 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMAÑO MAXIMO		1 1/2"
COEFICIENTES		

Uniformidad (Cu)	42.386
Curvatura (Cc)	0.152
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	165.3 g
2 . Peso suelo seco	162.3 g
Peso de agua (1) – (2)	3.0 g
Humedad (3)*100/(2)	1.8 g
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite liquido (LL): 0.00	
Limite Plastico (LP) NP	
Indice Plástico (IP) NP	

Nota: Elaboración propia

Tabla 51

3-TAMIZADO

TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)	
N	DENOMINACION ASTM (mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 ½"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 ½"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 ½"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	51.2	2.1	97.9
7	¾"	19.000	36.2	1.5	96.5
8	½"	12.500	225.6	9.1	87.3
9	3/8"	9.500	248.3	10.1	77.2
10	#4	4.750	584.0	23.7	53.6
11	#10	2.000	316.5	12.8	40.7
12	#20	0.850	98.2	4.0	36.7
13	#40	0.425	48.3	2.0	34.8
14	#100	0.150	578.3	23.4	11.3
15	#200	0.075	214.3	8.7	2.6
16	FONDO	0.075	65.3	2.6	

Nota: Elaboración propia

Proporción en peso	1: 1.60 1.79
Proporción en volumen	1: 1.43 1.87
Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento	
Cemento	1 Bolsa
Arena	68.00 Kg/bolsa
Piedra	76.08 Kg/bolsa
Agua	19.13 Lt/bolsa

Figura 14

Validación De Resultados

<p>DOCUMENTO DE VALIDACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE CONCRETO Y GEOTÉCNICO</p> <p>Profesional: Ms.Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola. Registro del colegio de Ingenieros. CIP 47898 Domicilio: General Córdova 1185 Miraflores-Lima Teléfono 4005482- celular 995220086</p> <p>Peticionario: Bach: KARINA OLENKA MENESES VARGAS</p> <p>TESIS DE GRADO: DETERMINACION Y CARACTERIZACION DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACION PARA CONSTRUCCION DE IGLESIA PARAISO -HUACHO-LIMA</p> <p>FECHA DE LOS ESTUDIOS A VALIDAR: 04 ABRIL DE 2022.</p> <p>El presente documento QUE SUSCRIBO tiene por finalidad Validar resultado de laboratorio de diseño de concreto y de mecánica de suelos a ser utilizados en el desarrollo de la tesis de grado arriba detallada.</p> <p><u>Validación del diseño de concreto.</u></p> <p>Cemento portland (tipo V) conforme para suelos que tienen sales y sulfatos. Resultado conforme.</p> <p>Dosificación: cemento arena y piedra: conforme para concretos estructurales F₂₈ mayores a 210kg/cm² resultado conforme.</p> <p>Slump :para cimentaciones valores entre 3" a 4" resultado conforme para cimentaciones.</p> <p>Validación de resultados para uso en cimentaciones</p> <p>Conclusión: se valida los resultados para el diseño de concreto.</p> <p><u>Validación de ensayos de laboratorio geotécnico.</u></p> <p><u>Validación de parámetros geotécnicos:</u></p> <p>Se realizo el ensayo de corte directo según la norma ASTM D30380 para obtener la cohesión y el Angulo de fricción interna de acuerdo con la muestra de suelo entregada para el ensayo de laboratorio,</p> <p>Tipo de suelo arena pobremente graduada según SUCS: SP</p> <p>Del Ensayo de corte directo se obtuvieron los Valores de cohesión y Angulo de fricción interna, que permiten calcular el valor de la capacidad admisible de carga, se obtuvieron los siguientes valores.</p> <p>COHESION= 0 QUE CORRESPONDE A UN VALOR DE SUELO GRUESO COMO ES LA ARENA POBREMENTE GRADUADA(SP)</p> <p>CONCLUSION: SEVALIDA EL RESULTADO PARA EL VALOR DE COHESION.</p> 	<p>ANGULO DE FRICCION INTERNA = 32 °</p> <p>CONCLUSION: SE VALIDA PARA EL CASO DE ARENA YA QUE EXISTEN REFERENCIAS INDICADAS EN BIBLIOGRAFIAS ESPECIALIZADAS EN GEOTECNIA Y ANTECEDENTES DE VALORES SIMILARES PARA ESTE TIPO DE SUELOS.</p> <p>COMPACTACION DE SUELO</p> <p>PARA EVALUAR LA DENSIDAD DEL SUELO EN EL CAMPO SE UTILIZO EL METODO DEL CONO DE ARENA BAJO EL CRITERIO DE DENSIDAD HUMEDA DE CAMPO OBTENIENDOSE LOS SIGUIENTES VALORES:</p> <p>DENSIDAD DE SUELO HUMEDO= 1.86 GR/CC</p> <p>HUMEDAD DEL SUELO = 3.18%</p> <p>DENSIDAD SECA DE SUELO= 1.80 GR/CC</p> <p>CONCLUSION: LUEGO DE APLICAR LA FORMULA CORRESPONDIENTE A DENSIDAD SECA DEL SUELO EN LA QUE INTERVIENE LA DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELOS SE CORROBOR EL VALOR DE LA DENSIDAD SECA DE SUELO</p> <p>POR LO QUE SE VALIDA EL VALOR DE LA DENSIDAD OBTENIDO A TRAVES DE LA COMPACTACION DEL SUELO EN EL CAMPO.</p> <p>CONCLUSION GENERAL.</p> <p>De los resultados en las planillas de los resultados de ensayos de laboratorio geotécnico y laboratorio de concreto el Profesional que suscribe:</p> <p>Valida los resultados obtenidos que son mostrados en las planillas respectivas.</p> <p>Ciudad de Lima 24 agosto de 2023</p>  <p>GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARIOLA • •</p> <p>INGENIERO CIVIL CIP 47898.</p>
---	--

Nota: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con el objetivo general: Analizar la influencia de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023, Se logro identificar las propiedades físicas y químicas del terreno, indicando así qué propiedades permiten que ocurra la reacción entre el sulfato y el hormigón. Jiménez y Lozano (2018) menciona que el agua salada o retenida es un medio para la que exista la presencia de sulfatos SO_4 significativos, cabe señalar que las condiciones de salinidad del agua de mar presentan concentración de sulfatos de 2623.6 pm. Torres y Acevedo (2008) mencionan en su estudio que, la salinidad mediante el agua de riego la acumulación de iones de sulfatos en el perfil del suelo, dan origen a la acumulación de sulfatos en los terrenos, lo cual conllevan a originar problemas a las construcciones a largo plazo debido a que el sulfato ataca directamente a las cimentaciones. En su lugar de estudio en el punto 5 encontró niveles moderados de concentración de sulfatos SO_4 , debido a que se encuentran dentro de una zona con mucha tierra agrícola y rodeados de acequias de riego, estos al ser suelos arenosos son propensos a presentar infiltraciones provocando el agravo del problema existente. En conclusión, la hipótesis si se cumple debido a que la determinación y caracterización de los sulfatos si tiene un impacto directo en la construcción ya que a través de estos estudios nos permitirá verificar antes de llevar a cabo las construcciones si el terreno en donde se llevara a cabo la ejecución del proyecto tiene presencia de sulfatos y en qué nivel se encuentran teniendo en cuenta la tabla 4.4 de la norma E.060 de la Norma Técnica de Edificaciones- NTE, además de que mediante esta tabla nos indica que tipo de cemento y aditivos usar, la relación máxima agua-cemento y $f'c$ mínimo del concreto.

Con respecto al objetivo específico 1, Evaluar las características físicas y químicas a través de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023. Luego de la realización de los

ensayos se logró determinar las características físicas del suelo tales como: el tipo de suelo el cual se presentó un suelo arenoso pobremente graduado SP, su contenido de humedad el cual se obtuvo un porcentaje promedio de 2.27%, los límites de consistencia el cual debido a que no se contaba con la presencia de suelos finos no se podía determinar el cambio de estos mismos, su composición de análisis granulométrico en donde se presenció que predominaba el suelo arenoso, su capacidad portante que se obtuvo fue de 222, ángulo de fricción de 32° y su cohesión de 00.00 kg/cm². Asimismo, se logró determinar las características químicas del suelo el cual fue el contenido de sulfatos solubles (SO₄) el cual presento 1810.70 ppm de SO₄ el cual se encuentra dentro de un rango severo. Chacón (2018) en su tesis que lleva por título: “Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya TipoI.”, menciona que tras sus resultados obtenidos logro determinar la variación de la resistencia a la compresión en las muestras cilíndricas de concreto utilizando contenidos de sulfato en diferentes proporciones. Por lo cual si se tiene un punto en común con el autor ya que los sulfatos si presentan variaciones en su resistencia, con respecto al objetivo específico 2, Como la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023 mejora la durabilidad del concreto. Se logro evaluar las características químicas del suelo en este caso los contenidos de sulfatos solubles.

Pozo (2020) en su tesis de grado que lleva por *título* “analizar las características físicas y químicas de los sulfatos de cimentación para mejorar la durabilidad del hormigón”, menciona que tras sus resultados logro determinar las características tanto químicas como físicas del suelo y en el que se denoto que características generan una reacción entre el sulfato y el concreto, el cual hace que las cimentaciones pierdan durabilidad, se lora coincidir con el autor ya que menciona que los sulfatos reaccionan de manera incorrecta en la resistencia del concreto.

VI. CONCLUSIONES

- Se llego a la conclusión que las propiedades físicas como el contenido de agua, el tipo de suelo, el límite de consistencia y la capacidad de carga afectan la forma en que los sulfatos presentes en el suelo penetran en la matriz de concreto subyacente, y en qué áreas encontré que es posible evaluar si penetran. Por otro lado, cuando la estructura está en contacto con el suelo, se pueden realizar pruebas de contenido de sulfato soluble en base a los resultados de las propiedades químicas y se puede evaluar el tipo de cemento adecuado para combatir la presencia de sulfato en el terreno. Las propiedades físicas y químicas del suelo afectan la durabilidad del hormigón porque proporcionan información sobre cómo establecer contacto entre el suelo y las estructuras y cómo hacer frente a un posible ataque de sulfatos.
- Se llego a la conclusión que la determinación y caracterización de los terrenos sulfatados influyen moderadamente en la construcción”, analizando los resultados obtenidos se logra determinar que los contenidos de humedad de las 9 muestras 3 por cada calicata en la zona de estudio, por lo cual no son muy variables obteniendo así una tendencia e el suelo del mismo tipo o zonas aledañas, por lo que se logra determinar que no existe nivel freático o aguas subterráneas, en la cual no van influir en que los sulfatos se activen al poder estar en una solución con el agua del terreno. Por otro lado, en los ensayos granulométricos, límites de consistencia y clasificación de los suelos, se detalla que no existe una variación respecto a los tamaños de partículas del suelo, concluyendo que no se presentara muchas filtraciones y así cuidando nuestro concreto y manteniendo su durabilidad con el tiempo.
- Se llego a obtener una descripción general de la concentración de sulfato en el suelo. Dependiendo de los resultados, se aplicaron los requisitos mínimos especificados en la norma en el orden especificado. Para seleccionar el tipo correcto de cemento, se concluye que se optó por una mayor resistencia a los sulfatos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar nuevas tecnologías como el uso de geomembrana y bacterias para evitar el contacto directo entre suelo y estructuras, mejorar la durabilidad del concreto y mejorar la durabilidad.
- Se recomienda realizar pruebas de suelo utilizando procedimientos apropiados y regulados para obtener resultados aceptables y encontrar soluciones precisas para combatir la penetración de sulfatos en la matriz de concreto de los cimientos.
- Se recomienda realizar pruebas adicionales utilizando concentraciones controladas de varios tipos de sulfatos para determinar cómo reacciona químicamente el tipo de cemento seleccionado con los distintos tipos de sulfatos presentes.

VIII. REFERENCIAS

- Alva, J. (2011). Introducción y conceptos básicos. Memoria Del Colegio Nacional, 101– 109.
<https://anamarcelabayona.files.wordpress.com/2012/11/leyes-de-la-termodinc3a1mica2.pdf>
- Arias, D. y Espinosa, M. (2021). Evaluación del mucílago de nopal y el cemento modificado en las propiedades del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en suelos sulfatados, Pachacamac – 2021. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/84324>
- Carbajal, E. (1998) Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (2da edición). Colegio de Ingenieros del Perú.
https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICO_S_DE_TECNOLOGIA
- Casas, J. (2010). Evaluación de la corrosión mediante técnicas electroquímicas en el acero de refuerzo del concreto en un ambiente acuoso con cloruro y sulfato. [Tesis de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Universidad Industrial Santander.
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/135004.pdf>
- Castro, H. y Gómez, I. (2015). Suelos sulfatados Ácidos. Editorial UPTC.
<https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/75>
- Cerdan, L. (2015) Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca. [Tesis de pregrado], Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Chacón, M. (2018). Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I – Lima 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25013>

- Farina, H. y Huapaya, O. (2019). *Formulación de cimentación superficial para un centro comercial de 3 pisos en una zona con suelos licuables en La Encantada – Chorrillos* [Tesis de Pregrado], Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Feng, Y.; Sheng, D. y Dong-qing L. (2016). Evaluación mecánica y de durabilidad del concreto con solución de sulfato de corrosión. Artículo científico. China. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6523878>
- Gómez, J. y Cenepo, J. (2019). Evaluación y diseño de la capacidad portante del suelo con fines de cimentación para viviendas multifamiliares en la CC.NN. Pucallpa, en el Distrito de Shanao, Lamas, San Martín. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Martín]. Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. <http://hdl.handle.net/11458/3282>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. 6 ed. México: McGraw-Hill,
- Hernandez, S. y Duana, D. (2020). Data collection techniques and instruments. Boletín Científico de la ciencias económicas administrativas. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>
- Jiménez, K. y Lozano, H. (2018). Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del Atlántico Colombiano. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. <https://hdl.handle.net/10983/22815>
- Lopez, P. (2004). Poblacion, muestra y muestreo. Punto cero. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso
- Nilson, A. (2006). Diseño de estructuras de concreto. In Society <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12071716/>

- Niño, A. (2018). Adición de cal para mejora de suelos con fines de cimentación en condominio Monte - Carmelo, Distrito El Carmen - Chincha - Ica, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43548>
- Núñez, J. (2019). Consideraciones para el análisis geotécnico de la cimentación de un edificio de gran altura en la ciudad de Bogotá D.C. Caso: edificio "entre calles" localizado en la calle 19 con carrera 7. [Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional de la Universidad Militar Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/36925>
- Pérez, L. (2015) Comportamiento del concreto permeable, Utilizando agregado de las canteras la Victoria y roca fuerte, aumentando Diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015. [Tesis de pregrado], Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Pineda, B, De Alvarado, E. De Canales, F. (1994). Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud. 2da. Organización Panamericana de la Salud. Washington.
- Pire, W. (2013). Estudio de durabilidad al ataque de sulfatos del concreto con agregado reciclado. <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/12818497.pdf>
- Pozo, P. (2018). Analizar las características físicas y químicas de suelos sulfatados con fines de cimentación ara mejorar la durabilidad del concreto – Nazca 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57536>
- Ragoug, R.; Omikrine, O.; Barberon, F.; Torrenti, J. ; Roussel, N.; Divet, L. (2019). Durabilidad de pastas de cemento expuestas al ataque externo de sulfatos y lixiviación: Aspectos físicos y químicos. Investigación sobre Cemento y Hormigón. Volumen 116.

Páginas 134-145. ISSN 0008-8846. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.11.006>.

Sánchez, E. (2022). Análisis de la exposición de cimentaciones al ataque químico por sulfatos en el suelo de la Parroquia de San Gerardo, Riobamba. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8810>

Traversa, L. y Villagrán, Y. (2010) Introducción a la durabilidad y patología de las estructuras de hormigón armado. IX Jornada "Técnicas de Restauración y Conservación Del Patrimonio", 1, 1–20.

Tulliani, J., Montanaro, L., Negro, A., y Collepari, M. (2002). Sulfate attack of concrete building foundations induced by sewage waters. *Cement and Concrete Research*, 32(6). [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(01\)00752-9](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(01)00752-9)

Valle, W. (2010). Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/4512/>

IX. ANEXOS

Anexo A

Tabla 52

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Operacionalización de las variables			Metodología
<p>Problema general ¿De qué manera influye la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023?</p> <p>Problemas específicos ¿Cómo evaluar las características físicas y químicas a través de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023?</p>	<p>Objetivo general Analizar la influencia de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023</p> <p>Objetivos específicos Evaluar las características físicas y químicas a través de la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023</p>	<p>Hipótesis general La determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación influye considerablemente en la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023</p> <p>Hipótesis específica El estudio de suelos influye en la durabilidad del concreto en las construcciones de</p>	<p>Variable</p> <p>Determinación y caracterización de los suelos sulfatados</p> <p>Cimentación para construcción de una iglesia</p>	<p>Dimensión</p> <p>Condiciones del suelo</p> <p>Características del suelo</p> <p>Evaluación del concreto</p> <p>Durabilidad del concreto</p>	<p>Indicador</p> <p>Cloruros</p> <p>Sulfatos</p> <p>Salinos</p> <p>Físicas</p> <p>Químicas</p> <p>Biológicas</p> <p>Asentamiento</p> <p>Compresión</p> <p>Peso unitario</p> <p>Resistencia a los su</p> <p>Capacidad de carga</p> <p>Capacidad de carga</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Población: Asociación Unidos el Paraíso</p> <p>Muestra: Terreno de la construcción de la iglesia en la Asociación Unidos el Paraíso</p>

<p>¿De qué manera la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023 mejora la durabilidad del concreto?</p>	<p>Paraíso, 2023. Como la determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023 mejora la durabilidad del concreto.</p>	<p>Huacho Paraíso, Huacho 2023. El contenido de sulfatos en los suelos influye en el deterioro a temprana edad de la cimentación en las construcciones de Paraíso, Huacho 2023</p>
--	--	---

Matriz de consistencia

Nota: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Anexo B**Tabla 53***Validación y confiabilidad de instrumento*

Ficha de recopilación de datos

Proyecto: Determinación y caracterización de los suelos sulfatados con fines de cimentación para la construcción de una iglesia en Paraíso, Huacho 2023.

AUTOR:

EXPERTO

I.	INFORMACIÓN GENERAL					
	UBICACIÓN:	Asociación Unidos el Paraíso, Huacho				
	DISTRITO:	Huacho	ALTITUD:	75 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 5'18"		
	REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	77° 36'37"		
II.	Condiciones del suelo					
	Colocar la información a recopilar en campo para medir la D1V1 o D1V2					
	Indicador 1	Und.	Indicador 2	Und.	Indicador 3	Und.
	Cloruros	%	Sulfatos	%	Salinos	%
III.	Características del suelo					
	Colocar la información a recopilar en campo para medir la D1V2 o D2V1					
	Indicador 1	Und.	Indicador 2	Und.	Indicador 3	Und.
	Físicas	%	Químicas	%	Biológicas	%
IV.	Evaluación del concreto					

Colocar la información a recopilar en campo para medir la D1V2 o D2V2							
Indicador 1	Und.	Indicador 2	Und.	Indicador 3	Und.		
Asentamiento	%	Compresión	%	Peso unitario	%		
V.	Durabilidad del concreto						
Colocar la información a recopilar en campo para medir la D2V2 o D1V2							
Indicador 1	Und.	Indicador 2	Und.	Indicador 3	Und.		
Resistencia a los sulfatos	%	Capacidad de carga portante	%	Capacidad de carga admisible	%		
APELLIDOS Y NOMBRES							
PROFESIÓN							
REGISTRO CIP N°							
CELULAR							

Nota: Elaboración propia

Anexo C

Figura 15

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



SOLICITADO : BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.	
PROYECTO : "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"	
LUGAR : ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.	MUESTRA : E-2 CALICATA : C-1
FECHA : 04 DE ABRIL DEL 2023	PROFUNDIDAD : 1.20 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(NORMA ASTM - D3080)

Muestra Nro.	E-2	Profundidad de la muestra(m):	1.20 m	Estado del Suelo	Natural	Inalterada	
Calicata:	C-1	Clasificación (SUCS):	SP			Remoldeada	X
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5	Tiempo de Consolidación (hrs)	...				

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Diámetro (Ø) (cm)	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78
Volumen (cm3)	42.71		42.71		42.71	
Peso (Gr)	77.06		76.96		76.86	
Peso Especifico de masa (gr/cm3)	1.804		1.802		1.800	
Humedad (w) (%)	1.19%		1.84%		1.76%	
Esfuerzo Normal (kg/cm2)	0.50		1.00		2.00	

Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
0.10	11.00	1.542	0.088	0.10	13.00	1.823	0.102	0.10	23.00	3.225	0.182
0.20	14.00	1.963	0.112	0.20	17.00	2.383	0.133	0.20	45.00	6.435	0.363
0.30	16.00	2.243	0.128	0.30	22.00	3.084	0.172	0.30	65.00	9.295	0.525
0.40	21.00	2.944	0.168	0.40	30.00	4.206	0.234	0.40	76.00	10.982	0.620
0.60	27.00	3.785	0.215	0.60	36.00	5.148	0.287	0.60	80.00	11.560	0.652
0.80	29.00	4.066	0.231	0.80	39.00	5.577	0.311	0.80	95.00	13.728	0.775
1.00	32.00	4.486	0.255	1.00	46.00	6.578	0.367	1.00	101.00	14.595	0.824
1.25	34.00	4.767	0.271	1.25	59.00	8.437	0.470	1.25	111.00	16.040	0.905
1.50	35.00	4.907	0.279	1.50	66.00	9.438	0.526	1.50	124.00	17.918	1.011
1.75	37.00	5.291	0.301	1.75	76.00	10.982	0.612	1.75	146.00	21.141	1.193
								2.00	152.00	22.010	1.242

OBSERVACIONES:

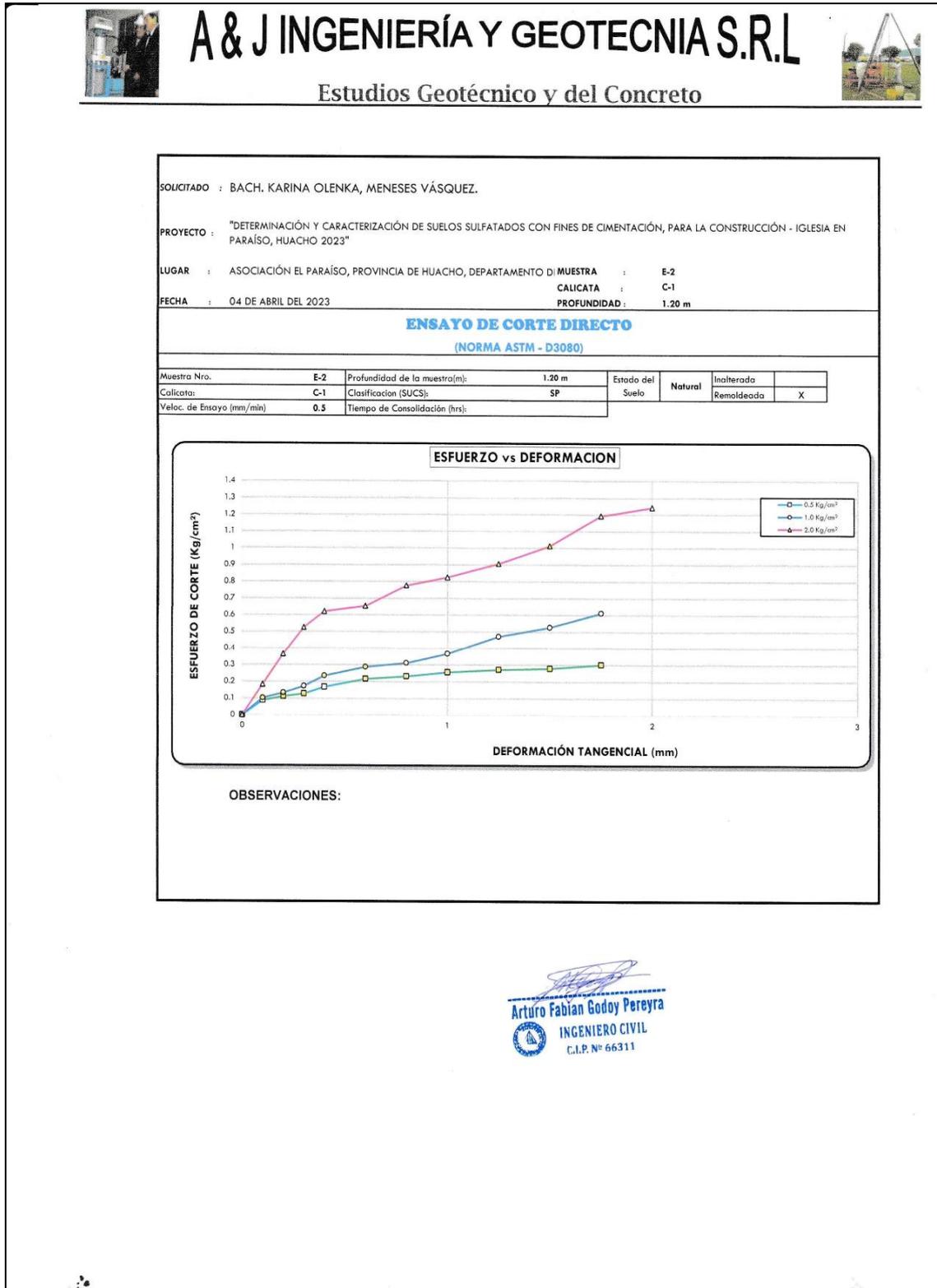


Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
G.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 16

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 17

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto



SOLICITADO : BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

PROYECTO : "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

LUGAR : ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA. **MUESTRA :** E-2

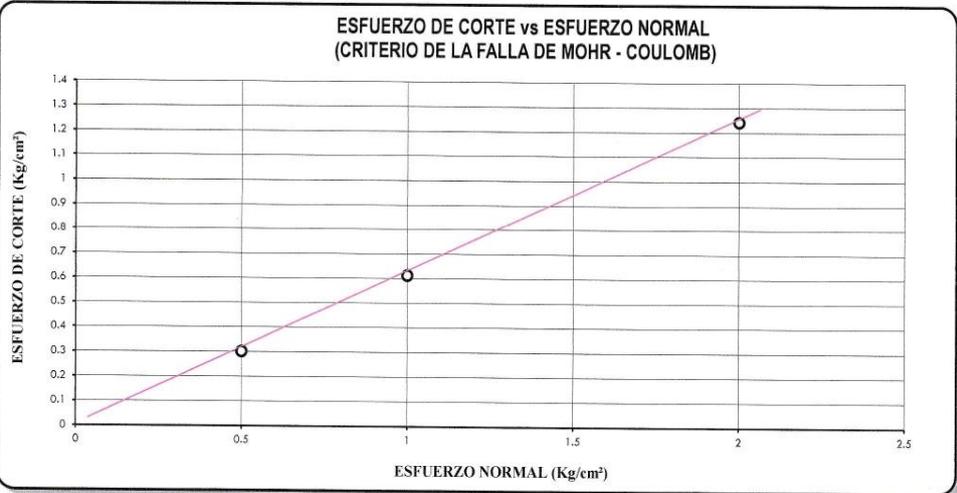
FECHA : 04 DE ABRIL DEL 2023 **CALICATA :** C-1

PROFUNDIDAD : 1.20 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(NORMA ASTM - D3080)

Muestra Nro.	E-2	Profundidad de la muestra(m):	1.20 m	Estado del Suelo	Natural	Inalterada	
Calicata:	C-1	Clasificación (SUCS):	SP			Remoldeada	X
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5	Tiempo de Consolidación (hrs)	...	COHESION :		0.0 kg/cm ²	
				ANGULO DE FRICCIÓN:		32°	

ESFUERZO DE CORTE vs ESFUERZO NORMAL
(CRITERIO DE LA FALLA DE MOHR - COULOMB)



The graph plots Shear Stress (ESFUERZO DE CORTE) in Kg/cm² on the y-axis (0 to 1.4) against Normal Stress (ESFUERZO NORMAL) in Kg/cm² on the x-axis (0 to 2.5). Three data points are plotted at approximately (0.5, 0.3), (1.0, 0.6), and (2.0, 1.2). A straight line is drawn through these points, representing the failure envelope. The line starts at the origin (0,0) and passes through the points, indicating a cohesionless soil with a friction angle of 32°.

OBSERVACIONES:



Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.M. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 18

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



SOLICITADO : BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.	
PROYECTO : "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"	
LUGAR : ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.	MUESTRA : E-2 CALICATA : C-1
FECHA : 04 DE ABRIL DEL 2023	PROFUNDIDAD : 1.20 m

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(NORMA ASTM - D3080)

Muestra Nro.	E-2	Profundidad de la muestra(m):	1.20 m	Estado del Suelo	Natural	Inalterada	
Calicata:	C-1	Clasificación (SUCS):	SP			Remoldeada	X
Veloc. de Ensayo (mm/min)	0.5	Tiempo de Consolidación (hrs)	...				

Datos	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
Diámetro (Ø) (cm)	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78
Volumen (cm ³)	42.71		42.71		42.71	
Peso (Gr)	77.06		76.96		76.86	
Peso Especifico de masa (gr/cm ³)	1.804		1.802		1.800	
Humedad (w) (%)	1.19%		1.84%		1.76%	
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.50		1.00		2.00	

Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
0.10	11.00	1.542	0.088	0.10	13.00	1.823	0.102	0.10	23.00	3.225	0.182
0.20	14.00	1.963	0.112	0.20	17.00	2.383	0.133	0.20	45.00	6.435	0.363
0.30	16.00	2.243	0.128	0.30	22.00	3.084	0.172	0.30	65.00	9.295	0.525
0.40	21.00	2.944	0.168	0.40	30.00	4.206	0.234	0.40	76.00	10.982	0.620
0.60	27.00	3.785	0.215	0.60	36.00	5.148	0.287	0.60	80.00	11.560	0.652
0.80	29.00	4.066	0.231	0.80	39.00	5.577	0.311	0.80	95.00	13.728	0.775
1.00	32.00	4.486	0.255	1.00	46.00	6.578	0.367	1.00	101.00	14.595	0.824
1.25	34.00	4.767	0.271	1.25	59.00	8.437	0.470	1.25	111.00	16.040	0.905
1.50	35.00	4.907	0.279	1.50	66.00	9.438	0.526	1.50	124.00	17.918	1.011
1.75	37.00	5.291	0.301	1.75	76.00	10.982	0.612	1.75	146.00	21.141	1.193
								2.00	152.00	22.010	1.242

OBSERVACIONES:

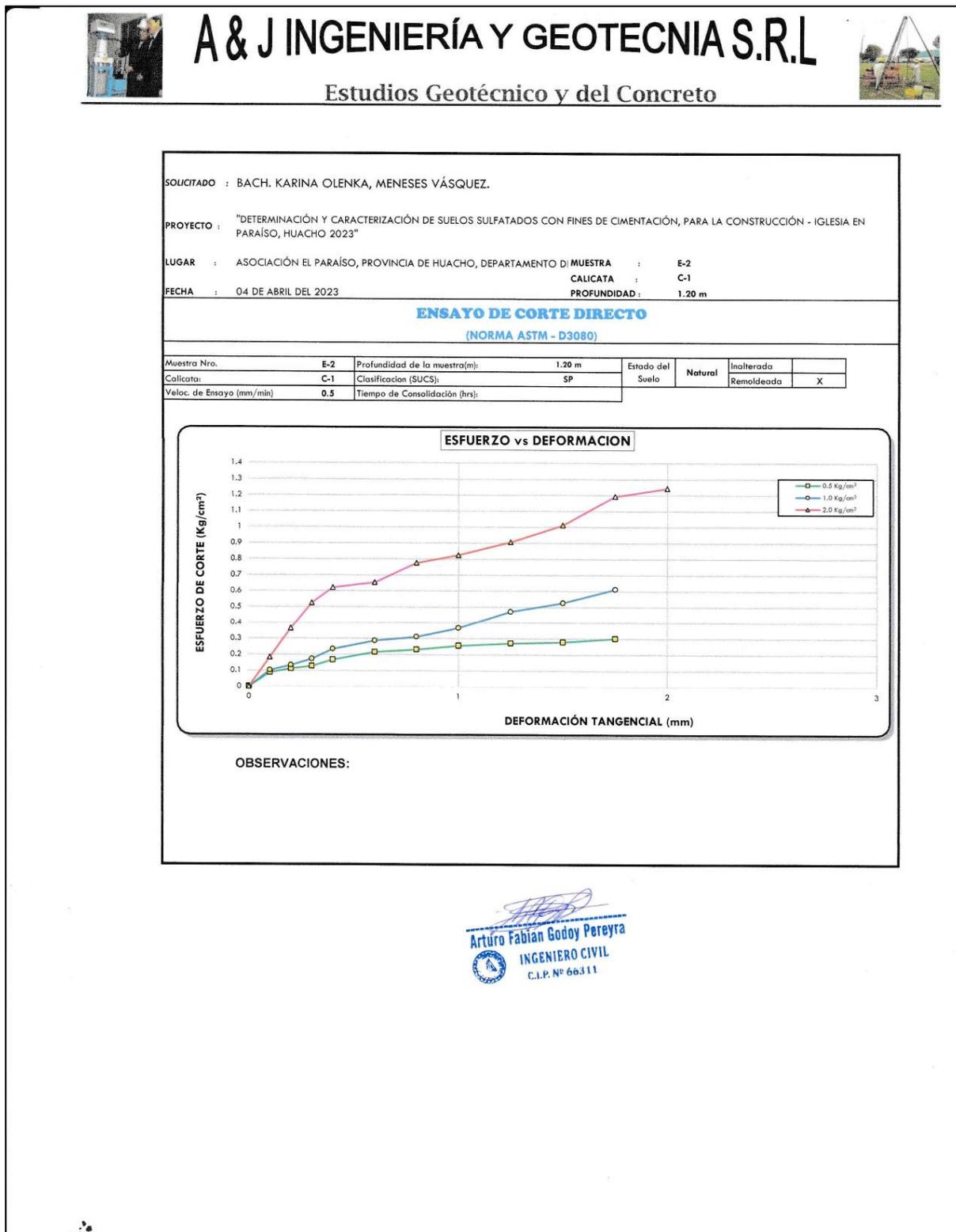


Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 19

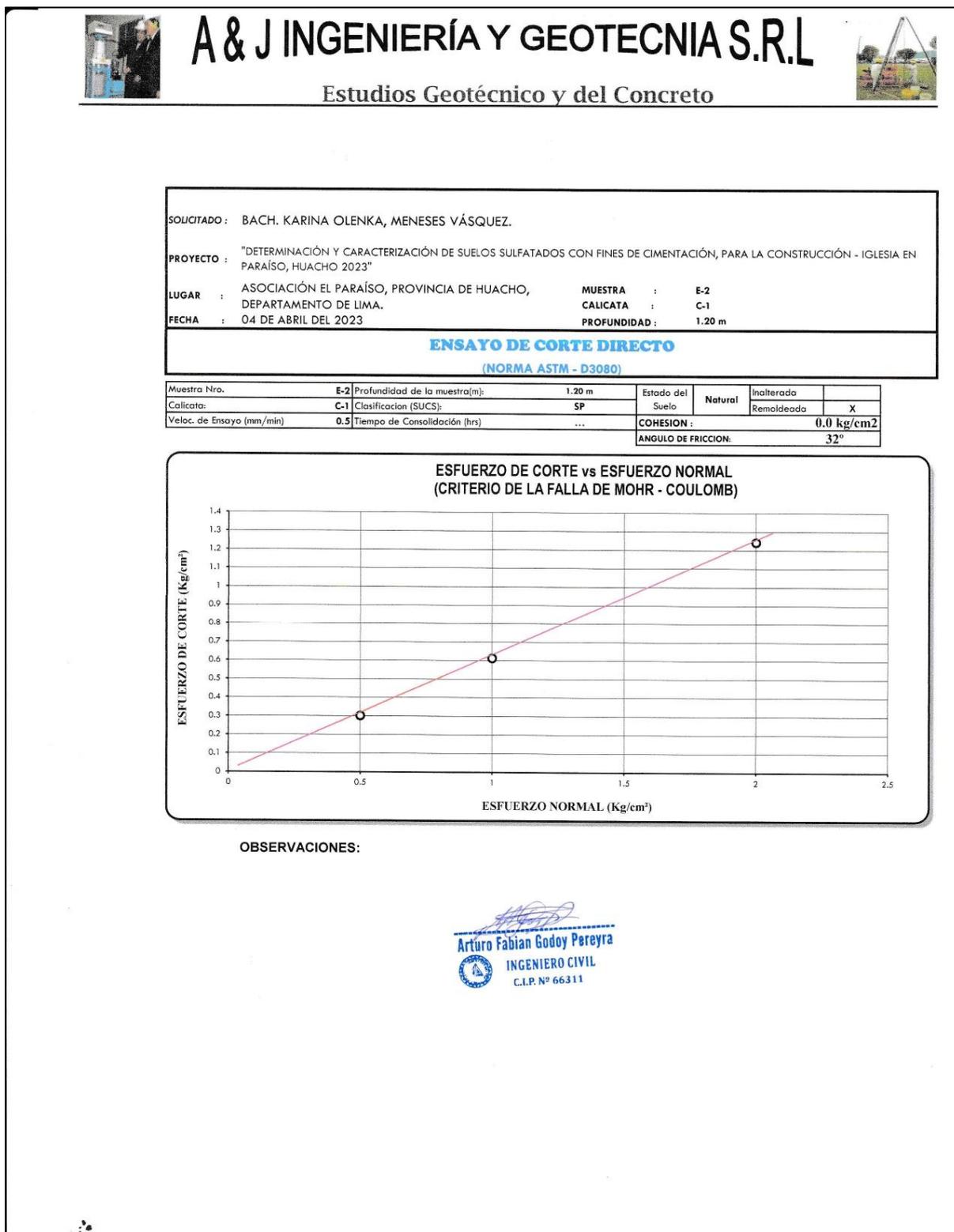
Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 20

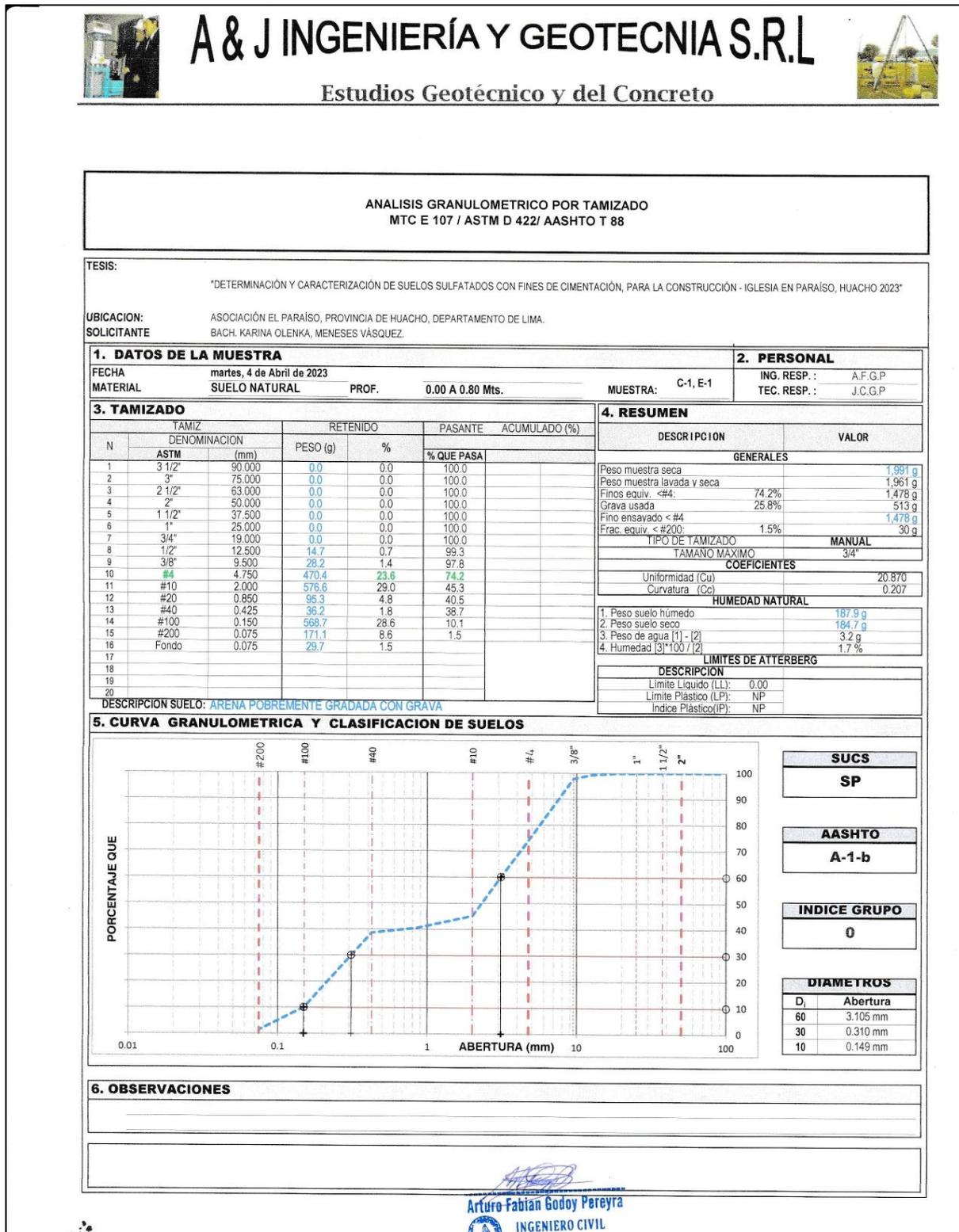
Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 22

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.80 A 1.00 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-1; E-2				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	14.1	0.7	99.3	
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8	
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9	
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2	
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2	
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7	
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0	
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7	
16	Fondo	0.075	33.1	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,993 g
Peso muestra lavada y seca	1,959 g
Finos equiv. <#4	75.9%
Grava usada	24.1%
Fino ensavado < #4	1,512 g
Frac. equiv. < #200	1.7%
	34 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	19.550
Curvatura (Cc)	0.199
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	156.8 g
2. Peso suelo seco	154.7 g
3. Peso de agua [1] - [2]	2.1 g
4. Humedad [(3)*100 / (2)]	1.4 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCIÓN SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS																							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">SUCS</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">SP</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">AASHTO</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">A-1-b</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">INDICE GRUPO</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">DIAMETROS</td></tr> <tr><td>D₁</td><td>Abertura</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.722 mm</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.275 mm</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.139 mm</td></tr> </table>	SUCS		SP		AASHTO		A-1-b		INDICE GRUPO		0		DIAMETROS		D ₁	Abertura	60	2.722 mm	30	0.275 mm	10	0.139 mm
SUCS																							
SP																							
AASHTO																							
A-1-b																							
INDICE GRUPO																							
0																							
DIAMETROS																							
D ₁	Abertura																						
60	2.722 mm																						
30	0.275 mm																						
10	0.139 mm																						

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Perceira
 **INGENIERO CIVIL**
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 23

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAISO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAISO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

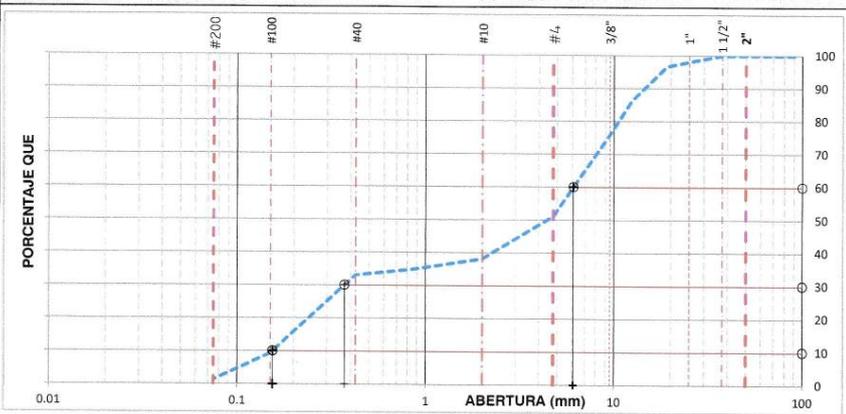
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.00 A 1.50 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-1; E-3				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	46.8	1.9	98.1	
7	3/4"	19.000	34.3	1.4	96.7	
8	1/2"	12.500	255.3	10.2	86.5	
9	3/8"	9.500	264.8	10.6	75.9	
10	#4	4.750	617.1	24.7	51.2	
11	#10	2.000	324.2	13.0	38.2	
12	#20	0.850	80.5	3.2	34.9	
13	#40	0.425	44.8	1.8	33.1	
14	#100	0.150	591.7	23.7	9.4	
15	#200	0.075	199.9	8.0	1.4	
16	Fondo	0.075	35.4	1.4		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2,495 g
Peso muestra lavada y seca	2,460 g
Finos equiv. <#4	51.2%
Grava usada	48.8%
Fino ensayado < #4	1,277 g
Frac. equiv. < #200	1.4%
	35 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	1 1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	39.482
Curvatura (Cc)	0.147
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	178.7 g
2. Peso suelo seco	175.5 g
3. Peso de agua [1] - [2]	3.2 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	1.8 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCIÓN SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	6.081 mm
30	0.371 mm
10	0.154 mm

6. OBSERVACIONES

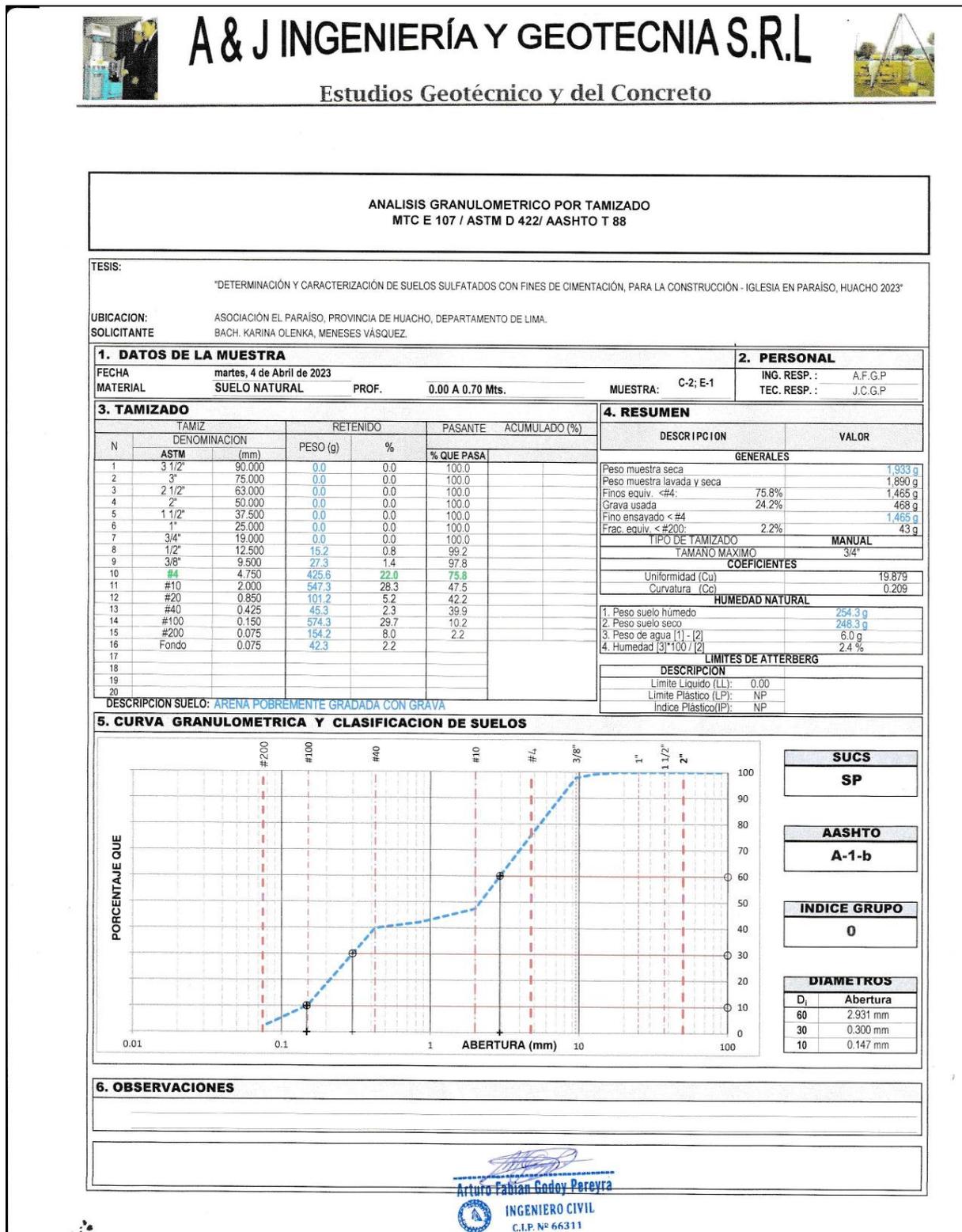


Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 24

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 25

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

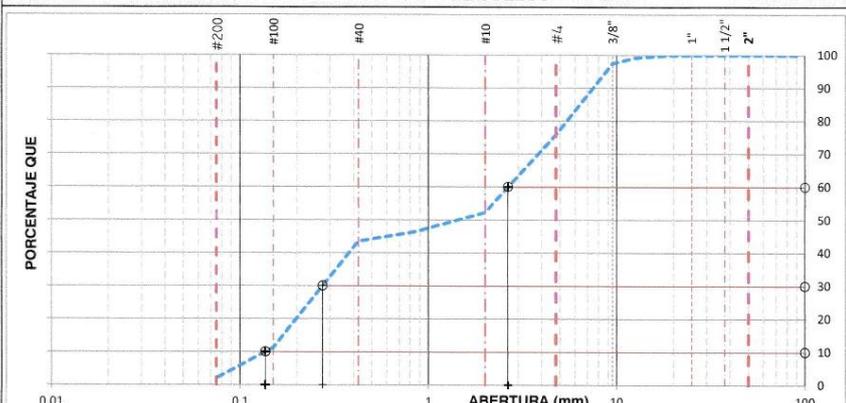
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.70 A 1.00 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-2; E-2				

3. TAMIZADO				4. RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	16.3	0.8	99.2	
9	3/8"	9.500	31.2	1.6	97.5	
10	#4	4.750	416.3	21.6	75.9	
11	#10	2.000	452.3	23.5	52.4	
12	#20	0.850	112.3	5.8	46.5	
13	#40	0.425	56.3	2.9	43.6	
14	#100	0.150	621.5	32.3	11.3	
15	#200	0.075	175.6	9.1	2.1	
16	Fondo	0.075	41.2	2.1		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,923 g
Peso muestra lavada y seca	1,883 g
Finos equiv. <#4	75.9%
Grava usada	24.1%
Fino ensavado < #4	1,459 g
Frac. equiv. < #200	2.1%
	40 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	19.452
Curvatura (Cc)	0.209
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	198.5 g
2. Peso suelo seco	195.3 g
3. Peso de agua [1] - [2]	3.2 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	1.6 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	2.646 mm
30	0.274 mm
10	0.136 mm

6. OBSERVACIONES



Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 26

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
 SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

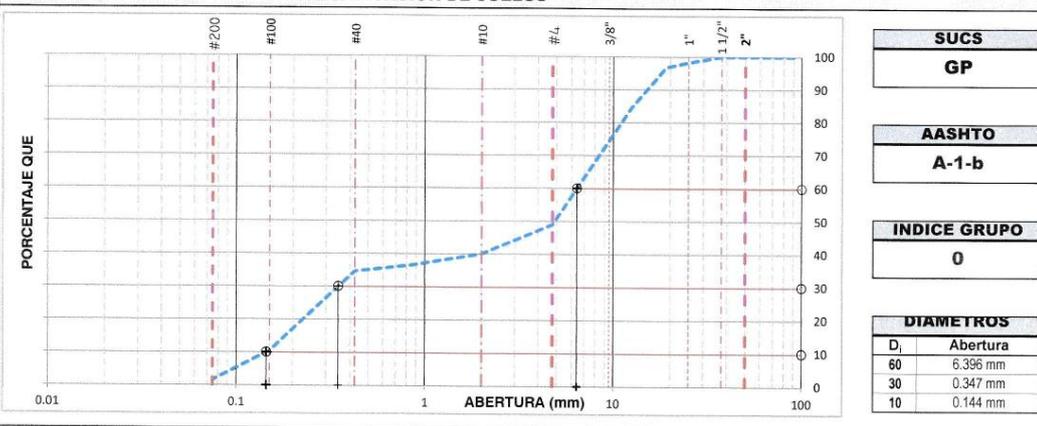
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.00 A 1.50 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C2; E-3				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	40.2	1.7	98.3	
7	3/4"	19.000	36.2	1.5	96.8	
8	1/2"	12.500	287.3	12.1	84.6	
9	3/8"	9.500	241.3	10.2	74.5	
10	#4	4.750	601.3	25.4	49.1	
11	#10	2.000	213.2	9.0	40.1	
12	#20	0.850	82.1	3.5	36.6	
13	#40	0.425	45.2	1.9	34.7	
14	#100	0.150	574.3	24.2	10.5	
15	#200	0.075	208.3	8.8	1.7	
16	Fondo	0.075	39.4	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION		VALOR
GENERALES		
Peso muestra seca		2,329 g
Peso muestra lavada y seca		2,329 g
Finos equiv. <#4:	49.1%	1,163 g
Grava usada	50.9%	1,206 g
Fino ensavado < #4:		1,163 g
Frac. equiv. < #200:	1.7%	40 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMANO MAXIMO		1 1/2"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		44.349
Curvatura (Cc)		0.131
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		213.2 g
2. Peso suelo seco		210.3 g
3. Peso de agua [1] - [2]		2.9 g
4. Humedad [3]*100/[2]		1.4 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite Líquido (LL):	0.00	
Limite Plástico (LP):	NP	
Indice Plástico (IP):	NP	

DESCRIPCION SUELO: GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
GP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	6.396 mm
30	0.347 mm
10	0.144 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL

Nota: Elaboración propia

Figura 27

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

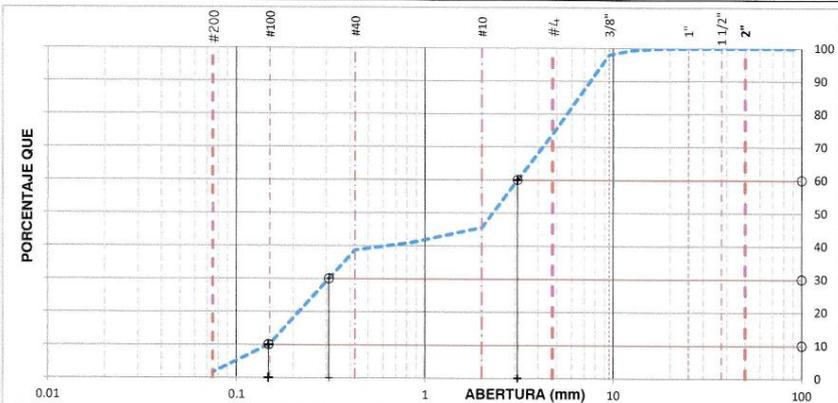
UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP.:	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.00 A 0.75 Mts.	TEC. RESP.:	J.C.G.P
3. TAMIZADO				4. RESUMEN	
N	TAMIZ	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION (mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	1/2"	12.500	12.5	0.6	99.4
9	3/8"	9.500	26.5	1.4	98.0
10	#4	4.750	465.3	24.0	73.9
11	#10	2.000	546.2	28.2	45.7
12	#20	0.850	90.2	4.7	41.0
13	#40	0.425	45.3	2.3	38.7
14	#100	0.150	551.2	28.5	10.2
15	#200	0.075	165.3	8.5	1.7
16	Fondo	0.075	32.5	1.7	
17					
18					
19					
20					

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

GENERALES	
Peso muestra seca	1.935 g
Peso muestra lavada y seca	1.902 g
Finos equiv. <#4:	73.9%
Grava usada	28.1%
Fino ensayado < #4	1.431 g
Frac. equiv. <#200:	1.7%
	33 g
TIPO DE TAMIZADO	
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	21.014
Curvatura (Cc)	0.209
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	154.2 g
2. Peso suelo seco	150.2 g
3. Peso de agua [1] - [2]	4.0 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	2.7 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D _i	Abertura
60	3.101 mm
30	0.309 mm
10	0.148 mm

6. OBSERVACIONES

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
 URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA

E-mail: afsp201@gmail.com
 238490 CEL: 956623710 - 956994521


Arturo Fabian Godoy Pereyra

INGENIERO CIVIL
 C.L.P. N° 60311

Nota: Elaboración propia

Figura 28

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

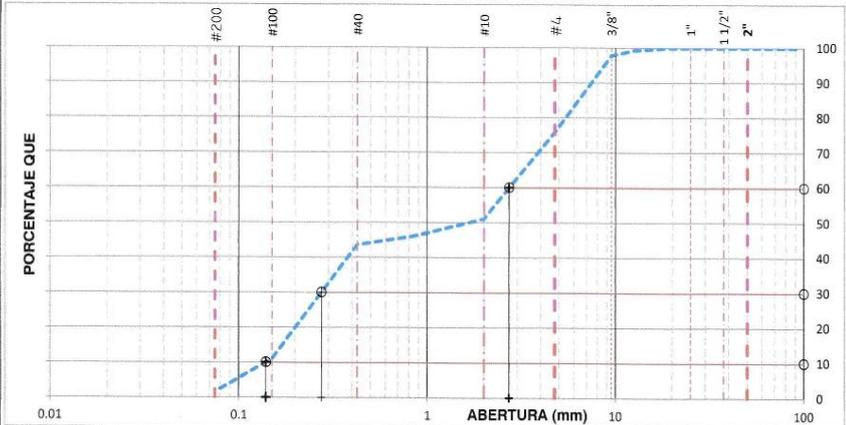
UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL		
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P	
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.75 A 1.10 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P	
3. TAMIZADO				4. RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	DENOMINACION (mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	14.1	0.7	99.3	
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8	
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9	
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2	
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2	
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7	
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0	
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7	
16	Fondo	0.075	33.1	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

DESCRIPCION		VALOR
GENERALES		
Peso muestra seca		1,993 g
Peso muestra lavada y seca		1,959 g
Finos equiv. <#4:	75.9%	1,512 g
Grava usada	24.1%	481 g
Fino ensavado <#4		1,512 g
Frac. equiv. <#200:	1.7%	34 g
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMANO MAXIMO		3/4"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.550
Curvatura (Cc)		0.199
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		148.3 g
2. Peso suelo seco		145.2 g
3. Peso de agua [1] - [2]		3.1 g
4. Humedad [3]*100/[2]		2.1 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite Líquido (LL):	0.00	
Limite Plástico (LP):	NP	
Indice Plástico (IP):	NP	

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D _i	Abertura
60	2.722 mm
30	0.275 mm
10	0.139 mm

6. OBSERVACIONES



Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 60311

Nota: Elaboración propia

Figura 29

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

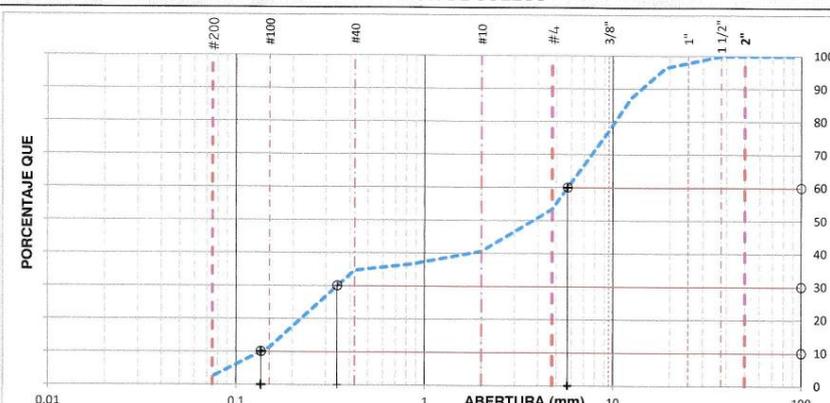
TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.10 A 1.50 Mts.	MUESTRA:	C-3; E-3
				TEC. RESP. :	J.C.G.P

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION		PESO (g)	%	% QUE PASA	
	ASTM	(mm)				
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	51.2	2.1	97.9	
7	3/4"	19.000	36.2	1.5	96.5	
8	1/2"	12.500	225.6	9.1	87.3	
9	3/8"	9.500	248.3	10.1	77.2	
10	#4	4.750	584.0	23.7	53.6	
11	#10	2.000	316.5	12.8	40.7	
12	#20	0.850	98.2	4.0	36.7	
13	#40	0.425	48.3	2.0	34.8	
14	#100	0.150	578.3	23.4	11.3	
15	#200	0.075	214.3	8.7	2.6	
16	Fondo	0.075	65.3	2.6		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCIÓN SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA	
5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS	



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	5.732 mm
30	0.344 mm
10	0.135 mm

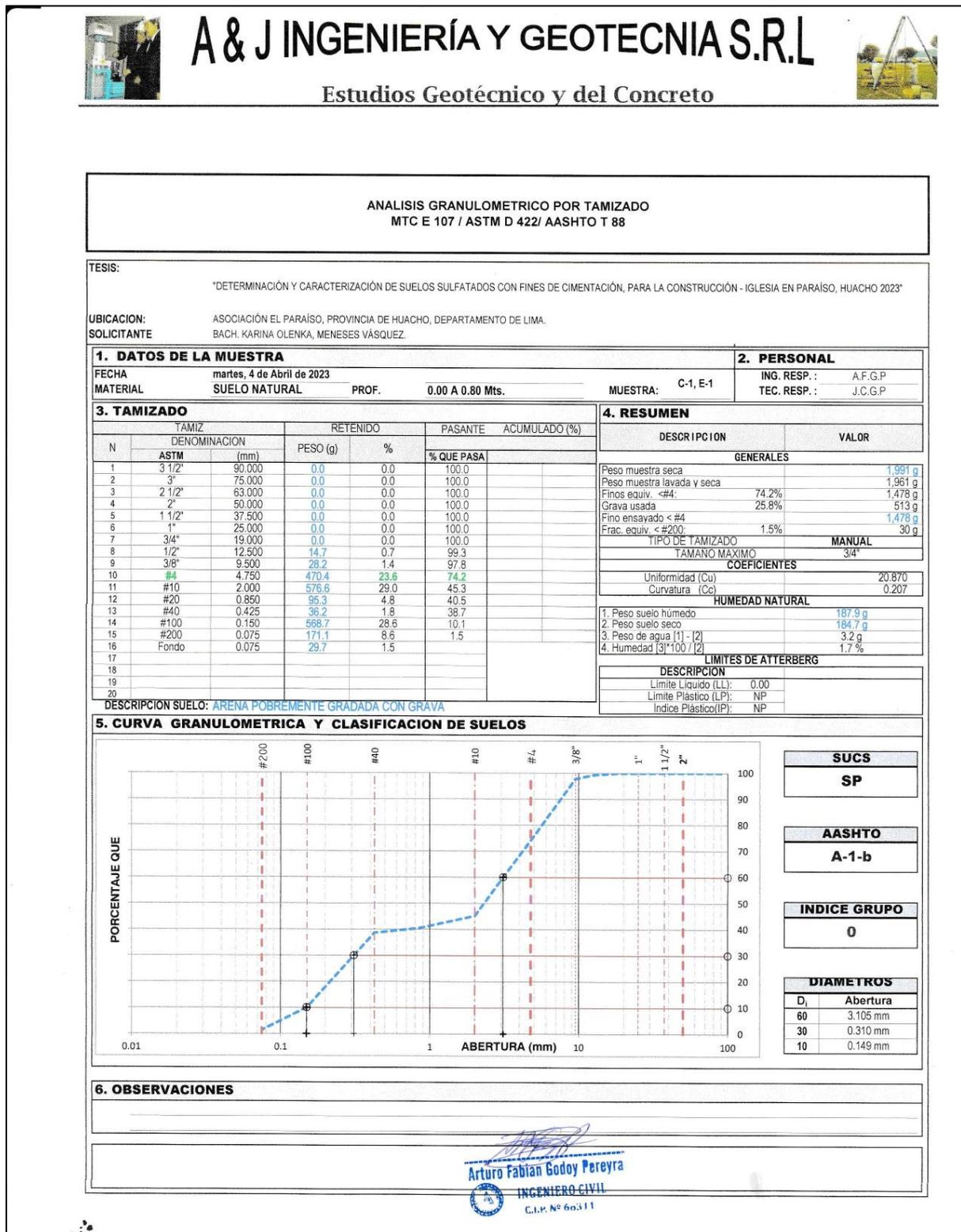
6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 60311

Nota: Elaboración propia

Figura 30

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 31

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAISO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAISO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
 SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

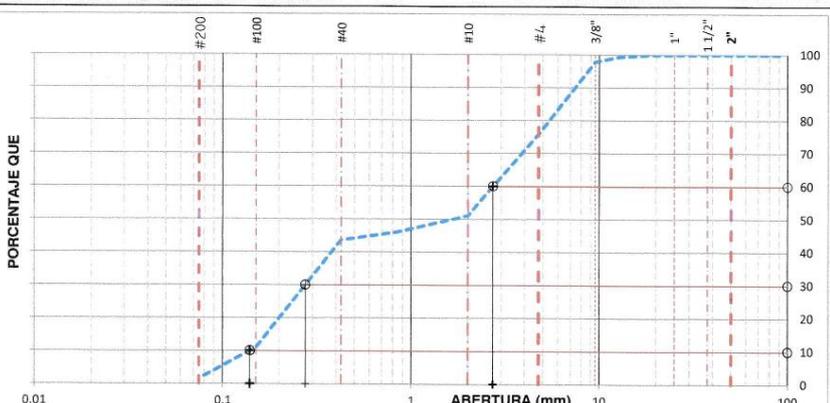
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.80 A 1.00 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-1; E-2				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	14.1	0.7	99.3	
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8	
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9	
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2	
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2	
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7	
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0	
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7	
16	Fondo	0.075	33.1	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,993 g
Peso muestra lavada y seca	1,959 g
Finos equiv. <#4:	75.9%
Grava usada	24.1%
Fino ensavado < #4	1,512 g
Frac. equiv. < #200:	1.7%
	34 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	19.550
Curvatura (Cc)	0.199
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	156.8 g
2. Peso suelo seco	154.7 g
3. Peso de agua [1] - [2]	2.1 g
4. Humedad [3]*100/[2]	1.4 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Límite Líquido (LL):	0.00
Límite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	2.722 mm
30	0.275 mm
10	0.139 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 65311

Nota: Elaboración propia

Figura 32

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

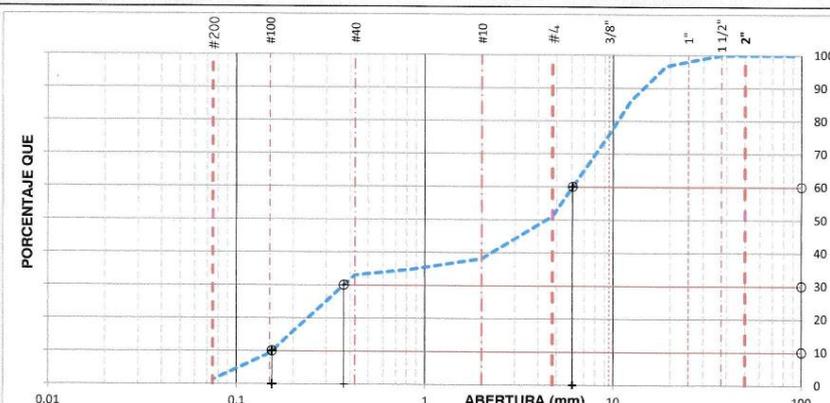
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.00 A 1.50 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-1; E-3				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	46.8	1.9	98.1	
7	3/4"	19.000	34.3	1.4	96.7	
8	1/2"	12.500	255.3	10.2	86.5	
9	3/8"	9.500	264.8	10.6	75.9	
10	#4	4.750	617.1	24.7	51.2	
11	#10	2.000	324.2	13.0	38.2	
12	#20	0.850	80.5	3.2	34.9	
13	#40	0.425	44.8	1.8	33.1	
14	#100	0.150	591.7	23.7	9.4	
15	#200	0.075	199.9	8.0	1.4	
16	Fondo	0.075	35.4	1.4		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCIÓN SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	39.482
Curvatura (Cc)	0.147
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	178.7 g
2. Peso suelo seco	175.5 g
3. Peso de agua [1] - [2]	3.2 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	1.8 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Índice Plástico (IP):	NP

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	6.081 mm
30	0.371 mm
10	0.154 mm

6. OBSERVACIONES



Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 68311

Nota: Elaboración propia

Figura 33

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
 SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

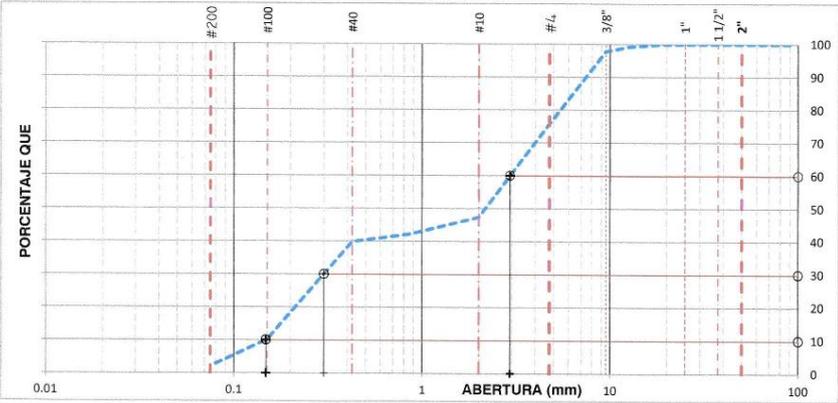
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.00 A 0.70 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-2; E-1				

3. TAMIZADO				4. RESUMEN		
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	15.2	0.8	99.2	
9	3/8"	9.500	27.3	1.4	97.8	
10	#4	4.750	425.6	22.0	75.8	
11	#10	2.000	547.3	28.3	47.5	
12	#20	0.850	101.2	5.2	42.2	
13	#40	0.425	45.3	2.3	39.9	
14	#100	0.150	574.3	29.7	10.2	
15	#200	0.075	154.2	8.0	2.2	
16	Fondo	0.075	42.3	2.2		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,933 g
Peso muestra lavada y seca	1,890 g
Finos equiv. <#4:	75.8%
Grava usada	24.2%
Fino ensayado < #4	1,465 g
Frac. equiv. < #200:	2.2%
	43 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	19.879
Curvatura (Cc)	0.209
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	254.3 g
2. Peso suelo seco	248.3 g
3. Peso de agua [1] - [2]	6.0 g
4. Humedad [3]*100 / [2]	2.4 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico(IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	2.931 mm
30	0.300 mm
10	0.147 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 34

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnicos y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

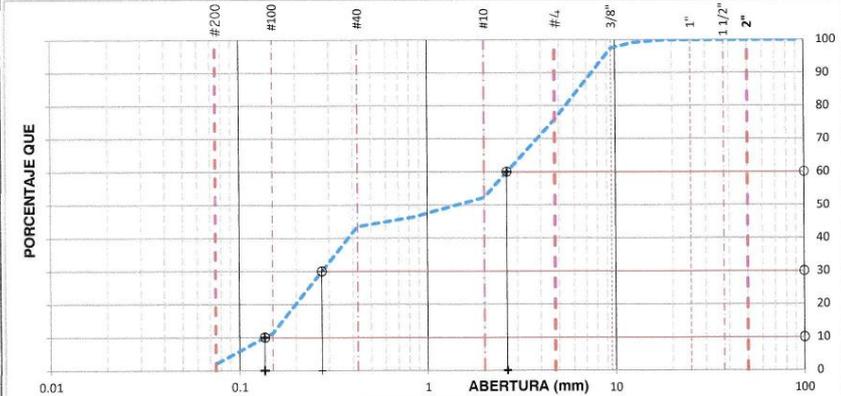
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			MUESTRA:	C-2; E-2
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.70 A 1.00 Mts.	ING. RESP. :	A.F.G.P
				TEC. RESP. :	J.C.G.P

3. TAMIZADO				4. RESUMEN	
N	TAMIZ	RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION (mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	1/2"	12.500	16.3	0.8	99.2
9	3/8"	9.500	31.2	1.6	97.5
10	#4	4.750	416.3	21.6	75.9
11	#10	2.000	452.3	23.5	52.4
12	#20	0.850	112.3	5.8	46.5
13	#40	0.425	56.3	2.9	43.6
14	#100	0.150	621.5	32.3	11.3
15	#200	0.075	175.6	9.1	2.1
16	Fondo	0.075	41.2	2.1	
17					
18					
19					
20					

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBRAMENTE GRADADA CON GRAVA

DESCRIPCION		VALOR
TIPO DE TAMIZADO		MANUAL
TAMANO MAXIMO		3/4"
COEFICIENTES		
Uniformidad (Cu)		19.452
Curvatura (Cc)		0.209
HUMEDAD NATURAL		
1. Peso suelo húmedo		198.5 g
2. Peso suelo seco		195.3 g
3. Peso de agua [1] - [2]		3.2 g
4. Humedad [3]*100 / [2]		1.6 %
LIMITES DE ATTERBERG		
DESCRIPCION		
Limite Líquido (LL)	0.00	
Limite Plástico (LP)	NP	
Indice Plástico (IP)	NP	

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	2.846 mm
30	0.274 mm
10	0.136 mm

6. OBSERVACIONES



Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 60.111

Nota: Elaboración propia

Figura 35

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAISO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAISO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

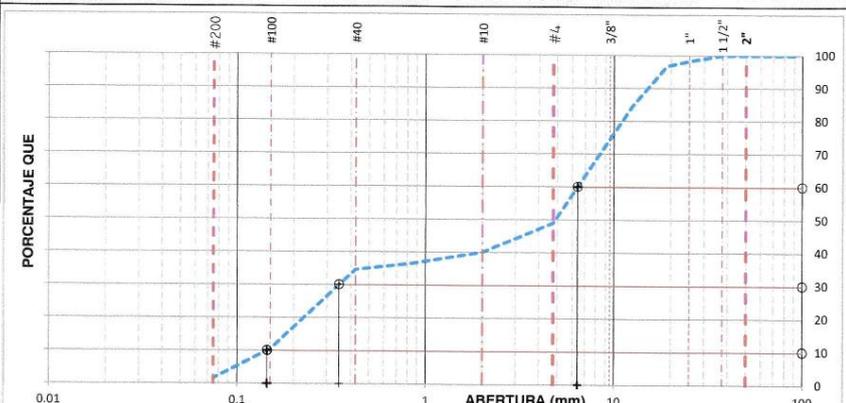
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.00 A 1.50 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C2.; E-3				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	40.2	1.7	98.3	
7	3/4"	19.000	36.2	1.5	96.8	
8	1/2"	12.500	287.3	12.1	84.6	
9	3/8"	9.500	241.3	10.2	74.5	
10	#4	4.750	601.3	25.4	49.1	
11	#10	2.000	213.2	9.0	40.1	
12	#20	0.850	82.1	3.5	36.6	
13	#40	0.425	45.2	1.9	34.7	
14	#100	0.150	574.3	24.2	10.5	
15	#200	0.075	208.3	8.8	1.7	
16	Fondo	0.075	39.4	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2,369 g
Peso muestra lavada y seca	2,329 g
Finos equiv. <#4	49.1%
Grava usada	50.9%
Fino ensayado < #4	1,163 g
Frac. equiv. < #200	1.7%
	40 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	1 1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	44.349
Curvatura (Cc)	0.131
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	213.2 g
2. Peso suelo seco	210.3 g
3. Peso de agua (1) - (2)	2.9 g
4. Humedad (3)*100 / (2)	1.4 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARENA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
GP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	6.396 mm
30	0.347 mm
10	0.144 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 36

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
 SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

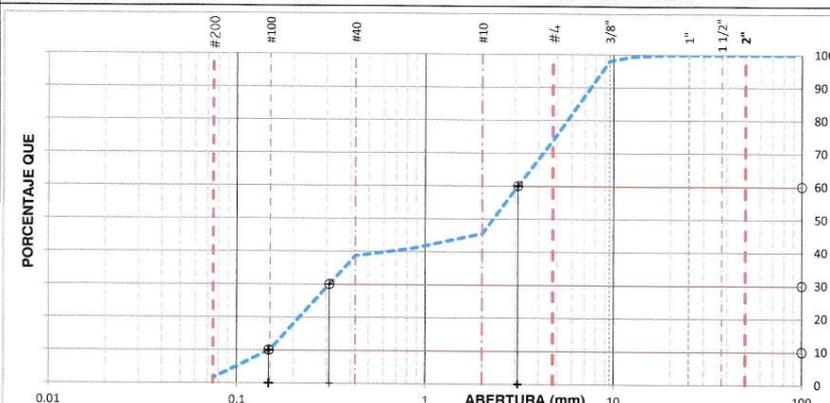
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.00 A 0.75 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C- 3; E-1				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	ASTM	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0	
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0	
8	1/2"	12.500	12.5	0.6	99.4	
9	3/8"	9.500	26.5	1.4	98.0	
10	#4	4.750	466.3	24.0	73.9	
11	#10	2.000	546.2	28.2	45.7	
12	#20	0.850	90.2	4.7	41.0	
13	#40	0.425	46.3	2.3	38.7	
14	#100	0.150	551.2	28.5	10.2	
15	#200	0.075	165.3	8.5	1.7	
16	Fondo	0.075	32.5	1.7		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,935 g
Peso muestra lavada y seca	1,902 g
Finos equiv. <#4:	73.9%
Grava usada	26.1%
Fino ensavado < #4	1,431 g
Frac. equiv. < #200:	1.7%
	33 g
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	21.014
Curvatura (Cc)	0.209
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	154.2 g
2. Peso suelo seco	150.2 g
3. Peso de agua [1] - [2]	4.0 g
4. Humedad [3]*100/[2]	2.7 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	3.101 mm
30	0.309 mm
10	0.148 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 37

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422/ AASHTO T 88

TESIS: DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023*

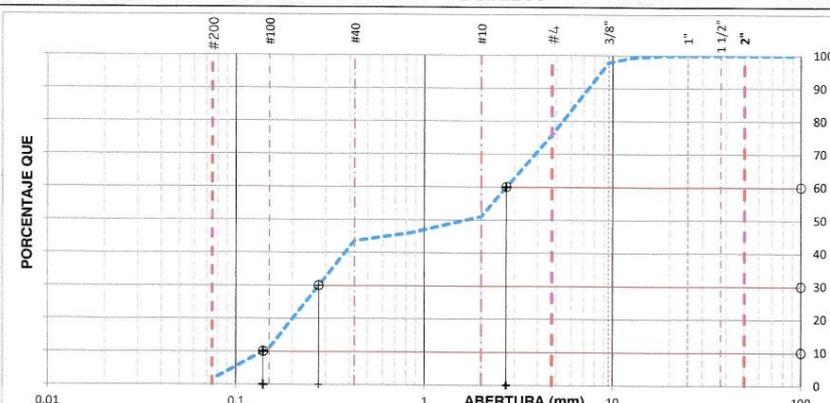
UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	0.75 A 1.10 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
3. TAMIZADO				4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE ACUMULADO (%)
	DENOMINACION		PESO (g)	%	
	ASTM	(mm)		% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
6	1"	25.000	0.0	0.0	100.0
7	3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
8	1/2"	12.500	14.1	0.7	99.3
9	3/8"	9.500	30.5	1.5	97.8
10	#4	4.750	436.6	21.9	75.9
11	#10	2.000	491.7	24.7	51.2
12	#20	0.850	99.5	5.0	46.2
13	#40	0.425	49.9	2.5	43.7
14	#100	0.150	651.1	32.7	11.0
15	#200	0.075	186.8	9.4	1.7
16	Fondo	0.075	33.1	1.7	
17					
18					
19					
20					

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	1,993 g
Peso muestra lavada y seca	1,959 g
Finos equiv. <#4:	75.9%
Grava usada	24.1%
Fino ensavado < #4	1,512 g
Frac. equiv. < #200:	1.7%
	34 g
TIPO DE TAMIZADO	
TIPO DE TAMIZADO	MANUAL
TAMANO MAXIMO	3/4"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	19.550
Curvatura (Cc)	0.199
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	148.3 g
2. Peso suelo seco	145.2 g
3. Peso de agua [1] - [2]	3.1 g
4. Humedad [3]/[100] / [2]	2.1%
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Liquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	2.722 mm
30	0.275 mm
10	0.139 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 66311

Nota: Elaboración propia

Figura 38

Resultados De Estudios Geotécnicos Y Del Concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 / ASTM D 422 / AASHTO T 88

TESIS: "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACION: ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.
SOLICITANTE: BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ

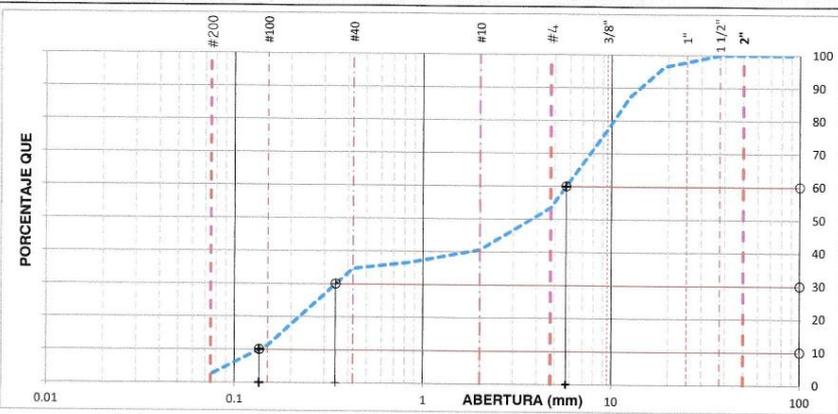
1. DATOS DE LA MUESTRA				2. PERSONAL	
FECHA	martes, 4 de Abril de 2023			ING. RESP. :	A.F.G.P
MATERIAL	SUELO NATURAL	PROF.	1.10 A 1.50 Mts.	TEC. RESP. :	J.C.G.P
MUESTRA:	C-3; E-3				

3. TAMIZADO					4. RESUMEN	
N	TAMIZ		RETENIDO		PASANTE	ACUMULADO (%)
	DENOMINACION	(mm)	PESO (g)	%	% QUE PASA	
1	3 1/2"	90.000	0.0	0.0	100.0	
2	3"	75.000	0.0	0.0	100.0	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.0	100.0	
4	2"	50.000	0.0	0.0	100.0	
5	1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0	
6	1"	25.000	51.2	2.1	97.9	
7	3/4"	19.000	36.2	1.5	96.5	
8	1/2"	12.500	225.6	9.1	87.3	
9	3/8"	9.500	248.3	10.1	77.2	
10	#4	4.750	584.0	23.7	53.6	
11	#10	2.000	316.5	12.8	40.7	
12	#20	0.850	98.2	4.0	36.7	
13	#40	0.425	48.3	2.0	34.8	
14	#100	0.150	579.3	23.4	11.3	
15	#200	0.075	214.3	8.7	2.6	
16	Fondo	0.075	65.3	2.6		
17						
18						
19						
20						

DESCRIPCION	VALOR
GENERALES	
Peso muestra seca	2,466 g
Peso muestra lavada y seca	2,402 g
Finos equiv. <#4:	53.6%
Grava usada	46.4%
Fino ensavado < #4	1,321 g
Frac. equiv. < #200:	2.6%
	64 g
TIPO DE TAMIZADO	
	MANUAL
TAMANO MAXIMO	
	1 1/2"
COEFICIENTES	
Uniformidad (Cu)	42.386
Curvatura (Cc)	0.152
HUMEDAD NATURAL	
1. Peso suelo húmedo	165.3 g
2. Peso suelo seco	162.3 g
3. Peso de agua (W) = (2)	3.0 g
4. Humedad (w) = (3) / (2) * 100	1.8 %
LIMITES DE ATTERBERG	
DESCRIPCION	
Limite Líquido (LL):	0.00
Limite Plástico (LP):	NP
Indice Plástico (IP):	NP

DESCRIPCION SUELO: ARENA POBREMENTE GRADADA CON GRAVA

5. CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACION DE SUELOS



SUCS	
SP	
AASHTO	
A-1-b	
INDICE GRUPO	
0	
DIAMETROS	
D ₁	Abertura
60	5.732 mm
30	0.344 mm
10	0.135 mm

6. OBSERVACIONES


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 68111

Nota: Elaboración propia

Figura 39

Informe de análisis físico químico de suelos y agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-1 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH	6.9		Conductímetro
Cloruros (Cl ⁻)	3804.59	0.3804	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	1681.70	0.1681	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	4731.40	0.4731	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ⁼)	583.30	0.0583	V. Neutralización

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS QUIMICAS



Q.F. JUAN P. ANGULO MENDOZA

Nota: Elaboración propia

Figura 40*Informe de análisis físico químico de suelos y agregados*



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-2 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH	6.9		Conductímetro
Cloruros (Cl ⁻)	1460.03	0.1460	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	1277.10	0.1277	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	2616.22	0.2616	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ⁼)	580.70	0.0580	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS
Q.F. JUAN P. ANGULO MENDOZA

Nota: Elaboración propia

Figura 41*Informe de análisis físico químico de suelos y agregados*



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-3 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH	6.9		Conductímetro
Cloruros (Cl ⁻)	2633.43	0.2633	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	1810.70	0.1810	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	4877.30	0.4877	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ⁼)	350.0	0.0350	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS QUIMICAS
Q.F. JUAN P. ANGULO MENDOZA
RESPONSABLE DE ANALISIS DE SUELOS AGREGADOS Y PISAS

Nota: Elaboración propia

Figura 42

Informe de análisis físico químico de suelos y agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-1 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH	6.9		Conductímetro
Cloruros (Cl ⁻)	3804.59	0.3804	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	1681.70	0.1681	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	4731.40	0.4731	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ²⁻)	583.30	0.0583	V. Neutralización

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS



Nota: Elaboración propia

Figura 43

Informe de análisis físico químico de suelos y agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

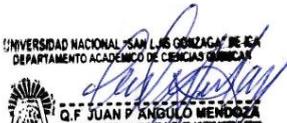
Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-2 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH	6.9		Conductímetro
Cloruros (Cl ⁻)	1460.03	0.1460	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	1277.10	0.1277	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	2616.22	0.2616	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ⁼)	580.70	0.0580	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS QUIMICAS
Q.F. JUAN P. ANGULO MENDOZA

Nota: Elaboración propia

Figura 44

Informe de análisis físico químico de suelos y agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA QUIMICAS
ICA -PERU

INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE SUELOS Y AGREGADOS

Análisis Solicitado por: Bach Karina Olenka, Meneses Vásquez

Proyecto: "Determinación y Caracterización De Suelos Sulfatados con Fines Cimentación, Para La Construcción – Iglesia en Paraíso Huacho 2023"

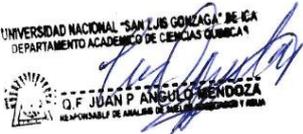
Ubicación: Asociación El Paraíso – Provincia De Huacho
Departamento De Lima

Fecha: 04 DE ABRIL DEL 2023

Muestra: C-3 ; E-1, E-2 Y E-3

RESULTADOS

Parámetros	Reporte en ppm	Reporte en %p/p	Método
pH 6.9			Conductímetro
Cloruros (Cl)	2633.43	0.2633	V. Precipitación
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	1810.70	0.1810	G. Precipitación
Sales Solubles Totales	4877.30	0.4877	G. Volatilización
Carbonato (CO ₃ ⁼)	350.0	0.0350	V. Neutralización



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS QUÍMICAS
Q.F. JUAN P. ANGULO MENDOZA
RESPONSABLE DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGREGADOS Y SEDAS

Nota: Elaboración propia

Figura 45

Densidad in situ

MUESTRA N°	1				
PROFUNDIDAD	0.50				
calicata	C-1				
Lado	E-1				
1. Peso de la lata + suelo humedo	3914.50				
2. Peso de la lata	0.00				
3. Peso del suelo humedo (1 - 2)	3914.50				
4. Peso de arena + frasco	6512.00				
5. Peso de la arena que queda + el frasco + el peso de arena embudo	1809.00				
6. Peso del arena empleada (4 - 5)	1550.00				
7. Densidad de la arena	3153.00				
8. Volumen del hueco (6/7)	1.50				
9. Peso de la grava al aire	2102.00				
10. Volumen de la grava por desplaz.	0.00				
11. Peso del suelo (3 - 9)	0.00				
12. Volumen del suelo (8 - 10)	3914.50				
13. Densidad del suelo humedo(11/12)	2102.00				
14. Humedad contenida en el suelo	1.86				
15. Densidad del suelo seco	3.18				
16. Densidad del suelo seco gr/cm3	1.80				
17. Max. Dens. determinada en la curva	1.80				
18. Porcentaje de compactacion(16/17)	0.00				
19. Compactacion especificada	0.00				
Espesor compactado	0.00				
Control de humedad					
RECIPIENTE N°	1				
1. Peso de la lata + suelo humedo	285.13				
2. Peso de la lata + suelo seco	277.60				
3. Peso de agua	7.53				
4. Peso de lata	40.60				
5. Peso del Suelo seco	237.00				
6. Porcentaje de humedad	3.18				

**DENSIDAD IN SITU
METODO DEL CONO DE ARENA**

SOLICITANTE : BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

TESIS : "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACIÓN : ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.

MUESTRA : SUELO NATURAL

FECHA : 4 DE ABRIL DEL 2023

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA


Arturo Fabian Godoy Pereyra
 **INGENIERO CIVIL**
 C.I.P. N° 66311

E-mail: afgp281@gmail.com
 238490 CEL: 956623710 - 956994521

Nota: Elaboración propia

Figura 46

Densidad in situ

MUESTRA N°		1				
PROFUNDIDAD		0.85				
calicata		C-1				
Lado		E-2				
1. Peso de la lata + suelo humedo		3875.30				
2. Peso de la lata		0.00				
3. Peso del suelo humedo (1 - 2)		3875.30				
4. Peso de arena + frasco		6584.00				
5. Peso de la arena que queda + el frasco + el peso de arena embudo		1859.00				
6. Peso del arena empleada (4 - 5)		1550.00				
7. Densidad de la arena		3175.00				
8. Volumen del hueco (6/7)		1.50				
9. Peso de la grava al aire		2116.67				
10. Volumen de la grava por desplaz.		0.00				
11. Peso del suelo (3 - 9)		0.00				
12. Volumen del suelo (8 - 10)		2116.67				
13. Densidad del suelo humedo(11/12)		1.83				
14. Humedad contenida en el suelo		3.41				
15. Densidad del suelo seco		1.77				
16. Densidad del suelo seco gr/cm3		1.77				
17. Max. Dens. determinada en la curva		0.00				
18. Porcentaje de compactacion(16/17)		0.00				
19. Compactacion especificada		0.00				
Espesor compactado		0.00				
Control de humedad						
RECIPIENTE N°	1					
1. Peso de la lata + suelo humedo		353.20				
2. Peso de la lata + suelo seco		342.90				
3. Peso de agua		10.30				
4. Peso de lata		40.60				
5. Peso del Suelo seco		302.30				
6. Porcentaje de humedad		3.41				

**DENSIDAD IN SITU
METODO DEL CONO DE ARENA**

SOLICITANTE : BACH. KARINA OLENKA, MENESES VÁSQUEZ.

TESIS : "DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SULFATADOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, PARA LA CONSTRUCCIÓN - IGLESIA EN PARAÍSO, HUACHO 2023"

UBICACIÓN : ASOCIACIÓN EL PARAÍSO, PROVINCIA DE HUACHO, DEPARTAMENTO DE LIMA.

MUESTRA : SUELO NATURAL

FECHA : 4 DE ABRIL DEL 2023


A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L


Estudios Geotécnico y del Concreto

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
 URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA


Arturo Fabian Godoy Pereyra

INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 66311

E-mail: afgp281@gmail.com
 ☎ 238490 CEL: 956623710 - 956994521

Nota: Elaboración propia

Figura 47

Densidad in situ

MUESTRA N°		1				
PROFUNDIDAD		1.30				
calicata		C-1				
Lado		E-3				
1. Peso de la lata + suelo humedo		3997.00				
2. Peso de la lata		0.00				
3. Peso del suelo humedo (1 - 2)		3997.00				
4. Peso de arena + frasco		6435.00				
5. Peso de la arena que queda + el frasco + el peso de arena embudo		1845.00				
6. Peso del arena empleada (4 - 5)		1550.00				
7. Densidad de la arena		3040.00				
8. Volumen del hueco (6/7)		1.50				
9. Peso de la grava al aire		2026.67				
10. Volumen de la grava por desplaz.		0.00				
11. Peso del suelo (3 - 9)		0.00				
12. Volumen del suelo (8 - 10)		3997.00				
13. Densidad del suelo humedo(11/12)		2026.67				
14. Humedad contenida en el suelo		1.97				
15. Densidad del suelo seco		3.97				
16. Densidad del suelo seco gr/cm ³		1.90				
17. Max. Dens. determinada en la curva		1.90				
18. Porcentaje de compactacion(16/17)		0.00				
19. Compactacion especificada		0.00				
Espesor compactado		0.00				
Control de humedad						
RECIPIENTE N°		1				
1. Peso de la lata + suelo humedo		255.50				
2. Peso de la lata + suelo seco		247.30				
3. Peso de agua		8.20				
4. Peso de lata		40.60				
5. Peso del Suelo seco		206.70				
6. Porcentaje de humedad		3.97				

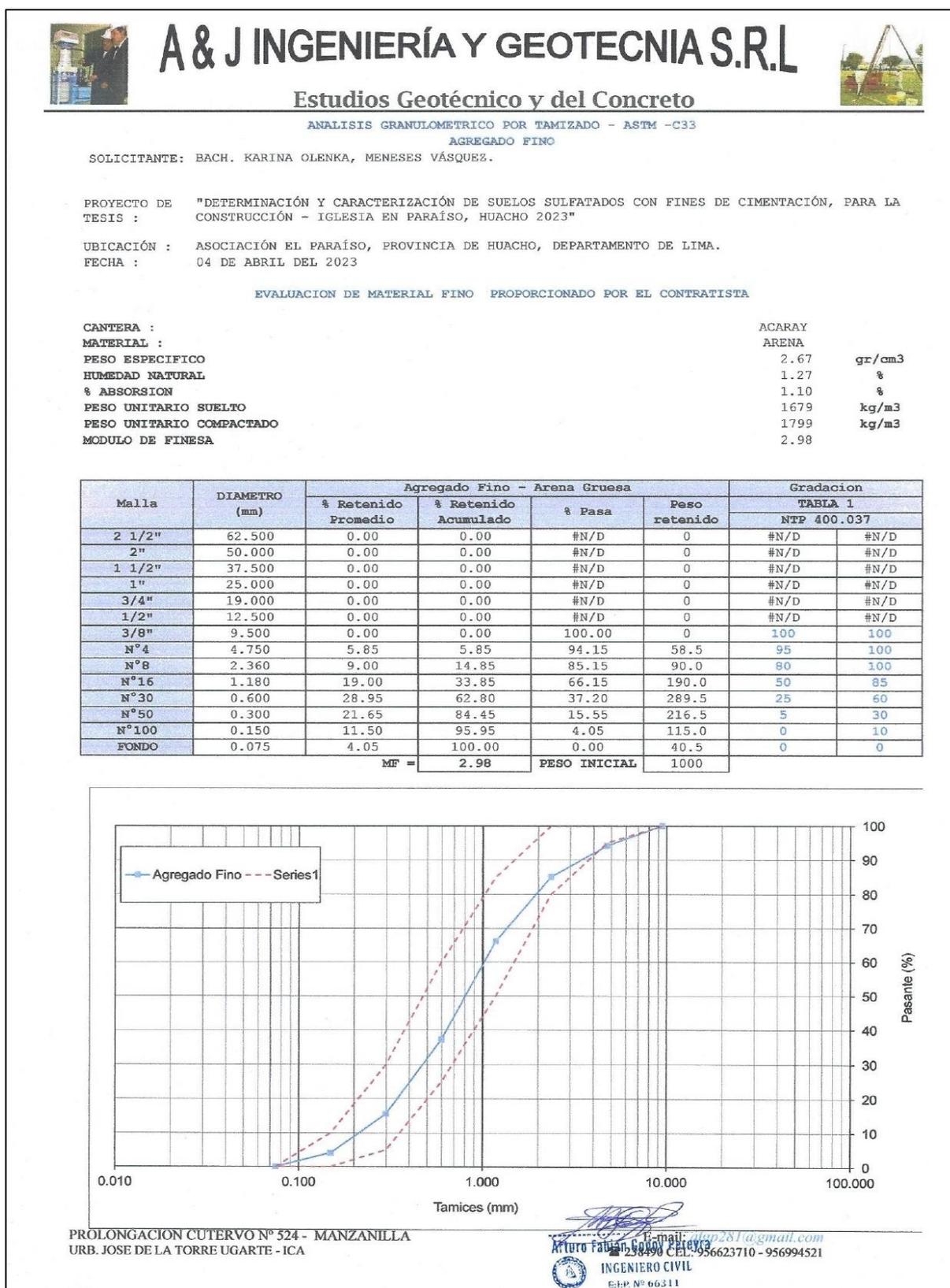
PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA


Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 66311 E-mail: afgp281@gmail.com
☎ 238490 CEL: 956623710 - 956994521

Nota: Elaboración propia

Figura 49

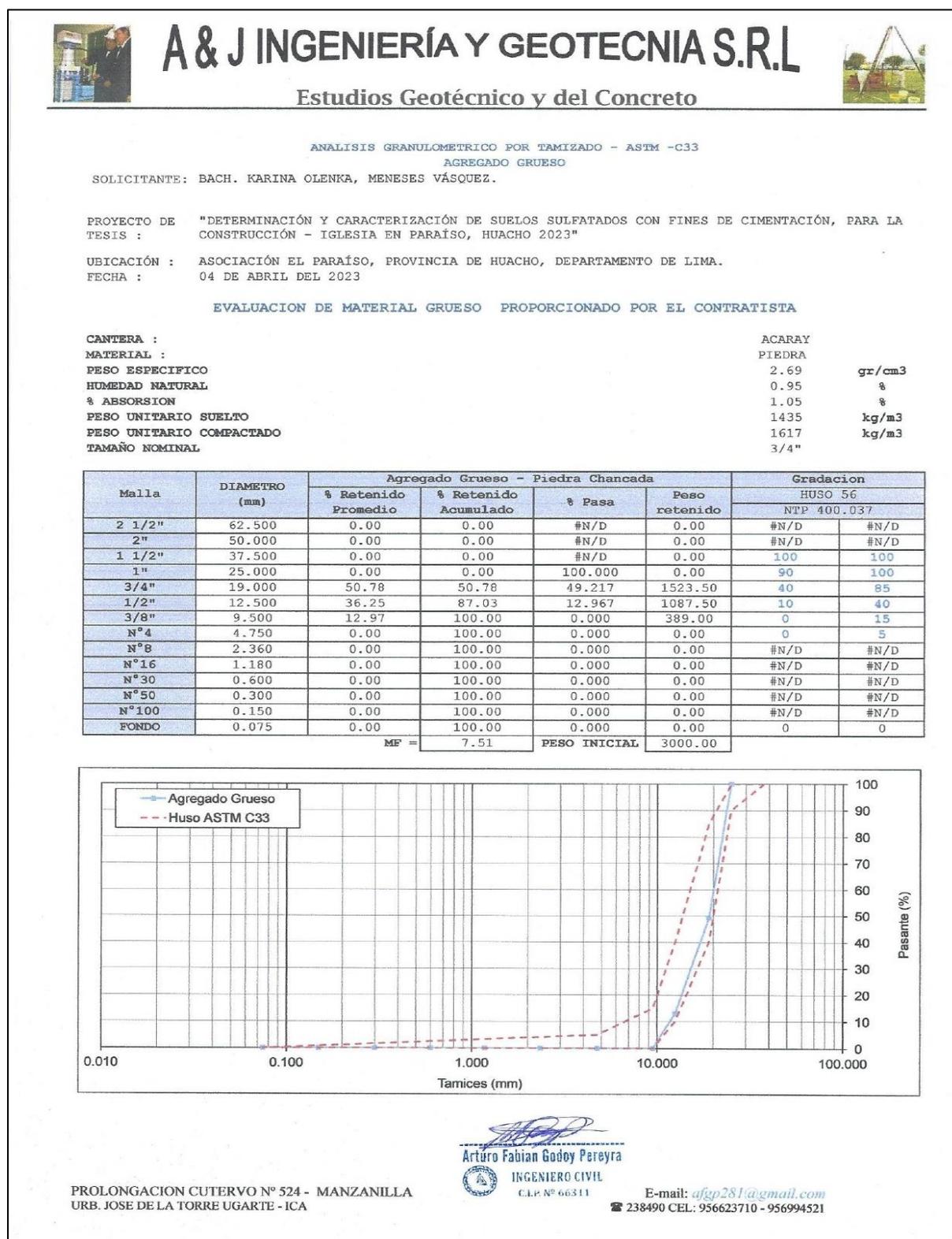
Estudio geotécnico y del concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 50

Estudio geotécnico y del concreto



Nota: Elaboración propia

Figura 51

Estudio geotécnico y del concreto



A & J INGENIERÍA Y GEOTECNIA S.R.L

Estudios Geotécnico y del Concreto



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 m³ de MEZCLA

$f_c = 280 \text{ Kg. / cm}^2$ a los 28 días en condiciones normales y en probetas cilíndricas de 6" x 12"

Cemento Portland Tipo V	480 Kg/m³
Arena	766 Kg/m³
Piedra 1/2"	860 Kg/m³
Agua	216 Lts/m³

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.45
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,322 Kg/m ³
PROPORCION EN PESO	1 : 1.60 1.79
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 1.43 1.87

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	68.00 Kg/bolsa
- Piedra	76.08 Kg/bolsa
- Agua	19.13 Lt/bolsa

Nota: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



Arturo Fabian Godoy Pereyra
INGENIERO CIVIL
C.L.P. N° 66311

PROLONGACION CUTERVO N° 524 - MANZANILLA
URB. JOSE DE LA TORRE UGARTE - ICA

E-mail: afgp281@gmail.com
☎ 238490 CEL: 956623710 - 956994521

Nota: Elaboración propia

Anexo D

Panel fotográfico

Figura 52

Calicata N° 01



Nota: Elaboración propia

Figura 53

Excavación de la calicata N° 01



Nota: Elaboración propia

Figura 54

Extracción de muestra calicata N° 01



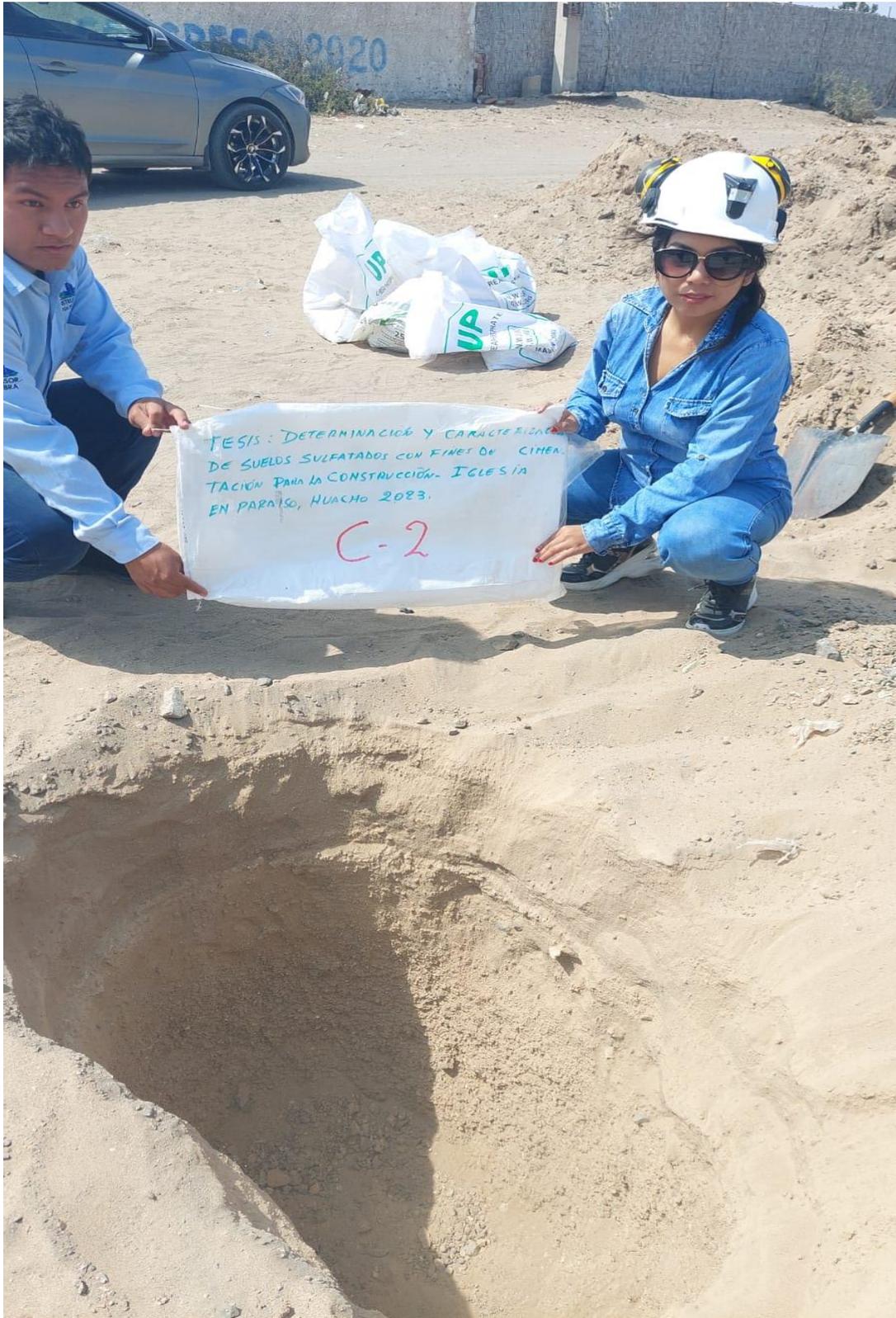
Nota: Elaboración propia

Figura 55

Medición Calicata N° 01



Nota: Elaboración propia

Figura 56*Calicata N° 02*

Nota: Elaboración propia

Figura 57

Extracción de muestra Calicata N° 02



Nota: Elaboración propia

Figura 58

Muestras obtenidas calicata N°02



Nota: Elaboración propia

Figura 59*Calicata N° 03*

Nota: Elaboración propia

Figura 60*Toma de muestra calicata N° 03*

Nota: Elaboración propia

Figura 61

Muestras obtenidas calicata N° 03



Nota: Elaboración propia

Figura 62

Etiquetado de muestras obtenidas



Nota: Elaboración propia