

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE LA CASCARA DE
ARROZ Y ÓXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE
APLICADO EN EL C.P SAN JOSÉ ALTO - CARTAVIO
2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Marcos Antonio Siapo Morales

Asesor:

Mg. Ing. Sheyla Cornejo Rodriguez
<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Germán Sagastegui Vasquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

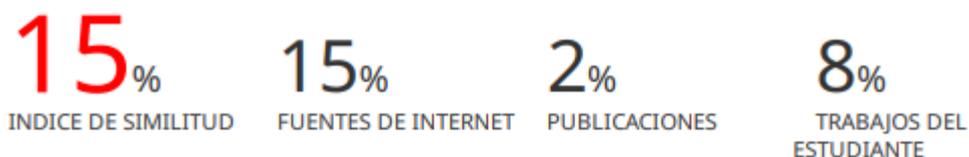
Jurado 2	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Sonia Rubio Herrera	42984416
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

levantamiento de observaciones

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1%
9	vdocuments.net Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi mejor amigo José Oswaldo M G que ahora está en el cielo, amigo gracias por motivarme y demostrarme que el lugar de donde procedemos no dicta lo que podemos ser, gracias por creer en mí y demostrarme lo mucho que se puede alcanzar con esfuerzo, siempre te estaré eternamente agradecido y ahora que estas en el cielo ruego que los caminos de la vida y la formación que me inculcaste me lleve por el camino del bien, cuando me llegue el momento de dejar este mundo Dios me permita verte nuevamente y poder estrechar tu mano para agradecerte la hermosa vida que gracias a ti ahora disfruto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis docentes por la paciencia, comprendo que ustedes son los encargados de formar a los nuevos profesionales y que el futuro de la ingeniería depende de los conocimientos y la formación que nos brinden.

INDICE DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ANEXOS	11
RESUMEN	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	61
CAPÍTULO III: RESULTADOS	81
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXOS.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Simbología de los grupos de suelos planteados en el en el sistema SUCS según sus características.</i>	35
Tabla 2 <i>Tabla comparación entre los ensayos de proctor Estándar y Proctor Modificado.</i>	42
Tabla 3 <i>Valores que representan la Carga Unitaria.</i>	45
Tabla 4 <i>Diferencias en los métodos aplicando las normas D-698 y D-1557.</i>	46
Tabla 5 <i>Calcificaciones del suelo para infraestructura de pavimentación.</i>	46
Tabla 6 <i>Resultados de conteo vehicular por hora VPH.</i>	52
Tabla 7 <i>Resultados Índice Medio Diario Semanal (IMDS).</i>	53
Tabla 8 <i>Resultados IMDA para livianos y pesados.</i>	56
Tabla 9 <i>Variables de la Investigación.</i>	62
Tabla 10 <i>Ubicación y coordenadas de las calicatas.</i>	65
Tabla 11 <i>Descripción de ensayos propuestos.</i>	77
Tabla 12 <i>Resultados C.B.R de la subrasante en su estado Natural.</i>	81
Tabla 13 <i>Resultados generales del ensayo C.B.R. a la muestra de subrasante modificada.</i>	82
Tabla 14 <i>Resultados Generales del C.B.R.</i>	83
Tabla 15 <i>Resultados del C.B.R. de C1 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.</i>	87
Tabla 16 <i>Resultados del C.B.R. de C2 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.</i>	88
Tabla 17 <i>Resultados del C.B.R. de C3 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.</i>	90
Tabla 18 <i>Resultados del C.B.R. de C4 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.</i>	91
Tabla 19 <i>Resultados del C.B.R. de C5 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.</i>	92
Tabla 20 <i>Resultados del análisis Granulométrico por tamizado conforme a la norma MTC E 107.</i>	94
Tabla 21 <i>Resultados del contenido de humedad conforme a la (NTP 339.127).</i>	95
Tabla 22 <i>Resultado obtenidos mediante el estudio de límites de consistencia.</i>	97
Tabla 23 <i>Resultados obtenidos empleando los sistemas de clasificación ASSHTO.</i>	99
Tabla 24 <i>Resultados obtenidos empleando los sistemas de clasificación SUCS.</i>	100
Tabla 25 <i>Resultados del Ensayo Proctor modificado de la muestra natural.</i>	101
Tabla 26 <i>Resultados del ensayo C.B.R de la muestra natural.</i>	103

Tabla 27 *Resultados generales de las muestras C1, C2, C3, C4 y C5 y su relación recomendada en % de modificación, Máximo C.B.R. alcanzado, M. D. S. y Humedad Optima.* 106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Relación Volumétrica estructural del suelo.</i>	27
Figura 2 <i>Formación de perfiles por Agrupación de partículas.</i>	28
Figura 3 <i>Quemado la cascarilla de arroz y selección de la (CCA) que será usada en la investigación.</i>	30
Figura 4 <i>Acopio de la CCA para la investigación.</i>	31
Figura 5 <i>Campos de aplicacionde la CAL.</i>	33
Figura 6 <i>Características en la Clasificación SUCS.</i>	37
Figura 7 <i>Sistema de clasificación AASHTO</i>	38
Figura 8 <i>Equipos usador para la ejecución del ensayo Proctor Modificado.</i>	42
Figura 9 <i>Ejecución del ensayo proctor</i>	43
Figura 10 <i>Vías de acceso y salida del C. P. San José Alto.</i>	50
Figura 11 <i>Plantilla elaborada para el estudio vehicular.</i>	51
Figura 12 <i>Calculo de IMDS (Dias Laborables y No Laborables)</i>	54
Figura 13 <i>Factores de Corrección estacional (M.T.C., 2013)</i>	55
Figura 14 <i>Identificación del peaje más cercano.</i>	56
Figura 15 <i>Calculo deL IMDA</i>	57
Figura 16 <i>Recorrido del camino vecinal seleccionado y ubicación de las calicatas proyectadas.</i>	64
Figura 17 <i>Guia de observación (Hoja de campo diseñada para la investigación).</i>	70
Figura 18 <i>Ficha resumen elaborada para esta tesis</i>	71
Figura 19 <i>Ficha Granulométrica.</i>	72
Figura 20 <i>Ficha de contenido de humedad.</i>	72
Figura 21 <i>Límites de Atterberg.</i>	73
Figura 22 <i>Ficha de laboratorio para Proctor Modificado.</i>	74
Figura 23 <i>Ficha de laboratorio capacidad de soporte C.B.R.</i>	75
Figura 24 <i>Diagrama de flujo de la investigación</i>	76
Figura 25 <i>Manipulación de Variables.</i>	79
Figura 26 <i>Resultados del análisis Granulométrico (% de Gravas, % de Arenas y % de Finos).</i>	85

Figura 27 <i>Porcentaje de Humedad obtenido</i>	96
Figura 28 <i>Resultados Carta de Plasticidad</i>	98
Figura 29 <i>Resultados del ensayo Proctor a la muestra Natural</i>	102
Figura 30 <i>Niveles de CBR para las calicatas (C1,C2,C3,C4,y C5) Natural</i>	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Solicitud de permiso para la investigacion.</i>	125
Anexo 2 <i>Autorizacion municipal para iniciar la investigación.</i>	126
Anexo 3 <i>Conteo Vehicular dia Lunes 05 de junio 2023.</i>	127
Anexo 4 <i>Conteo Vehicular dia Martes 06 de junio 2023.</i>	128
Anexo 5 <i>Conteo Vehicular dia Miercoles 07 de junio 2023.</i>	129
Anexo 6 <i>Conteo Vehicular dia Jueves 08 de junio 2023.</i>	130
Anexo 7 <i>Conteo Vehicular dia Viernes 09 de junio 2023.</i>	131
Anexo 8 <i>Conteo Vehicular dia Sabado 10 de junio 2023.</i>	132
Anexo 9 <i>Conteo Vehicular dia Domingo 11 de junio 2023.</i>	133
Anexo 10 <i>Resultado del analisis granulométrico de la calicata C-1.</i>	134
Anexo 11 <i>Resultados del limite de consistencia para la calicata C-1.</i>	135
Anexo 12 <i>Resultados de Humedad Natural para la calicata C-1.</i>	136
Anexo 13 <i>Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-1.</i>	137
Anexo 14 <i>Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-1.</i>	138
Anexo 15 <i>Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-1.</i>	139
Anexo 16 <i>Resultados de Granulometria para la calicata C-2.</i>	140
Anexo 17 <i>Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-2.</i>	141
Anexo 18 <i>Resultados de Humedad Natural para la calicata C-2.</i>	142
Anexo 19 <i>Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-2.</i>	143
Anexo 20 <i>Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-2.</i>	144
Anexo 21 <i>Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-2.</i>	145
Anexo 22 <i>Resultados de Granulometria para la calicata C-3.</i>	146
Anexo 23 <i>Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-3.</i>	147
Anexo 24 <i>Resultados de Humedad Natural para la calicata C-3.</i>	148
Anexo 25 <i>Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-3.</i>	149
Anexo 26 <i>Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-3.</i>	150

Anexo 27 Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-3.....	151
Anexo 28 Resultados de Granulometria para la calicata C-4.....	152
Anexo 29 Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-4.....	153
Anexo 30 Resultados de Humedad Natural para la calicata C-4.....	154
Anexo 31 Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-4.....	155
Anexo 32 Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-4.....	156
Anexo 33 Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-4.....	157
Anexo 34 Resultados de Granulometria para la calicata C-5.....	158
Anexo 35 Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-5.....	159
Anexo 36 Resultados de Humedad Natural para la calicata C-5.....	160
Anexo 37 Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-5.....	161
Anexo 38 Resultados de C.B.R (1-2). para la calicata C-5.....	162
Anexo 39 Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-5.....	163
Anexo 40 Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 5%.....	164
Anexo 41 Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 10%.....	165
Anexo 42 Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 15%.....	166
Anexo 43 Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 20%.....	167
Anexo 44 Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 5%.....	168
Anexo 45 Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 10%.....	169
Anexo 46 Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 15%.....	170
Anexo 47 Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 20%.....	171
Anexo 48 Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 5%.....	172
Anexo 49 Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 10%.....	173
Anexo 50 Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 15%.....	174
Anexo 51 Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 20%.....	175
Anexo 52 Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 5%.....	176
Anexo 53 Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 10%.....	177
Anexo 54 Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 15%.....	178

Anexo 55 Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 20%.....	179
Anexo 56 Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 5%.....	180
Anexo 57 Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 10%.....	181
Anexo 58 Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 15%.....	182
Anexo 59 Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 20%.....	183
Anexo 60 Localización de la calicata C1.	184
Anexo 61 Localización de la calicata C2.	185
Anexo 62 Toma de medida de la profundidad de la calicata C2.	186
Anexo 63 Localización de la calicata C3.	187
Anexo 64 Toma de muestra de la calicata C3.	188
Anexo 65 Localización de la calicata C4.	189
Anexo 66 Toma de muestra de la calicata C4.....	190
Anexo 67 Selección de las muestras de suelo que serán llevadas a laboratorio.	191
Anexo 68 Recojo de cascara de arroz directo del molino DON LUCHO en Ascope.	192
Anexo 69 Muestras de cascara de arroz que serán llevadas a calcinación.	193
Anexo 70 Calcinación controlada de la CCA.	194
Anexo 71 Recojo de la CCA para ser llevada al laboratorio.	195
Anexo 72 Ceniza Obtenida Post Calcinado.	196
Anexo 73 Presentación de las muestras de suelo que serán usadas en el laboratorio.....	197
Anexo 74 Cal seleccionada para la elaboración de esta investigación.....	198
Anexo 75 Selección de tamices para el estudio.	199
Anexo 76 Pesado de muestra de suelo para llevarla al horno.	200
Anexo 77 Ejecución de ensayo Proctor Modificado.	201
Anexo 78 Aplicación de la energía modificada sobre la muestra de suelo.	202
Anexo 79 Identificación De los porcentajes para la modificación del C.B.R.	203
Anexo 80 Realizando las combinaciones de las 3 variables de la investigación (suelo + CCA + Cal).	204

RESUMEN

El **objetivo** de esta investigación es determinar la influencia que ejerce el uso de CCA y Cal sobre la subrasante del suelo en los caminos del C. P. San José Alto. La investigación se **justifica** ya que con esta información podremos identificar el tipo de suelo y su comportamiento. La **metodología** consistió en la elaboración de 5 calicatas a las cuales se le realizó EMS encontrando suelos arenoso y limoso. A las muestras se le adicionaron porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% en proporciones iguales de CCA y Cal, en total se realizaron veinte especímenes. El **resultado** para C1 es usar un 10%, con un C.B.R. inicial de 3.2 a un C.B.R. de 10.4, la C2 es un 5%, con un CBR inicial de 8.4 a un C.B.R. de 10.3, la C3 es el 10% con un CBR inicial de 4.4 a un C.B.R. de 7.5, para C4 se usó un 10%, con un CBR inicial de 2.9 a un C.B.R. de 6.1 y finalmente para la C5 se usó un 5% con un CBR inicial de 4.9 a un C.B.R. de 7.3. Se **concluye** que la CCA y Cal inciden positivamente en la estabilización de subrasantes.

PALABRAS CLAVES:

Propiedades, Sub-rasante, Ceniza, Cascara, Sílice.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.

Global.

La planificación del territorio es una tarea esencial para el estado, municipios e instituciones gubernamentales, debido a que estos son responsables de elaborar los detalles destinados no solo a la urbanización, sino también al acceso de las necesidades básicas de sus pobladores (Braz, 2023). Mego y Erickthomy (2022), en su tesis resaltan que es de vital importancia recuperar los espacios públicos urbanos y conservar el patrimonio cultural, así como asignar estratégicamente espacios para ser usados como lugares para actividades recreativas, así como espacios donde se elaboren actividades que enaltezcan las tradiciones culturales de las localidades. El investigador Vazquez (2023), enfatiza lo importante que es el rescatar diversos espacios que se encuentran en estado de abandono, muchos de estos espacios fueron diseñados estratégicamente por las autoridades de forma que su desarrollo sea conviviente en ese momento, estos espacios deberían permitir la recreación ciudadana y a su vez ser agradables en su forma y diseño. Los motivos que provocan el descuido empiezan desde cómo se comportan los ciudadanos hasta el descuido de las autoridades responsables del desarrollo urbano. La forma tradicional del uso de los espacios públicos impacta primero en el estilo y en la forma de vida en diferentes ciudades sin tomar en cuenta la cantidad de habitantes, asimismo, se debe resaltar que muchos no saben el beneficio que causa contar con plan de desarrollo urbano

En el mundo tan globalizado como el que vivimos actualmente, presenta una gran demanda en el transporte de productos alimenticios, los cuales tradicionalmente se realizan mediante el transporte por carretera, también es de mencionar como a afectado la situación

vivida en la pandemia mundial del covid-2019 sobre todo en el ámbito interno de las naciones (Arnedo León, 2022).

Un país en pleno desarrollo presenta un aumento en la infraestructura vial, demandando materiales económicos, confiables y de excelencia, estas cualidades por lo general son difíciles de encontrar. Frente a esta ausencia surgen alternativas viables que permitan que el transporte sea amigable, (Alarcón et al., 2020). sugieren que la estabilización de los suelos se debe realizar utilizando agentes alternativos de rápido acceso a nivel local.

Para poder desarrollar proyectos relacionados a la ingeniería, es necesario contar con estudios previos, estos pueden clasificar los tipos de suelo de acuerdo a las características encontradas según su composición geotécnica (Medrano, 2020). aporte que se complementa con lo expuesto por Barrera et al. (2020), quienes promueven el uso adecuado de las herramientas que logran caracterizar los suelos de manera entendible que se logra mediante la determinación de sus propiedades tanto físicas como químicas con la finalidad de determinar la calidad del mismo.

Para los investigadores Zavala et al. (2019) No solo basta con las técnicas tradicionales, ellos investigaron los diversos agentes (atmosféricos y geotécnicos) que perjudican o convierten los suelos en inestables, tales como movimientos de tierra, las lluvias y contaminación (relleno sanitario), por tanto, sugieren que las técnicas de bioingeniería resultan ser una útil herramienta en la trata y estabilización de los suelos.

Existen muchas disciplinas mezcladas en la búsqueda del conocimiento común, con el fin de analizar, proponer, preparar y construir de manera sostenible. En este caso, el enfoque interdisciplinario permite abordar de manera coherente la complejidad e integridad de los

fenómenos y problemas urbanos, conduciendo a una nueva reconfiguración de la simplicidad en los desafíos sociales actuales (Barragán et al., 2019).

Específico.

La problemática que presenta el estudio empieza con el propósito de mejorar el estado de las vías principales que conforman el camino vecinal del C.P San José Alto en Cartavio. En dicho sector el abandono de las autoridades es evidente, ya que no cuenta con accesos que reúnan las condiciones para ser usados como vías de acceso y/o transporte. He ahí la importancia de realizar estudios que permitan mejorar la forma de vivir de los residentes.

El tesista Cueva (2022), realizó una investigación en el departamento de La Libertad (Viru) mencionando que los caminos en la zona rural tienen problemas en su conformación ya que manifiestan caminos irregulares con partículas que se desplazan con facilidad, las fallas en su resistencia, compactación, deficiencia en sus materiales, en granulometría y una superficie de rodadura débil, generan que el movimiento que tiene la circulación vehicular sea débil, asimismo que el transporte peatonal sea perjudicial ya que expulsan partículas finas (polvo) que como consecuencia inmediata afecta la salud de quienes residen cerca.

El C. P. San José Alto es un poblado en desarrollo perteneciente a la Municipalidad Distrital de Santiago de Cao, se hace evidente el estado de abandono debido a la ausencia de servicios básicos y proyectos urbanísticos. Los habitantes de este sector se encuentran expuestos a los peligros que generan la falta de caminos que reúnan las condiciones necesarias para ser usados como vías de acceso, así mismo el levantamiento del polvo propios de un suelo descuidado y en mal estado resulta agresivo para la salud de los pobladores de manera permanente.

Debido a esto se enfatiza en la urgencia de realizar estudios del territorio específicamente en las vías que conforman el camino vecinal con la finalidad de realizar modificaciones del mismo que permitan a los pobladores mejorar el estilo de vida al que están acostumbrados. Para García et al. (2019) estas modificaciones deben ir de la mano con la expansión de las nuevas localidades o asentamientos quienes finalmente son los principales usuarios ocupacionales del suelo en los asentamientos proyectados, cuyo resultado es notorio ya que conforme se expande el territorio nacen nuevas configuraciones de los asentamientos, finalmente este crecimiento termina alterando el estado natural del suelo por el cambio de uso.

Según Galimberti (2021) la ausencia de planes urbanos y directivas en el ordenamiento urbano-territorial de los distritos periféricos próximos a la ciudad es donde predomina el suelo rural, este reúne las cualidades para diseñar nuevas urbanizaciones y que el correcto seguimiento de parte de las autoridades competentes, reduciría la tendencia a la dispersión descontrolada con notable falta de servicios básicos e infraestructura vial.

Para poder realizar una discusión final sobre los resultados que obtendremos, es importante que podemos señalar que existen antecedentes de gran relevancia.

En la actualidad se está poniendo en práctica del despertar de una conciencia pública implementando nuevas praxis sobre suelos contaminados por ello ha aumentado el interés en desarrollar procedimientos amigables y responsables con el medio ambiente, utilizando materiales orgánicos in-situ con gran valor potencial que al ser utilizados de manera correcta permiten mejorar las propiedades de los suelos (Fernandez et al., 2020). Estas investigaciones están relacionadas a las técnicas empleadas en muchos lugares del Perú y el mundo, donde el uso de los materiales alternativos tales como las Cenizas y el Óxido de Calcio están mostrando

excelentes resultados en la mejora de las propiedades resistentes, así como otros beneficios, estos resultados serán la base de la presente investigación.

1.2 ANTECEDENTES.

En el ámbito internacional:

La tesista Galeano (2020) realizó una investigación de **tipo aplicada con nivel descriptivo cuantitativo y diseño experimental** con la finalidad de determinar las propiedades que se obtienen al realizar el reemplazo del concreto hidráulico por ceniza obtenida de la maleza (CM) y CCA (Ceniza de cascar de arroz) en la elaboración de ladrillos cilíndricos para esto elaboraron 36 muestras a las cuales se le realizaron reemplazo del (0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%) su investigación sigue los procedimientos de la norma NTC 454 y ASTM C172-10 y el propósito es diferenciar la resistencia entre CM y la CCA. Su investigación concluyó que la CCA reemplazando al 5% fue de “3524,3 psi o 24,30 MPa” a los 90 días de curado mientras que la CM con reemplazos de 5% a sus 90 días aumenta satisfactoriamente de “5154,0 psi o 35,54 MPa y 4994,8 psi o 34,44 MPa” así mismo las muestras con reemplazo de CCA del 15% arroja una resistencia de “6240,8 psi o 43,03 MPa” a los 28 días de curado mientras que la CM obtiene resistencia de “5842,3 psi o 40,28 MPa” con adicción del 15% y a los 28 días de curado. **Su aporte** a la investigación concluye en que el uso de estos materiales aporta una resistencia a la compresión del 27% y los valores recomendados a reemplazar sobre el cemento Hidráulico sean menores al 20%.

Los investigadores Troncoso et al. (2022) realizaron una investigación de **tipo practica con diseño experimental** basado en pruebas de laboratorio con la finalidad de identificar las características de 3 ejemplares de arcilla expansiva al 100%, usaron la técnica de cambiar una fracción determinada por un valor de ceniza y así llevar un control en el cambio de masa. Para ello se usó dos tipos: la primera ceniza que contiene propiedades volcánicas y la segunda que presenta propiedades orgánicas (CCA), estos tipos de cenizas fueron mezcladas en proporciones de (50%-50%); de ello resultó que la arcilla fue cambiada en valores de 10%, 20% y 30% en peso propio de suelos arcillosos, por la mezcla estabilizante de cenizas. **Su aporte** a la investigación concluye que resultados presentan una reducción del volumen convencional en la arcilla expansiva, se redujo el límite líquido, se notó un descenso en la gravedad específica e incrementó la resistencia al corte y finalmente mejoró los resultados de la consolidación.

El tesista Calderón (2022) realizo una **investigación metodológica de tipo experimental** el cual consistió en analizar las propiedades obtenidas mediante el uso de la ceniza producida de la cáscara arrocera, como reemplazo parcial del concreto hidráulico. Los reemplazos proyectados de ceniza para las mezclas de concreto fueron 10%, 20% y 30%; se realizaron nueve diseños de mezcla de concreto, contemplando todas las combinaciones posibles de ceniza de cáscara arrocera y se reemplazaron por el contenido de cemento, se realizaron mezclas de cemento y agregados regulares. En total se realizaron 45 especímenes de mezcla de concreto modificado, los cuales fueron ensayados en diferentes tiempos con el propósito de determinar el aguante de los especímenes. Los resultados fueron corroborados por un análisis estadístico que ayudó a identificar posibles variables. **Su aporte** a la investigación científica concluyo en que lo estudiado no genera aporte del aguante para el concreto, asimismo

ninguna de las combinaciones logró superar el aguante que tiene el concreto hidráulico regular en ninguna de las edades propuestas.

Los investigadores Robinson et al. (2022), realizaron una **investigación aplicada de tipo experimental** basado en un estudio completo sobre el aprovechamiento de la CA, ya que este es un elemento muy común en ciertas zonas del país, el cual se presenta como cantera con gran apreciación. Los hallazgos de su investigación indicaron que las propiedades que presenta la CA y las condiciones de funcionamiento, presentan considerables cambios en la calidad y el rendimiento en la elaboración de concreto al ser usadas en forma de ceniza. La CCA es un material cementante alternativo que también puede formar parte de la mezcla del cemento en la construcción. **Como aporte** a la investigación científica ellos afirman que para que tenga un efecto aceptable debe contener aproximadamente valores equivalentes entre el 15% y 20% al seguir estas recomendaciones la fusión de estos presenta incrementos en la resistencia al ser comprimido, por tanto, los investigadores recomiendan utilizar este material alternativo en el uso de la construcción convencional.

En el ámbito nacional:

El autor Paredes (2020) realizó su **investigación aplicada** de **tipo experimental** este estudio tiene el objetivo de determinar la resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto a diferentes edades (7, 14 y 28 días) a este concreto se le incorporaron diferentes porcentajes (4%, 12%, y 24%) de cenizas de cáscara de arroz, como primer paso identificó la proporción requerida de agregado grueso y fino, luego se determinaron los ensayos de laboratorio y EMS necesarios, y finalmente se cuantificó la información obtenida de la resistencia a la compresión axial realizada a los ladrillos de concreto, la resistencia de la muestra patrón tiene una resistencia estandarizada de 222.78 kg/cm² y los resultados al adicionar el 4% de ceniza de cáscara de arroz se obtuvo una resistencia de 283.81 kg/cm² lo que equivale a un incremento del 27.40%, al adicionarse un 12% de ceniza de cáscara de arroz obtuvo 280.23 kg/cm² con un incremento del 25.79% , y finalmente al adicionar el 24% de ceniza de cáscara de arroz la resistencia obtenida fue 178.83 kg/cm² con una disminución del 19.73%. **Su aporte** científico concluye en que al reemplazar el concreto con CCA estas modificaciones no deben exceder el 12%.

Los autores Lavado et al. (2020) realizaron una **investigación aplicada** de **tipo experimental** completo con la finalidad de determinar la influencia que ejerce el uso de la CCA sobre un suelo arcilloso, su estudio se basó en la ejecución de dos calicatas sobre un terreno estratégicamente seleccionado, extraer material arcilloso a diferentes profundidades y realizar la técnica de intercambio de volumen (0%, 10%, 20% y 40%) por CCA posteriormente realizaron los EMS con la finalidad de la obtención del C.B.R. óptimo para este material. En sus resultados indican que el material con 0% de CCA logro un C.B.R. de 5.00, para el material

con 10% de CCA logro un C.B.R. de 16.30, para el material con 20% de CCA logro un C.B.R. de 19.40, para el material con 30% de CCA logro un C.B.R. de 13.20, y finalmente para el material con 40% de CCA logro un C.B.R. de 13.0, obteniendo mejoras del 6% sobre las propiedades del material con reemplazos del 10% y del 25%. **Su aporte** científico concluye con la recomendación del uso de la ceniza de cáscara de arroz como una alternativa viable en la mejora de las propiedades de la subrasante.

El tesista Torres (2022) realizo una **investigación aplicada de tipo experimental**, en ella cuantificó la influencia que genera al utilizar ceniza producida de la quema de cáscara arroceras sobre un suelo arcilloso en la carretera Cajamarca – Santa Rosa de Corvallo para el año 2021 la cual fue utilizada con el fin de pavimentar esta vía. El estudio estuvo compuesto por una distancia de 10 km, los cuales conforman la investigación. Esta distancia fue distribuida con relación a una calicata por cada Km de carretera. Se realizaron estudios de mecánica de suelos y se clasificó este suelo como tipo (CL) lo que indica arcillas inorgánicas con propiedades de baja plasticidad según la metodología SUCS. Ahora bien, de acuerdo con lo evaluado la tierra arcillosa se obtuvo un CBR al 95% esta muestra presentaba una densidad de 16.4% cuando se le adicionaron valores de 7.5% y 8.5% de ceniza de cascara arroceras, el CBR 36%. **Su aporte** científico concluyó en que el valor óptimo porcentual para suelos con alto contenido de arcillas es de 7.5%.

Los tesisistas Romero y Solar (2020) realizaron la **investigación aplicada de tipo experimental** para saber sobre la influencia que ejerce la cáscara arrocerá y los residuos calcáreos de la concha de abanico, al adicionarse porcentajes representativos del 4 al 8% de CCA y del 1 al 3% de RCCA, con la finalidad de cuantificar el incremento del CBR óptimo en la combinación. **Su aporte** finaliza con la conclusión de que la mezcla óptima fue 3% RCCA y 8% CCA, las cuales alcanzaron un valor máximo de 51.37% de índice CBR de 1" y 52.60% de CBR de 2" incremento notable pues en su estado natural tenían valores de 8.13% para un índice de CBR 1" y 8.63% en el CBR de 2". Este incremento comprueba el resultado positivo para estabilizar el suelo y así garantiza y recomienda el uso de la (CCA) y (RCCA), alto contenido (CaO) y (SiO₂) dióxido de silicio.

Los tesisistas Carruitero y Loyola (2022) Realizaron una **investigación aplicada de tipo experimental** con la finalidad de determinar en cuanto influye la adición del NaCl (la sal común) el estudio se realizó en una porción del camino vecinal en el C.P Frontón Bajo Sector Carmelo en el Distrito de Viru, su técnica consistió en emplear proporciones de 1% al 4% de NaCl, y combinarlas con las muestras del suelo in-situ. El objetivo de esta investigación es determinar de qué manera varían las propiedades y el alcance obtenido mediante esta técnica, en beneficio de la subrasante teniendo en cuenta que este suelo in-situ es arenoso, empleando materiales alternativos y de bajo costo. La investigación la realizaron analizando las propiedades del suelo mediante los EMS obligatorios según el manual de ensayo de materiales. **Su aporte** a la investigación científica es que se obtienen como respuesta una mejora considerable en CBR con tan solo el 2% de NaCl pues este porcentaje logro llegar a un valor superior al 30% CBR con respecto a las calcitas. El promedio de estas alcanzó el 34.13% y un

bajo coeficiente de permeabilidad en 2% además los estudios químicos realizados determinan que al utilizar NaCl al 2% aumenta el CBR en suelos que presentan cloruros solidos solubles y sulfatos.

Los tesisistas Jyshenda y Meza (2018) realizaron una **investigación aplicada** de **tipo experimental** con la finalidad de determinar y cuantificar las propiedades alcanzadas al emplear adiciones de carbonato de calcio en ladrillos artesanales de arcilla, para esto determinaron combinaciones con 0% (muestra patrón) 3% y 5% de carbonato de calcio, determinaron que una muestra representable es de 10 unidades para cada ensayo lo que da un total de 30 ladrillos artesanales, el diseño que utilizaron en este estudio es de carácter experimental ya que consiste en reemplazar los porcentajes descritos en la fabricación de estos, el diseño cumple con las directivas según el reglamento de edificaciones NTP E.070 **Su aporte** a la investigación es que los ensayos a compresión obtenidos al adicionar oxido de calcio demostraron que los que tenía 0% llegaron a resistir 35.22 Kg/cm³, los que fueron reemplazados con 3% alcanzaron 55.37 Kg/cm² y finalmente los que tenían 5% n 41.31 Kg/cm², por lo tanto, concluyeron que el porcentaje optimo al reemplazar la arcilla por oxido de calcio es del 3%

1.3 MARCO TEORICO.

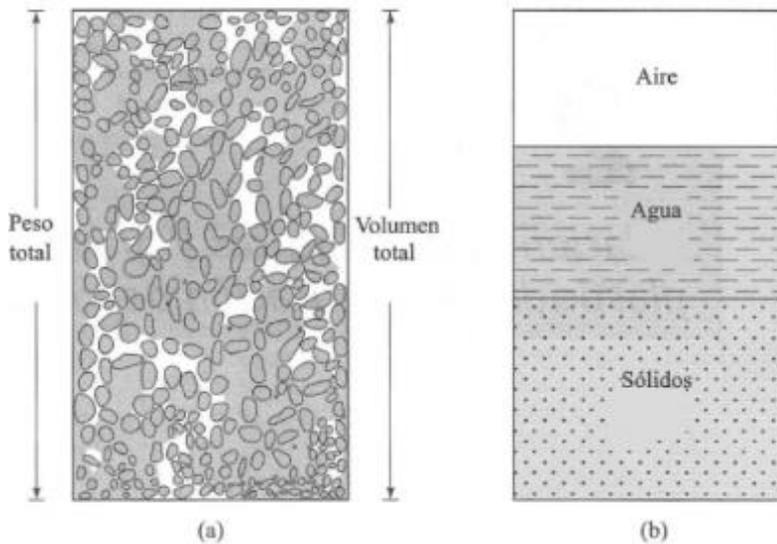
Las teorías nos indican lo importante que es conocer los elementos que serán involucrados en esta tesis, por esto se presentará una descripción puntual sobre las características propias de los elementos que forman el estudio y así poder comprender el cambio de valores que se esperan de esta investigación.

1.3.1 TEORIAS SOBRE EL SUELO

El doctor Braja M Das (2014) explica que el suelo es el producto de la descomposición por fractura o rompimiento de las diversas variedades de rocas, estos con la ayuda de fenómenos químicos y mecánicos son transportados formando superficies rocosas, llamadas también depósitos de suelos residuales que por intermedio de las diversas acciones del clima estos se van configurando, formando categorías según el material transportado, finalmente el suelo termina de formarse con la ayuda de diminutos organismos biológicos, vegetales, materia orgánica, aire y agua; los cuales se presentan como una parte fina que tomo esa forma a lo largo del tiempo. Para la fao.org (2023) la formación de esta, se debe al efecto de la meteorización originada por la descomposición de una roca en la superficie o la capa próxima a ella, generalmente esto se da como consecuencia de los diversos fenómenos atmosféricos y la acción de agentes biológicos del entorno que ingresan en ella, estos fenómenos físicos cambian la estructura de las rocas, pero no cambian la composición de sus minerales. Los agentes que con frecuencia originan los suelos son: Gelifracción (por goteo), descomprensión (cuando asiendo a la superficie), abrasión (partículas que transporta el viento), impacto (caída de otras rocas sobre ella) y meteorización química (acciona de agua, gases y agentes externos).

Figura 1

Relación Volumétrica estructural del suelo.



Nota. La figura describe en el horizonte (a) la composición del suelo en su estado natural y el horizonte (b) describe de forma individual las fases del suelo (Braja M Das, 2014).

Según Mora (2022) la tierra suele cambiar en su mismo sitio por la alteración de la naturaleza, creando una tierra orgánica por la putrefacción de los seres orgánicos, esta presenta ciertas características particulares como arcilla, arena, entre otros.

Lo que se entiende que conforme los agentes ambientales como el agua, el viento y los micro-seres orgánicos descomponen la roca madre, los suelos van tomando formas regulares e irregulares como: mesetas áridas, cauces de ríos, pendientes empinadas, lomas, terrenos arenosos, etc. estos cambios y formas dependen del fenómeno presente en el lugar donde sucede el acto.

Figura 2

Formación de perfiles por Agrupación de partículas.



Nota. La Figura describe los perfiles formados debido a la agrupación de partículas en el suelo imagen obtenida del sitio web (fao.org, 2023).

A finales del cretácico ocurrió un notorio fenómeno natural, que dio lugar a cadenas montañosas, dando inicio a la activación de las fallas características, quienes provocan que se formen y se hundan las capas tectónicas (Leal y Ramos, 2022). Las relaciones de fenómenos atmosféricos venideros han reagrupado los materiales de manera que se forma un nuevo entorno. Así mismo, hay suelos blandos cercanos a las costas y a los ríos siendo un habitat perfecto para el desarrollo de la sociedad (Auvinet y Sánchez, 2020).

1.3.2 TEORIAS SOBRE EL USO DE LA CENIZA

En la actualidad existen ingenieros e investigadores de las nuevas tecnologías en concreto que enriquecen el conocimiento sobre el uso de la (CCA) como material alternativo y económico.

Los investigadores Lozano et al. (2019) dedicaron sus conocimientos en búsqueda del componente que armonice y mejore las propiedades de este. En su investigación llegaron a la conclusión que la ceniza arrocerá obtenida mediante la calcinación, presenta índices elevados de sílice material que también está presente al cemento, por tanto, el solo uso de esta tiende a incrementar la resistencia del suelo, esta información está corroborada. por Quiñones et al. (2021) quienes indican que la obtención de ceniza se puede lograr realizando un procedimiento de quemado controlado realizando movimientos de masa en periodos de 30 minutos a temperaturas de 550°C a 700°C, realizando este procedimientos se obtiene un equivalente al 85% de la muestra total en versión de SiO₂ (Dióxido de Silicio) la forma obtenida es amorfa y cristalina en mantas delgadas, además resalta la importancia y eficiencia como alternativa a las nuevas demandas de materiales agroindustriales lo cual trae consigo grandes beneficios económicos debido a los bajos costos y al medioambiente.

Figura 3

Quemado la cascarilla de arroz y selección de la (CCA) que será usada en la investigación.



Nota. Las fotografías describen el proceso de quemado y recolección de la ceniza para la investigación.

De otro lado, la investigadora Romero (2020) publicó su estudio sobre la puzolana, confirmando lo antes expuesto que este material aglomerado presenta un alto contenido de sílice o (sílice-alúmina y alúmina reactivas), el cual lo describe como un material altamente ligante, propiedades que no están presentes en el cemento, sin embargo, en presencia de agua y a temperatura ambiente al ser hidratado, mezclado con el mortero (cemento, arena, grava, piedra u otros) incrementan las propiedades resistentes y al ser adicionado como complemento, vuelven eficiente al concreto, estas aportan ciertas características que resaltan al ser usadas correctamente.

Finalmente los investigadores Matthey et al. (2020), realizaron un estudio exhaustivo sobre las propiedades de la CCA en forma de bloques no estructurales para lo cual realizaron 28 bloques de distintas medidas los cuales contenían en su composición la mezcla de una porción representada por cemento convencional y 6 partes de agregados típicos (arena gruesa y grava de ½) y el 20% de ceniza de CCA esta investigación la realizaron llevando el control

de curado durante 28 días y determinaron que este proceso aumenta el resultado final de los productos, mejorando propiedades de funcionamiento.

Figura 4

Acopio de la CCA para la investigación.



Nota. Imagen forma parte del panel fotográfico realizado para esta investigación.

1.3.3 TEORIAS SOBRE LOS BENEFICIOS DE LA CAL

La búsqueda constante de materiales alternativos para mejora de la eficiencia en los materiales contractivos el uso de la CAL en la elaboración de los morteros acompañado del cemento (cemento-cal) con diferentes adiciones tienden a modificar su estructura brindando incrementos en el comportamiento térmico y la transmisión de ondas sonoras la influencia se manifiesta en diferentes diseños del material modificado (Guardia Martín, 2021).

El cemento es un material esencial para la industria de la construcción, por esto los autores ecuatorianos Velez y Mena (2020), realizó una investigación a nivel local sobre el

impacto ambiental que genera su producción de este. determinando que las emisiones de CO₂ durante el proceso son los responsables del impacto sobre el cambio climático generando gases de efecto invernadero. Los resultados muestran que esta producción requiere 3.191,95 MJ de energía y genera emisiones de 510,57 kg CO₂. equivalentes al 8% de contaminación ambiental durante la elaboración del Clinker material predominante en la elaboración del cemento convencional y sus diferentes presentaciones

El hombre siempre ha utilizado diversos materiales en la construcción, muchos de ellos con el pasar del tiempo han ido perdiendo valor e importancia, sin embargo, la CAL es un material que sigue vigente, la forma de aplicación conlleva a una gran variedad de procedimientos en el aspecto medicinal, agrícola, arquitectónico y esencialmente en la construcción.

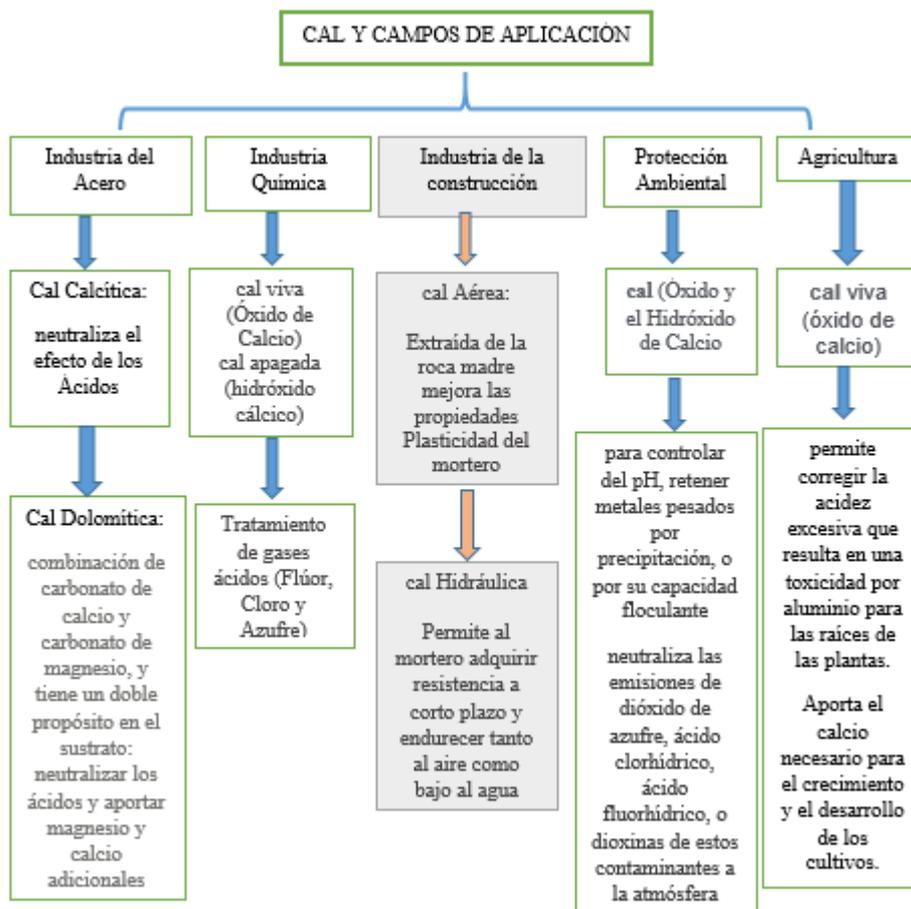
La CAL se obtiene al quemar un tipo de roca con contenido presente de carbonado cálcico (piedra calcárea), esta roca se reduce en trozos mediante el proceso de rotura forzada o ya sea por meteorización por acción del tiempo, consiste en seleccionar una muestra e introducirla a un horno calibrado con temperaturas que pueden ir desde los 400°C hasta los 900°C dependiendo del material a calcinar, mediante este proceso se logra obtener como resultado CAL viva (óxido cálcico CaO) (Campoverde Rivera y Iturralde Guanochango, 2020).

La CAL final, es conocida como Hidróxido de Calcio Ca(OH)₂ es preferido por excelencia en la construcción, principalmente por sus propiedades aglomerantes de morteros y estabilizador de suelos. El correcto manejo en la elaboración del mortero incrementa el sellado de los elementos y reduce el agrietamiento debido al efecto de la carbonatación de este hidróxido. El efecto que produce este mortero, es que presentará mejoras superficiales mientras que el núcleo conserva su humedad permitiendo conservar la capacidad de transpiración y

plasticidad. Conforme este se va consolidando el núcleo presentará reducción de la porosidad y sellado en la mezcla, este fenómeno se da debido al efecto que produce el aire sobre la superficie de esta. (Montejo et al., 2020).

Figura 5

Campos de aplicacione de la CAL..



Nota: Se elaboró el presente diagrama describiendo las áreas donde se emplea al Cal enfatizando en los procesos constructivos.

1.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La clasificación de suelos siempre ha sido una tarea complicada ya que los municipios carecen de información que les facilite el planteamiento del desarrollo urbanístico, por tanto, es una tarea puntual determinar el tipo de estudio óptimo según su uso (Rodríguez y González, 2020). El método de auscultación planteado, es la elaboración de Pozos o Calicatas que permite visualizar de forma directa y extraer las muestras necesarias para ser analizadas en laboratorio e in-situ la elaboración de esta, las muestras deben de cumplir con los requerimientos estandarizados, pero a su vez se tiene que tener presente que este tipo de investigación debe evitarse si el tipo de suelo supera al 5% de arenas finas (**Diario El Peruano, 2018**).

En la ingeniería convencional tenemos 2 tipos de estudios que nos permiten identificar las características del suelo según el uso que este tendrá, según la resolución del MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 recomienda que con la finalidad de establecer un valor equivalente al estudio de suelos tiene que ser evaluados con 2 sistemas de clasificación, por tanto, se considera utilizar los siguientes sistemas:

- El sistema “SUCS” recomendado para proyectos de ingeniería orientados a edificaciones.
- Sistema “AASHTO” (Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte) elaborado exclusivamente para proyectos de carreteras y transporte.

Sistema de clasificación SUCS

La clasificación del suelo ayuda a definir las diferencias entre, limos, arcilla, gravas y arenas, estos materiales tienen una notable influencia sobre la elección de la técnica ingenieril apropiada, por lo que es recomendable subdividir la composición y modificar los valores poco favorables de manera que sean útiles en la práctica. Esta metodología de selección tiene el objetivo de determinar un procedimiento que permita sistematizar, categorizar y clasificar el suelo base según su comportamiento, conforme a lo hallado en Google indexó (2020), el Sistema Unificado de Clasificaciones Suelos dice lo siguiente; que con la ayuda el tamiz #4 se relacionan y determinan que:

Si él % que pasa el tamiz #4 es >50% se consideran arenas.

Si él % que pasa el tamiz #4 es <50% se consideran gravas.

Además, el sistema SUCS asigna símbolos(Letras) que permiten identificarlos con facilidad,

Tabla 1

Simbología de los grupos de suelos planteados en el en el sistema SUCS según sus características.

Símbolo Principal	Turba material orgánico (pt)		
Gravas	G	Alta Plasticidad	H
Arenas	S	Baja Plasticidad	L
Limos	M	Bien Graduado	W
Arcillas	C	Mal Graduado	P
Limos y Arcillas Orgánicas	O		

Nota: La tabla describe los símbolos empleados en el sistema de clasificación SUCS conforme a la bibliografía de (Braja M Das, 2014).

La combinación de los símbolos permite describir el tipo de suelo y las características orgánicas e inorgánicas, así como su alta y baja plasticidad.

Si el suelo es ML este contendrá Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

Si el suelo es OL este contendrá Limos y arcillas orgánicas.

Si el suelo es CL este contendrá Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

Si el suelo es CH este contendrá Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

Si el suelo es MH este contendrá Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

Si el suelo es OH este contendrá arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

Al encontrarnos con suelos constituidos entre el 5% y 12% de arenas y materiales finos se recomienda hacer una simbología doble.

Al clasificar el suelo se debe tener en cuenta que los suelos que en su composición predomina el material orgánico es un suelo no apto para la construcción ya que este material vuelve al suelo inestable con límites de consistencia muy débiles y cambios de volumen variables.

Para un suelo que contiene Arenas Bien Graduadas y presencia de Limos será SW-SM

Para un suelo que contiene Arenas Bien Graduadas y presencia de Arcilla será SW-SC

Para un suelo que contiene Arenas Mal Graduadas y presencia de Limos será SP-SM

Para un suelo que contiene Arenas Mal Graduadas y presencia de Arcilla será SP-SC

Figura 6

Características en la Clasificación SUCS.

Símbolo de grupo		Nombre de grupo
GW	< 15% de arena	Grava bien graduada
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con arena
GP	< 15% de arena	Grava mal graduada
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con arena
GW-GM	< 15% de arena	Grava bien graduada con limo
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con limo y arena
GW-GC	< 15% de arena	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de arena	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GP-GM	< 15% de arena	Grava mal graduada con limo
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con limo y arena
GP-GC	< 15% de arena	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de arena	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GM	< 15% de arena	Grava limosa
	≥ 15% de arena	Grava limosa con arena
GC	< 15% de arena	Grava arcillosa
	≥ 15% de arena	Grava arcillosa con arena
GC-GM	< 15% de arena	Grava limo arcillosa
	≥ 15% de arena	Grava limo arcillosa con arena
SW	< 15% de grava	Arena bien graduada
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con grava
SP	< 15% de grava	Arena mal graduada
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con grava
SW-SM	< 15% de grava	Arena bien graduada con limo
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con limo y grava
SW-SC	< 15% de grava	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de grava	Arena bien graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SP-SM	< 15% de grava	Arena mal graduada con limo
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con limo y grava
SP-SC	< 15% de grava	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% de grava	Arena mal graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SM	< 15% de grava	Arena limosa
	≥ 15% de grava	Arena limosa con grava
SC	< 15% de grava	Arena arcillosa
	≥ 15% de grava	Arena arcillosa con grava
SC-SM	< 15% de grava	Arena limo arcillosa
	≥ 15% de grava	Arena limo arcillosa con grava

Nota. La imagen referencial fue obtenida de (Braja M Das, 2015)

Clasificación AASHTO

Este sistema nace como iniciativa en la búsqueda y desarrollos de un sistema que se ajuste a la necesidad y que permita clasificar los suelos en el la década 1920, su uso está dirigido exclusivamente al diseño de proyectos de carreteras y ocasionalmente se usa para determinar propiedades de los materiales necesarios en obras de rellenos (Google indexó, 2020).

Resumiendo, esta clasificación indica que con ayuda del tamiz #200 se puede determinar lo siguiente: Si él % que pasa el tamiz #200 es $>50\%$ se consideran suelos finos (Materiales Granulares) y si él % que pasa el tamiz #200 es $<50\%$ se consideran suelos gruesos (Materiales Limo Arcillosos).

Figura 7

Sistema de clasificación AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS PASA EL TAMIZ N° 200)							MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (MÁS DEL 35% PASA EL TAMIZ N° 200)			
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
SUB - GRUPOS	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm)	50 máx.										
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.						51 mín.			
N° 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	10 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad	6 máx.	6 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de grupo	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	0	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra grava y arena.		Gravas y arenas limosas y arcillosas.				Arena Fina	Suelos limosos.		Suelos arcillosos.	
TERRENO DE FUNDACION	Excelente a bueno.		Excelente a bueno.		Regular		Excelent e a bueno	Regular a malo			

Nota. La imagen forma parte de la literatura de (Braja M Das, 2015).

1.5 CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Las muestras extraídas para su análisis presentan un peso y volumen aparente, sin embargo, se desconoce el peso real de la muestra, por esto se requiere de un análisis que permita conocer el peso del agua, el volumen real de la muestra de suelo y el peso específico de la muestra al ser deshidratada. El M.T.C (2016), describe en el manual de procedimientos las ecuaciones necesarias para determinar los valores requeridos.

Los procedimientos de este estudio tienen que estar ligados a los parámetros establecidos por la norma ASTM D4220 (2023), la cual especifica que las muestras extraídas deberán ser tomadas y hermetizadas, correctamente identificables y almacenadas o transportadas evitando que estas sean expuestas a temperaturas inferiores a 3°C ni exceda los 30°C con la finalidad de conservar sus propiedades y garantizar un correcto resultado en el laboratorio.

Para encontrar el valor que corresponde al contenido de agua en una porción muestral de suelo se debe seguir las consideraciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), quien recomienda que la correcta ejecución de este estudio debe reunir las condiciones de la norma ASTM D-2216 (1998), el cual indica que se debe seleccionar una muestra de material y tomar $\frac{1}{4}$ parte de esta mediante el método de cuarteo, el material será pesado con la finalidad de determinar lo que pesa antes de ser ingresado a un horno con temperatura controlada entre $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ durante un periodo de 24 horas. Esto se hace con la finalidad de que la muestra pierda la saturación dentro de ella, luego se volverá a pesar y se tendrá el peso de la muestra seca. Se entiende que el peso perdido será el agua presente en la muestra y el modo de obtener los valores es mediante esta ecuación.

$$\% \text{ de humedad} = W \frac{\text{peso de } H_2O}{\text{peso del suelo secado al horno}} X 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} x 100 = \frac{M_w}{M_s} x 100$$

Donde:

pesadez del agua (W).

deposito + material húmedo (M_{cws}).

deposito + material seco (M_{cs}).

pesadez del depósito (M_c).

pesadez del agua (M_w) pesadez suelo seco (M_s).

1.6 LÍMITES DE ATTERBERG

Los límites de Atterberg permiten conocer cuál es comportamiento que ejerce el suelo al ser expuesto a distintos valores de humedad, este ensayo permite conocer los límites líquidos y plásticos. El ingeniero laboratorista debe realizarlos bajo las directrices de la norma (NTP 339.129, 2019).

Para determinar los derivados de los límites de Atterberg es necesario tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\text{Índice de plasticidad} = IP = LL - LP$$

$$\text{Índice de liquidez o fluidez} = IL = \frac{w-LP}{LL-LP} X 100$$

$$\text{Índice de consistencia} = Ic = \frac{LL-W}{LL-LP} X 100$$

$$\text{Índice de Contracción} = IS = LP - LC$$

Para interpretar los resultados se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

LL<50 Suelos pocos plásticos.

LL >50 Suelos muy plásticos.

1.7 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

El ensayo Proctor tienen la finalidad de establecer lo relacionante a la densidad seca de un material al ser compactado con valores controlados de humedad. El M.T.C (2016), y ASTM D-1557 (2015), describe los procedimientos que el ingeniero laboratorista debe tener en cuenta con la finalidad de cuantificar la energía modificada necesaria que debe recibir la muestra para determinar la relación entre el contenido de agua y el peso seco del suelo; el ensayo consiste en cuantificar el volumen del material que será compactado en un cilindro formado por 2 cuerpos circulares unidos por una sección de unión con medidas estandarizadas, la compactación se hace dejando caer un martillo a un altura de 30 cm de manera continua 25 veces por cada capa, en la ingeniería el ensayo por mas inutilizado es el Proctor Modificado, sin embargo en algunos caso es recomendable utilizar el proctor estándar. Se debe tener en cuenta que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), para determinar las propiedades se debe cumplir los procesos descritos en las normas MTC E 115 - ASTM D 1557.

Figura 8

Equipos usador para la ejecución del ensayo Proctor Modificado.



Nota: La imagen fue extraída del documento disponible en Google Academico.

Tabla 2

Tabla comparación entre los ensayos de proctor Estándar y Proctor Modificado.

Proctor estandar	Proctor Modificado
$M_h = 2.5 \text{ kg}$	$M_h = 4.54 \text{ kg}$
$h_d = 305 \text{ mm}$	$h_d = 457 \text{ mm}$
$N_b = 25$	$N_b = 25$
$N_l = 3$	$N_l = 5$
$E_{comp} = 594 \text{ kJ/m}^3$	$E_{comp} = 2695 \text{ kJ/m}^3$

Nota: la tabla presenta el comprativo entre proctor estandar y modificado.

Donde:

$V =$ corresponde al Volumen del cilindro $(\frac{D^2}{4}\pi) * h$.

$M_h =$ describe la masa que se deja caer (martillo).

$h_d =$ corresponde a la altura requerida en la caída del martillo.

$N_b =$ corresponde Numero de golpes requeridos.

Ni= corresponde al Numero de capas requeridos.

$$E_{\text{comp}} = Mh * g * \left(\frac{hd}{v}\right) * Nb * NI \text{ (energia de compactacion).}$$

¿Cómo saber si debo realizar Proctor Estándar o Modificado?

El ingeniero a cargo del proyecto define el ensayo según el tipo de suelo, los profesionales en general recomiendo utilizar el Proctor modificado ya que brinda confianza en la compactación durante la ejecución de un proyecto, sin embargo, se debe tener en cuenta que este resulta ineficiente en suelos expansivos, es ahí donde se recomienda el Proctor Normal, debido a esta información se resalta la importancia del ensayo Proctor en compactaciones tales como rellenos de zanjas y mejoramiento de los caminos (López Maldonado, 2012).

Figura 9

Ejecución del ensayo proctor



Fuente: fotografías realizadas para le elaboración de este estudio.

1.8 OBTENCIÓN DEL C.B.R.

El ensayo CBR tiene la finalidad de establecer una relación aceptable entre la densidad aparentemente seco del suelo y su comportamiento con datos cuantificables, en el campo es recomendable utilizarlo para determinar los valores que el suelo logra alcanzar en proyectos dirigidos la ejecución de bases, sub-rasantes, pavimentación de carreteras y autopistas.

CBR significa (Ensayo de Relación de Soporte de California) y permite determinar la fuerza cortante que alcanza el suelo al ser consolidado, agregando valores que corresponden a la humedad y densidad en porciones controladas, al realizar este ensayo se tiene que cumplir con a las directivas de la Norma número ASTM D-1883 (2000), y MTC E-132 “Relación de soporte”, se debe mencionar que por lo práctico del ensayo los ingenieros recomiendan realizar este ensayo in-sito y en laboratorio.

Para encontrar los valores de CBR se debe tener en cuenta:

$$CBR = \frac{Carga\ Unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ Patron} \times 100$$

Para la solución de la ecuación es necesario conocer los valores que corresponden a la Carga Unitaria, por esto se elaborara una tabla que reúna y describa los valores equivalentes para el desarrollo de esta.

Tabla 3

Valores que representan la Carga Unitaria.

Penetración		Carga Unitaria Patrón		
cm	Pulgadas	Mpa	Kg/cm ²	Psi
2.54	0.1	6.90	70.00	1000
5.08	0.2	10.30	105.00	1500
7.62	0.3	13.10	133.00	1900
10.16	0.4	15.80	162.00	2300
12.7	0.5	17.90	183.00	2600

Nota: La tabla describe los valores de carga unitaria por acción del apisonamiento.

En la presente tabla se describe los valores que interactúan sobre el apisonamiento y su variación en (cm y en pulgadas) comprendiendo que 2.54 cm es 1” así mismo 5.8 cm son 2” se debe tener en cuenta que el máximo valor alcanzado, será considerado como resultado final de CBR.

El ensayo CBR complementa la información obtenida del ensayo de compactación estándar, así como las de Proctor estándar y modificado tienen la finalidad de compactar la muestra conforme a las normativas D-698; y D-1557.

Tabla 4

Diferencias en los métodos aplicando las normas D-698 y D-1557.

	Método	Golpes	Capas	Peso del martillo
D-698	2grano fino	56	3	24.5
	4 Grano grueso	56	3	24.5
D-1557	2grano fino	56	5	44.5
	4 Grano grueso	56	5	44.5

Nota: La tabla elaborada describe las energías de Compactación.

Finalmente, los resultados de los estudios previos permiten identificar las características que alcanza el suelo al ser sometido a dichos ensayos, estos valores son la base que facilita al investigador realizar un correcto ensayo de CBR. Los ensayos realizados a la muestra en su estado natural (Patrón) logran establecer un parámetro resistente del suelo analizado, el cual es la base para determinar si este suelo requiere una técnica de mejoramiento.

Tabla 5

Calcificaciones del suelo para infraestructura de pavimentación.

CBR	CARACTERÍSTICAS	USO	Sistema de Clasificación	
			SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH, CH, MH,OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre o Regular	Sub-rasante	OH, CH,MH,OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base, Sub-base	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2, 5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

Nota: La tabla permite interpretar los resultados del ensayo CBR.

En el caso de esta investigación una vez obtenido los valores de C.B.R. de la muestra patrón se procederá a realizar los reemplazos de volumen muestral con los valores propuestos de CCA y CAL en valores de 5% (2.5% de CCA y 2.5% de Cal), 10% (5% de CCA y 5% de Cal), 15% (7.5% de CCA y 7.5% de Cal), y 20% (10% de CCA y 10% de Cal), con la finalidad de proponer la combinación óptima que permita elevar los valores resistentes del camino vecinal del C.P. San José Alto-Cartavio 2023.

1.9 CONCEPTOS SOBRE EL ESTUDIO DEL TRAFICO.

Como primer paso en la investigación sobre el tipo de vía al que pertenece el tramo elegido para esta investigación se debe tener en cuenta el volumen vehicular, así como los encargados de la administración de la misma.

El canal vehicular en una zona urbana cumple la función de canalizar el flujo del transporte, su función es conducir a los usuarios de esta desde un lugar de origen hasta un lugar de destino en distintos puntos de un territorio, debido al incremento del territorio y el aporte que se requiere, es necesario determinar la complejidad de esta sobre una territorio, siendo considerada tal cual se hace en una región metropolitana debido a sus extensiones y variables formas (Boccolini, 2020). La red vial Nacional está administrada por el Gobierno Central y la red vial Distrital es administrada por los gobernadores locales; de igual manera el concepto de volumen según Fajardo Moreno y Garcia Rey (2021), está definido por el tránsito vehicular, específicamente por la cantidad de vehículos motorizados que hacen uso de la calle, vía, carril, carretera o autopista durante un periodo determinado.

Según M.T.C (2013), es necesario determinar el periodo de diseño según la demanda vehicular, esto permitirá clasificar la vía según lo valores obtenidos mediante el conteo normativo (7 días durante 24 horas)

Clasificación de las vías.

Autopistas 1° Clase = IMDA > 6.000 veh, 2 calzadas de 6.00m divididas por un separado.

Autopistas 2° Clase = IMDA >4.001 y < 6.000 veh, 2 calzadas de 6.00m divididas por un separador.

Carreteras 1° Clase = IMDA entre > 2.001 y <4000 veh, 1 calzadas de dos carriles de 3,60 m.

Carreteras 2° Clase = IMDA entre >400 y < 2000 veh, con 1 calzada de dos carriles de 3,30 m.

Carreteras 3° Clase = IMDA <400 veh, 1 calzada de dos carriles de 2,50 m hasta 3.00m.

Trochas Carrozables = IMDA <200 veh. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m.

fuelle: **(Condorena Paredes , 2021).**

Tipo A = IMDA >3000 Veh  22 m de ancho con 4 carriles requiere mejoramiento de suelo y carpeta

Tipo B = IMDA >1500 y <3000veh  9m de ancho con 2 carriles requiere mejoramiento de suelo y carpeta

Tipo C = IMDA >500 y <1500veh  7m de ancho con 2 carriles requiere mejoramiento de suelo el uso de carpeta es opcional

Tipo D = >100 y <500veh  6 m de ancho con 1 carril requiere mejoramiento de suelo

Tipo E = <100veh  4 m de ancho con 1 carril no requiere mejoramiento

fuentes: la presente información se obtuvo de **(Tipos.co, 2023).**

La finalidad del estudio es determinar el tipo de vía o carretera que demanda el C. P. San José Alto a partir de la recopilación y el análisis de datos, encontrar el IMDA y determinar la categoría en la que se encuentra la vía elegida.

PROCEDIMIENTOS

Es importante definir claramente sobre los responsables de la administración de la red vial, el criterio que se emplea para determinar el volumen de tráfico, para finalmente proceder al estudio teniendo en cuenta los siguientes procedimientos:

- Identificación del tramo de la vía que se va a estudiar.

El tramo seleccionado para el estudio está conformado por 5 km del camino vecinal pertenecientes al C.P. San José Alto la cual converge en el camino que se une con el C.P. Sumanique, ambas vías pertenecen al C.P Mayor de Cartavio el cual es administrada por la municipalidad de Magdalena de Cao.

- Para el conteo del tráfico se definirá un punto estratégico de ingreso y salida de vehículos, para esto se determinó como punto estratégico, una intersección ubicada donde convergen 3 caminos principales, la vía proveniente de Cartavio que ingresa tanto a San José Alto como a Sumanique; la vía de Sumanique con dirección a San José Alto y Cartavio y la vía proveniente de San José Alto con dirección a Sumanique y Cartavio.

Figura 10

Vías de acceso y salida del C. P. San José Alto.



Nota: La imagen fue obtenida de Google Maps año 2023 y describe las vías de ingreso y salidas a San José Alto.

- Según el MTC se consideró contabilizar vehículos durante un periodo de 7 días
- Para el estudio reglamentario exigido por el MTC se elaboró una tabla de conteo vehicular, donde se incluyan los vehículos ligeros que transitan habitualmente en el C.P. San José Alto a su vez estos vehículos serán anexados en la sección de tránsito ligero.

La metodología del conteo está definida en 3 procedimientos:

- Acopio de información.
- Estudio de la información.

➤ análisis y resultados de los datos obtenidos.

Figura 11

Plantilla elaborada para el estudio vehicular.

TRAMO DE LA CARRETERA		SAN JOSÉ ALTO - SUMANQUE				ESTACION CERCANA		ESTACION CHICAMA	
SENTIDO DOBLE		ESTE		OESTE		ESTACION CERCANA		ESTACION CHICAMA	
PUERTO DE CONTROL TEMPORAL		COORDENADAS ESTE	694646.71	COORDENADAS OESTE	912751.834	CODIGO DE LA ESTACION		E-1	
NOMBRE DEL PROYECTO		CENTRO VEHICULAR DE INGRESO Y SALIDA DEL C.P. SAN JOSÉ ALTO - CARTAVIO 2023							
NOMBRE DEL TESISTA		SIAPO MORALES MARCOS ANTONIO							

TIPOLOGIA VEHICULAR	CATEGORIA L		CATEGORIA M			CATEGORIA N			CATEGORIA O				TOTAL	VOL. HORAS	VOL. TRAMO	
	L 2	L 5	M 1	M 2	M 3	N 1	N 2	N 3	O 1	O 2	O 3	O 4				
HORA SENTIDO																
05:00 Ingreso																
05:00 Salida																
06:00 Ingreso																
06:00 Salida																
07:00 Ingreso																
07:00 Salida																
08:00 Ingreso																
08:00 Salida																
09:00 Ingreso																
09:00 Salida																
10:00 Ingreso																
10:00 Salida																
11:00 Ingreso																
11:00 Salida																
12:00 Ingreso																
12:00 Salida																
13:00 Ingreso																
13:00 Salida																
14:00 Ingreso																
14:00 Salida																
15:00 Ingreso																
15:00 Salida																
16:00 Ingreso																
16:00 Salida																
17:00 Ingreso																
17:00 Salida																
18:00 Ingreso																
18:00 Salida																
19:00 Ingreso																
19:00 Salida																
20:00 Ingreso																
20:00 Salida																

Nota: El grafico fue elaborado considerando los vehículos que circulan en el C.P. San José Alto.

- La obtención del (IMDA) se realizará teniendo en cuenta los factores de corrección correspondientes (estacional, diario y horario) del tráfico que circule por el tramo y los sub-tramos por tipo de vehículo y total.

Para obtener los datos que corresponden a la contabilidad vehicular y determinar el (IMD), (INDS) e (IMDA) se tiene que seguir la siguiente secuencia:

VPH = Es el equivalente al volumen obtenido durante todo el día/las horas contabilizadas.

IMD = Corresponde al máximo valor de tránsito obtenido durante todo el día

IMD_L = Corresponde al conteo obtenido durante el día (Laborable)

IMD_{FS} = Corresponde al conteo obtenido durante el día (No Laborable)

IMDS = Corresponde al conteo obtenido durante los 7 días (Laborables +No Laborables) /7

IMDA = Se obtiene con el IMDS por factor de corrección estacionales (IMDA =IMDS * FC)

Tabla 6

Resultados de conteo vehicular por hora VPH

Fecha del conteo	VPH Ligero	VPH Pesado	VPD		
			Ligero	Pesado	
Lunes 05 de Junio	161.3	27.2	3871.4	653.8	
Martes 06 de Junio	115.2	14.5	2765.8	347.6	Días Laborables
Miércoles 07 de Junio	100.0	8.4	2400.0	201.9	
Jueves 08 de Junio	116.3	4.2	2792.3	101.0	
Viernes 09 de Junio	84.1	6.2	2017.7	149.0	
Sábado 10 de Junio	107.4	7.9	2577.1	190.3	Días no
Domingo 11 de Junio	50.3	4.0	1208.3	96.0	Laborables

Nota. La tabla describe un resumen del volumen vehicular diario estandarizado por hora.

La Tabla 9 presenta los resultados de la contabilidad realizada por hora la fórmula utilizada para este conteo fue $VPH = \frac{\text{Vehiculos contabilizados}}{\text{horas de conteo}}$ resultado con el que se determinó el VPD mediante la formula $VPD = VPH * (24)$ este procedimiento

se realizó tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados. obteniendo como resultados para el día lunes 05 de Junio un total de 3871.4 vehículos ligeros y 653.8 vehículos pesados, Para el día martes 06 de Junio un total de 2765.8 vehículos ligeros y 347.6 vehículos pesados, Para el día miércoles 07 de Junio un total de 2400 vehículos ligeros y 201.9 vehículos pesados, Para el día Jueves 08 de Junio un total de 2792.3 vehículos ligeros y 101.0 vehículos pesados, Para el día viernes 09 de Junio un total de 2017.7 vehículos ligeros y 149.0 vehículos pesados, Para el día Sábado 10 de Junio un total de 2577.1 vehículos ligeros y 190.3 vehículos pesados y finalmente para el día Domingo 11 de Junio un total de 1208.3 vehículos ligeros y 96 vehículos pesados,

Tabla 7

Resultados Índice Medio Diario Semanal (IMDS)

Total DL,FS	IMDS Ligero		IMDS Pesado
VDL Ligero	13847.2		
VFS Ligero	3785.4	2518.9	248.5
VDL Pesado	1453.2		
VFS Pesado	286.3		

Nota. La tabla describe el IMDS de ligeros y IMDS de pesados.

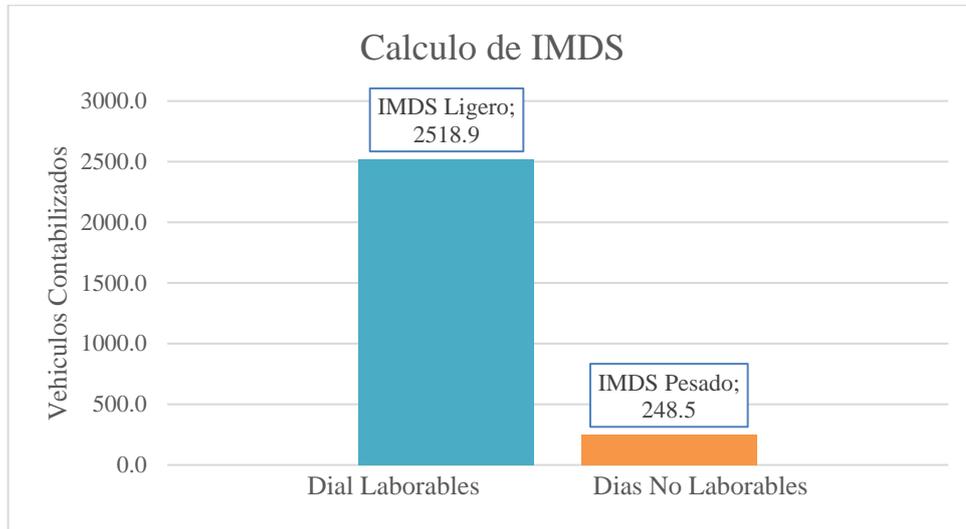
La Tabla 10 presenta los resultados del IMDS el cual fue obtenido con la formula

$$IMDS = \frac{V \text{ Lunes} + V \text{ Martes} + V \text{ Miercoles} + V \text{ Jueves} + V \text{ Viernes} + V \text{ Sabado} + V \text{ Domingo}}{7} \quad \text{para el}$$

Trafico Liviano y para el tráfico pesado, los resultados obtenidos para el IMDS de vehículos livianos es 2518.9 y el IMDS para vehículos pesados es 248.5.

Figura 12

Calculo de IMDS (Dias Laborables y No Laborables)



Nota: La gráfica describe mediante columnas los valores obtenidos de la contabilidad referente al IMDS para vehículos ligeros y para vehículos pesados.

La figura 12 permite visualizar mediante barras el valor corregido con la finalidad de obtener el IMDS para vehículos ligeros con un valor de (2518.9) que corresponde a una carretera de primera clase y un valor de IMDS para vehículos pesados de (248.5) que corresponden a una carretera de tercera clase.

Figura 13
Factores de Corrección estacional (M.T.C., 2013)

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)															FORMATO N° 1.1 B	
Código	Peaje	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado	Peajado
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9774	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9631	0.9574	0.9655	0.9424	0.9421	0.9522	1.0000		
2	AGUAS CLARAS	1.0437	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9623	0.9940	0.9537	0.9619	1.0086	1.0042	0.9521	1.0000		
3	AMBO	0.7367	0.7863	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0435	1.0086	0.9572	0.9462	0.9447	1.0000		
4	ATCO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0332	1.0365	1.0288	0.9662	0.9628	0.9573	0.9310	0.9458	1.0000		
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0035	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9333	1.0000		
6	CAPANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0884	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9796	0.9325	1.0000		
7	CANCAS	1.0430	0.9688	1.0511	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9624	1.0079	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000		
8	CARACOTO	1.0489	1.0195	1.0079	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9795	0.9133	1.0000		
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9885	0.9782	0.9872	0.9637	0.9371	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000		
10	CATAC	1.0538	1.0607	1.1608	1.0756	1.0719	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000		
11	CCASACANCHA	1.0885	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9648	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9388	0.9175	1.0000		
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9672	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0436	0.9339	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000		
13	CHALLUWALLO	1.0741	1.0968	1.0814	1.0648	1.0533	0.9632	0.9415	0.9321	0.9563	0.9455	0.9431	0.9948	1.0000		
14	CHICANA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0588	1.0428	1.0427	0.9093	0.9895	0.9814	0.9453	0.7964	1.0000		
15	CHILCA	0.9411	0.9178	1.0202	1.0429	1.0624	1.0251	1.0241	0.9519	1.0351	0.9540	0.9674	0.8873	1.0000		
16	CHILLO	0.9571	0.9688	1.0534	1.0776	1.0885	1.0482	1.0171	0.9885	0.9731	0.9889	1.0488	0.9257	1.0000		
17	CHILUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1588	1.0939	1.0484	1.0225	0.9536	0.9603	0.9395	0.8988	0.7988	1.0000		
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9588	1.0445	1.0789	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0887	0.8375	0.8701	0.6629	1.0000		
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9642	0.9756	0.9755	0.9653	0.9769	0.9729	1.0988	0.9561	1.0000		
20	CRUCEBAJOVAR	0.9325	0.9617	1.0163	1.0694	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0195	0.9779	0.9314	0.7882	1.0000		
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1002	1.1610	1.0781	0.9789	0.9825	0.9222	0.9034	0.9403	0.9488	1.0895	1.0000		
22	DESINO OJOS	1.0670	1.0584	1.0607	1.0567	1.0528	1.0782	0.9651	0.9387	0.9394	0.9537	0.9518	0.8448	1.0000		
23	DESINO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0485	1.0343	1.0788	1.0098	0.9962	1.0000	0.9940	0.9643	0.9568	1.0000		

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)															FORMATO N° 1.1 A
N°	Peaje	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.8386	1.0294	1.0282	0.9945	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1010	1.0445	0.9979	0.9883	0.8910	0.9168	1.0069	1.0195	1.0732	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7545	0.7755	0.7823	0.7479	0.9620	1.0329	0.9842	0.9968	0.8835	1.0000	
4	ATCO	0.8849	0.7376	1.0578	1.0886	1.1538	1.1944	0.9718	0.9893	1.0821	1.0845	1.1553	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9910	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAPANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2858	1.2303	0.8434	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0894	1.1121	1.1631	1.2100	0.9722	0.9150	1.0516	1.0181	1.0258	0.8994	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0576	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1124	1.2523	0.9991	0.9248	1.0245	0.8407	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8556	1.0000	
10	CATAC	1.0982	1.0589	1.3534	1.0485	1.0772	1.0782	0.8798	0.8777	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0632	1.1058	1.0611	1.0778	1.0565	0.9517	0.9103	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.8986	1.0652	1.0690	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALLUWALLO	1.1881	1.3384	1.1857	1.0487	1.0901	1.0487	0.7887	0.8341	1.0418	0.9547	1.0488	0.9378	1.0000	
14	CHICANA	0.9691	0.9536	1.0369	1.0347	1.0528	1.0477	0.9368	0.9995	1.0553	1.0166	1.0421	0.7483	1.0000	
15	CHILCA	0.9911	0.9128	0.9184	1.0464	1.0711	1.1188	1.0182	0.9521	1.0991	1.0471	1.1681	0.9121	1.0000	
16	CHILLO	1.0428	1.0728	1.0509	1.0763	1.0508	0.9407	0.9632	0.9386	0.9395	0.9207	1.2832	0.9579	1.0000	
17	CHILUCANAS	1.0218	1.0629	1.1565	1.1355	1.0858	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7582	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9746	1.1938	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9195	1.0902	0.8868	1.0884	0.8549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1811	1.2823	1.0296	0.9748	1.0336	0.7788	0.8795	1.0085	0.9882	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCEBAJOVAR	0.9033	0.8846	1.0333	1.0934	1.1532	1.1950	0.8640	0.9884	1.1644	0.9998	1.0881	0.6873	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0388	1.1242	1.1114	1.1078	0.9545	0.9574	0.9188	0.9449	0.9671	0.9672	1.0278	1.0000	
22	DESINO OJOS	0.9736	1.0395	1.1312	1.1608	1.1493	1.0998	0.9427	0.8786	0.9978	0.9562	1.0053	0.7196	1.0000	
23	DESINO TALARA	0.8883	0.8781	1.0436	1.0848	1.1438	1.1754	0.9485	0.9335	1.1153	1.0288	1.0362	0.8201	1.0000	

Nota: La imagen fue tomada del Excel disponible en la página web de MTC.

- Se efectuarán proyecciones según el tipo de carga vehicular, considerando los factores de corrección respecto al peaje más cercano.

Figura 14

Identificación del peaje más cercano.



Nota: La imagen fue tomada de la página web del MTC.

El gráfico permite identificar el peaje más cercano a la zona donde se realizará el estudio con la finalidad de corroborar estos datos con los que nos brinda el MTC de manera que al realizar los factores de corrección se pueden obtener los valores del IMDA con mayor precisión.

Tabla 8

Resultados IMDA para livianos y pesados

IMDA	Categoría	Tipo	Características
IMDA Ligero 2497.46	Carretera 1° clase	B	1 calz. 2 Carriles (3.6m)
IMDA Pesado 245.77	Carretera 3° clase	D	1 calzada (3.00)

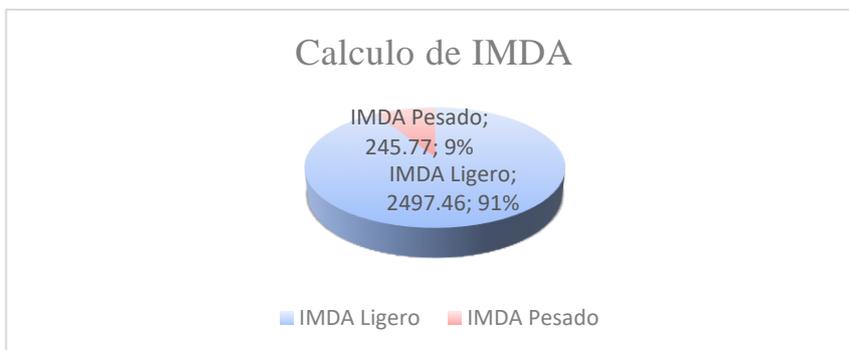
Nota. La tabla describe el IMDA de livianos y IMDS de pesados.

Interpretación de la tabla

La Tabla 8 presenta los resultados del IMDA el cual fue obtenido con la fórmula $IMDA = IMDS * FC$ los valores de corrección se obtuvieron del Excel del MTC correspondientes a la estación de Peaje más cercana a la zona de estudio (Peaje Chicama) con valores de corrección (0.9915 para livianos y 0.9889 para pesados) los resultados IMDA obtenidos son 2497.46 vehículos ligeros y 245.77vehiculos pesados.

Figura 15

Calculo deL IMDA



Nota: La figura describe de manera global los valores obtenidos de la contabilidad referente al IMDA para vehículos ligeros y para vehículos pesados.

Interpretación de la Gráfica

La figura 15 describe de manera global la incidencia que ejerce el volumen de vehículos ligeros sobre los vehículos pesados con un volumen global para vehículos ligeros de 2497.46 que equivale al 91% del tráfico anual y un volumen global de 245.77 que equivalen al 9% del tráfico global anual.

Matriz Pregunta de investigación		
Problema de investigación	Objetivo de la investigación	Hipótesis de la investigación
¿De qué manera Influye el uso de la Ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023?	Determinar la influencia que ejerce el uso de la Ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023.	El uso la ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio Influye en las propiedades en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas
¿cuál sería el primer paso para saber las características físicas y mecánicas conforman la subrasante del C. P Sam José Alto?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en zona de estudio.	Los estudios de laboratorio permiten describir las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la zona de estudio.
¿Cómo se cuál es la combinación adecuada entre las 3 variables elegidas que permitan llevar un adecuado control durante las modificaciones de la subrasante?	Elaborar probetas con porcentajes propuestos del 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y óxido de calcio (CAL).	Las probetas elaboradas reemplazaran el volumen de suelo por porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de (CCA) y CAL Modificaran las propiedades iniciales del suelo.
¿Qué estudios complementarios me ayudarían a identificar las características particulares de la subrasante?	Realizar ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR.	Se podrá Determinar la consistencia en la Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR.
¿Qué se espera lograr con los resultados del ensayo?	Identificar el porcentaje óptimo de humedad y resistencia en el diseño de la subrasante en el camino vecinal.	Se podrá determinar el diseño óptimo, entre los valores de humedad y resistencia alcanzada conforme con en el estudio y proponerlo como alternativa en la subrasante en el camino vecinal.

1.10 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿De qué manera Influye el uso de la Ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023?

1.11 OBJETIVO.

Determinar la influencia que ejerce el uso de la Ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023.

1.11.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la zona de estudio.
- Elaborar probetas con porcentajes propuestos del 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y óxido de calcio (CAL).
- Realizar ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR.
- Identificar el porcentaje óptimo de humedad y resistencia en el diseño de la subrasante en el camino vecinal.

1.12 HIPÓTESIS.

El uso la ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio **Influye** en las propiedades en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023.

1.12.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.

- Los estudios de laboratorio permiten describir las propiedades físicas y mecánicas del suelo en la zona de estudio.
- Las probetas elaboradas reemplazaran el volumen de suelo por porcentajes del 5%, 10%, 15% y 20% de (CCA) y CAL Modificaran las propiedades iniciales del suelo.
- Se podrá Determinar la consistencia en la Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR.
- Se podrá determinar el diseño óptimo, entre los valores de humedad y resistencia alcanzada conforme con en el estudio y proponerlo como alternativa en la subrasante en el camino vecinal.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Para los investigadores Castro et al., (2022) Una **investigación aplicada** nos permite identificar los conceptos relacionados con el conocimiento tecnológico, el desarrollo experimental, las propuestas innovadoras y la relación entre estos. La investigación de tipo aplicada nace por la necesidad de obtener información que permita fortalecer las competencias que demanda la sociedad actual, esta consiste en identificar distintas definiciones y competencias en los diversos procesos demandados por la sociedad y el investigador.

El estudio con **diseño experimental** se define como investigación que se maneja de forma conveniente por el investigador para conocer sobre la reacción obtenida de cada una de las variables afectadas por los cambios propuestos para cada situación de manera independiente. (Laguna y Chacón, 2020)

2.2 DISEÑO DE LAS VARIABLES.

Tabla 9

Variables de la Investigación.

Variable 1	Variable 2	Variable 3
(Dependiente)	(Independiente)	(Independiente)
Subrasante	% C.C.A.	% Cal de Obra

Nota. La tabla presenta las 3 variables que conforman la investigación.

Donde:

Variable dependiente (La Subrasante) representada las muestras de suelo

Variable Independiente (CCA) Representada la ceniza de cascara de arroz.

Variable Independiente Representada por la Cal de obra.

2.2.1 POBLACIÓN.

La Población propuesta para la presente tesis se conforma por **toda la subrasante del sector** San José Alto, Cartavio.

Analizar una población nos permite evaluar o generalizar las conclusiones deseadas a los sujetos de estudio con un alto grado de confianza, con la finalidad de considerar si una población de estudio es representativa, además esta se considera así cuando se produce una distribución uniforme de variables considerando márgenes de error que se pueden calcular. El propósito del estudio es identificar los aspectos que llevan a usar la técnica correcta durante el periodo de toma de muestras. (Otzen y Manterola, 2022).

2.2.2 MUESTRA

La muestra propuesta para la presente investigación está conformada 15 muestras de suelo extraídas de la siguiente manera. Se elaboraron 5 calicatas de 1.5 m de profundidad y se extrajeron 20kg de suelo a las profundidades de 0.5 m, 1.00 m y 1.5m respectivamente.

En total se extrajeron 300 kg en muestra de subrasante que serán llevados al laboratorio para su análisis.

Para la toma de muestras se identificó puntos estratégicos distribuidos de manera uniforme a lo largo del camino donde se elaboraron calicatas.

El Kilómetro 01 al Km 02 forma parte del camino de San José alto al poblado de Sumanique

La calicata C1 se elaboró en la entrada al C. P. Sumanique

El Kilómetro 02 al Km 03 Forma parte del camino San José Alto – Cartavio

La calicata C-2 está en la entrada de Cartavio.

El Kilómetro 03 al Km 04 Forma parte del camino San José Alto - San José Bajo

La calicata C-3 está en la entrada de San José bajo.

La calicata C-4 está en la salida de San José bajo.

El Kilómetro 04 al km 05 forma parte del camino San José Alto – Rio Chicama

La calicata C-5 está en la salida al Rio Chicana.

Figura 16

Recorrido del camino vecinal seleccionado y ubicación de las calicatas proyectadas.



Nota: La Imagen fue tomada el 13 de noviembre de 2021 y muestra el recorrido elaborado con Google Earth.

El C.P San José Alto es colindante con San José Bajo, el C.P. Mayor de Cartavio y el poblado menor de Sumanique, está ubicado sobre el margen izquierdo del río Chicana. Estos poblados están bajo la gubernatura del distrito de Santiago de Cao, provincia de Ascope y pertenece al departamento de La Libertad.

Tabla 10

Ubicación y coordenadas de las calicatas.

Calicata	Ubicación	Coordenadas Norte	Coordenadas este
C-1	0+000	9128092.000	694977.000
C-2	1+000	9127552.000	694691.000
C-3	2+000	9127407.000	694153.000
C-4	3+000	9127584.000	693835.000
C-5	4+000	9127904.000	694164.000

Nota. La tabla presenta la georreferenciación trabajada en WGS 84 en la zona 17-M

2.6 MATRIZ DE OPERACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Suelo (Subrasante)	Dependiente	Es la composición de minerales, diminutos organismos biológicos, vegetales, materia orgánica, aire y agua. El suelo se presenta como una cubierta irregular formada lentamente, a través del tiempo, (fao.org, 2023)	Se realizará calicatas con relación a 1x cada km de carretera proyectada de las cuales se tomaran muestras de subrasante aprox. 80 kg de cada calicata dividida entre los 3 estratos.	Estudios de Mecánica de Suelos	Clasificación de suelo por Granulometría Humedad natural Límites de consistencia Proctor CBR	Intervalo
Ceniza de cascara de arroz (CCA)	Independiente	Los investigadores Lozano et al. (2019), llegaron a la conclusión que la ceniza arrocera obtenida mediante la calcinación presenta índices elevados de sílice material que también está presente al cemento, por tanto, el solo uso de esta, tiende a incrementar la resistencia del suelo	Se obtendrá la ceniza mediante el quemado controlado de cascara de arroz obtenida será llevada al laboratorio para realizar un proceso de calcinación final.	Quemado y calcinación	% presente de ceniza de cascara de arroz (dióxido de silicio SiO ₂).	Intervalo
Oxido de calcio (Cal)	Independiente	La Cal es conocida por el nombre de Hidróxido de Calcio Ca(OH) ₂ es uno de los materiales preferidos por excelencia en la construcción, principalmente por sus propiedades aglomerantes de morteros y estabilizador de suelos. El correcto manejo en la elaboración del mortero incrementa el grado de cohesión de los materiales y reduce la porosidad debido al efecto de la carbonatación del hidróxido (Flores et al., 2020).	La piedra caliza, mármol, conchas marinas, conchas de caracol y la cáscara de huevo son materiales que expuestos a una calcinación se obtiene óxido de calcio, este material al ser hidratado da como resultado hidróxido de calcio, Como etapa final del ciclo de la cal, el hidróxido de calcio al entrar en contacto con el bióxido de carbono (el aire) forman nuevamente carbonato de calcio. (CAL)	Tipo de cal a emplear	Cal de obra x 20 kg	Intervalo

2.3 MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS.

Los investigadores Useche et al. (2020), especialistas en técnicas de investigación afirman que para la obtención, análisis e interpretación de la data, se obtiene a partir del estudio que consiste en definir categorías y subcategorías temáticas de orientaron a la construcción de cuestionarios, que luego de una validación de campo pueden ser aplicados para investigar y evaluar aspectos asociados a la investigación, así como proporcionar datos cualitativos y cuantitativos para la elaboración, implementación y seguimiento de las prácticas profesionales y de gestión.

2.3.1 MATERIALES Y EQUIPOS.

Se utilizó lo siguiente para investigar:

- Equipos protección personal básicos (casco con barbiquejo, chaleco, guantes, lentes, botas de seguridad)
- Cámara fotográfica.
- Palana tipo plana.
- Barreta de 1.5 mt.
- Bolsa plástica y costales para la toma e impermeabilización de muestras
- Cuaderno de campo
- Lapiceros
- Balanza
- Wincha métrica

2.3.2 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN.

Para la presente tesis se tomará en cuenta la **observación** ya que esta consiste en visualizar, juntar y recopilación data sobre la muestra del suelo, organizando la información necesaria con la finalidad de resolver interrogantes durante los ensayos de laboratorio y sean fáciles de interpretar al ser publicadas en la sección de anexos.

Los autores Torres et al. (2019), Mencionan que una investigación se válida de forma científica para sustentar la data verificada, esta responde y demuestra la hipótesis formulada, por esto es de vital importancia planificar el camino para juntar la data y tener en concreto la idea del nivel y lo profundo de la data que será recolectada.

Análisis de datos



2.3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN.

Los investigadores Hernandez y Avila (2020), afirman que elaborar el instrumento para juntar la data, es vital por ende se debe tener claro las formas de recopilar la información, ya que en esta se registran correctamente los datos obtenidos con el fin de hacer la notar la información de manera entendible.

El método de recolección de datos consiste en poner en practica la estrategia seleccionada y relacionarlo a la técnica que mejor se ajuste ante las complejas interacciones del sujeto u objeto, con la finalidad de obtener la información en beneficio del estudio. Además, identificar el beneficio de las actividades en el método aplicado para la investigación, ya que esta permite optimizar el desarrollo experimental mediante procesos formativos que pueden enriquecer los conocimientos que demanda la ausencia de información (Castro Maldonado, Gómez y Camargo 2023).

El propósito es comprender y registrar los datos necesarios para la investigación y así poder resolver la hipótesis planteada.

basado en esta información se propone elaborar una guía de observación y ficha resumen que permita al investigador recopilar y manipular de manera correcta el material que será analizado, esta también se conoce como hoja de campo que permite reunir los datos iniciales de la investigación tales como; coordenadas UTM, profundidad actual de la subrasante y peso de la muestra extraída, con finalidad de generar un registro exacto que sirva de base al Ing. Laboratorista y tesista al momento de realizar los ensayos de laboratorio de igual forma se presentaran las tablas de Laboratorio que serán empleadas para poder presentar los resultados obtenidos de forma ordenada.

Figura 17

Guía de observación (Hoja de campo diseñada para la investigación).

HOJA DE CAMPO		FECHA RECIBIDO: --/--/--
		HORA: --:--
Proyecto	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE LA CÁSCARA DE ARROZ Y ÓXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P SAN JOSÉ ALTO - CARTAVIO 2023	
Tesista	SIAPO MORALES MARCOS ANTONIO	
Fecha del estudio		
Nº de Punto	C-	
Ubicación		Epp's
Norte:	Este:	Casco 3M
		Chaleco refractario
		Guantes con agarre de goma
Profundidad alcanzada	Características aparentes	Lentes de seguridad
		Herramientas
		Palana plana
		Palana Cuchara
		Barreta
		Picota
		Balde de 20 Kg.
		Wincha métrica
		Otros
		Bolsas plásticas
		Costales
		Agua embotellada
		Balanza con capacidad +20Kg.
		NOTA
		POR RECOMENDACIONES DE LABORATORIO SE REQUIERE 20 KG. DE CADA ESTRATO ES DECIR 80 KG. POR CALICATA

Nota: Esta hoja de campo reúne los criterios necesarios para esta investigación.

Figura 18

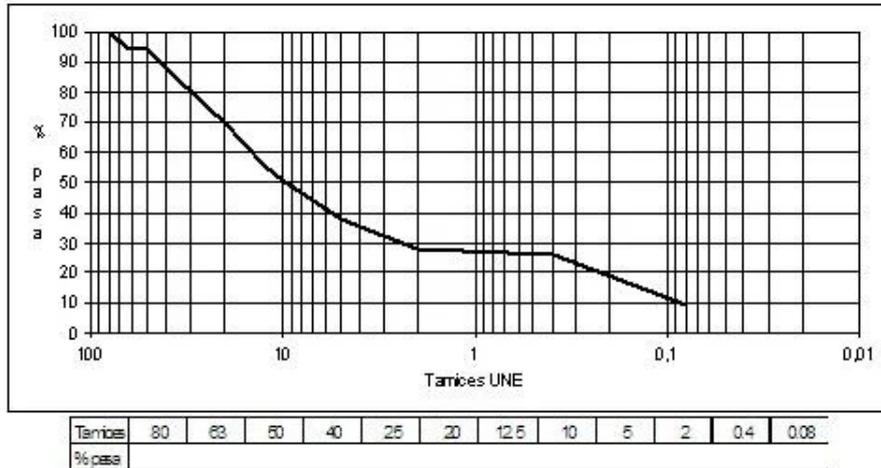
Ficha resumen elaborada para esta tesis

FICHA DE RESUMEN
AUTOR
TEMA DELIMITADO:
SUBTEMA:
CONTENIDO:
<hr/> <hr/> Firma del autor

Nota: La ficha resumen reúne las condiciones requeridas para ser empleada.

Figura 19

Ficha Granulométrica.



Nota: La presente ficha se emplea en ensayos de laboratorio y tiene la finalidad de identificar la composición del suelo o subrasante mediante a valores en porcentajes según el material que logra pasar cada tamiz.

Figura 20

Ficha de contenido de humedad.

CALICATA:	ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL:
UBICACIÓN:	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	REVISADO POR:	

Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara				
B	Peso del Recipiente	gr			
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr			
D	Recipiente + Suelo Seco	gr			
E	Peso del Agua $(W_w) C - B$	gr			
F	Peso Suelo Seco $(W_s) D - B$	gr			
W%	Porcentaje de humedad $(E / F) * 100$	%			
G	Promedio Porcentaje Humedad	%			

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Nota: La presente figura representa a la ficha de recolección de datos para obtener el contenido de humedad presente en la muestra de subrasante que se analiza.

Figura 21

Límites de Atterberg.

LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM D-4318 / NTP 339.129

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CALICATA	1	PRESENTACIÓN	1
MUESTRA	1	CANTIDAD	1
PROFUNDIDAD	1		

ENSAYO No.	DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	4	1	2
1	PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)						
2	PESO LATA + SUELO SECO (g)						
3	PESO AGUA (g) = (1)-(2)						
4	PESO DE LA LATA (g)						
5	PESO SUELO SECO (g) = (2)-(4)						
6	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) = (3)/(5) x100						
7	NÚMERO DE GOLPES						

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

Observación:

RESULTADOS DEL ENSAYO

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

Nota: La presente figura representa la ficha de laboratorio empleada para obtener los límites de consistencia del material que se analiza.

Figura 22

Ficha de laboratorio para Proctor Modificado.

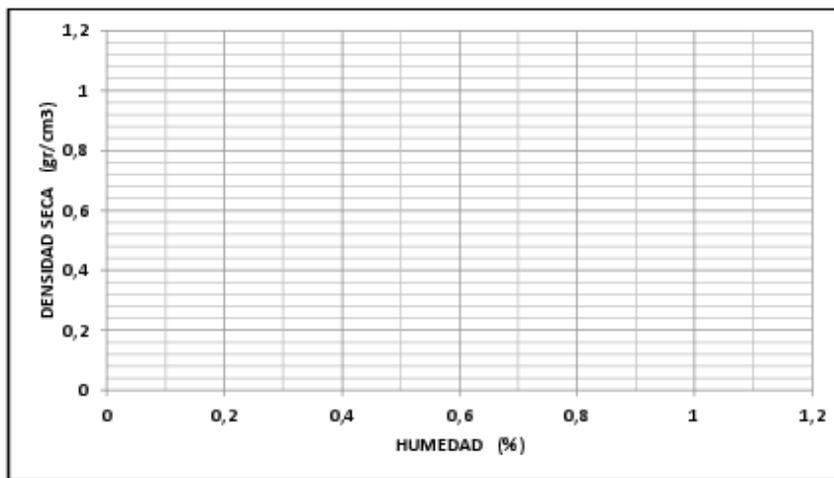
PROCTOR MODIFICADO – PRUEBA DE COMPACTACION

OBRA:	MUESTRA:	RESPONSABLE:
SOLICITANTE:		FECHA DE ENSAYO:
UBICACIÓN:		FECHA DE ENTREGA:

MOLDE N°	N° DE CAPAS:
VOLUMEN MOLDE:	N° DE GOLPES POR CAPAS:
PESO DEL MOLDE:	

PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE					
PESO DEL MOLDE					
PESO DEL SUELO HUMEDO					
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO					
CAPSULA N°					
PESO DE LA CAPSULA					
PESO DEL SUELO HUMEDO + CAPSULA					
PESO DEL SUELO SECO + CAPSULA					
PESO DEL SUELO SECO					
PESO DEL AGUA					
% HUMEDAD					
DENSIDAD DEL SUELO SECO					

GRÁFICO RELACIÓN DENSIDAD SECA – HUMEDAD



DENSIDAD gr/cm3	
HUMEDAD OPTIMA	

Nota: La presente figura representa la ficha de laboratorio empleada obtener los valores que corresponden al proctor modificado.

Figura 23

Ficha de laboratorio capacidad de soporte C.B.R.

Después de la saturación			
Probeta N°	1	2	3
Peso suelo húmedo final			
Agua Absorbida			
% agua absorbida			
Humedad final (%)			
Humedad promedio (%)			
Volumen de suelo			
Densidad húmeda final (grs / cm ³)			
Densidad seca final (grs / cm ³)			

Aplicación de cargas						
Penetración (mm)	Probeta N° 1		Probeta N° 2		Probeta N° 3	
	Sobrecarga : Lect. dial	kg Presión	Sobrecarga : Lect. dial	kg Presión	Sobrecarga : Lect. dial	kg Presión
0						
0,65						
1,25						
1,90						
2,50						
3,10						
3,75						
4,40						
5,00						
7,50						
10,00						
12,50						

% Humedad después de la aplicación de cargas			
Probeta N°	1	2	3
1/3 superior del molde			
1/3 medio del molde			
1/3 inferior del molde			
Humedad promedio (%)			

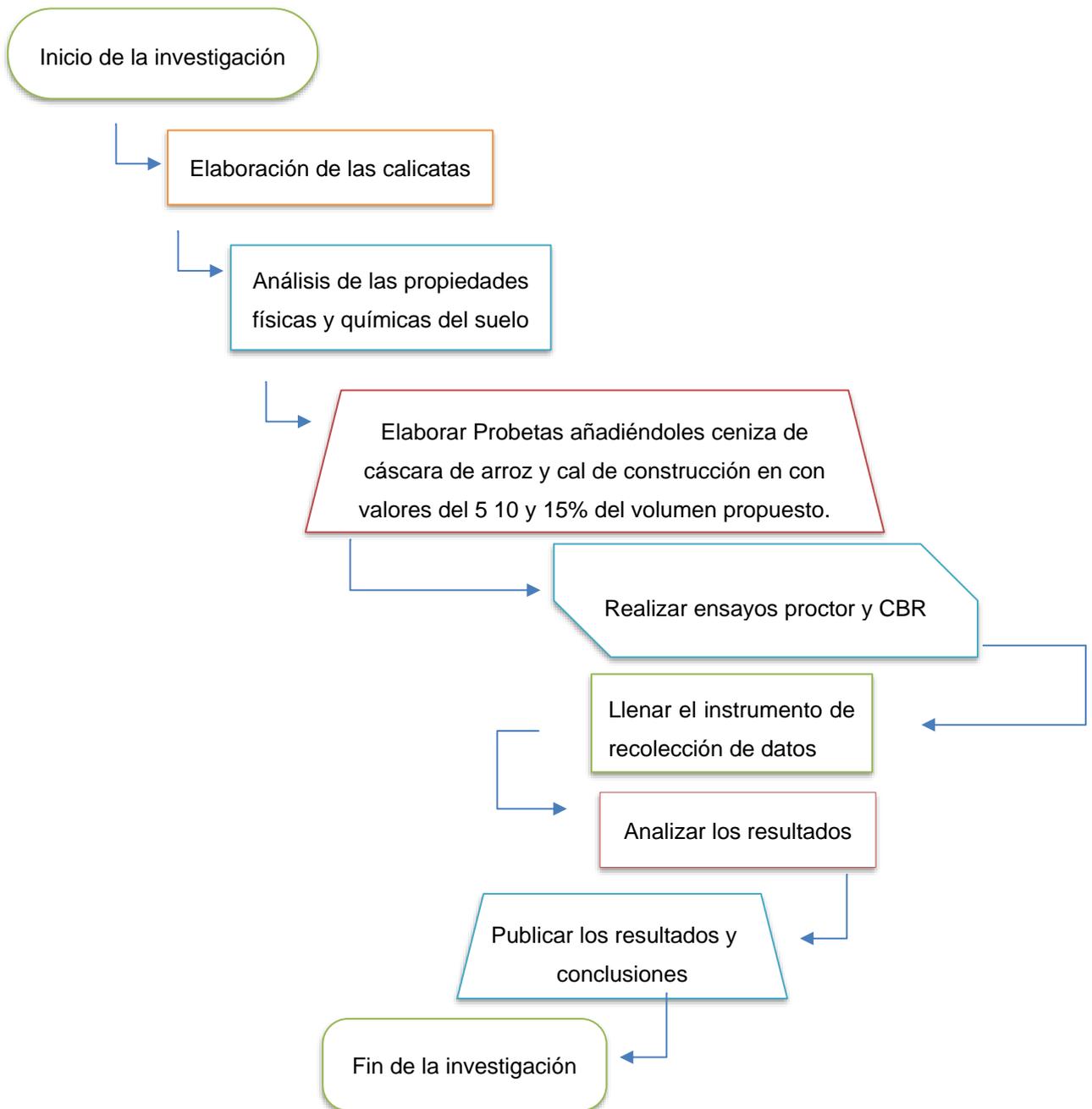
Probeta N°	Penetración		Presión (de gráfico 1) (MPa)	Carga patrón (MPa)	% CBR (para gráfico 2) Presión / Carga patrón
	(Pulg.)	(mm.)			
1	0,1"	2,54		6,9	
10 golpes	0,2"	5,08		10,3	
2	0,1"	2,54		6,9	
25 golpes	0,2"	5,08		10,3	
3	0,1"	2,54		6,9	
56 golpes	0,2"	5,08		10,3	

Nota: la presente figura representa la ficha de laboratorio empleada para determinar los valores que representan la relación de soporte C.B.R.

2.4 PROCEDIMIENTOS.

Figura 24

Diagrama de flujo de la investigación



Nota. El diagrama de flujo describe los procedimientos de la Investigación.

Tabla 11

Descripción de ensayos propuestos.

N° de calicata	N° de ensayos	Adición de (CCA)	Adición CAL
		2.5%	2.5%
C-1	4	5%	5%
		7.5%	7.5%
		10%	10%
		2.5%	2.5%
C-2	4	5%	5%
		7.5%	7.5%
		10%	10%
		2.5%	2.5%
C-3	4	5%	5%
		7.5%	7.5%
		10%	10%
		2.5%	2.5%
C-4	4	5%	5%
		7.5%	7.5%
		10%	10%
		2.5%	2.5%
C-5	4	5%	5%
		7.5%	7.5%
		10%	10%
TOTAL	20 ENSAYOS		

Nota. en la tabla podemos visualizar los ensayos que se realizaran a la muestra modificada.

ENSAYOS PROPUESTOS.

El desarrollo constante en prácticas innovadoras con la finalidad de obtener información real, permite encaminar a los investigadores en el desarrollo de métodos de estabilización de suelos mediante en ensayo CBR con fines de pavimentación, estas prácticas obtuvieron buenos resultados al utilizar materiales nativos, que al ser preparados previamente permite a los investigadores utilizarlos cumpliendo al función de aditivos con la finalidad de analizar y cuantificar estos datos en beneficio de la estabilización de los suelos (Chirinos et al, 2021).

Para el presente estudio se consideró elaborar Probetas siguiendo el correcto empleo del ensayo CBR el cual consiste en realizar combinaciones entre las 3 variables que comprometen al estudio la metodología propuesta consiste en realizar cambios del 5%, 10%, 15% y 20% del volumen total de la arena con CCA y Cal de obra, este material será mezclado durante 5 minutos de manera que la mezcla sea homogénea y luego será colocado en un molde que es compatible con la norma D1883 ASTM este ensayo permitirá determinar de la humedad óptima y densidad máxima de las muestras de suelo conforme al ensayo Proctor modificado y se le añadirá añadir agua a una muestra de suelo para alcanzar la humedad óptima luego la muestra se distribuirá en tres moldes CBR conforme a la norma ASTM/AASHTO, el molde tiene 6" (15.24 cm) de diámetro. x 7" (17.78 cm) de altura. La muestra será compacta en 5 capas con una energía de compactación de 12, 25 y 56 golpes por capa utilizando una masa de 2,5 kg el cual se deja caer libremente desde una altura de 305 mm.

el testigo formado por esta compactación se colocará sobre el pistón de penetración mediante la **prensa CBR** y se tomará las lecturas de los datos obtenidos una vez finalizado el ensayo los resultados serán presentados en la sección de resultados mediante tablas informativas y figuras.

Figura 25

Manipulación de Variables.



Nota. La figura describe la manipulación e las variables y comparación mediante el ensayo CBR

2.5 ASPECTOS ÉTICOS.

Esta investigación se desarrolló bajo el marco del Código de Ética de la Universidad en Investigación normada en el año (2020) que marca el comportamiento del investigador con respecto al respeto, justicia, responsabilidad, honestidad y libertad para realizar su trabajo. Asimismo, se considera transparente porque se utilizará el software turnitin, con el objetivo de observar de esta manera que el grado de similitud se mantenga en valores <20%, de igual forma como en los informes posteriores; se precisa también, que se utilizó como regla fundamental en toda la redacción la citas bajo las normas APA 7ma. Edición, a fin de transparentar el estudio respectivo.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

El **objetivo Principal** de la presente investigación fue “*Determinar la influencia que ejerce el uso de la Ceniza de cascara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023*”. En respuesta a este objetivo se elaboró la tabla 12 donde se presentan los resultados del ensayo C.B.R. realizados a la subrasante en su estado natural, la tabla 13 que muestran los **resultados generales** obtenidos con el ensayo C.B.R. realizados a la subrasante con el material modificado al 5%, 10% 15% y 20% y finalmente la tabla 14 donde se resaltan los valores representativos de cada confinación, con respecto a la influencia ejercida de las 2 variables independientes (CCA y Cal de obra) sobre la subrasante del C. P. San José Alto – Cartavio.

Tabla 12

Resultados C.B.R de la subrasante en su estado Natural.

Calicata	C.B.R. a 25 golpes		CBR a 56 golpes		Clasificación
C-1	2.0	2.7	2.5	3.2	Pobre o Regular
C-2	4.3	6.6	5.5	8.4	Regular
C-3	3.0	4.0	3.4	4.4	Pobre o regular
C-4	1.7	1.9	2.6	2.9	Muy pobre
C-5	3.1	3.7	3.5	4.2	Pobre o regular

Nota: La tabla presenta los resultados del ensayo realizado a las muestras de subrasante en su estado natural.

Interpretación de la Tabla.

La tala presenta los resultados obtenidos del ensayo C.B.R. que se le realizo a la muestra natural y su comparación en relación a 25 y 56 Golpes donde se puede apreciar que para la muestra C1 a 56 golpes y 2” se obtiene un C.B.R. de 3.2 clasificando este suelo con calidad Pobre o Regular; para la muestra C2 a 56 golpes y 2” se obtiene un C.B.R. de

8.4 clasificando este suelo con calidad Regular; para la muestra C3 a 56 golpes y 2” se obtiene un C.B.R. de 4.4 clasificando este suelo con calidad Pobre o Regular; para la muestra C4 a 56 golpes y 2” se obtiene un C.B.R. de 2.9 clasificando este suelo con calidad Muy Pobre y finalmente para la muestra C5 a 56 golpes y 2” se obtiene un C.B.R. de 4.2 clasificando este suelo con calidad Pobre o Regular.

Tabla 13

Resultados generales del ensayo C.B.R. a la muestra de subrasante modificada.

Calicata	Modificado	12 Golpes	25 Golpes	56 Golpes	Calidad			
C-1	Modificado al 5%	3.4	7.1	5.1	9	6.3	10.4	Regular
	Modificado al 10%	5.2	8	6.1	9.7	6.8	11.8	Regular
	Modificado al 15%	2.5	5.1	3.9	7	4.9	8.6	Regular
	Modificado al 20%	2.7	4.3	3.1	5.2	4.3	6.2	Pobre o regular
C-2	Modificado al 5%	3.5	6.3	5	7.9	6	10.3	Regular
	Modificado al 10%	5	6.6	5.7	7.2	6.9	8.4	regular
	Modificado al 15%	1.7	2.9	2.4	3.6	3.6	4.7	Pobre o regular
	Modificado al 20%	2.9	4.3	3.3	4.9	3.6	4.9	Pobre o regular
C-3	Modificado al 5%	3.4	4.2	4.1	5.5	5.4	6.8	Pobre o regular
	Modificado al 10%	3.5	4.9	4.9	6.3	5.9	7.5	Regular
	Modificado al 15%	2.5	4.6	4.2	6.2	4.3	6.9	Pobre o regular
	Modificado al 20%	2.7	3.6	3.1	4.4	3.8	5.2	Pobre o regular
C-4	Modificado al 5%	2.2	3.2	2.5	3.8	3.1	4.4	Pobre o regular
	Modificado al 10%	2.9	4.5	3.3	5.1	3.9	6.1	Pobre o regular
	Modificado al 15%	2.3	3.1	2.7	3.7	3.1	4.1	Pobre o regular
	Modificado al 20%	2.2	3.2	2.6	3.8	3	4.4	Pobre o regular

	Modificado al 5%	4.1	5.5	4.8	6.5	5.8	7.3	Regular
C-5	Modificado al 10%	2.3	3.6	3.2	4.5	4	5.4	Pobre o regular
	Modificado al 15%	2.1	3.1	2.5	3.5	2.8	4	Pobre o regular
	Modificado al 20%	1.8	2.5	2.1	2.8	2.4	3.1	Pobre o regular

Nota: La presente tabla presenta los resultados generales de ensayo C.B.R realizados a la subrasante modificada con 5%, 10% 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta los **resultados Generales** obtenidos del ensayo C.B.R. que se le realizó a la muestra modificada al 5%, 10% 15% y 20% de CCA Y Cal de obra en ella se puede apreciar **la influencia ejercida** de ambas variables al ser distribuidas de manera equitativa de igual manera se enmarco los valores representativos de cada combinación las cuales serán detalladas en la tabla número 14.

Tabla 14

Resultados Generales del C.B.R.

Calicata	% optimo	25 golpes		56 golpes		Calidad del suelo
C-1	Modificado al 10%	6.1	9.7	6.8	11.8	Regular
C-2	Modificado al 5%	5	7.9	6	10.3	Regular
C-3	Modificado al 10%	4.9	6.3	5.9	7.5	Regular
C-4	Modificado al 10%	3.3	5.1	3.9	6.1	Regular
C-5	Modificado al 5%	4.8	6.5	5.8	7.3	Regular

Nota: La Presente tabla presenta un resumen de los resultados principales del ensayo C.B.R. realizados a las muestras de subrasante modificadas.

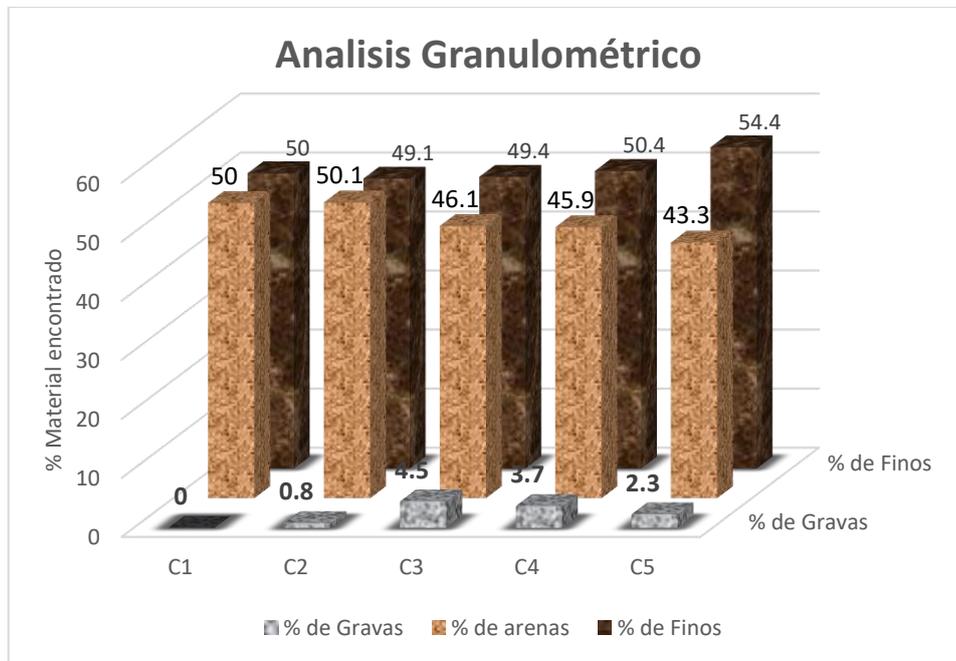
Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta los resultados obtenidos del ensayo C.B.R. que se le realizo a la muestra modificada y su comparación en relación a 25 y 56 Golpes donde se puede apreciar que para la muestra C1 modificada al 10 % analizada a 56 golpes y 2” se incrementó el índice de C.B.R. de 3.2 a 11.8 subiendo la clasificación de este suelo de calidad Pobre o Regular a Regular; para la muestra C2 modificada al 5% analizada a 56 golpes y 2” se incrementó el índice de C.B.R. de 8.4 a 10.3 sin embargo el suelo sigue considerándose con calidad Regular; para la muestra C3 modificada al 10% analizada a 56 golpes y 2” se obtiene incremento en el índice de C.B.R. de 4.4 a 7.5 incrementando la clasificación este suelo con calidad Pobre o Regular a Regular; para la muestra C4 Modificada al 10 % y analizada a 56 golpes y 2” se aprecia un incremento del índice de C.B.R. de 2.9 a 6.1 subiendo la clasificación de suelo con calidad Muy Pobre a Regular y finalmente para la muestra C5 modificada al 5% y analizada a 56 golpes y 2” se aprecia un incremento en el índice de C.B.R. de 4.2 a 7.3 incrementando la clasificación de este suelo con calidad Pobre o Regular a Regular.

A continuación, se presentan los resultados con la finalidad de dar respuesta al **Primer objetivo específico** el cual consiste en **“Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la zona de estudio”** se elaboró la Figura 26 en la cual se puede apreciar de manera clara los resultados obtenidos del ensayo de granulometría al determinar el porcentaje de cada material presente en la subrasante.

Figura 26

Resultados del análisis Granulométrico (% de Gravas, % de Arenas y % de Finos).



Nota: La figura permite visualizar los % de Gravas, Arenas y de Finos presentes en cada muestra

Interpretación de la figura.

La figura presenta los resultados obtenidos del estudio de granulometría basándose en la norma MTC E 107, E 204 - ASTM D 422. con la finalidad de hallar los equivalentes en % de gravas, arenas y finos presentes en las muestras extraídas de las calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5), los resultados de las gravas son 0.0% para C1, 0.8% C2, 4.5% para C3, 3.7% para C4 y 2.3% para C5; los resultados de las arenas son 50% para C1, 50.9% para C2, 50.6% para C3, 49.6 para C4 y 45.6% para C5 y finalmente el porcentaje de finos son 50.0% para C1, 49.1% para C2, 49.4% para C3, 50.4% para C4 y 54.4% para C5.

Los siguientes resultados corresponden al **segundo objetivo específico** el cual fue **“Elaborar probetas con porcentajes propuestos del 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de cascara de arroz (CCA) y oxido de calcio (CAL)”**. Se realizaron combinaciones de CCA y Cal de obra con (5%, 10%, 15%, y 20%) la muestra de subrasante que representa a la calicata C1 se detalla en la Tabla 15, para la calicata C2 tal como se detalla en la Tabla 16, para la calicata C3 tal como se detalla en la Tabla 17, para la calicata C4 tal como se detalla en la Tabla 18 y finalmente para la calicata C5 tal como se detalla en la Tabla 19.

Tabla 15

Resultados del C.B.R. de C1 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.

ITEM	al 95% 1"	al 95% 2"	al 100% 1"	al 100% 2"	Clasificación
C-1 Modificado al 5%	5.1	9.0	6.3	10.4	Regular
C-1 Modificado al 10%	6.1	9.7	6.8	11.8	Regular
C-1 Modificado al 15%	3.9	7.0	4.9	8.6	Regular
C-1 Modificado al 20%	3.1	5.2	4.3	6.2	Pobre o regular
	25 Golpes		56 Golpes		

Nota: La Tabla presenta los valores de CBR de la muestra C1 con modificaciones de CCA y Cal al 5%, 10%, 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta un resumen ordenado del ensayo C.B.R. realizado a la muestra C1 conforme a la normativa MTC E-132, ASTM D 1883-16, la combinación fue distribuida de forma equitativa entre la CCA y Cal, las combinaciones propuestas son el 5% que corresponde a (2.5% de CCA y 2.5% Cal), 10% que corresponde a (5% de CCA y 5% Cal),

15% que corresponde a (7.5% de CCA y 7.5% Cal) y finalmente 20% que corresponde a (10% de CCA y 10% Cal), los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 5% con un C.B.R. al 95% a 56 golpes es de 9.0, y los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 5% con un C.B.R. al 100% a 56 golpes es 10.4; los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 10% con un C.B.R. al 95% a 56 golpes es 9.7, los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 10% con un C.B.R. al 100% y 56 golpes es 11.8; los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 15% con un C.B.R. al 95% a 56 golpes es 7.0, los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 15% con un C.B.R. al 100% a 56 golpes es 8.6 y finalmente los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 20% con un C.B.R. al 95% a 56 golpes es 5.2 y los valores obtenidos para la calicata C1 modificada al 20% con un C.B.R. al 100% a 56 golpes es 6.2.

Tabla 16

Resultados del C.B.R. de C2 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.

ITEM	al 95% 1"	al 95% 2"	al 100% 1"	al 100% 2"	Clasificación
C-2 Modificado al 5%	5.0	7.9	6.0	10.3	Regular
C-2 Modificado al 10%	5.7	7.2	6.9	8.4	Regular
C-2 Modificado al 15%	2.4	3.6	3.6	4.7	Pobre o Regular
C-2 Modificado al 20%	3.3	4.9	3.5	4.9	Pobre o Regular
	25 Golpes		56 Golpes		

Nota: La Tabla presenta los valores de CBR de la muestra C2 con modificaciones de CCA y Cal al 5%, 10%, 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta un resumen ordenado del ensayo C.B.R. realizado a la muestra C2 conforme a la normativa MTC E-132, ASTM D 1883-16, la combinación fue distribuida de forma equitativa entre la CCA y Cal, las combinaciones propuestas son el 5% que corresponde a (2.5% de CCA y 2.5% Cal), 10% que corresponde a (5% de CCA y 5% Cal), 15% que corresponde a (7.5% de CCA y 7.5% Cal) y finalmente 20% que corresponde a (10% de CCA y 10% Cal), los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 5% con un C.B.R. al 95% a 1" es 5.0 y al 95% a 2" es 7.9, los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 5% con un C.B.R. al 100% a 1" es 6.0 y al 100% a 2" es 10.3; los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 10% con un C.B.R. al 95% y 1" es 5.7 y al 95% a 2" es 7.2, los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 10% con un C.B.R. al 100% y 1" es 6.9 y al 100% a 2" es 8.4; los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 15% con un C.B.R. al 95% y 1" es 2.4 y al 95% a 2" es 3.6, los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 15% con un C.B.R. al 100% y 1" es 3.6 y al 100% a 2" es 4.7 y finalmente los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 20% con un C.B.R. al 95% y 1" es 3.3 y al 95% a 2" es 4.9, los valores obtenidos para la calicata C2 modificada al 20% con un C.B.R. al 100% y 1" es 3.5 y al 100% a 2" es 4.9.

Tabla 17
Resultados del C.B.R. de C3 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.

ITEM	al 95% 1"	al 95% 2"	al 100% 1"	al 100% 2"	Clasificación
C-3 Modificado al 5%	4.1	5.5	5.4	6.8	Pobre o Regular
C-3 Modificado al 10%	4.9	6.3	5.9	7.5	Regular
C-3 Modificado al 15%	4.2	6.2	4.3	6.9	Pobre o Regular
C-3 Modificado al 20%	3.1	4.4	3.8	5.2	Pobre o Regular
	25 Golpes			56 Golpes	

Nota: La Tabla presenta los valores de CBR de la muestra C3 con modificaciones de CCA y Cal al 5%, 10%, 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta un resumen ordenado del ensayo C.B.R. realizado a la muestra C3 conforme a la normativa MTC E-132, ASTM D 1883-16, la combinación fue distribuida de forma equitativa entre la CCA y Cal, las combinaciones propuestas son el 5% que corresponde a (2.5% de CCA y 2.5% Cal), 10% que corresponde a (5% de CCA y 5% Cal), 15% que corresponde a (7.5% de CCA y 7.5% Cal) y finalmente 20% que corresponde a (10% de CCA y 10% Cal), los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 5% con un C.B.R. al 95% a 1” es 4.1 y al 95% a 2” es 5.5, los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 5% con un C.B.R. al 100% a 1” es 5.4 y al 100% a 2” es 6.8; los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 10% con un C.B.R. al 95% y 1” es 4.9 y al 95% a 2” es 6.3, los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 10% con un C.B.R. al 100% y 1” es 5.9 y al 100% a 2” es 7.5; los valores obtenidos para la calicata C3 modificada

al 15% con un C.B.R. al 95% y 1” es 4.2 y al 95% a 2” es 6.2, los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 15% con un C.B.R. al 100% y 1” es 4.3 y al 100% a 2” es 6.9 y finalmente los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 20% con un C.B.R. al 95% y 1” es 3.1 y al 95% a 2” es 4.4, los valores obtenidos para la calicata C3 modificada al 20% con un C.B.R. al 100% y 1” es 3.8 y al 100% a 2” es 5.2.

Tabla 18

Resultados del C.B.R. de C4 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.

ITEM	al 95% 1"	al 95% 2"	al 100% 1"	al 100% 2"	Clasificación
C-4 Modificado al 5%	2.5	3.8	3.1	4.4	Pobre o Regular
C-4 Modificado al 10%	3.3	5.1	3.9	6.1	Pobre o Regular
C-4 Modificado al 15%	2.7	3.7	3.1	4.1	Pobre o Regular
C-4 Modificado al 20%	2.6	3.8	3.0	4.4	Pobre o regular
	25 Golpes		56 Golpes		

Nota: La Tabla presenta los valores de CBR de la muestra C4 con modificaciones de CCA y Cal al 5%, 10%, 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta un resumen ordenado del ensayo C.B.R. realizado a la muestra C4 conforme a la normativa MTC E-132, ASTM D 1883-16, la combinación fue distribuida de forma equitativa entre la CCA y Cal, las combinaciones propuestas son el 5% que corresponde a (2.5% de CCA y 2.5% Cal), 10% que corresponde a (5% de CCA y 5% Cal), 15% que corresponde a (7.5% de CCA y 7.5% Cal) y finalmente 20% que corresponde a (10% de CCA y 10% Cal), los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 5% con

un C.B.R. al 95% a 1” es 2.5 y al 95% a 2” es 3.8, los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 5% con un C.B.R. al 100% a 1” es 3.1 y al 100% a 2” es 4.4; los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 10% con un C.B.R. al 95% y 1” es 3.3 y al 95% a 2” es 5.1, los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 10% con un C.B.R. al 100% y 1” es 3.9 y al 100% a 2” es 6.1; los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 15% con un C.B.R. al 95% y 1” es 2.7 y al 95% a 2” es 3.7, los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 15% con un C.B.R. al 100% y 1” es 3.1 y al 100% a 2” es 4.1 y finalmente los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 20% con un C.B.R. al 95% y 1” es 2.6 y al 95% a 2” es 3.8, los valores obtenidos para la calicata C4 modificada al 20% con un C.B.R. al 100% y 1” es 3.0 y al 100% a 2” es 4.4.

Tabla 19

Resultados del C.B.R. de C5 Modificado al 5%, 10%, 15% y 20%.

ITEM	al 95% 1"	al 95% 2"	al 100% 1"	al 100% 2"	Clasificación
C-5 Modificado al 5%	4.8	6.5	5.8	7.3	Regular
C-5 Modificado al 10%	3.2	5.4	4.0	5.4	Pobre o Regular
C-5 Modificado al 15%	2.5	3.5	2.8	4.0	Pobre o Regular
C-5 Modificado al 20%	2.1	2.8	2.4	3.1	Pobre o regular
	25 Golpes		56 Golpes		

Nota: La Tabla presenta los valores de CBR de la muestra C5 con modificaciones de CCA y Cal al 5%, 10%, 15% y 20%.

Interpretación de la Tabla.

La tabla presenta un resumen ordenado del ensayo C.B.R. realizado a la muestra C5 conforme a la normativa MTC E-132, ASTM D 1883-16, la combinación fue distribuida de forma equitativa entre la CCA y Cal, las combinaciones propuestas son el 5% que corresponde a (2.5% de CCA y 2.5% Cal), 10% que corresponde a (5% de CCA y 5% Cal), 15% que corresponde a (7.5% de CCA y 7.5% Cal) y finalmente 20% que corresponde a (10% de CCA y 10% Cal), los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 5% con un C.B.R. al 95% a 1" es 4.8 y al 95% a 2" es 6.5, los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 5% con un C.B.R. al 100% a 1" es 5.8 y al 100% a 2" es 7.3; los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 10% con un C.B.R. al 95% y 1" es 3.2 y al 95% a 2" es 5.4, los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 10% con un C.B.R. al 100% y 1" es 4.0 y al 100% a 2" es 5.4; los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 15% con un C.B.R. al 95% y 1" es 2.5 y al 95% a 2" es 3.5, los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 15% con un C.B.R. al 100% y 1" es 2.8 y al 100% a 2" es 4.0 y finalmente los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 20% con un C.B.R. al 95% y 1" es 2.1 y al 95% a 2" es 2.8, los valores obtenidos para la calicata C5 modificada al 20% con un C.B.R. al 100% y 1" es 2.4 y al 100% a 2" es 3.1.

Los siguientes resultados corresponden al **Tercer objetivo específico** el cual consiste en **“Realizar ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR”**. Los resultados de los EMS realizados para cada estudio son detallados en tablas y figuras; Para Análisis Granulométrico en la tabla 20, para Contenido de Humedad en la tabla 21 y Figura 27, para Límites de consistencia en la Tabla 22 y Figura 28, para Clasificación de suelos en Tabla 23 y Tabla 24, para Proctor Modificado Tabla 25, Figura 29 y finalmente para C.B.R. del suelo natural en la tabla 26 y la figura 30.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.

Tabla 20

Resultados del análisis Granulométrico por tamizado conforme a la norma MTC E 107.

Calicata	Estrato	Peso de la muestra	%retenido N°4	% Pasante N°4	%Pasante N° 200
C1	1.5(m)	1000	0.0	100.0	50.0
C2	1.5(m)	1000	0.8	99.2	49.1
C3	1.5(m)	1000	4.5	95.5	49.4
C4	1.5(m)	1000	3.7	96.3	50.4
C5	1.5(m)	1000	2.3	97.7	54.4

Nota. La tabla presenta un resumen de los resultados del análisis granulométrico.

Interpretación de la tabla.

La tabla presenta los resultados obtenidos del análisis granulométrico el cual describe que la muestra C1 contiene 0% de gravas, 50% de arenas y 50% de arcillas; la muestra C2 contiene 0.8% de gravas, 41.1% de arenas y 49.1% de arcillas; la muestra C3 contiene 4.5% de gravas, 46.1% de

arenas y 49.4% de arcillas; la muestra C4 contiene 3.7% de gravas, 45.9% de arenas y 50.4% de arcillas finalmente la muestra C5 2.3% de gravas, 43.3% de arenas y 54.4% de arcillas;

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Tabla 21

Resultados del contenido de humedad conforme a la (NTP 339.127).

Calicata	Estrato(m)	Peso de la muestra(gr)	Hum (%)
C-1	1.5	1000	14.0
C-2	1.5	1000	13.1
C-3	1.5	1000	18.8
C-4	1.5	1000	18.5
C-5	1.5	1000	13.1

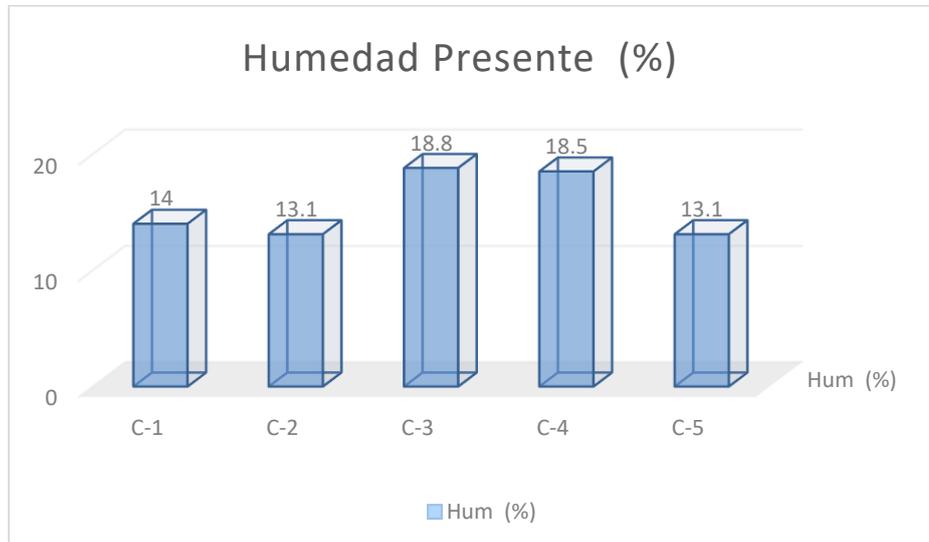
Nota. La tabla describe un resumen del contenido de agua en las muestras.

Interpretación de la Tabla.

Los resultados de la tabla describen el contenido de humedad realizados a las muestras en su estado natural; Para la calicata C1 se obtuvo un contenido de Humedad de 14.0%, para la calicata C2 se obtuvo un contenido de Humedad de 13.1%, para la calicata C3 se obtuvo un contenido de Humedad de 18.8%, para la calicata C4 se obtuvo un contenido de Humedad de 18.5% y finalmente para la calicata C5 se obtuvo un contenido de Humedad de 13.1%.

Figura 27

Porcentaje de Humedad obtenido.



Nota: La figura permite visualizar el contenido de agua presente en (C1, C2, C3, C4, y C5).

Interpretación de la figura.

La figura presenta los resultados conforme a la norma MTC E 108 y ASTM D2216, el cual fue elaborado con la finalidad de determinar el contenido de húmeda presente en las muestras extraídas de las calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5) y los resultados obtenidos del estudio son para la muestra C1 el resultado obtenido es 14% de humedad, para la muestra C2 el resultado obtenido es 13.1% de humedad, para la muestra C3 el resultado es 18.8% de humedad, para la muestra C4 el resultado es 18.5% de humedad y finalmente para la muestra C5 se obtuvo 13.1% de humedad.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Tabla 22

Resultado obtenidos mediante el estudio de límites de consistencia.

Material analizado	(LL)%	(LP)%	(IP)%
C-1	20.96	19.57	1.39
C-2	21.95	19.53	2.42
C-3	23.80	20.33	3.47
C-4	24.34	17.31	7.03
C-5	25.20	19.24	5.96

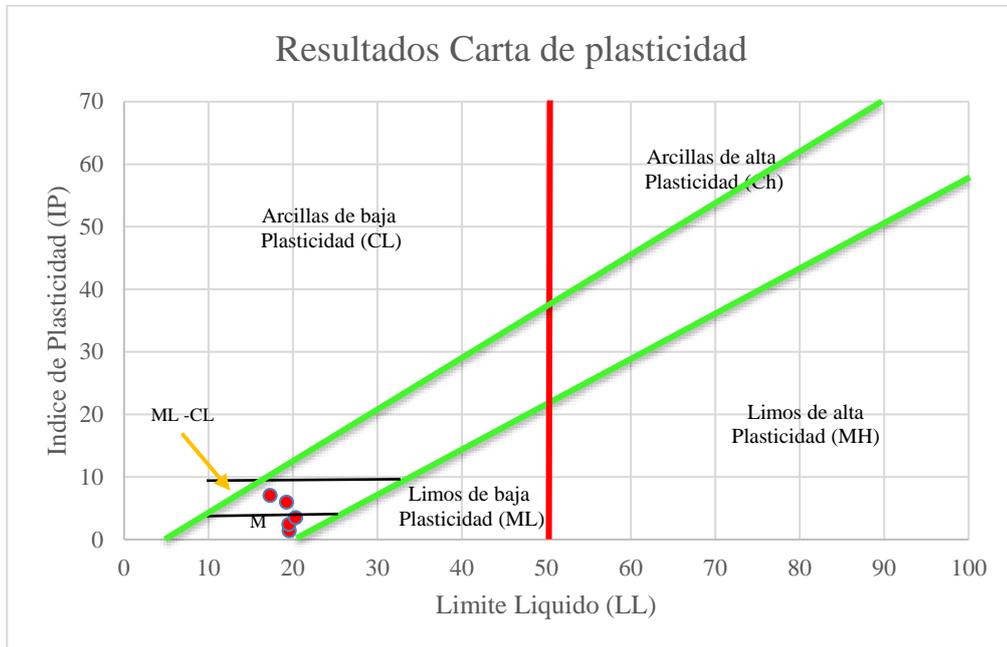
Nota. La tabla describe las conclusiones de los límites de consistencia en la muestra patrón.

Interpretación de la tabla.

La tabla describe los resultados del ensayo de límites de consistencia conforme a la norma - **MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318** realizados a las muestras extraídas de las calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5) donde describen los porcentajes de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de las muestras (C1, C2, C3, C4, y C5) obteniendo como resultados para la muestra de la C1 un (LL) de 20.96%, un (LP) de 19.57 y un (IP) de 1.39%; para la muestra de la C2 un (LL) de 21.95%, un (LP) de 19.53 y un (IP) de 2.42%; para la muestra de la C3 un (LL) de 23.80%, un (LP) de 20.33 y un (IP) de 3.47%; para la muestra de la C4 un (LL) de 24.34%, un (LP) de 17.31 y un (IP) de 7.03% , finalmente para la muestra de la C4 un (LL) de 20.00%, un (LP) de 19.4 y un (IP) de 2.6%.

Figura 28

Resultados Carta de Plasticidad.



Nota: La figura permite visualizar mediante líneas de tendencia los resultados obtenidos de (C1, C2, C3, C4 y C5).

Interpretación de la figura.

La Figura permite ubicar los datos obtenidos en el estudio de lentes de consistencia y ubicarlos en la carta de plasticidad con la finalidad de identificar el tipo de suelos al que corresponde, de esta manera entendemos que el suelo e la calicata C1, C2, y C3 están por debajo de la línea inferior estos significa que el suelo dominante es de tipo ML correspondientes a limos de baja plasticidad, mientras que los suelos analizados de las calicatas C4 y C5 se ubican en la sección donde se combinan los de tipo ML y CL lo que significa que estos suelos presentan características de suelos con arcillas de baja plasticidad así como limos de baja plasticidad.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO.

Resultados de la Clasificación de suelos según ASSHTO

Tabla 23

Resultados obtenidos empleando los sistemas de clasificación ASSHTO.

Calicata	Estrato	Grupo	Tipo de material	Terreno de fundación
C1	1.5	A-4	Suelo limoso	Regular a malo
C2	1.5	A-4	Suelo limoso	Regular a malo
C3	1.5	A-4	Suelo limoso	Regular a malo
C4	1.5	A-4	Suelo limoso	Regular a malo
C5	1.5	A-4	Suelo limoso	Regular a malo

Nota. La tabla presenta los resultados de clasificación empleando el sistema AASHTO de la muestra patrón.

Interpretación de la tabla.

La Tabla muestra los resultados que corresponden a la clasificación de suelos empleando el sistema ASSHTO donde se le asigna un grupo según las características granulométricas encontradas en el material, los resultados de las muestras analizadas de las calicatas (C1, C2, C3, C4, y C5) describen que los suelos pertenecen al grupo A-4 con material presente limoso que al ser utilizado como terreno de fundación da como resultados un suelo de regular a malo.

Clasificación de suelos según SUCS.

Tabla 24

Resultados obtenidos empleando los sistemas de clasificación SUCS.

Calicata	Estrato	Clas. SUCS	Características generales	
C1	1.5	ML	Limos	Baja Plasticidad
C2	1.5	SM	Arena Limosa	Baja Plasticidad
C3	1.5	SM	Arena limosa	Baja Plasticidad
C4	1.5	CL	Arcilla arenosa	Baja Plasticidad
C5	1.5	CL	Arcilla arenosa	Baja Plasticidad

Nota. La tabla presenta los resultados de clasificación empleando el sistema SUCS de la muestra patrón.

Interpretación de la Tabla.

La Tabla presenta los resultados obtenidos mediante el sistema de clasificación SUCS, donde se le asigna un código propio de este sistema, según las características del material analizado mediante el estudio de granulometría. Los resultados de las calicatas (C1, C2, C3, C4, y C5) analizadas presentan los siguientes datos: la muestra C1 es un suelo de tipo ML perteneciente a limos de baja plasticidad, para la muestra C2 es un suelo de tipo SM perteneciente a arena limosa de baja plasticidad, para la muestra C3 es un suelo de tipo SM perteneciente a arena limosa de baja plasticidad, para la muestra C4 es un suelo de

tipo CL perteneciente a arcilla arenosa y finalmente para la muestra C5 es un suelo de tipo CL perteneciente a arcilla arenosa de baja plasticidad.

PROCTOR MODIFICADO DEL SUELO PATRON

Tabla 25

Resultados del Ensayo Proctor modificado de la muestra natural.

Calicata	Capas	Golpes	Optimo Cont. Humedad	Máxima Densidad Seca
C1	5	25	12.64%	1.849
C2	5	25	11.82%	1.863
C3	5	25	8.47%	1.998
C4	5	25	11.43%	1.925
C5	5	25	10.44%	1.860

Nota. La tabla presenta los resultados del ensayo proctor modificado de las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5.

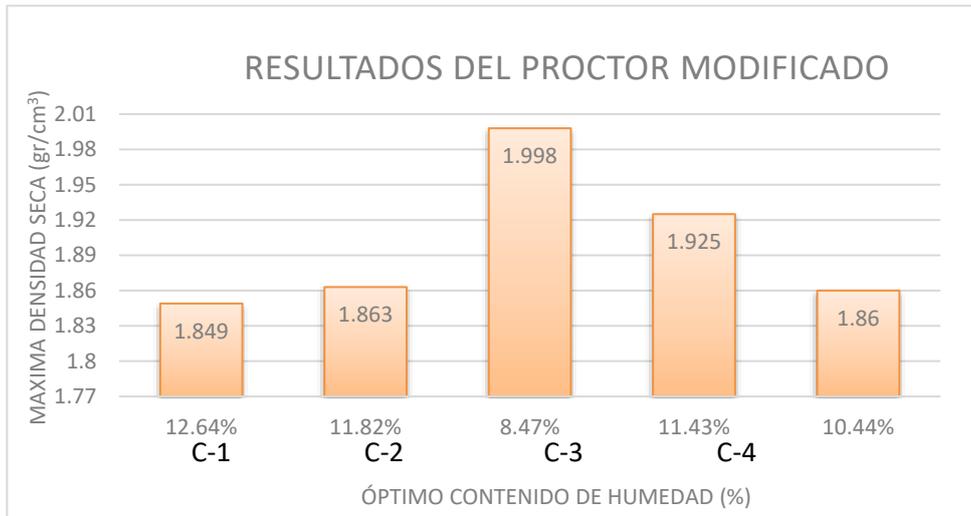
Interpretación de la Tabla.

La tabla muestra el resumen de los resultados obtenido del ensayo de Proctor Modificado el cual tiene la finalidad de obtener los valores de DMS y Humedad óptima realizadas a las 5 calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5) el estudio se realizó bajo el criterio de la norma MTC E 115 y ASTM D 1557 obteniendo los valores para Máxima Densidad Seca de la C1 es 1.849, para la C2 es 1.863, para la C3 es 1.998, para la C4 es 1.925 y para la C5

es 1.860; asimismo para Humedad Óptima los resultados para C1 es 12.64%, para la C2 es 11.82%, para la C3 es 8.47% para la C4 es 11.43% y para la C5 es 10.44%.

Figura 29

Resultados del ensayo Proctor a la muestra Natural.



Nota: La figura describe los valores alcanzados del ensayo PROCTOR para las calicatas C1, C2, C3, C4 Y C5 y su relación entre la Densidad Máxima Seca y el Contenido de Humedad Óptima.

Interpretación de la figura.

La Figura muestra una escala a nivel de columnas que muestran los valores de correspondientes a la máxima densidad seca y humedad óptima que se obtuvieron de los resultados del ensayo de proctor realizado a la muestra patrón de las calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5) para a calicata C1 se obtuvo 1.849 de DMS y 12.64 como % de humedad, para la calicata C2 se obtuvo 1.863 de DMS y 11.82 como % de humedad, para la calicata C3 se obtuvo 1.998 de DMS y 8.47 como % de humedad, para la calicata C4 se obtuvo 1.925 de

DMS y 11.43 como % de humedad y finalmente para la calicata C5 se obtuvo 1.860 de DMS y 10.44 como % de humedad.

C.B.R.

Tabla 26

Resultados del ensayo C.B.R de la muestra natural.

Resultados del C.B.R. al 95% y 100%					
ITEM	CBR 0.1" (95%)	CBR 0.2" (95%)	CBR 0.1" (100%)	CBR 0.2" (100%)	Clasificación
Calicata C-1	2.0	2.7	2.5	3.2	Pobre o Regular
Calicata C-2	4.3	6.6	5.5	8.4	Regular
Calicata C-3	3.0	4.0	3.4	4.4	Pobre o regular
Calicata C-4	1.7	1.9	2.6	2.9	Muy pobre
Calicata C-5	3.1	3.7	3.5	4.2	Pobre o regular
	25 golpes		56 golpes		

Nota. La tabla presenta los resultados al realizar el ensayo de CBR a la muestra patrón.

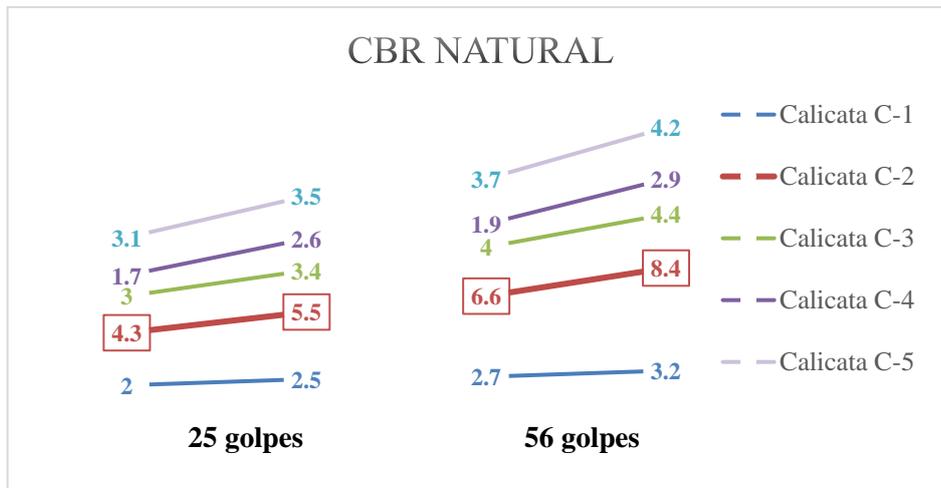
Interpretación de la Tabla.

La Tabla presenta los resultados del ensayo CBR realizados a la muestra patrón, los ensayos CBR realizados cumplen con los estándares de la norma ASTM D-1883 y MTC – E132. Los ensayos realizados a la muestra de la calicata C1 al 95% a 2” es 2.7 y al 100% a 2” es 3.2, los resultados para la calicata C2 al 95% a 2” es 6.6 y al 100% 2” es 8.4, los

resultados para la calicata C3 al 95% a 2” es 4.0 y al 100% a 2” es 4.4, los resultados para la calicata C4 al 95% a 2” es 1.9 y al 100% a 2” es 2.9 y finalmente para la calicata C5 a 2” es 3.7 de igual manera para la calicata C5 al 100% a 1” es 3.5 y al 100% a 2” es 4.2.

Figura 30

Niveles de CBR para las calicatas (C1, C2, C3, C4, y C5) Natural.



Nota: La figura describe el CBR alcanzados de la muestra Patrón de (C1, C2, C3, C4 Y C5).

Interpretación de la figura.

La figura describe mediante columnas los valores de C.B.R. que alcanzan las muestras de las calicatas (C1, C2, C3, C4 y C5) al 95% a 1” y 2” así mismo del 100% a 1” y a 2” los resultados de la muestra C1 al 95% a 1” es 2.0 y para 95% a 2” es 2.7 de igual manera para C1 al 100% a 1” es 2.5 y para 100% a 2” es 3.2, los resultados para la calicata C2 al 95% a 1” es 4.3 y para 2” es 6.6 de igual manera para la calicata C2 al 100% a 1” es 5.5 y para 100% a 2” es 8.4, los resultados para la calicata C3 al 95% a 1” es 3.0 y para 2” es 4.0 de igual manera para la calicata C3 al 100% a 1” es 3.4 y para 100% a 2” es 4.4, los

resultados para la calicata C4 al 95% a 1” es 1.7 y para 2” es 1.9 de igual manera para la calicata C4 al 100% a 1” es 2.6 y para 100% a 2” es 2.9 y finalmente para la calicata C5 al 95% a 1” es 3.1 y para 2” es 3.7 de igual manera para la calicata C5 al 100% a 1” es 3.5 y para 100% a 2” es 4.2.

Para finalizar los resultados que corresponden al **cuarto objetivo específico** el cual fue “Identificar el porcentaje óptimo de humedad y resistencia en el diseño de la subrasante en el camino vecinal.” Se elaboró la tabla 27 la cual presenta un resumen ordenado que reúne los resultados obtenidos en relación al porcentaje de modificación que logro darle mayor valor de C.B.R. teniendo en cuenta las propiedades iniciales de subrasante, de igual manera la M.D.S. y la Humedad Optima recomendada para cada una de las muestras.

Tabla 27

Resultados generales de las muestras C1, C2, C3, C4 y C5 y su relación recomendada en % de modificación, Máximo C.B.R. alcanzado, M. D. S. y Humedad Optima.

Subrasante	(%) Modificado	Máximo C.B.R. al 100%	M. D. S. (gr/cc)	Humedad Optima (%)
C1	10	11.8	1.849	12.64
C2	5	10.3	1.863	11.82
C3	10	7.5	1.998	8.47
C4	10	6.1	1.925	11.43
C5	5	7.3	1.860	10.44

Nota: La tabla reúne las consideraciones significativas alcanzadas de las muestras de subrasante del C1 al C5.

Interpretación de la Tabla.

La Tabla presenta un resumen con los valores significativos de las calicatas C1, C2, C3, C4, y C5 con relación al valor porcentual de modificación que obtuvo el C.B.R. más alto en cada muestra se subrasante, el máximo valor seco y la Humedad Optima obtenida en cada una de ellas.

Para la muestra de subrasante C1 notamos que modificando el 10% del volumen inicial por CCA y Cal de obra se obtiene un C.B.R. de 11.8 teniendo una M. D. S. de 1.849 y una Humedad Optima de 12.64; para la muestra de subrasante C2 notamos que modificando el 5% del volumen inicial por CCA y Cal de obra se obtiene un C.B.R. de 10.3 teniendo una M. D. S. de 1.863 y una Humedad Optima de 11.82; para la muestra de subrasante C3 notamos que modificando el 10% del volumen inicial por CCA y Cal de obra se obtiene un C.B.R. de 7.5 teniendo una M. D. S. de 1.998 y una Humedad Optima de 8.47; para la muestra de subrasante C4 notamos que modificando el 10% del volumen inicial por CCA y Cal de obra se obtiene un C.B.R. de 6.1 teniendo una M. D. S. de 1.925 y una Humedad Optima de 11.43 y finalmente para la muestra de subrasante C5 notamos que modificando el 5% del volumen inicial por CCA y Cal de obra se obtiene un C.B.R. de 7.3 teniendo una M. D. S. de 1.860 y una Humedad Optima de 10.44.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

LIMITACIONES.

Las Limitaciones encontradas durante el desarrollo de la tesis concluyen en la escasa información respecto al uso de la CCA Y Cal sobre su aplicación en temas de base y subrasante, complicando la tarea del investigador con respecto a los porcentajes óptimos que deben aplicarse en este tipo de estudios. Sin embargo, se pudo aprovechar la información disponible sobre la aplicación de CCA y Cal en los antecedentes de esta tesis, los cuales mencionan hallazgos durante la fabricación de nuevos morteros utilizando en su combinación ciertos (%) de los mencionados.

INTERPRETACIÓN COMPARATIVA.

El **Objetivo general** de la presente investigación es *“Determinar la influencia que ejerce el uso de la Ceniza de cáscara de arroz y el Óxido de Calcio en la subrasante del suelo del C.P. San José Alto Cartavio -2023.”* se debe mencionar que esta investigación permite obtener información referente a las condiciones actuales de la subrasante. Según la bibliografía de Medrano (2020), quien menciona que, *“para poder desarrollar proyectos relacionados a la ingeniería, es necesario contar con estudios previos, estos pueden clasificar a los tipos de suelo de acuerdo a las características encontradas según su composición geotécnica”*.

Con respecto al **primer objetivo específico** el cual consiste en *“Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la zona de estudio”* y el **tercer objetivo específico** *“Realizar ensayos de Granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR”* encontramos **coincidencias** con (Mora, 2022) quien afirma que *“la tierra*

suele cambiar en su mismo sitio por la alteración de la naturaleza, creando una tierra orgánica por la putrefacción de los seres orgánicos, esta presenta ciertas características particulares como arcilla, arena, entre otros”. **Se comparó** con los resultados concluyendo que el identificar los materiales que conforman el suelo ayuda al investigador a determinar el tipo de suelo y sus aplicaciones prácticas. De igual manera se logró encontrar **coincidencias** con (Barrera León, Barrezueta Unda, & García Batista, 2020) quienes “*promueven el uso adecuado de las herramientas que logran caracterizar los suelos de manera sostenible mediante la determinación de sus propiedades tanto físicas como químicas con la finalidad de determinar la calidad del mismo*”. **Se comparó** con los resultados confirmando que el empleo adecuado de las herramientas de investigación (EMS) permiten clasificar los suelos según sus propiedades físicas y químicas permitiendo al investigador determinar de manera exacta la calidad del mismo.

Con respecto al **segundo objetivo específico** el cual consiste en “*Elaborar probetas con porcentajes propuestos del 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza de cáscara de arroz (CCA) y óxido de calcio (CAL)*” encontramos **coincidencias** con (Alarcón , Jiménez, & Benítez, 2020). quienes “*sugieren que la estabilización de los suelos se debe realizar utilizando agentes alternativos de rápido acceso a nivel local*”. **Se comparó** con los resultados coincidiendo en que el empleo de materiales locales facilita la puesta en práctica de técnicas innovadoras que permiten la estabilización de los suelos. También **coincidimos** con (Lozano, Rodríguez, & Tibabuzo , 2019) pues ellos en su investigación afirman que “*la ceniza arroceras obtenida mediante la calcinación, presenta índices elevados de sílice material que también está presente al cemento, por tanto, el solo uso de esta tiende a incrementar la resistencia del suelo*”. **Se comparó** con los resultados de los estudios

realizados coincidiendo que la sílice presente en la CCA aumenta el C.B.R. de la subrasante una vez determinado el porcentaje óptimo. Finalmente también **coincidimos** con (Huaraca Fernandez, Pérez Sosa, Bustinza Cabala, & Pampa Quispe, 2020) quienes fomentan el *“desarrollar procedimientos amigables y responsables con el medio ambiente utilizando materiales orgánicos in-situ con gran valor potencial que al ser utilizados de manera correcta permiten mejorar las propiedades de los suelos”*. Que al **compararlos** con los resultados se logra coincidir en que el empleo de estos materiales orgánicos in-situ tienen gran potencial si se usan de manera correcta.

IMPLICANCIAS.

Las **implicancias** de esta tesis son **de carácter geotécnico y geográfico** basado en determinar la influencia que ejerce el uso de CCA y Cal sobre el suelo, **implicancias sobre el conocimiento** que permiten conocer las características del suelo y el riesgo existente al construir o hacer uso de este sin estudios previos y a su vez genera información que puede ser empleada a futuro, **implicancia** sobre la **mitigación** de la exposición de los usuarios ante el polvo que finalmente perjudican su salud.

CONCLUSIONES.

Se concluye que el uso de la ceniza de cascara de arroz y la Cal lograron influir sobre las propiedades iniciales del suelo que se usara en la subrasante además se logró determinar las propiedades iniciales que conforman el suelo; Con la **granulometría** se concluyó que los suelos analizados presentan un porcentaje máximo de gravas de un 4.5%, las arenas presentes oscilan entre el 43.3% y 50.1% así como las arcillas van del 49% al 50.4%; los suelos presentan un **porcentaje de humedad** que varía entre el 13% y el 18.8%; los **límites de consistencia** presentan un IP del 1.39 el mínimo y 7.3 el valor máximo alcanzado; según la **clasificación del suelo** empleamos el sistema **SUCS** encontrando que los suelos predominantes son de tipo **SM y CL** que corresponden a **arenas limosas** y **arcillas arenosas de baja plasticidad**, de igual manera se comparó con el sistema **AASHTO** quien clasifico los suelos como **tipo A-4** para suelos arenosos con características de **regular a malo**; los resultados del ensayo **Proctor modificado** indican que el porcentaje óptimo de humedad para la calicata C1, es del 12.64% con una densidad máxima seca de 1.849; el porcentaje óptimo de humedad para la calicata C2, es de 11.82% con una densidad máxima seca de 1.863; el porcentaje óptimo de humedad para la calicata C3 es de 8.47% y una densidad máxima seca de 1.998; el porcentaje óptimo de humedad para la calicata C4, es de 11.43% y una densidad máxima seca de 1.925 y finalmente el porcentaje óptimo de humedad para la calicata C5, es del 10.44% y una densidad máxima seca de 1.860.

Los resultados para el **C.B.R.** realizados **a la muestra sin alterar**, arrojan que los suelos extraídos de las calicatas C1, C3, C4, y C5 al ser analizadas a 2" con 56 golpes alcanzaron un C.B.R. de 2.9 a 4.4 que en la clasificación según este estudio entran en el

rango de pobre y muy pobre, sin embargo, en el caso de la calicata C2 al realizar el mismo ensayo a 2” y 56 golpes se alcanzó un C.B.R. de 8.4 clasificando este material como regular.

Por último, los resultados del **C.B.R. a las muestras modificadas** con porcentajes del 5 % al 20% de CCA y Cal arrojan que para la calicata C1 el porcentaje óptimo de la combinación es el 10%, este porcentaje permite obtener un incremento del CBR inicial de 3.2 (suelo pobre) a un C.B.R. de 10.4 aumentando su calidad a un suelo regular; para la calicata C2 el porcentaje óptimo de la combinación es el 5%, permitiendo un incremento mínimo del CBR inicial de 8.4 (suelo regular) a un C.B.R. de 10.3 de igual manera para suelo regular, en el caso de la calicata C3 el porcentaje óptimo de la combinación es el 10% permitiendo un incremento del CBR inicial de 4.4 (suelo pobre) a un C.B.R. de 7.5 aumentando su calidad a un tipo de suelo regular, en el caso de la calicata C4 el porcentaje óptimo de la combinación es el 10%, permitiendo un incremento del CBR inicial de 2.9 (suelo muy pobre) a un C.B.R. de 6.1 aumentado su calidad para suelo pobre, finalmente en el caso de la calicata C5 el porcentaje óptimo de la combinación es el 5% permitiendo un incremento del CBR inicial de 4.9 (suelo pobre) a un C.B.R. de 7.3 cuya clasificación es para suelo regular.

Finalmente se concluyó que el suelo que conforma el C.P. San José Alto en Cartavio no es un suelo apto para ser usado como camino ni vía vehicular, también se concluye que el porcentaje óptimo de CCA y Cal en la aplicación sobre la subrasante no debe exceder el 10% para obtener resultados favorables.

RECOMENDACIONES.

Debido al constante crecimiento del C.P. San José Alto en Cartavio se recomienda realizar un proyecto que permita estabilizar la subrasante que conforma el C.P San José Alto y sus alrededores ya que este territorio se encuentra en constante crecimiento poblacional y el estado actual en el que se encuentran las vías, exponen a sus pobladores al polvo, charcos de fango y caminos encalaminados de manera constante, se debe solicitar a la entidad encargada la realización de un proyecto que mejore los caminos y finalmente se recomienda a los futuros investigadores utilizar esta información presente en esta tesis de manera responsable.

Bibliografía

- Alarcón , J., Jiménez, M., & Benítez, R. (2020). *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. Obtenido de Revista ingeniería de construcción:
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732020000100005&script=sci_arttext
- Arnedo León, J. (2022). *La falta de conductores profesionales en las PYMES*. Obtenido de Repositorio Comillas: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/57015>
- ASTM D-1557. (2015). *Ensayo de Proctor modificado Norma ASTM D 1557, Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de Google Academico:
<https://es.slideshare.net/gilmerjac/proctor-modificado-astm-d1557>
- ASTM D-1883. (2000). *California Bearing Ratio (CBR)*. Obtenido de Google Academico:
<https://es.slideshare.net/alan314/astm-d1883>
- ASTM D-2216. (1998). *Método de prueba estandar para la determinación en laboratorio de Contenido de agua (Humedad) de suelos y rocas por masa*. Obtenido de dokumen.tips:
<https://dokumen.tips/documents/astm-d2216-en-espanol.html?page=1>
- ASTM D4220. (2023). *Prácticas estándar para la conservación y el transporte de muestras de suelo (retirado en 2023)*. Obtenido de astm.org:
https://www.astm.org/d4220_d4220m-14.html
- Auvinet, G., & Sánchez, J. (2020). *Diseño de terraplenes ligeros para control de asentamientos*. Obtenido de Scielo.org.mx:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432020000400006

Barragán, E. A., Zalamea, E. F., Terrados, J., & Parra, A. (2019). *Las energías renovables a escala urbana. Aspectos determinantes y selección tecnológica*. Obtenido de scielo.org.co: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-79132019000200039

Barrera León, J., Barrezueta Unda, S., & García Batista, R. M. (2020). *Evaluación de los índices de calidad del suelo de diversos cultivos en diferentes condiciones topográficas*. Obtenido de Google Académico: <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/248>

Boccolini, S. M. (2020). *La red vial como estructura posibilitante del desarrollo en el área metropolitana de Córdoba, Argentina*. Obtenido de Google Académico: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/128052>

Braja M Das. (2014). *"Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica"*. Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>

Braja M Das. (2015). *"Fundamentos de la ingeniería geotécnica"*. Obtenido de academia.edu: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das

Braz, I. (2023). *Por un territorio menos hostil*. Obtenido de google académico: <https://www.researchgate.net/profile/Luana->

Villanova/publication/369971901_POR_UM_TERRITORIO_MENOS_HOSTIL/li
nks/64371836609c170a1311254e/POR-UM-TERRITORIO-MENOS-HOSTIL.pdf

Calderón, D. E. (2022). *Analisis del rendimiento de la ceniza de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento hidraulico en el concreto*. Obtenido de Escuela de ingenieria en construccion: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14262>

Campoverde Rivera, C. C., & Iturralde Guanochango, K. M. (2020). *Método de extraccion en fase sólida con el uso de ceniza de cascara de arroz para la absorción de carboplatino*. Obtenido de repositorio.uea.edu.ec: <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/860/T.AMB.B.UEA.%20%203245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carruitero, K. A., & Loyola, D. P. (2022). “*Análisis del comportamiento de la subrasante arenosa con el cloruro de sodio de un camino vecinal de bajo volumen de tránsito, Virú 2022*”. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31999>

Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2022). *Scielo.org*. Obtenido de La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci_arttext

Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI*. Obtenido de Scielo.org:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2023000100140&lang=es

Chirinos , E., Rodriguez, E., & Muñoz, S. (2021). *Google Academico*. Obtenido de Método de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234912>

Condorena Paredes , D. P. (2021). "*Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales - San pedro de Cumbaza año 2018*". <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1348/CONDORENA%20PAR EDES%20DORIAN%20PRISCILIANO%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Cueva, R. J. (2022). *Influencia de las cenizas volantes con residuos calcáreos de conchas de abanico en el tramo Puerto Mori - Santa Elena, Viru, La Libertad 2022*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31137?locale-attribute=en>

Diario El Peruano. (2018). *Norma Tecnica E.050 Suelos y Cimentaciones*. Obtenido de [web.construccion.org](https://cdn-web.construccion.org): https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf

Fajardo Moreno, A. A., & Garcia Rey , Y. L. (2021). *Estudio del volumen vehicular en la intersección carretera 33*. Obtenido de google academico: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c6e4bd98-18f7-4fc9-abca-500abaefa4f5/content>

fao.org. (2023). *El suelo*. Obtenido de Google Academico:

<https://www.google.com/search?q=el+suelo&oq=el+suelo&aqs=chrome.69i59j35i39j46i340i512j0i512i4j0i20i263i512j0i512.1366j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Flores, V., Rodríguez, M., Romero, I., & Esquivia, L. (2020). *Caracterización de morteros mixtos de cal obtenida del reciclado del fosfoyeso*. Obtenido de Google academico:

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&as_yhi=2023&q=CAL+en+mortero&btnG=

Galimberti, C. (2021). *Nuevos procesos de expansión metropolitana: incremento acelerado de suelo urbano en el Área Metropolitana de Rosario (1990-2010)*. Obtenido de

Google Academico: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612021000100051&script=sci_arttext

García, M., Franco, L. M., & Granados, J. A. (2019). *Evaluación del crecimiento de la población y transformación del uso de suelo urbano en la Zona Metropolitana de*

Pachuca, México. Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/journal/401/40161003005/html/>

Google indexó. (2020). *Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) en la Ingeniería Geotécnica*. Obtenido de geo-webonline: <https://geo-webonline.com/sistema-unificado-de-clasificacion-del-suelo/>

Guardia Martín, C. (2021). *Nuevos morteros de cemento-cal con materiales de cambio de fase (PCM) para la mejora de la eficiencia energética de cerramientos*. Obtenido de

Google Academico: <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/50904>

Hernandez, S., & Avila, D. D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Obtenido de repository.uaeh.edu.mx:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>

Huaraca Fernandez, J., Pérez Sosa, L., Bustinza Cabala, L., & Pampa Quispe, N. (2020).

Enmiendas organicas en la inmovilización de cadmio en suelos agricolas contaminados: Una Revisión. Obtenido de Google Academico:

<https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718->

[07642020000400139&script=sci_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642020000400139&script=sci_arttext&tlng=en)

Jyshenda , J., & Meza , H. (2018). *Los efectos de la adición del carbonato de calcio en el*

mejoramiento de las características de los ladrillo artesanales del distrito de chilca

2018. Obtenido de Repositorio UPN:

[file:///C:/Users/everth/Downloads/Meza%20Huaman,%20Jyshenda%20Jaqueline%](file:///C:/Users/everth/Downloads/Meza%20Huaman,%20Jyshenda%20Jaqueline%20-%20Wu%20Vega,%20Mario%20Esly.pdf)

[20-%20Wu%20Vega,%20Mario%20Esly.pdf](file:///C:/Users/everth/Downloads/Meza%20Huaman,%20Jyshenda%20Jaqueline%20-%20Wu%20Vega,%20Mario%20Esly.pdf)

Lavado Sánchez , K. M., Cusinga Vargas, G., & Castro Marchán , S. R. (2020). *"Uso de la*

ceniza de cascara de arroz como alternativa para el mejoramiento de subrasantes arcillosos en pavimentos". Obtenido de Google Academico:

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89312407/489427982->

[libre.pdf?1659764805=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89312407/489427982-libre.pdf?1659764805=&response-content-)

[disposition=inline%3B+filename%3DUso_de_la_ceniza_de_cascara_de_arroz_co](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89312407/489427982-libre.pdf?1659764805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUso_de_la_ceniza_de_cascara_de_arroz_co)

[m.pdf&Expires=1692462799&Signature=JJJaGhSskSXI5D64uWxr3uF18Iu-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89312407/489427982-libre.pdf?1659764805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUso_de_la_ceniza_de_cascara_de_arroz_co)

[7ykIS0G4VuLzvjdRtqUeM6y1-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/89312407/489427982-libre.pdf?1659764805=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUso_de_la_ceniza_de_cascara_de_arroz_co)

Leal, M., & Ramos, A. (2022). *Geodinâmica e variações do nível do mar no Meso-*

Cenozóico: da evolução global à Área Metropolitana de Lisboa. Obtenido de

SciELO.pt: http://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0430-50272022000100007&lang=es

León Velez, A., & Guillén Mena, V. (2020). *Energía contenida y emisiones de CO₂ en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador*. Obtenido de SciELO.br: <https://www.scielo.br/j/ac/a/5grH7jKxgRq48Fr9jdFLXYr/?lang=es>

López Maldonado, G. (2012). *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139866/L%C3%B3pez%20-%20Ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20en%20carreteras%3A%20Proctor%20Normal%20y%20Modificado.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20Proctor,construcci%C>

Lozano, E. A., Rodríguez, A. M., & Tibabuzo, M. P. (2019). *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*. Obtenido de Repositorio Universidad Santo Tomás: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15589?show=full>

Luzón Paredes, S. O. (2020). “*Variación de la resistencia a la compresión axial de ladrillos de concreto $f'c=210$ kg/cm² al adicionar ceniza de cascara de arroz en diferentes porcentajes*”. Obtenido de Repositorio UPN.: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23570>

M.T.C. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Obtenido de portal.mtc.gob.pe: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

M.T.C. (2013). *Manual de carreteras*. Obtenido de portal.mtc.gob.pe:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20)

Martinez Galeano, A. D. (2020). *Resistencia ($f'c$) del concreto hidráulico comparando dos*

materiales cementantes suplementarios: el RHA (Ceniza de cascara de arroz) y la maleza activada térmicamente. Obtenido de Google Academico:
<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7003/Proyecto%20de%20grado%20%28Maleza%20Vs.%20RHA%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mattey, P. E., Robayo, R. A., Díaz, J. E., Arjona, S. D., & Monzó, J. (2020). *Google*

Academico. Obtenido de Influencia del mezclado en dos etapas en la fabricacion de ladrillos de mamposteria con ceniza de cascara arroz como agregado fino:
file:///C:/Users/everth/Downloads/locampoayala,+19603-Texto+del+art_culo-69515-1-10-20140522_compressed.pdf

Medrano, O. R. (2020). Obtenido de Ciudades sobrecargadas: la sobreexplotación de

recursos como limitante del desarrollo:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-54072020000200003

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.

Obtenido de portal.mtc.gob.pe:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Mora, C. I. (2022). *Revisión sistemática: Evaluación de métodos para la identificación y cuantificación de los impactos ambientales generado por los microplásticos en el*

suelo. Obtenido de Repositorio UCV:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/104256/Mora_RCI-SD.pdf?sequence=1

NTP 339.129-Limites de Atterberg. (2019). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.* Obtenido de

www.studocu.com: <https://www.studocu.com/pe/document/servicio-nacional-de-capacitacion-para-la-industria-de-la-construccion/laboratorio-suelos-asfalto-y-concreto/ntp-3391291998-revisada-el-2019-limites-de-atterberg/34415129>

Otzen, T., & Manterola, C. (2022). *Técnicas de muestreo sobre una población de estudio.*

Obtenido de Google Academico:

http://www.intjmorphol.com/es/resumen/?art_id=4049

Pérez Quiñones, L., Llanes Pérez, M., & Morales Rodríguez, Y. (2021). *Disponibilidad de SiO₂ a partir de la quema controlada de cascara de arroz de Mayabeque.* Obtenido

de Google Academico: <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/29/45>

Quincho Mego, A. E. (2022). *Programa académico de maestría en gestión.* Obtenido de

Escuela de Post Grado UCV:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/115346/Quincho_MA-E-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ramos Galarza, C. A. (2020). *Google Academico*. Obtenido de Los Alcances de una investigación: <http://201.159.222.118/openjournal/index.php/uti/article/view/336>
- Robinson, D. B., Torres, D. U., & Vílchez, H. J. (2022). *Uso sostenible de la cascarilla de arroz para productos de valor añadido*. Obtenido de El Higo Revista Científica: <https://revistasnicaragua.cnu.edu.ni/index.php/elhigo/article/view/7612>
- Rodríguez, E. S., & González, I. (2020). *Crítica a los requisitos para la clasificación del suelo urbano en Castilla y León: dos casos prácticos en pequeños municipios rurales*. Obtenido de Google Academico: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7342562>
- Romero, A. Y. (2020). *Determinación del índice de actividad puzolánica de materiales cementantes suplementarios disponibles en el mercado Colombiano*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1206/Romero%20Gonz%C3%A1lez%20Andrea%20Yineth-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, V. M., & Solar, H. R. (2020). “*Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc*”. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24322>
- Tipos.co. (2023). *Tipos de carreteras*. <https://www.tipos.co/tipos-de-carreteras/>.
- torres, j. (2022). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz para la pavimentación de la carretera Santa Rosa de Combayo, Cajamarca, 2021*. Obtenido de Repositorio UPN: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31616>

- Troncoso, M. V., Hermosa, G. L., Escadeillas, G., Solórzano, K. R., Ordóñez, C. L., Pinchao, L. O., . . . Barragán, V. G. (2022). *Estabilización de arcillas expansivas con ceniza volcánica y ceniza de cascarilla de arroz*. Obtenido de Revista Tecnológica-ESPO: <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/821>
- Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección*. Obtenido de Universidad de La Guajira: <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.%20Tecnicas%20e%20instrumentos%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos.pdf?sequence=1>
- Vazquez, P. P. (2023). *Descuido y abandono del espacio público en el municipio de Zapotlán de Juárez, Hidalgo*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/10163>
- Zavala, R., Cantú, I., Sánchez, L., González, H., Kubota, T., & Hasnawir. (2019). *Diez especies de árboles nativos para uso potencial en bioingeniería de suelos en el noreste de México*. *Ciencias Botá*. Obtenido de Scielo.org: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982019000300291&lang=es

ANEXOS

Anexo 1

Solicitud de permiso para la investigacion.

PERMISO DE INVESTIGACION

Trujillo 15 de febrero del 2023

Estimado Gerente **Sr. José Hilario Quispe Villanueva** mediante la presente yo **Marcos Antonio Siapo Morales** identificado con DNI **43304330** y en la modalidad de estudiante de la Universidad Privada del Norte UPN me dirijo a su despacho para solicitarle me permita realizar una visita al C.P. San José Alto –Cartavio con la finalidad de obtener información necesaria para mi propuesta de investigación en el desarrollo de la tesis universitaria **“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE LA CÁSCARA DE ARROZ Y ÓXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P SAN JOSÉ ALTO - CARTAVIO 2023”** La cual servirá para obtener el grado de Ingeniero Civil.

Los trabajos comprometidos en la investigación son:

- Tomar medidas a lo largo del camino vecinal.
- Tomar fotografías de la topografía en su estado natural.
- Identificar puntos estratégicos y realizar 5 calicatas de las cuales se extraerán muestras de suelo.
- Finalmente, el suelo será devuelto a su lugar de origen con la finalidad de no alterar el estado del camino.

Mediante lo expuesto ruego a usted pueda autorizar la visita solicitada ya que esta representa mi futuro como profesional de la carrera de Ingeniería Civil.



TESISTA
MARCOS A. SIAPO MORALES

Anexo 2

Autorización municipal para iniciar la investigación.



Municipalidad Distrital de Santiago de Cao
"Tierra de Mártires"

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Santiago de Cao, 24 de febrero del 2023

CARTA N° 006-2023/GDU/MDSC

A: SR. MARCO ANTONIO SIAPO NORALES
Solicitante

DE: Ing. JOSE HILARIO QUISPE VILLANUEVA
Gerente de Desarrollo Urbano e Infraestructura

ASUNTO: SE OTORGA AUTORIZACIÓN

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a usted, y a la vez en mérito al documento de la referencia, se otorga la **AUTORIZACIÓN** para realizar actividades como calicatas para su estudio de mecánica de suelos correspondiente a su trabajo de investigación en el proyecto: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE LA CASCARA DE ARROZ Y ÓXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO, CARTAVIO, SANTIAGO DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD ", previa coordinación con el área de la Sub Gerencia de Obras Públicas, sin afectar la vía pública de acuerdo al Régimen de Aplicación De Sanciones Administrativas y al Cuadro Único De Infracciones Y Sanciones de la Municipalidad Distrital de Santiago de Cao.

Atentamente.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO DE CAO
DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO E INFRAESTRUCTURA
Ing. Jose Hilario Quispe Villanueva
DNI: 8701
CIP: 134001

Anexo 4

Conteo Vehicular dia Martes 06 de junio 2023.

LUGAR		SAN JOSE ALTO - CARTAVIO					PUESTO	PEAJE CHICAMA			
SENTIDO		INGRESO		SALIDA			CODIGO	E-2			
PROYECTO		CONTEO VEHICULAR INGRESO Y SALIDA A C.P. SAN JO					FECHA	MARTES 6 DE JUNIO 2023			
NOMBRE DEL TESISTA		MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES									
TIPOLOGIA VEHICULAR	HORA	SENTIDO	CATEGORIA M				CATEGORIA N		TOTAL	VOLUMEN X HORA	VOLUMEN DIARIO
			L 5	M 1	M 2	M 3	N 1	N 2			
		Ingreso	4	0	0	0	0	0	4		
		Salida	3	1	0	0	0	0	4		
	06:00	Ingreso	7	3	0	1	1	0	12	30	
		Salida	8	2	0	0	0	0	10		
	06:30	Ingreso	6	1	1	0	1	0	9		
		Salida	4	0	0	1	2	0	7	49	
	07:00	Ingreso	10	3	1	0	1	1	16		
		Salida	12	4		0	1	0	17		
	07:30	Ingreso	9	11	2	0	2	0	24		
		Salida	7	12	1	0	1	1	22	74	
	08:00	Ingreso	7	7	0	0	0	0	14		
		Salida	8	5	0	0	1	0	14		
	08:30	Ingreso	6	2	1	2	0	0	11		
		Salida	7	3	2	0	0	0	12	60	
	09:00	Ingreso	12	5	0	0	1	2	20		
		Salida	10	6	0	1	0	0	17		
	09:30	Ingreso	9	9	3	0	0	0	21		
		Salida	8	5	2	0	1	2	18	99	
	10:00	Ingreso	17	9	0	0	3	0	29		
		Salida	18	11	1	0	1	0	31		
	10:30	Ingreso	22	10	0	0	0	2	34		
		Salida	19	12	0	0	2	1	34	129	
	11:00	Ingreso	20	6	2	2	1	3	34		
		Salida	21	4	0	0	1	1	27		
	11:30	Ingreso	19	5	3	0	3	0	30		
		Salida	21	7	5	1	2	2	38	213	
	12:00	Ingreso	44	29	1	0	3	0	77		
		Salida	40	23	0	1	4	0	68		
	12:30	Ingreso	35	27	3	0	4	0	69		
		Salida	36	30	2	0	2	0	70	192	1881
	13:00	Ingreso	15	3	0	0	6	0	24		
		Salida	17	5	2	0	5	0	29		
	13:30	Ingreso	13	4	1	0	1	0	19		
		Salida	14	5	0	0	2	0	21	118	
	14:00	Ingreso	24	15	1	0	3	0	43		
		Salida	20	13	2	0	0	0	35		
	14:30	Ingreso	21	10	1	0	3	0	35		
		Salida	22	11	1	0	5	0	39	141	
	15:00	Ingreso	18	9	3	1	3	0	34		
		Salida	19	10	2	0	2	0	33		
	15:30	Ingreso	20	16	0	0	3	0	39		
		Salida	21	15	1	0	4	0	41	120	
	16:00	Ingreso	18	3		0	1	0	22		
		Salida	12	4	0	0	2	0	18		
	16:30	Ingreso	21	9	0	0	18	0	48		
		Salida	23	8	0	0	15	0	46	174	
	17:00	Ingreso	18	7	0	0	12	2	39		
		Salida	19	8	0	0	14	0	41		
	17:30	Ingreso	17	6	3	0	7	1	34		
		Salida	19	6	1	0	8	0	34	150	
	18:00	Ingreso	30	10	1	1	3	0	45		
		Salida	25	8	1	0	1	2	37		
	18:30	Ingreso	25	15	0	0	5	1	46		
		Salida	27	16	0	0	7	0	50	218	
	19:00	Ingreso	36	19	0	0	3	0	58		
		Salida	38	20	2	1	2	1	64		
	19:30	Ingreso	40	16	1	0	1	0	58		
		Salida	41	13	0	0	2	0	56	114	
	20:00										
			LIVIANOS =	1671		PESADOS =	210				

Anexo 5

Conteo Vehicular dia Miercoles 07 de junio 2023.

LUGAR		SAN JOSE ALTO - CARTAVIO				PUESTO		PEAJE CHICAMA			
SENTIDO		INGRESO		SALIDA		CODIGO		E-3			
PROYECTO		CONTEO VEHICULAR INGRESO Y SALIDA A C.P. SAN JOSÉ ALTO				FECHA		MIERCOLES 7 JUNIO 2023			
NOMBRE DEL TESISTA		MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES									
TIPOLOGIA VEHICULAR	HORA	SENTIDO	CATEGORIA M				CATEGORIA N		TOTAL	VOLUMEN X HORA	VOLUMEN DIARIO
			L5	M1	M2	M3	N1	N2			
											
	06:00	Ingreso	0	0	0	0	1	1	2		
		Salida	0	0	0	0	1	1	2	23	
	06:30	Ingreso	7	4	0	0	0	1	12		
		Salida	5	2	0	0	0	0	7		
	07:00	Ingreso	6	2	0	0	2	0	10		
		Salida	7	3	0	0	2	1	13	59	
	07:30	Ingreso	13	5	1	0	0	0	19		
		Salida	14	3	0	0	0	0	17		
	08:00	Ingreso	10	4	0	0	1	0	15		
		Salida	8	6	1	0	1	0	16	73	
	08:30	Ingreso	13	4	1	1	1	1	21		
		Salida	15	5	0	0	0	1	21		
	09:00	Ingreso	7	4	1	0	1	2	15		
		Salida	6	3	2	1	2	1	15	64	
	09:30	Ingreso	5	8	0	0	2	1	16		
		Salida	6	9	0	0	1	2	18		
	10:00	Ingreso	7	8	2	0	2	2	21		
		Salida	5	5	1	0	3	2	16	105	
	10:30	Ingreso	19	7	3	0	4	1	34		
		Salida	21	9	2	0	2	0	34		
	11:00	Ingreso	32	11	3	0	2	2	50		
		Salida	26	12	4	0	3	3	48	120	
	11:30	Ingreso	6	4	0	0	0	0	10		
		Salida	8	2	1	0	1	0	12		
	12:00	Ingreso	10	7	1	0	2	1	21		
		Salida	14	8	0	0	2	1	25	131	
	12:30	Ingreso	25	15	2	0	2	0	44		
		Salida	23	16	1	0	1	0	41		
	13:00	Ingreso	35	15	2	0	1	0	53		
		Salida	31	12	3	0	2	0	48	186	1572
	13:30	Ingreso	27	10	0	0	3	0	40		
		Salida	29	13	1	0	2	0	45		
	14:00	Ingreso	20	17	3	0	1	1	42		
		Salida	22	15	2	0	2	1	42	151	
	14:30	Ingreso	20	10	1	0	1	0	32		
		Salida	21	11	2	0	1	0	35		
	15:00	Ingreso	22	5	1	0	1	0	29		
		Salida	23	6	0	0	0	0	29	128	
	15:30	Ingreso	28	7	0	0	0	0	35		
		Salida	26	8	0	0	1	0	35		
	16:00	Ingreso	18	3	1	0	0	0	22		
		Salida	20	3	1	0	0	0	24	86	
	16:30	Ingreso	18	3	0	0	1	0	22		
		Salida	16	1	0	0	1	0	18		
	17:00	Ingreso	13	3	0	1	0	1	18		
		Salida	14	5	0	1	0	1	21	71	
	17:30	Ingreso	10	4	0	0	1	2	17		
		Salida	11	2	0	0	1	1	15		
	18:00	Ingreso	10	3	1	0	2	1	17		
		Salida	7	4	1	0	1	2	15	105	
	18:30	Ingreso	23	9	2	0	0	1	35		
		Salida	25	10	1	0	1	1	38		
	19:00	Ingreso	29	11	2	0	3	1	46		
		Salida	30	10	3	0	2	1	46	171	
	19:30	Ingreso	16	17	2	1	3	1	40		
		Salida	14	18	2	0	4	1	39		
	20:00	Ingreso	23	25	0	0	1	0	49		
		Salida	25	23	0	1	1	0	50	99	
			LIVIANOA	1450			PESADOS =	122			

Anexo 7

Conteo Vehicular dia Viernes 09 de junio 2023.

LUGAR		SAN JOSE ALTO - CARTAVIO				PUESTO		PEAJE CHICAMA			
SENTIDO		INGRESO		SALIDA		CODIGO		E-5			
PROYECTO		CONTEO VEHICULAR INGRESO Y SALIDA A C.P. SAN JOSÉ ALTO				FECHA		VIERNES 9 JUNIO 2023			
NOMBRE DEL TESISTA		MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES									
TIPOLOGIA VEHICULAR	SENTIDO	CATEGORIA M				CATEGORIA N		TOTAL	VOLUMEN X HORA	VOLUMEN DIARIO	
		L5	M1	M2	M3	N1	N2				
											
06:00	Ingreso	0	0	0	0	0	0	0			
	Salida	0	0	0	0	0	0	0			
	Ingreso	5	0	1	1	2	0	9	14		
06:30	Salida	4	0	0	0	1	0	5			
	Ingreso	5	0	0	0	1	0	6			
07:00	Salida	5	3	1	1	2	0	12	33		
	Ingreso	6	2	0	0	1	0	9			
07:30	Salida	4	1	0	0	1	0	6			
	Ingreso	3	1	2	0	1	0	7			
08:00	Salida	4	1	1	0	0	0	6	34		
	Ingreso	7	4	0	0	0	0	11			
08:30	Salida	6	2	1	0	1	0	10			
	Ingreso	7	4	2	0	1	1	15			
09:00	Salida	9	6	2	0	1	1	19	64		
	Ingreso	8	4	2	0	1	0	15			
09:30	Salida	8	5	1	0	1	0	15			
	Ingreso	6	4	0	0	2	0	12			
10:00	Salida	7	4	1	0	1	0	13	43		
	Ingreso	3	2	2	0	3	0	10			
10:30	Salida	1	2	1	0	4	0	8			
	Ingreso	18	6	1	0	2	0	27			
11:00	Salida	16	5	2	0	2	0	25	103		
	Ingreso	19	4	1	0	2	0	26			
11:30	Salida	21	2	1	0	1	0	25			
	Ingreso	21	1	1	0	1	1	25			
12:00	Salida	22	4	1	1	2	0	30	156		
	Ingreso	38	11	1	0	2	0	52			
12:30	Salida	35	12	0	0	1	1	49			
	Ingreso	35	15	1	0	1	0	52			
13:00	Salida	38	14	2	1	1	0	56	162		
	Ingreso	19	3	0	0	3	2	27			
13:30	Salida	20	4	0	0	2	1	27			
	Ingreso	16	3	2	0	2	0	23			
14:00	Salida	16	3	1	0	2	1	23	103		
	Ingreso	18	11	0	0	1	0	30			
14:30	Salida	17	9	1	0	0	0	27			
	Ingreso	9	12	2	0	1	0	24			
15:00	Salida	10	14	2	0	2	0	28	110		
	Ingreso	16	14	2	0	1	0	33			
15:30	Salida	13	11	1	0	0	0	25			
	Ingreso	13	15	1	0	1	0	30			
16:00	Salida	15	17	2	0	2	0	36	119		
	Ingreso	11	14	1	0	0	0	26			
16:30	Salida	11	15	1	0	0	0	27			
	Ingreso	9	11	1	0	1	0	22			
17:00	Salida	9	9	1	0	1	0	20	73		
	Ingreso	3	12	0	0	0	0	15			
17:30	Salida	2	13	0	0	1	0	16			
	Ingreso	6	15	0	0	2	0	23			
18:00	Salida	7	13	0	0	1	0	21	82		
	Ingreso	7	10	2	0	0	0	19			
18:30	Salida	5	11	2	0	1	0	19			
	Ingreso	10	6	1	1	2	1	21			
19:00	Salida	12	6	1	1	2	1	23	118		
	Ingreso	23	11	2	0	1	1	38			
19:30	Salida	24	10	1	0	1	0	36			
	Ingreso	29	15	1	0	2	0	47			
20:00	Salida	28	16	2	0	1	1	48	95		
		LIVIANO	1219			PESADOS =	90				

Anexo 8

Conteo Vehicular dia Sabado 10 de junio 2023.

LUGAR		SAN JOSE ALTO - CARTAVIO				PUESTO		PEAJE CHICAMA			
SENTIDO		INGRESO		SALIDA		CODIGO		E-6			
PROYECTO		CONTEO VEHICULAR INGRESO Y SALIDA A C.P. SAN JOSÉ ALTO				FECHA		SABADO 10 JUNIO 2023			
NOMBRE DEL TESISISTA		MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES									
TIPOLOGIA VEHICULAR	HORA	SENTIDO	CATEGORIA M				CATEGORIA N		TOTAL	VOLUMEN X HORA	VOLUMEN DIARIO
			L5	M1	M2	M3	N1	N2			
											
	06:00	Ingreso	0	0	0	0	0	0	0		
		Salida	0	0	0	0	0	0	0		
		Ingreso	3	1			1	1	0	7	11
	06:30	Salida	2	1	0	0	0	1	0	4	
		Ingreso	3	1	0	0	0	0	0	4	
	07:00	Salida	4	0	1	0	0	0	0	5	26
		Ingreso	4	2	0	0	0	2	0	8	
	07:30	Salida	4	3	0	0	0	2	0	9	
		Ingreso	4	1	1	0	0	2	0	8	
	08:00	Salida	2	0	1	0	0	1	0	4	29
		Ingreso	6	1	0	0	0	0	1	8	
	08:30	Salida	5	2	0	0	0	1	1	9	
		Ingreso	3	4	2	0	0	2	0	11	
	09:00	Salida	5	3	1	0	0	2	0	11	52
		Ingreso	7	4	2	0	0	3	0	16	
	09:30	Salida	5	4	3	0	0	2	0	14	
		Ingreso	9	7	2	0	0	2	0	20	
	10:00	Salida	11	5	1	0	0	3	0	20	85
		Ingreso	14	5	2	0	0	1	0	22	
	10:30	Salida	13	7	2	0	0	1	0	23	
		Ingreso	17	9	1	0	0	2	0	29	
	11:00	Salida	14	8	0	0	0	2	0	24	118
		Ingreso	21	7	0	0	0	3	1	32	
	11:30	Salida	23	5	1	0	0	3	1	33	
		Ingreso	30	17	0	0	0	4	0	51	
	12:00	Salida	31	19	0	0	0	3	0	53	250
		Ingreso	45	25	3	0	0	3		76	
	12:30	Salida	44	20	2	0	0	4	0	70	
		Ingreso	35	18	1	0	0	2	0	56	
	13:00	Salida	32	22	2	0	0	2	0	58	199
		Ingreso	23	16	1	0	0	2	0	42	
	13:30	Salida	24	17	1	0	0	1	0	43	
		Ingreso	21	14	0	0	0	2	0	37	
	14:00	Salida	24	11	0	0	0	3	0	38	160
		Ingreso	30	11	1	0	0	1	0	43	
	14:30	Salida	27	13	1	0	0	1	0	42	
		Ingreso	22	8	1	0	0	2	1	34	
	15:00	Salida	25	8	0	0	0	2	0	35	145
		Ingreso	23	12	0	0	0	3	0	38	
	15:30	Salida	21	13	1	0	0	2	1	38	
		Ingreso	13	15	0	0	0	2	0	30	
	16:00	Salida	15	11	0	0	0	2	0	28	106
		Ingreso	9	11	1	0	0	3	0	24	
	16:30	Salida	9	13	0	0	0	2	0	24	
		Ingreso	9	9	0	0	0	2	0	20	
	17:00	Salida	8	11	0	0	0	3	0	22	81
		Ingreso	8	10	1	0	0	3	0	22	
	17:30	Salida	9	5	0	0	0	3	0	17	
		Ingreso	7	8	0	1	0	2	0	18	
	18:00	Salida	5	10	0	1	0	2	0	18	115
		Ingreso	18	16	2	0	0	1	1	38	
	18:30	Salida	20	18	2	0	0	1	0	41	
		Ingreso	30	12	3	0	0	1	0	46	
	19:00	Salida	29	14	2	0	0	0	1	46	185
		Ingreso	32	11	1	0	0	1	0	45	
	19:30	Salida	33	11	2	0	0	2	0	48	
		Ingreso	34	19	3	0	0	0	1	57	
	20:00	Salida	33	17	3	0	0	0	0	53	110
			LIVIANOS		1557		PESADOS =		115		

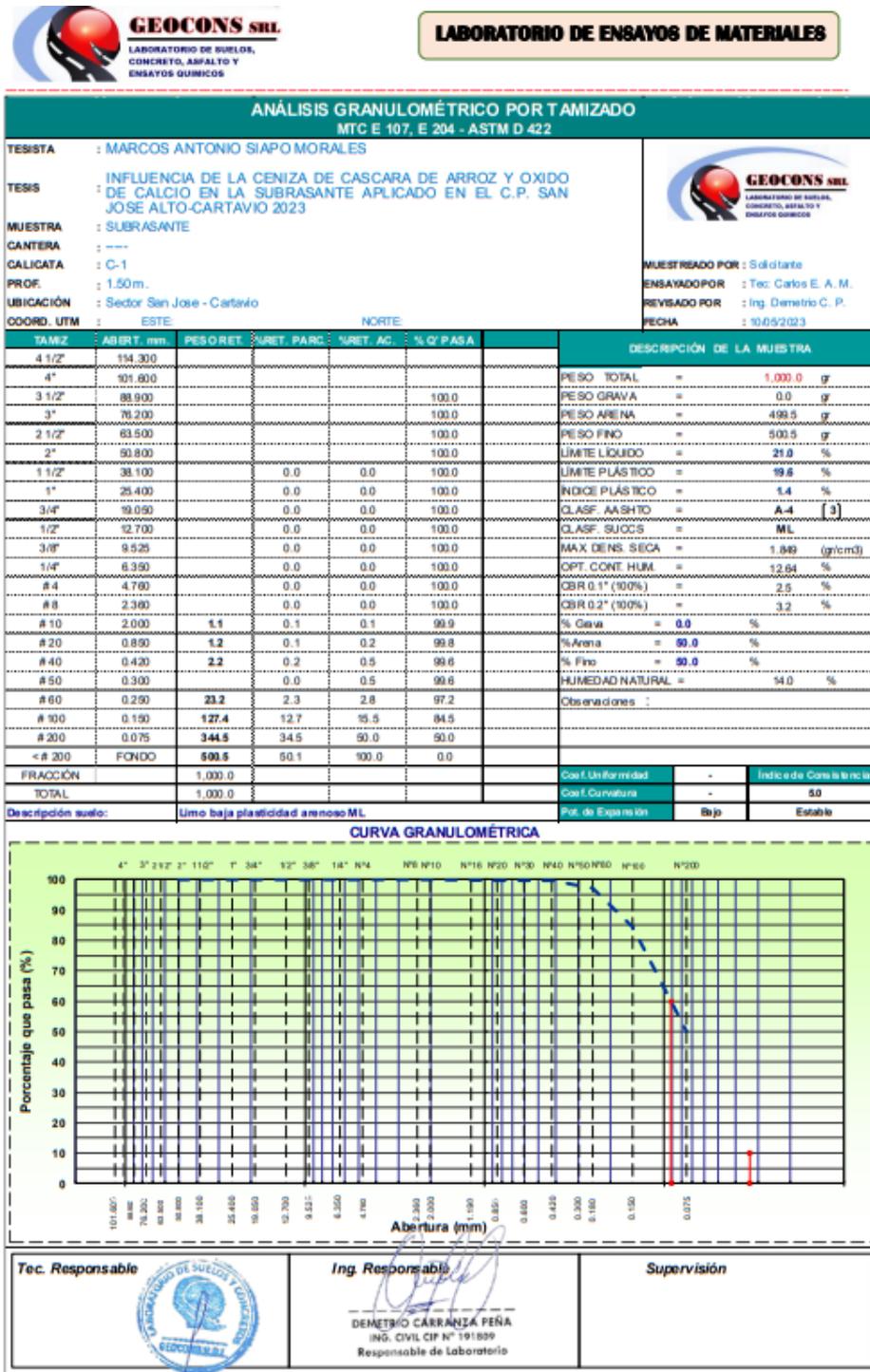
Anexo 9

Conteo Vehicular dia Domingo 11 de junio 2023.

LUGAR		SAN JOSE ALTO - CARTAVIO				PUESTO		PEAJE CHICAMA			
SENTIDO		INGRESO		SALIDA		CODIGO		E-7			
PROYECTO		CONTEO VEHICULAR INGRESO Y SALIDA A C.P. SAN JOSÉ ALTO				FECHA		DOMINGO 11 JUNIO 2023			
NOMBRE DEL TESISISTA		MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES									
TIPOLOGIA VEHICULAR	SENTIDO	CATEGORIA M				CATEGORIA N		TOTAL	VOLUMEN X HORA	VOLUMEN DIARIO	
		L5	M1	M2	M3	N1	N2				
											
06:00	Ingreso	4	0	0	0	0	0	4			
	Salida	3	0	0	0	0	0	3			
06:30	Ingreso	3	2	1	0	0	1	7	19		
	Salida	4	1	0	0	0	0	5			
	Ingreso	3	2	1	0	0	1	8			
07:00	Salida	3	3	2	0	0	2	10			
	Ingreso	5	2	0	0	0	0	7			
07:30	Salida	3	2	0	0	0	0	5	30		
	Ingreso	5	4	1	0	0	1	11			
08:00	Salida	7	2	1	0	0	1	12			
	Ingreso	3	1	0	0	0	0	4			
08:30	Salida	4	3	0	0	0	0	7	34		
	Ingreso	4	6	2	0	0	2	16			
09:00	Salida	2	5	1	0	0	1	9			
	Ingreso	5	4	0	0	0	0	9			
09:30	Salida	3	3	1	0	0	1	8	42		
	Ingreso	2	4	3	0	0	2	11			
10:00	Salida	1	6	3	0	0	1	11			
	Ingreso	3	10	2	0	0	0	15			
10:30	Salida	4	11	1	0	0	2	18	55		
	Ingreso	3	12	3	0	0	1	19			
11:00	Salida	5	12	4	0	0	1	23			
	Ingreso	3	15	0	0	0	0	18			
11:30	Salida	2	10	0	0	0	0	12	72		
	Ingreso	2	8	2	0	0	0	12			
12:00	Salida	3	12	1	0	0	0	16			
	Ingreso	1	9	1	0	0	0	11			
12:30	Salida	1	11	2	0	0	0	14	53		
	Ingreso	2	11	0	0	0	0	13			
13:00	Salida	1	9	0	0	0	0	10			
	Ingreso	3	14	1	0	0	2	21			
13:30	Salida	2	10	1	0	0	1	15	59		
	Ingreso	0	8	1	0	0	1	10			
14:00	Salida	1	12	0	0	0	2	15			
	Ingreso	4	9	0	0	0	0	13			
14:30	Salida	3	8	1	0	0	0	12	50		
	Ingreso	1	14	2	0	0	2	19			
15:00	Salida	2	13	1	0	0	1	17			
	Ingreso	4	6	2	0	0	1	13			
15:30	Salida	3	4	3	0	0	1	12	61		
	Ingreso	11	4	0	0	0	1	16			
16:00	Salida	9	5	0	0	0	0	14			
	Ingreso	8	9	1	0	0	1	19			
16:30	Salida	7	7	1	0	0	1	17	66		
	Ingreso	12	4	0	0	0	2	18			
17:00	Salida	9	6	0	0	0	2	17			
	Ingreso	5	5	0	0	0	3	13			
17:30	Salida	9	2	0	0	0	2	13	61		
	Ingreso	13	7	1	0	0	1	22			
18:00	Salida	10	10	1	0	0	2	23			
	Ingreso	9	7	0	0	0	3	19			
18:30	Salida	11	7	0	0	0	1	19	83		
	Ingreso	11	6	1	0	0	1	19			
19:00	Salida	12	5	0	0	0	1	18			
	Ingreso	9	8	0	0	0	0	17			
19:30	Salida	7	8	1	0	0	0	16	70		
	Ingreso	10	7	0	0	0	0	17			
20:00	Salida	8	8	0	0	0	0	16	33		
		LIVIANOS	730			PESADOS =		58			

Anexo 10

Resultado del analisis granulométrico de la calicata C-1.



Anexo 11

Resultados del limite de consistencia para la calicata C-1.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318-17e1

TESISTA : MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p>
TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA : SUBRASANTE	
CANTERA : -	
CALICATA : C-1	
PROF. : 1.50 m.	
UBICACIÓN : Sector San Jose - Cartavio	MUESTREADO POR : Solicitante
COORD. UTM : ESTE: NORTE:	ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
	REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
	FECHA : 10/05/2023

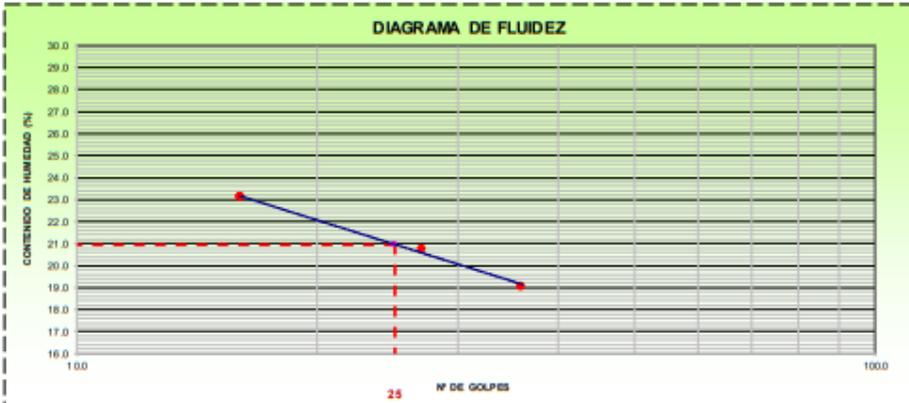
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	45.42	49.04	43.26
TARRO + SUELO SECO	41.48	44.17	38.95
AGUA	3.94	4.87	4.31
PESO DEL TARRO	20.80	20.71	20.32
PESO DEL SUELO SECO	20.68	23.46	18.63
% DE HUMEDAD	19.05	23.13	
N° DE GOLPES	36	27	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

N° TARRO	1	2
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.25	28.63
TARRO + SUELO SECO	26.18	27.28
AGUA	1.07	1.35
PESO DEL TARRO	20.72	20.37
PESO DEL SUELO SECO	5.46	6.91
% DE HUMEDAD	19.60	19.54

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO	20.96
LÍMITE PLÁSTICO	19.57
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	1.39

<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p>  <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio</p>	<p>Supervisión</p>
--	--	---------------------------

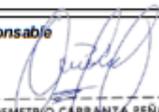
Anexo 12

Resultados de Humedad Natural para la calicata C-1.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D2216-19			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: -----		
CALICATA	: C-1		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	ESTE:	NORTE:	
			 MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 11/07/05/2023
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	127.67	145.40	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	113.75	128.96	
Peso de Tara (gr.)	12.36	13.31	
Peso de Agua (gr.)	13.92	16.44	
Peso Mat. Seco (gr.)	101.39	115.65	
Humedad Natural (%)	13.73	14.22	
Promedio de Humedad (%)	14.0		
OBSERVACIONES:			
<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p>  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191309 Responsable de Laboratorio	<p>Supervisor</p>	

Anexo 13

Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-1.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 12a1

SOLICITANTE	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO- CARTAVIO 2023	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
CANTERA	: -----	
CALICATA	: C-1	
PROF.	: 1.50 m.	
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio	
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :

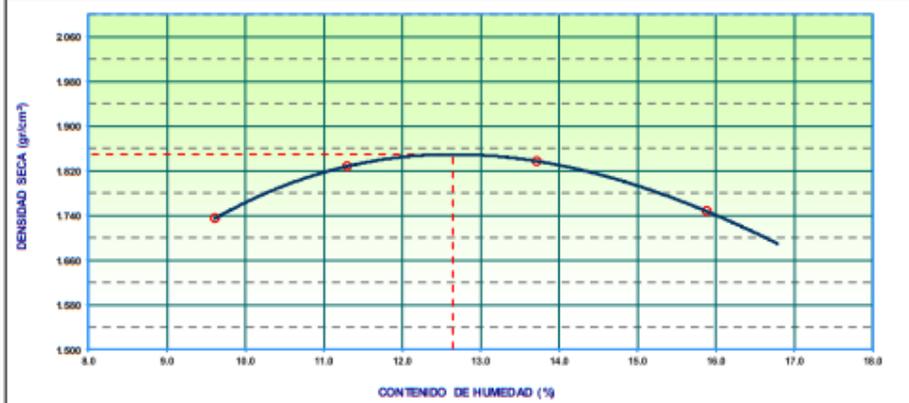


MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
FECHA : 10/05/2023

COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NÚMERO DE CAPAS	: 5			
NÚMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5951	6078	6129	6068
PESO DE MOLDE (gr)	4149	4149	4149	4149
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1802	1929	1980	1919
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.901	2.035	2.089	2.024
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.734	1.828	1.887	1.747

CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	189.32	182.01	108.09	182.10
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	174.27	164.77	97.56	158.70
PESO DE LA TARA (gr)	17.66	12.24	20.77	11.40
PESO DE AGUA (gr)	15.05	17.24	10.53	23.40
PESO DE SUELO SECO (gr)	156.61	152.53	76.79	147.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.61	11.30	13.71	15.89
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.849	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.64

CURVA DE COMPACTACIÓN Generar Gráfico



Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisión
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191309 Responsable de Laboratorio	

Ofi. Urb. Monserrate – Av. Santa Teresa de Jesús MZ E2 L. 09 - Trujillo - Telf. 044-2 79 102 - 94990 8409
Resolución N° 5527-2019/DSD-INDECOPI Email: Geocons.srl@gmail.com <http://www.geoconsperu.com>

Siapo Morales M.

Pág.
137

Anexo 14

Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-1.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p>	
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023			
MUESTRA	SUBRASANTE			
CANTERA	-----			
CALICATA	C-1			
UBICACIÓN	Sector San Jose - Carta			
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :	FECHA	10/05/2023

DATOS DEL PROCTOR		CAPACIDAD : 10000 Lbs.	
MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.849 g/cm ³	ANILLO :	1
OPTIMO CONTENIDO DE HUMED :	12.64 %		

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°					
N° Capa		5		5	5
Cd pes per capa N°		56		25	12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12765		12320		12230
Peso de molde (gr)	8456		8229		8340
Peso del suelo húmedo (gr)	4309		4091		3890
Volumen del molde (cm ³)	2.902		2.902		2.904
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.050		1.946		1.849
Humedad (%)	11.08		11.13		11.00
Densidad seca (gr/cm ³)	1.846		1.791		1.666
Tamo N°	S/N		S/N		S/N
Tamo + Suelo húmedo (gr)	178.03		163.27		187.30
Tamo + Suelo seco (gr)	162.20		148.20		170.29
Peso del Agua (gr)	16.43		15.07		17.01
Peso del tamo (gr)	13.96		12.84		15.72
Peso del suelo seco (gr)	148.24		135.36		154.57
Humedad (%)	11.09		11.13		11.09
Promedio de Humedad (%)	11.08		11.13		11.00

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hc.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
			Dial (div)	kg/cm ²		Dial (div)	kg/cm ²		Dial (div)	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	
0.025		3.8	0			2.6	0			2.0	0		
0.050		11.2	1			6.0	0			5.0	0		
0.075		19.3	1			10.3	1			8.0	0		
0.100	70.3	28.5	1	1.7	2.5	15.2	1	1.39	2.0	13.2	1	1.09	1.5
0.150		31.4	2			25.3	1			21.5	1		
0.200	105.5	49.2	2	3.4	3.2	36.9	2	2.80	2.7	32.7	2	2.13	2.0
0.250		72.3	4			50.6	3			43.1	2		
0.300		85.2	4			63.5	3			59.0	3		
0.400		136.2	7			110.0	6			81.0	4		
0.500		179.2	9			149.6	8			126.4	6		

Tec. Responsable



Ing. Responsable



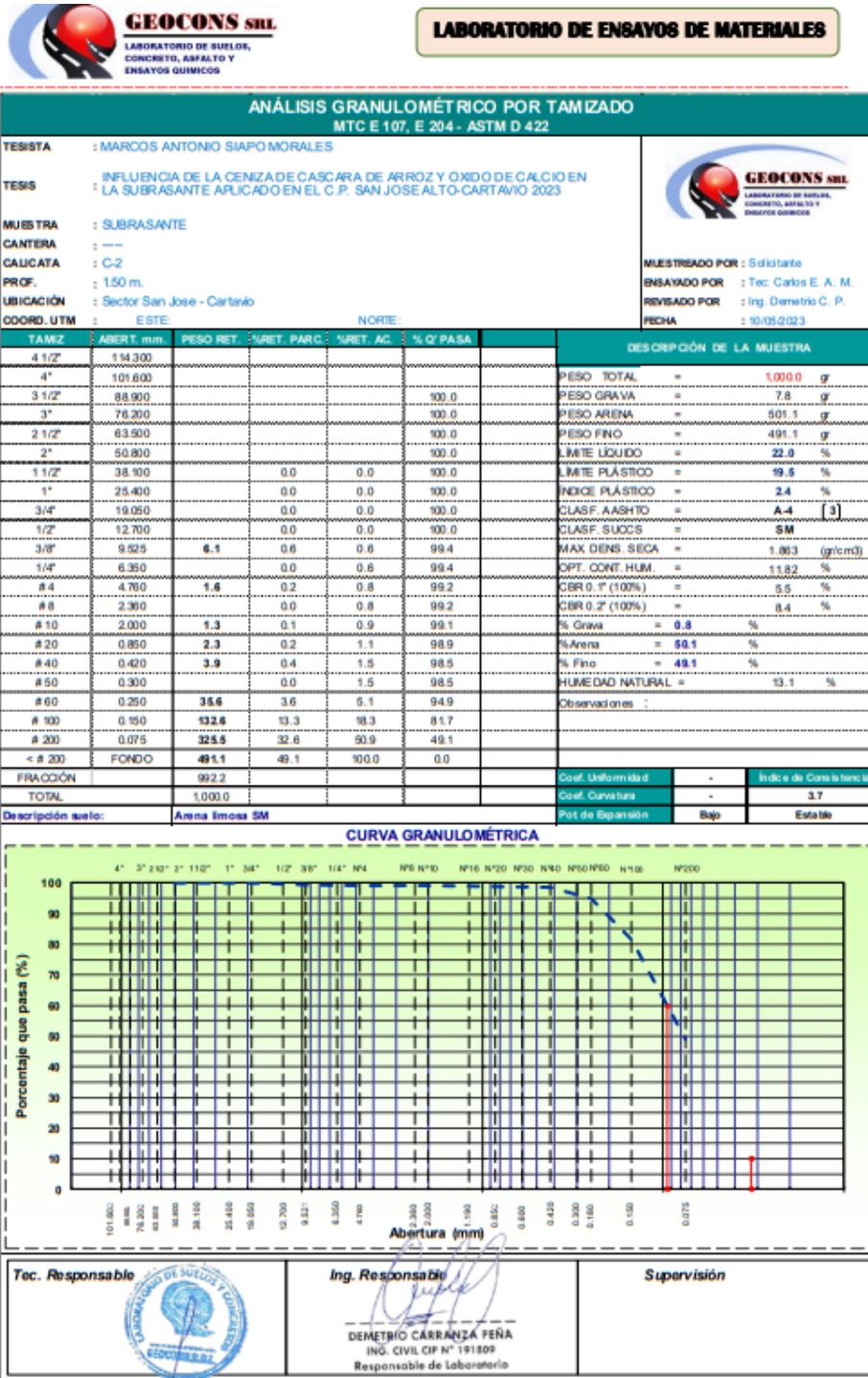
DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIF N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

Ofi. Urb. Monserrate – Av. Santa Teresa de Jesús MZ E2 L. 09 - Trujillo - Telf. 044-279102 - 949908409
Resolución N° 5527-2019/DSD-INDECOPI Email: Geocons.srl@gmail.com <http://www.geoconsperu.com>

Anexo 16

Resultados de Granulometria para la calicata C-2.



Anexo 17

Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-2.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA			
MTCE 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		
TEMA	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: ----		
CALICATA	: C-2		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	: ESTE:	NORTE:	



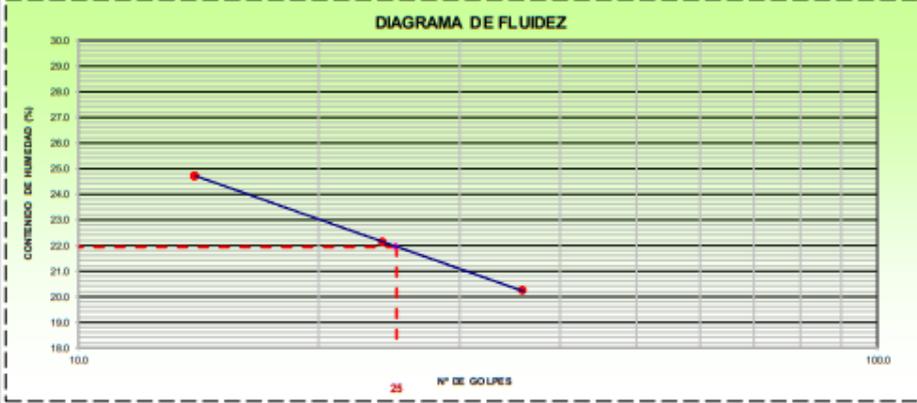
GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
FECHA : 10/05/2023

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)			
Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	48.01	44.11	46.38
TARRO + SUELO SECO	43.50	39.73	41.26
AGUA	4.51	4.38	5.12
PESO DEL TARRO	21.21	19.92	20.55
PESO DEL SUELO SECO	22.29	19.81	20.71
% DE HUMEDAD	20.23	22.11	24.72
Nº DE GOLPES	36	24	14

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)			
Nº TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	28.24	27.81	
TARRO + SUELO SECO	27.10	26.64	
AGUA	1.14	1.17	
PESO DEL TARRO	21.22	20.69	
PESO DEL SUELO SECO	5.88	5.95	
% DE HUMEDAD	19.39	19.66	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO	21.95	
LÍMITE PLÁSTICO	19.53	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	2.42	

Tec. Responsable



Ing. Responsable



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL O.P. Nº 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

Anexo 18

Resultados de Humedad Natural para la calicata C-2.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D22 16-19			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: -----		
CALICATA	: C-2		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	ESTE:	NORTE:	
			 MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/05/2023
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	150.75	154.24	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	135.96	136.80	
Peso de Tara (gr.)	15.35	11.57	
Peso de Agua (gr.)	14.79	17.44	
Peso Mat. Seco (gr.)	120.61	125.23	
Humedad Natural (%)	12.26	13.93	
Promedio de Humedad (%)	13.1		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable 	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio	Supervisor	

Anexo 19

Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-2.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 12e1

SOLICITANTE	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES			
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023			
MUESTRA	: SUBRASANTE			
CANTERA	: ---			
CALICATA	: C-2			
PROF.	: 1.50 m.			
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio			
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :		



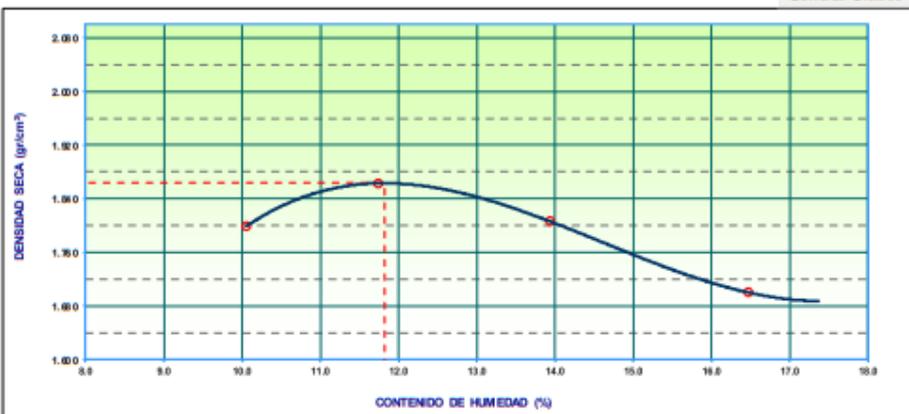
GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E.M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C.P.
FECHA : 10/05/2023

COMPACTACIÓN				
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25			
NUMERO DE CAPAS	: 5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6026	6123	6100	6026
PESO DE MOLDE (gr)	4149	4149	4149	4149
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1877	1974	1951	1877
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.980	2.082	2.058	1.980
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.759	1.863	1.806	1.700

CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	151.43	196.61	184.43	158.39
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	166.00	177.32	163.48	163.89
PESO DE LA TARA (gr)	12.59	13.15	13.18	15.14
PESO DE AGUA (gr)	15.43	19.29	20.95	24.50
PESO DE SUELO SECO (gr)	153.41	164.17	160.30	148.75
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.06	11.75	13.94	16.47
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.863		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
			11.82	

CURVA DE COMPACTACIÓN Generar Gráfico



<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p>  <p>DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio</p>	<p>Supervisión</p>
--	--	---------------------------

Anexo 20

Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-2.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p>
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	SUBRASANTE		
CANTERA	-----		
CALICATA	C-2		
UBICACIÓN	Sector San Jose - Cartar		MUESTREADO POR Solicitante
COORDENADAS UTM	ESTE: _____	NORTE: _____	ENSAYADO POR Tec. Carlos E. M.
			REVISADO POR Ing. Demetrio C. P.
			FECHA 30/05/2023

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.863 g/cm ³	CAPACIDAD	: 10000 Lbs.
OPTIMO CONTENIDO DE HUMED:	11.82 %	ANILLO	: 1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Mdde. N°	5		25		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso mdde + suelo húmedo (gr)	1263.1		1296.2		1230.2	
Peso mdde (gr)	8285		8410		8370	
Peso del suelo húmedo (gr)	4346		4152		3932	
Volumen del mdde (cm ³)	2102		2102		2104	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.068		1.976		1.869	
Humedad (%)	10.95		11.57		11.34	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.864		1.779		1.679	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	185.26		159.47		164.88	
Tarro + Suelo seco (gr)	108.34		144.31		149.36	
Peso del Agua (gr)	16.92		15.16		15.52	
Peso del tarro (gr)	13.77		13.27		12.49	
Peso del suelo seco (gr)	154.57		131.04		136.87	
Humedad (%)	10.95		11.57		11.34	
Promedio de Humedad (%)	10.95		11.57		11.34	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	TIEMPO minutos	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
			0											
0.025			3.7	0				3.1	0			2.6	0	
0.050			9.4	0				7.6	0			6.5	0	
0.075			16.6	1				14.2	1			9.1	0	
0.100	70.3		26.2	1	3.9	5.5		20.4	1	3.05	4.3	15.7	1	2.81
0.150			48.2	2				31.8	2			24.6	1	
0.200	105.5		84.4	4	8.9	8.4		63.4	3	7.00	6.6	57.2	3	5.94
0.250			130.0	7				105.2	5			86.3	4	
0.300			187.7	10				154.7	8			124.7	6	
0.400			317.6	16				245.8	12			186.3	9	
0.500			365.2	19				295.4	15			247.3	13	

Tec. Responsable



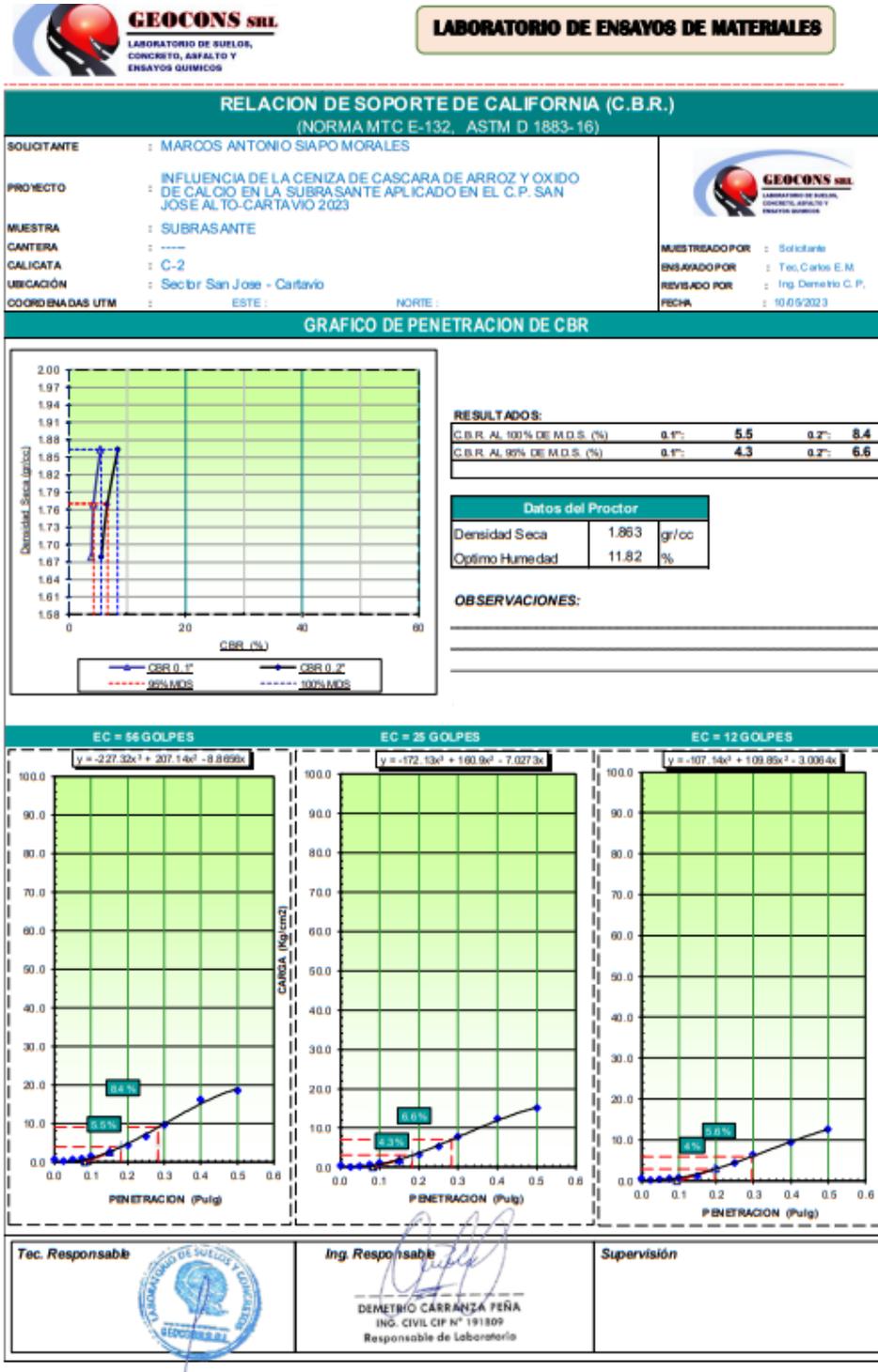
Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL OIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

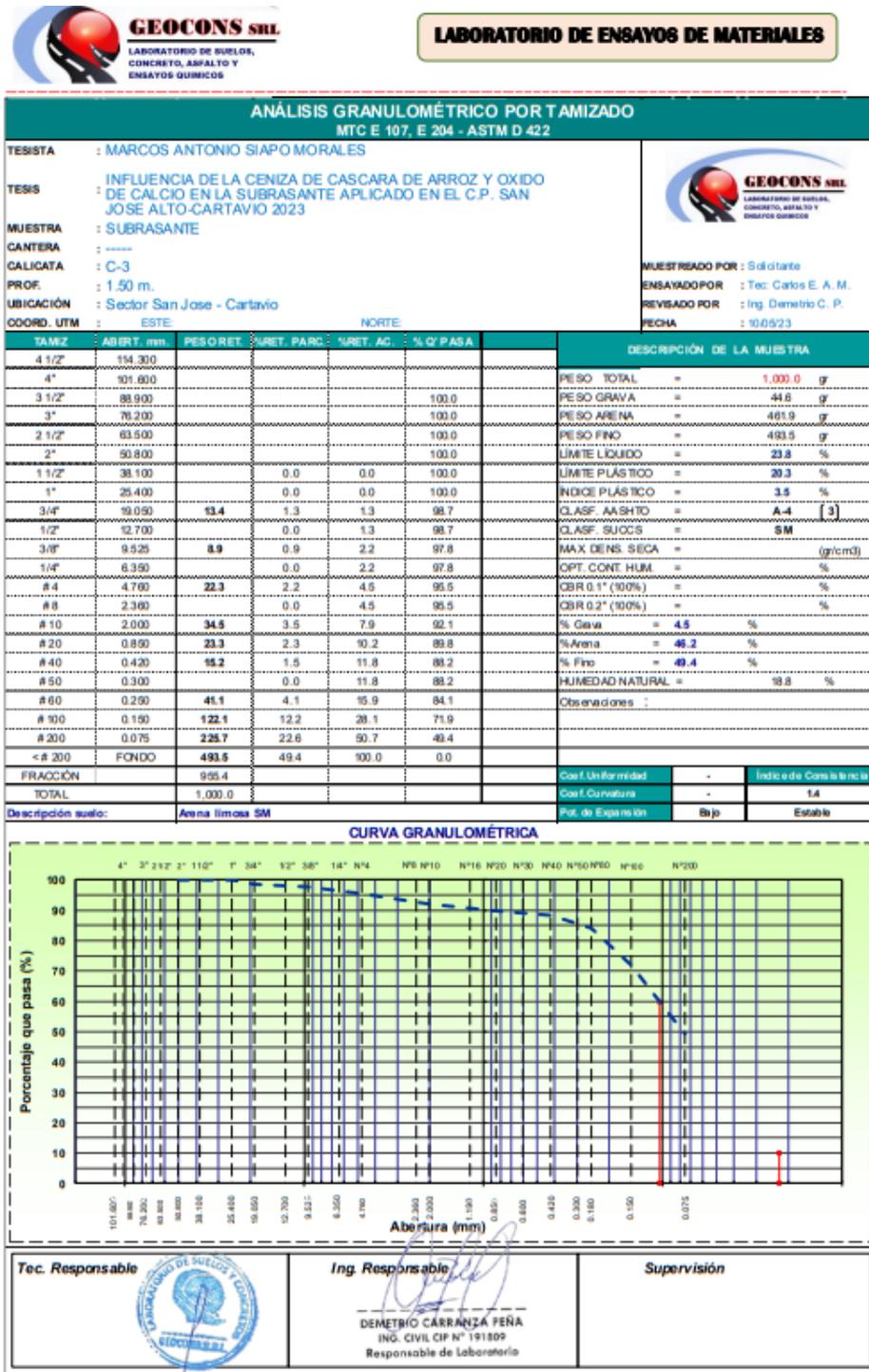
Anexo 21

Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-2.



Anexo 22

Resultados de Granulometria para la calicata C-3.



Anexo 23

Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-3.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LIMITES DE CONSISTENCIA
MFCE 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1

TESISTA : MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO PO : Solicitante ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/05/2023</p>
TESES : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA : SUBRASANTE	
CANTERA : -----	
CALICATA : C-3	
PROF. : 1.50 m.	
UBICACIÓN : Sector San Jose - Cartavio	
COORD. UTM : ESTE: _____ NORTE: _____	

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA Nº 40)

	1	2	3
Nº TARRO	44.78	44.59	47.49
TARRO + SUELO HÚMEDO	40.26	39.89	41.92
TARRO + SUELO SECO	4.52	4.70	5.57
AGUA	20.70	20.32	20.55
PESO DEL TARRO	19.56	19.57	21.37
PESO DEL SUELO SECO	23.11	24.02	26.05
% DE HUMEDAD	30	24	13
Nº DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA Nº 40)

	1	2
Nº TARRO	32.98	28.62
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.11	27.01
TARRO + SUELO SECO	1.87	1.61
AGUA	19.92	20.29
PESO DEL TARRO	11.19	6.72
PESO DEL SUELO SECO	16.71	23.96
% DE HUMEDAD		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO 23.90	
LÍMITE PLÁSTICO 20.33	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 3.47	

Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisión
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP Nº 191809 Responsable de Laboratorio	

Anexo 24

Resultados de Humedad Natural para la calicata C-3.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL			
MTC E-108, ASTM D2216-19			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: ----		
CALICATA	: C-3		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	: ESTE:	: NORTE:	
			 MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/09/2023
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mbt. Humedo + Tara (gr.)	177.02	172.18	
Peso de Mbt. Seco + Tara (gr.)	151.06	147.73	
Peso de Tara (gr.)	15.54	15.11	
Peso de Agua (gr.)	25.96	24.45	
Peso Mat. Seco (gr.)	135.52	132.62	
Humedad Natural (%)	19.96	18.44	
Promedio de Humedad (%)	18.8		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable 	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio	Supervisor	

Anexo 25

Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-3.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 12e1

SOLICITANTE	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
CANTERA	: ----	
CALICATA	: C-3	
PROF.	: 1.50 m.	
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio	
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :



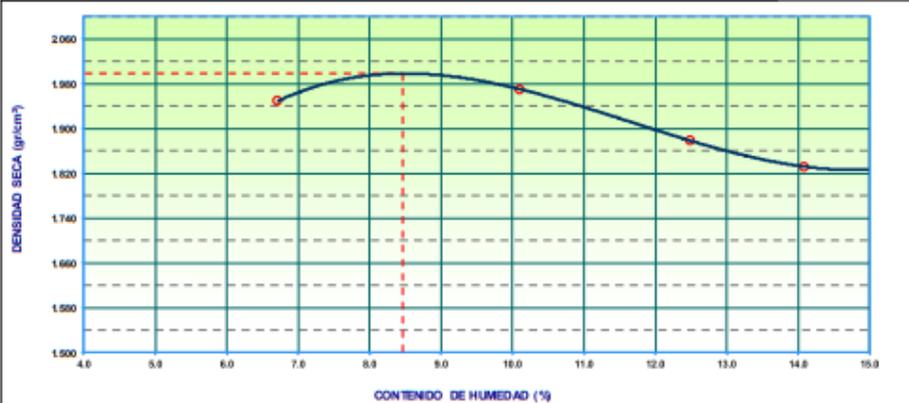
MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E.M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C.P.
FECHA : 10/05/2023

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	8120	8201	8151	8129	
PESO DE MOLDE (gr)	4148	4148	4148	4148	
PESO SUELO HÚMEDO (gr)	1972	2056	2003	1981	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.080	2.169	2.113	2.090	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.949	1.970	1.878	1.832	

CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)	202.96	175.32	172.40	180.38	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	190.76	160.63	154.67	159.55	
PESO DE LA TARA (gr)	15.36	15.29	12.73	11.59	
PESO DE AGUA (g)	11.78	14.69	17.73	20.83	
PESO DE SUELO SECO (g)	175.42	145.34	141.94	147.96	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.72	10.11	12.49	14.08	

MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.998	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.47
---	-------	---------------------------------	------

CURVA DE COMPACTACIÓN Generar Gráfico



<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p> <p style="text-align: center;">  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio </p>	<p>Supervisión</p>
--	---	---------------------------

Anexo 26

Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-3.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p>
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	SUBRASANTE		
CANTERA	---		
CALICATA	C-3		
UBICACIÓN	Sector San Jose - Carta		MUESTREADO POR Solicitante
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :	ENSAYADO POR Tec. Carlos E. M.
			REVISADO POR Ing. Demetrio C. P.
			FECHA 10/05/2023

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.998 g/cm ³	CAPACIDAD :	9000 Lbs.
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMED :	8.47 %	ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	5		25		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12943		12620		12439	
Peso de molde (gr)	8412		8312		8340	
Peso del suelo húmedo (gr)	4531		4308		4099	
Volumen del molde (cm ³)	2302		2302		2304	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.156		2.049		1.948	
Humedad (%)	7.80		8.17		7.91	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.090		1.894		1.895	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	137.81		127.42		140.57	
Tarro + Suelo seco (gr)	128.94		119.03		130.81	
Peso del Agua (gr)	8.87		8.39		9.76	
Peso del tarro (gr)	15.22		16.30		16.42	
Peso del suelo seco (gr)	113.72		102.73		123.39	
Humedad (%)	7.80		8.17		7.91	
Promedio de Humedad (%)	7.80		8.17		7.91	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
0.025		5.9	0			4.3	0			3.9	0		
0.050		12.8	1			8.5	0			6.5	0		
0.075		22.3	1			16.7	1			12.7	1		
0.100	70.3	29.8	2	2.4	3.4	24.1	1	2.09	3.0	21.8	1	1.88	2.7
0.150		47.3	2			40.6	2			32.3	2		
0.200	105.5	64.6	3	4.6	4.4	55.3	3	4.17	4.0	51.2	3	3.77	3.6
0.250		90.6	5			72.1	4			64.8	3		
0.300		121.8	6			95.6	5			93.3	5		
0.400		175.9	9			153.9	8			134.2	7		
0.500		241.6	12			204.1	10			176.2	9		

Tec. Responsable



Ing. Responsable



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

Anexo 27

Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-3.



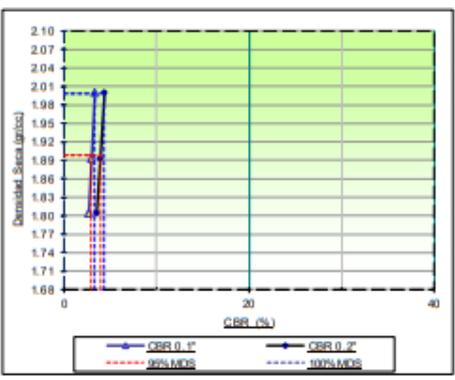
GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883-16)

SOLICITANTE	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 <p>MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tco. Carlos E.M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C.P. FECHA : 10/05/2023</p>
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
CANTERA	: ----	
CALICATA	: C-3	
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio	
COORDENADAS UTM	: ESTE : NORTE :	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



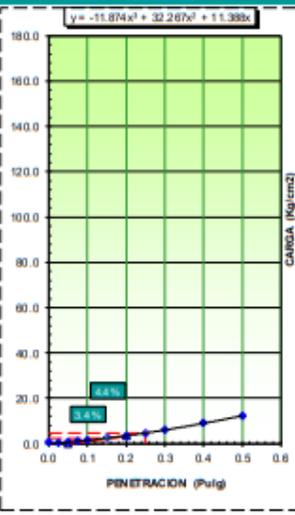
RESULTADOS:

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1':	3.4	0.2':	4.4
C.B.R. AL 99% DE M.D.S. (%)	0.1':	3.0	0.2':	4.0

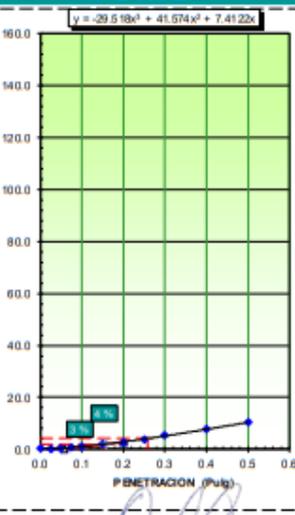
Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.998 gr/cc
Óptimo Humedad	8.47 %

OBSERVACIONES:

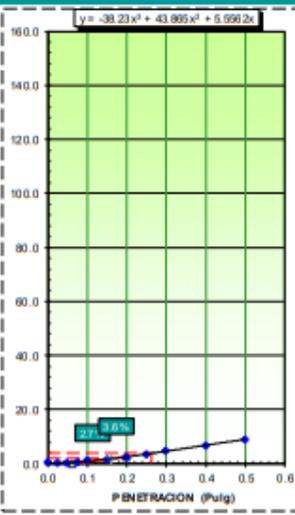
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



<p>Tec. Responsable</p> 	<p>Ing. Responsable</p>  <p>DEMETRIO CARRANZA PERA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio</p>	<p>Supervisión</p>
---	---	--------------------

Anexo 28

Resultados de Granulometria para la calicata C-4.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUIMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422

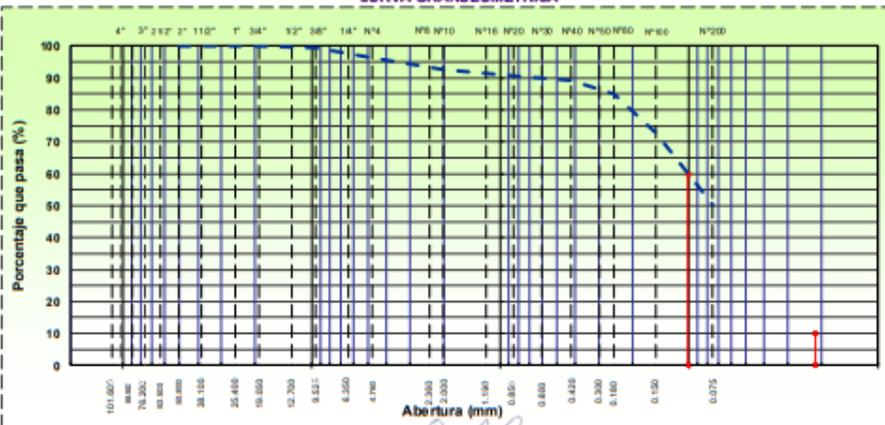
TESISTA : MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUIMICOS</p>	
TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		MUESTREADO POR : Solicitante
MUESTRA : SUBRASANTE		ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
CANTERA : -----		REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
CALICATA : C-4		FECHA : 10/02/2023
PROF. : 1.50 m.		
UBICACIÓN : Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM : ESTE: _____ NORTE: _____		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	SURET. PARC.	SURET. AG.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4 1/2"	114.300					PESO TOTAL = 1.000,0 g
4"	101.600					PESO GRAVA = 37,2 g
3 1/2"	88.900				100,0	PESO ARENA = 458,8 g
3"	76.200				100,0	PESO FINO = 504,0 g
2 1/2"	63.500				100,0	LIMITE LIQUIDO = 24,3 %
2"	50.800				100,0	LIMITE PLÁSTICO = 17,3 %
1 1/2"	38.100	0,0	0,0	0,0	100,0	ÍNDICE PLÁSTICO = 7,0 %
1"	25.400	0,0	0,0	0,0	100,0	CLASF. AASHTO = A-4 [3]
3/4"	19.050	0,0	0,0	0,0	100,0	CLASF. SUCCS = CL
1/2"	12.700	0,0	0,0	0,0	100,0	MAX. DENS. SECA = 1.925 (g/cm ³)
3/8"	9.525	6,8	0,7	0,7	99,3	OPT. CONT. HUM. = 11,43 %
1/4"	6.350	0,0	0,7	99,3		CBR 0.1" (100%) = 2,6 %
# 4	4.750	30,4	3,0	3,7	96,3	CBR 0.2" (100%) = 2,9 %
# 8	2.360	0,0	0,0	3,7	96,3	% Grava = 3,7 %
# 10	2.000	37,3	3,7	7,5	92,6	% Arena = 45,9 %
# 20	0.850	20,1	2,0	9,5	90,5	% Fino = 90,4 %
# 40	0.420	14,4	1,4	10,9	89,1	HUMEDAD NATURAL = 9,5 %
# 50	0.300	0,0	0,0	10,9	89,1	Observaciones :
# 60	0.250	45,3	4,1	15,0	85,0	
# 100	0.150	122,2	12,2	27,3	72,8	
# 200	0.075	223,6	22,4	49,6	50,4	
<# 200	FONDO	504,0	50,4	100,0	0,0	
FRACCIÓN		902,8				
TOTAL		1.000,0				

Descripción suelo: Arcilla baja plasticidad arenosa CL.

Coef. Uniformidad	-	Índice de Consistencia	
Coef. Curvatura	-		0,8
Índ. de Expansión	Bajo		Completo

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tec. Responsable	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191339 Responsable de Laboratorio	Supervisión
-------------------------	--	--------------------

Anexo 29

Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-4.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1				
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES			
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO CARTAVIO 2023			
MUESTRA	: SUBRASANTE			
CANTERA	: -----			
CALICATA	: C-4			
PROF.	: 1.50 m.			
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio			
COORD. UTM	ESTE:	NORTE:		

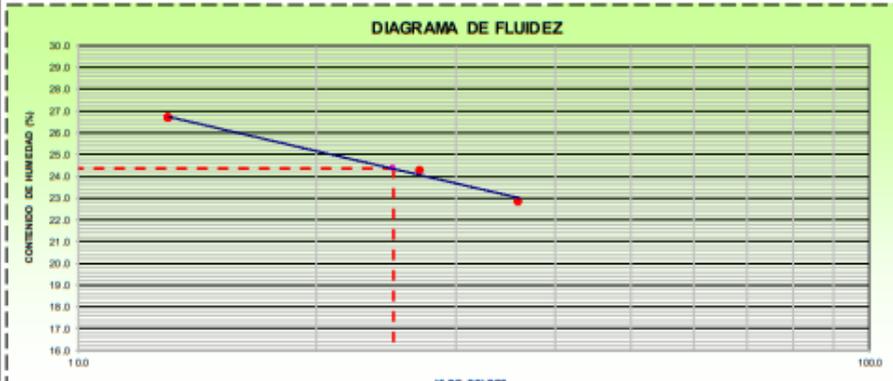


MUESTREADO POR : Solicitudante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
FECHA : 10/05/2023

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.34	50.80	46.24	
TARRO + SUELO SECO	46.35	44.92	40.82	
AGUA	5.99	5.88	5.42	
PESO DEL TARRO	20.13	20.71	20.52	
PESO DEL SUELO SECO	26.22	24.21	20.30	
% DE HUMEDAD	22.85	24.29	26.70	
N° DE GOLPES	36	27	13	

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
N° TARRO	1	2		
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.26	28.53		
TARRO + SUELO SECO	26.26	27.29		
AGUA	1.00	1.24		
PESO DEL TARRO	20.43	20.19		
PESO DEL SUELO SECO	5.83	7.30		
% DE HUMEDAD	17.15	17.46		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO	24.34	
LÍMITE PLÁSTICO	17.31	
INDICE DE PLASTICIDAD	7.03	

Tec. Responsable



Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
 ING. CIVIL CIP N° 151859
 Responsable de Laboratorio

Supervisión

Anexo 30

Resultados de Humedad Natural para la calicata C-4.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D22 16-19			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: -----		
CALICATA	: C-4		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	ESTE:	NORTE:	
			 MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/05/2023
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	183.78	187.19	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	157.07	159.86	
Peso de Tara (gr.)	12.95	12.58	
Peso de Agua (gr.)	26.71	27.33	
Peso Mat. Seco (gr.)	144.12	147.28	
Humedad Natural (%)	18.53	18.56	
Promedio de Humedad (%)	18.5		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable 	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio	Supervisor	

Anexo 31

Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-4.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115 - ASTM D 1557 12e1

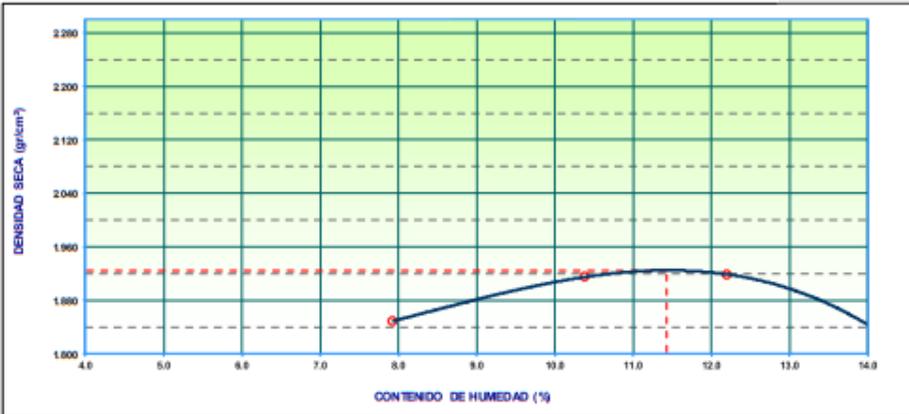
SOLICITANTE	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA	: SUBRASANTE	
CANTERA	: ---	
CALICATA	: C-4	
PROF.	: 1.50 m.	
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio	
COORDENADAS UTM	ESTE :	NORTE :



MUESTREADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : Tec. Carlos E.M.
REVISADO POR : Ing. Demetrio C.P.
FECHA : 09/05/2023

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	6040	6152	6189	6119	
PESO DE MOLDE (gr)	4145	4145	4145	4145	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1892	2004	2041	1971	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	945	945	945	945	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.996	2.114	2.153	2.079	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.849	1.915	1.919	1.819	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	a/n	a/n	a/n	a/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	189.09	211.44	113.42	186.30	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	176.00	192.63	102.66	164.89	
PESO DE LA TARA (gr)	10.86	11.95	14.44	15.37	
PESO DE SUELO SECO (gr)	165.14	181.07	88.22	149.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.93	10.39	12.20	14.32	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.925		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		11.43

CURVA DE COMPACTACIÓN Generar Gráfico



Tec. Responsable	Ing. Responsable	Supervisión
	 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191889 Responsable de Laboratorio	

Anexo 32

Resultados de C.B.R. (1-2) para la calicata C-4.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p>
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023		
MUESTRA	SUBRASANTE		
CANTERA	-----		
UBICACIÓN	C-4 Sector San Jose - Cartavio		
COORDENADAS UTM	ESTE : _____	NORTE : _____	MUESTREADO POR Solicitante ENSAYADO POR Tec. Carlos E. M. REVISADO POR Ing. Demetrio C. P. FECHA 10/09/2023

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA :	1.925 g/cm ³	CAPACIDAD :	10000 Lbs.
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMED :	11.43 %	ANILLO :	1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	5		25		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12634		12681		12391	
Peso de molde (gr)	8159		8452		8370	
Peso del suelo húmedo (gr)	4475		4229		4021	
Volumen del molde (cm ³)	2302		2302		2304	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.129		2.012		1.911	
Humedad (%)	10.48		10.35		10.10	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.927		1.823		1.736	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	105.34		173.01		189.29	
Tarro + Suelo seco (gr)	141.91		156.82		173.27	
Peso del Agua (gr)	13.43		14.79		16.02	
Peso del tarro (gr)	13.82		15.94		14.68	
Peso del suelo seco (gr)	128.09		142.88		158.99	
Humedad (%)	10.48		10.35		10.10	
Promedio de Humedad (%)	10.48		10.35		10.10	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hc.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 4			MOLDE N° 8			MOLDE N° 11					
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION				
			Dial (div)	kg/cm ²		kg/cm ²	%		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)
0.025		5.5	0			3.7	0			3.1	0		
0.050		13.6	1			8.9	0			6.2	0		
0.075		19.5	1			12.9	1			9.8	0		
0.100	70.3	27.4	1	1.8	2.6	19.0	1	1.19	1.7	14.7	1	1.02	1.5
0.150		34.2	2			26.1	1			20.6	1		
0.200	105.5	46.9	2	3.0	2.9	33.5	2	2.05	1.9	27.4	1	1.79	1.7
0.250		51.8	3			42.4	2			38.5	2		
0.300		73.5	4			52.0	3			45.2	2		
0.400		109.2	6			75.1	4			61.7	3		
0.500		156.4	8			103.2	6			87.2	4		

Tec. Responsable



Ing. Responsable



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191859
Responsable de Laboratorio

Supervisión

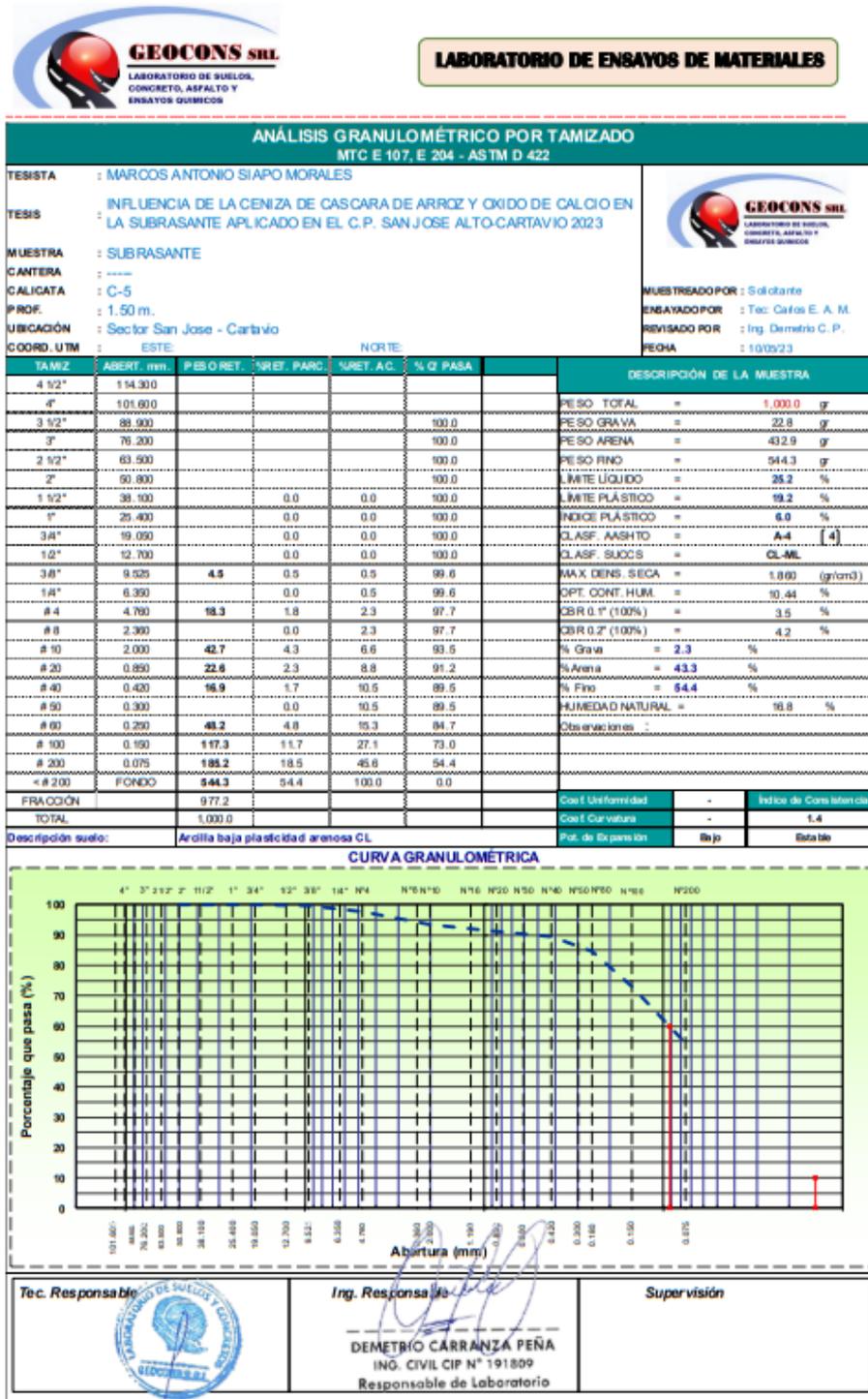
Anexo 33

Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-4.



Anexo 34

Resultados de Granulometria para la calicata C-5.



Anexo 35

Resultados de Limites de Consistencia para la calicata C-5.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

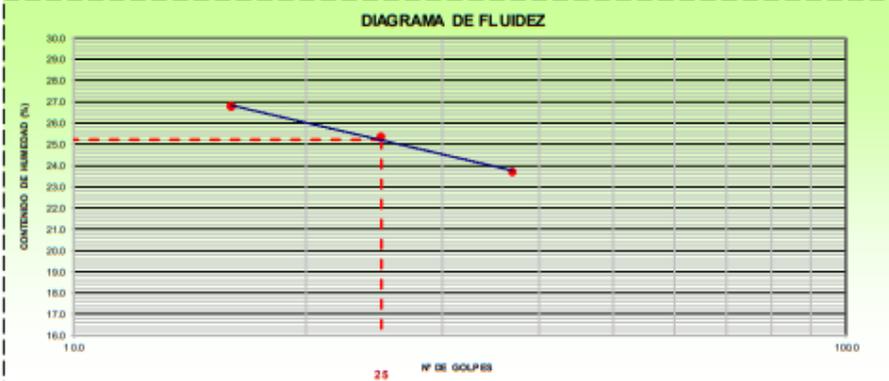
LIMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 17e1

TESISTA : MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 MUESTREADO POR : Sdcibarte ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/05/23
TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO- CARTAVIO 2023	
MUESTRA : SUBRASANTE	
CANTERA : -----	
CALIGATA : C-5	
PROF. : 1.50 m.	
UBICACIÓN : Sector San Jose - Cartavio	
COORD. UTM : ESTE: _____ NORTE: _____	

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)			
N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	51.09	50.40	49.37
TARRO + SUELO SECO	45.28	44.41	43.55
AGUA	5.78	5.99	5.82
PESO DEL TARRO	20.87	20.78	21.83
PESO DEL SUELO SECO	24.41	23.63	21.72
% DE HUMEDAD	23.68	25.35	26.80
N° DE GOLPES	37	25	16

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)			
N° TARRO	1	2	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.94	28.53	
TARRO + SUELO SECO	24.95	27.29	
AGUA	1.39	1.24	
PESO DEL TARRO	17.32	20.85	
PESO DEL SUELO SECO	7.23	6.44	
% DE HUMEDAD	19.23	19.25	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



25 N° DE GOLPES

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES:
LÍMITE LÍQUIDO: 25.20	
LÍMITE PLÁSTICO: 19.24	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 5.96	

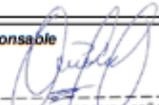
Tec. Responsable 	Ing. Responsable  DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio	Supervisión
--	--	--------------------

Anexo 36

Resultados de Humedad Natural para la calicata C-5.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

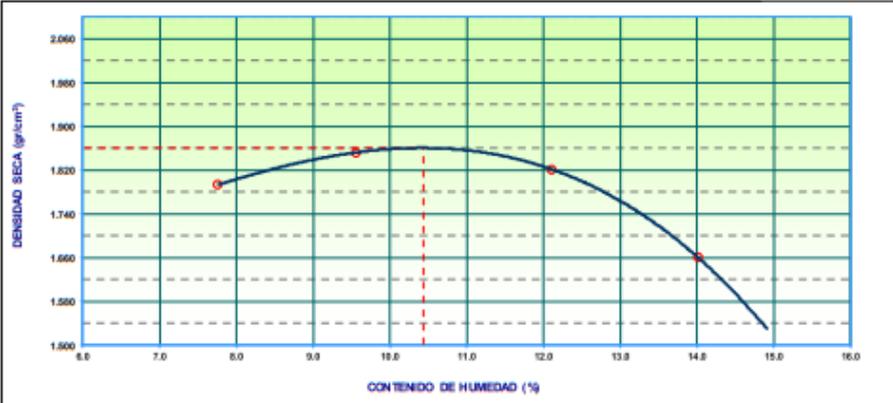
HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108, ASTM D2216-19			
TESISTA	: MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES		 MUESTREADO POR : Solicitante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M. REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P. FECHA : 10/05/23
TESIS	: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO- CARTAVIO 2023		
MUESTRA	: SUBRASANTE		
CANTERA	: -----		
CALICATA	: C-5		
PROF.	: 1.50 m.		
UBICACIÓN	: Sector San Jose - Cartavio		
COORD. UTM	ESTE:	NORTE:	
DATOS			
Nº de Ensayo	1		
Peso de Mat. Humedo + Tara (gr.)	188.37	196.37	
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	163.49	170.28	
Peso de Tara (gr.)	14.27	15.82	
Peso de Agua (gr.)	24.88	26.09	
Peso Mat. Seco (gr.)	149.22	154.46	
Humedad Natural (%)	16.67	16.89	
Promedio de Humedad (%)	16.8		
OBSERVACIONES:			
Tec. Responsable	 ----- DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio	Supervisor	

Anexo 37

Resultados de Proctor Modificado para la calicata C-5.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
MTC E 115 - AST M D 1557 12e1					
SOLICITANTE : MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES				MUESTREADO POR : Sdiciante ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. M REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P FECHA : 10/05/2023	
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023					
MUESTRA : SUBRASANTE					
CANTERA : -----					
CALICATA : C-5					
PROF. : 1.50 m.		UBICACIÓN : Sector San Jose - Cartavio			
COORDENADAS UTM : ESTE : NORTE :					
COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : "A"					
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 25					
NÚMERO DE CAPAS : 5					
NÚMERO DE ENSAYO		1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	3580	6071	6083	5942	
PESO DE MOLDE (gr)	4148	4148	4148	4148	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1832	1923	1935	1794	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	948	948	948	948	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.932	2.028	2.041	1.892	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.793	1.852	1.821	1.690	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	185.25	195.28	182.94	188.92	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	172.81	179.46	164.82	167.28	
PESO DE LA TARA (gr)	12.38	13.95	15.22	12.86	
PESO DE AGUA (gr)	12.45	15.82	18.12	21.64	
PESO DE SUELO SECO (gr)	160.43	165.51	149.60	154.43	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.76	9.56	12.11	14.01	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.860	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			10.44
CURVA DE COMPACTACIÓN					
					Generar Gráfico
					
Tec. Responsable		Ing. Responsable		Supervisión	
		 DEMETRIO CARRANZA PEÑA ING. CIVIL CIP N° 191809 Responsable de Laboratorio			

Anexo 38

Resultados de C.B.R (1-2). para la calicata C-5.



GEOCONS SRL
LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO Y
ENSAYOS QUÍMICOS

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)

SOLICITANTE	MARCOS ANTONIO SIAPO MORALES	 <p>GEOCONS SRL LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS QUÍMICOS</p> <p>MUESTREADO POR: Solicitante ENSAYADO POR: Tec. Carlos E. M. REVISADO POR: Ing. Demetrio C. P. FECHA: 10/05/23</p>
PROYECTO	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ Y OXIDO DE CALCIO EN LA SUBRASANTE APLICADO EN EL C.P. SAN JOSE ALTO-CARTAVIO 2023	
MUESTRA	SUBRASANTE	
CANTERA	---	
CALIGATA	C-5	
UBICACIÓN	Sector San Jose - Carta	
COORDENADAS UTM	ESTE : NORTE :	

DATOS DEL PROCTOR	MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.860 g/cm ³	CAPACIDAD : 10000 Lbs.
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMIEDAD: 10.44 %	ANILLO : 1

ENSAYO DE CBR
MTC E 132 - ASTM D 1883 - AASHTO T-193

Molde N°	5		25		5	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	96		25		12	
Cont. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12492		12437		12274	
Peso de molde (gr)	8960		8340		8410	
Peso del suelo húmedo (gr)	4332		4097		3864	
Volumen del molde (cm ³)	2102		2102		2104	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.061		1.949		1.837	
Humedad (%)	10.34		9.63		10.08	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.868		1.779		1.669	
Tarro N°	S/N		S/N		S/N	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	172.19		185.27		167.29	
Tarro + Suelo seco (gr)	157.27		170.16		153.14	
Peso del Agua (gr)	14.92		15.11		14.15	
Peso del tarro (gr)	12.94		13.26		12.74	
Peso del suelo seco (gr)	144.33		159.90		140.40	
Humedad (%)	10.34		9.63		10.08	
Promedio de Humedad (%)	10.34		9.63		10.08	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	CARGA	MOLDE N° 4				MOLDE N° 8				MOLDE N° 11			
			Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025			0				0				0			
0.050			8.2	0			6.2	0			5.8	0		
0.075			16.2	1			12.7	1			9.2	0		
0.100			22.7	1			19.6	1			15.3	1		
0.150	70.3		33.9	2	2.4	3.5	30.5	2	2.20	3.1	22.4	1	1.90	2.8
0.200			43.9	2			39.1	2			33.6	2		
0.250	105.5		58.1	3	4.4	4.2	54.2	3	3.95	3.7	48.2	2	3.86	3.5
0.300			83.9	4			73.6	4			63.9	3		
0.400			108.1	5			95.1	5			86.1	4		
0.500			154.2	8			135.9	7			122.7	6		
			196.0	10			177.2	9			152.4	8		

Tec. Responsable



Ing. Responsable



DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

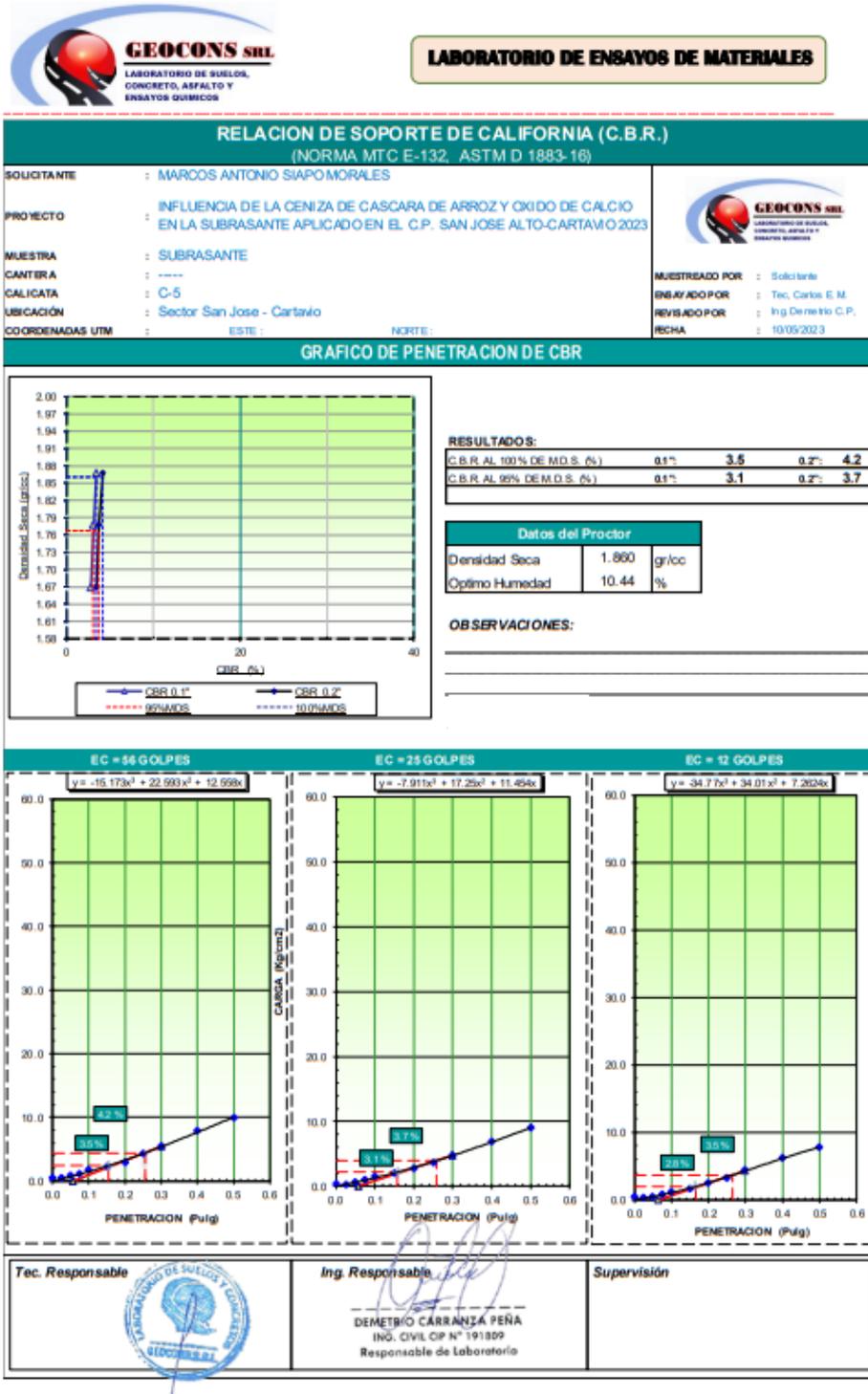
Ofi. Urb. Monserrate – Av. Santa Teresa de Jesús MZ E2 L. 09 - Trujillo - Telf. 044-279102 - 949908409
Resolución N° 5527-2019/DSD-INDECOPI E-mail: Geocons.srl@gmail.com; <http://www.geaconsperu.com>

Siapo Morales M.

Pág.
162

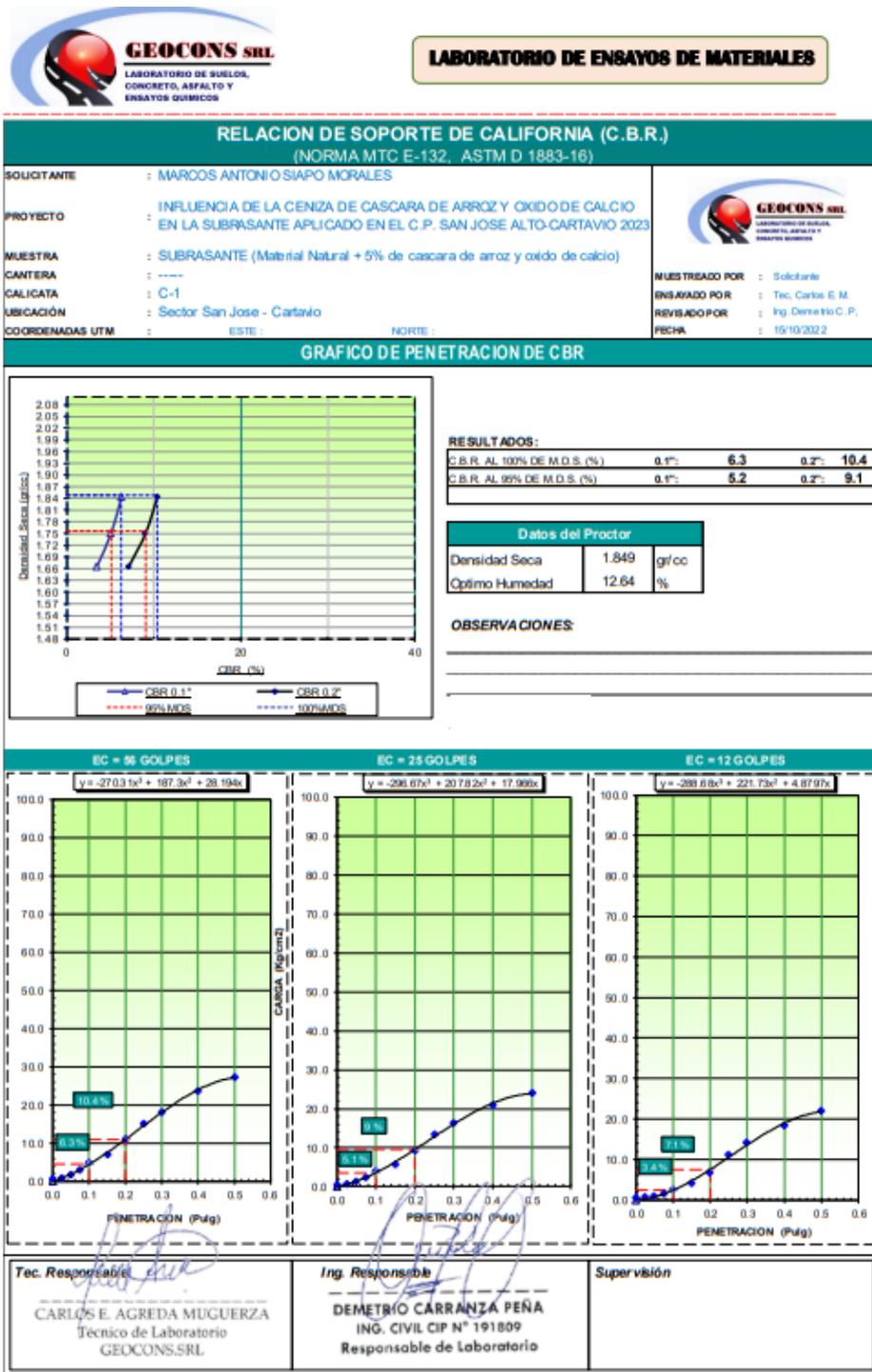
Anexo 39

Resultados de C.B.R. (2-2) para la calicata C-5.

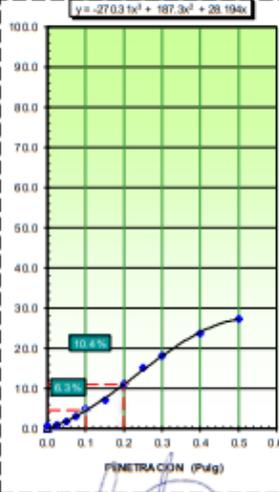


Anexo 40

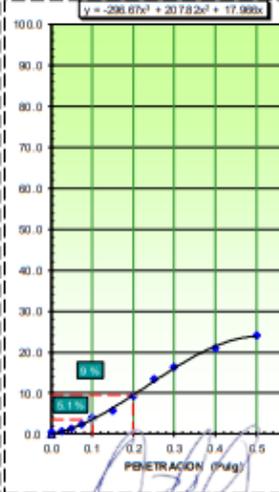
Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 5%.



EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Tec. Responsable

CARLOS E. AGREDA MUGUERZA
Técnico de Laboratorio
GEOCONS.SRL

Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

Anexo 41

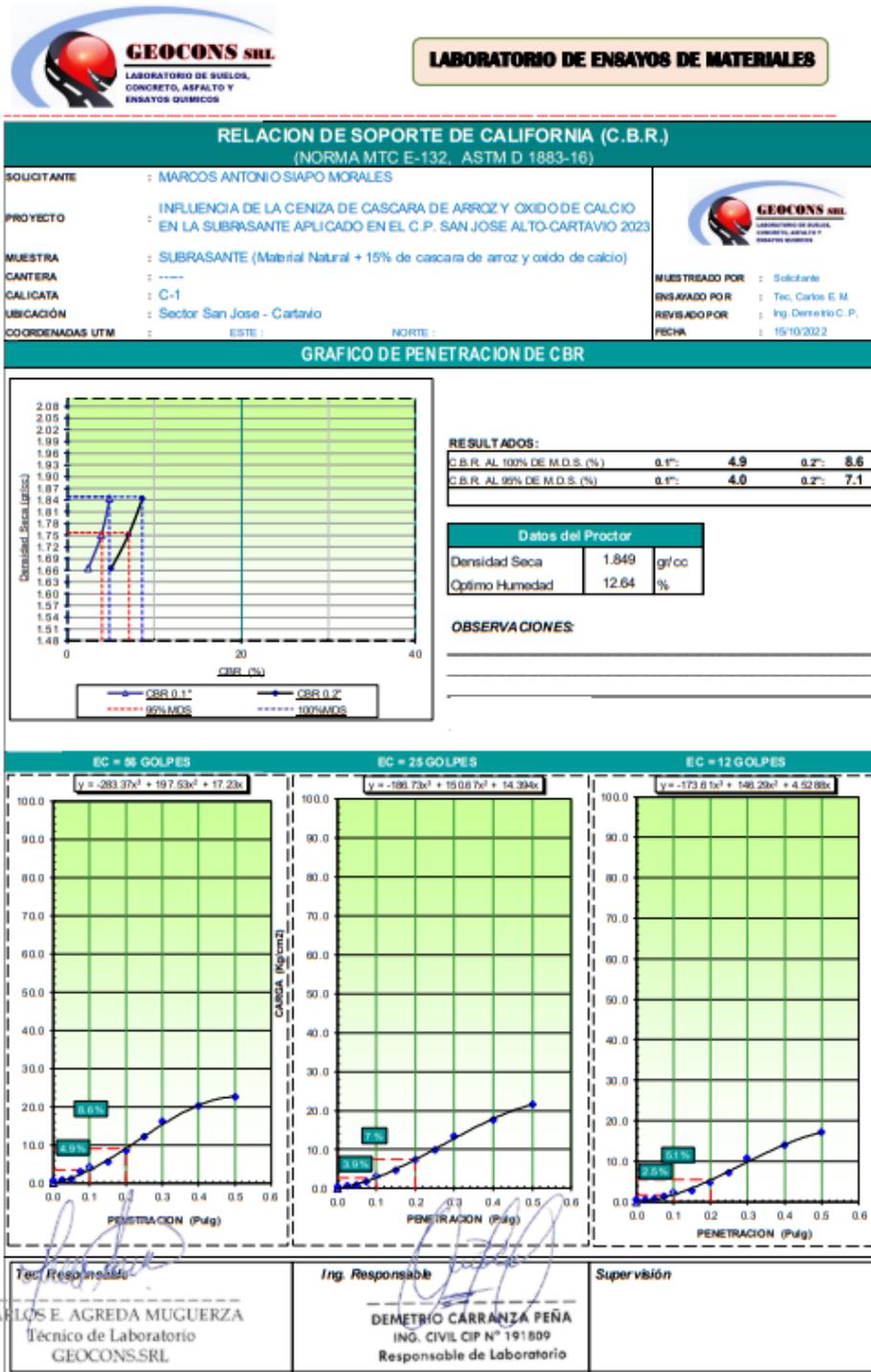
Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 10%.



Ofi. Urb. Monserrate – Av. Santa Teresa de Jesús MZ. E2 L. 09 - Trujillo - Telf. 044-279102 - 949908409
Resolución N° 5527-2019/DSD-INDECOPI Email: Geocons.srl@gmail.com <http://www.geocconsperu.com>

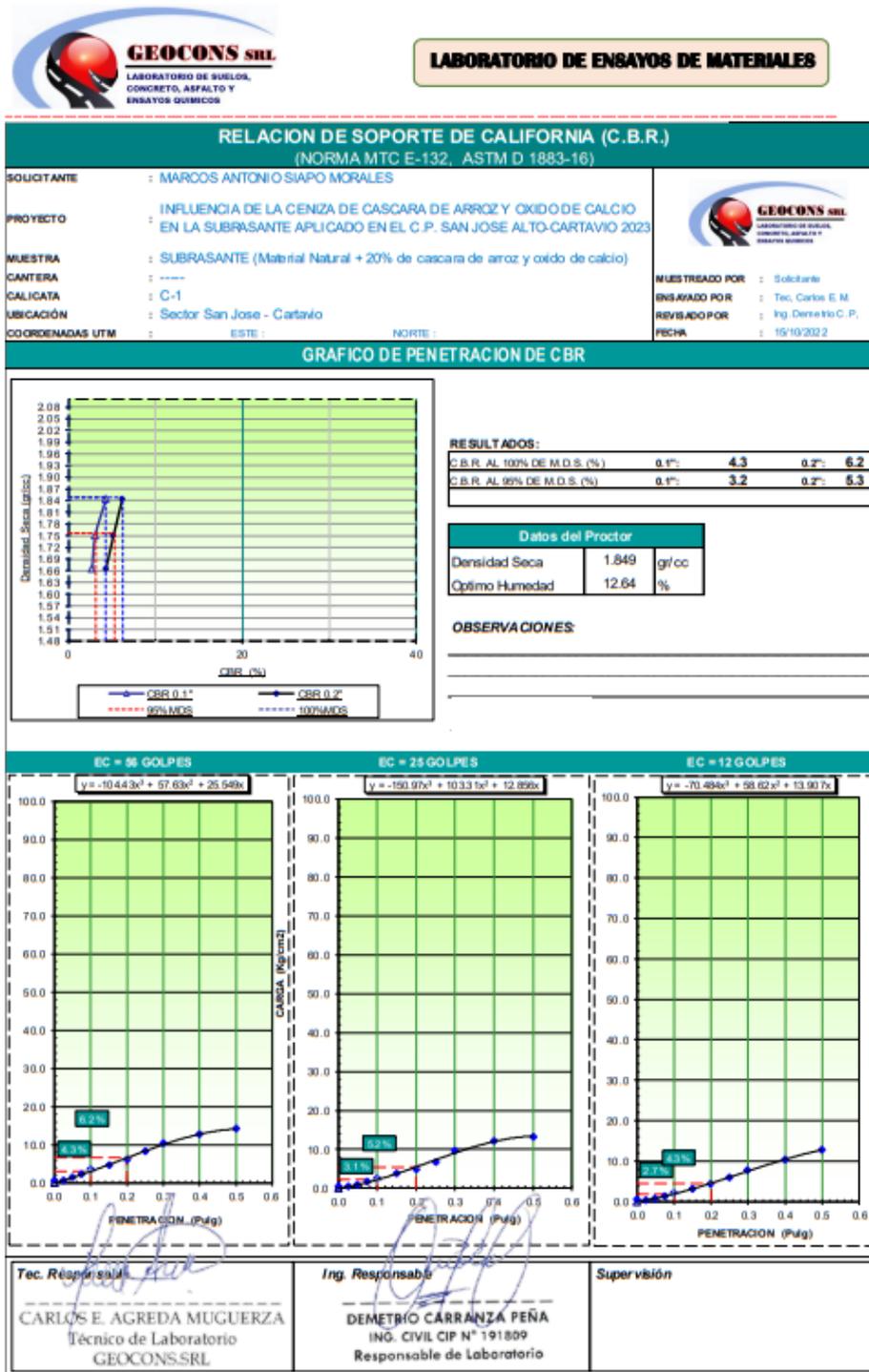
Anexo 42

Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 15%.



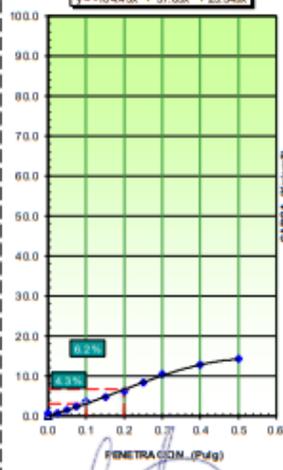
Anexo 43

Resultados de C.B.R. para la calicata C-1 Modificado al 20%.



EC = 96 GOLPES

y = -10.443x³ + 57.63x² + 25.949x



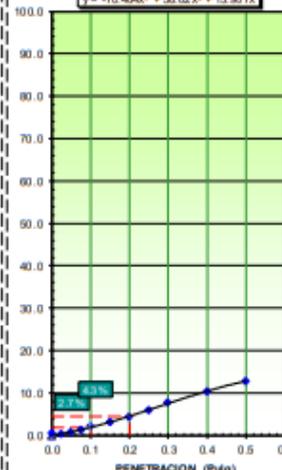
EC = 25 GOLPES

y = -150.97x³ + 10.331x² + 12.896x



EC = 12 GOLPES

y = -70.484x³ + 58.62x² + 13.907x



Tec. Responsable

CARLOS E. AGREDA MUGUERZA
Técnico de Laboratorio
GEOCONS.SRL

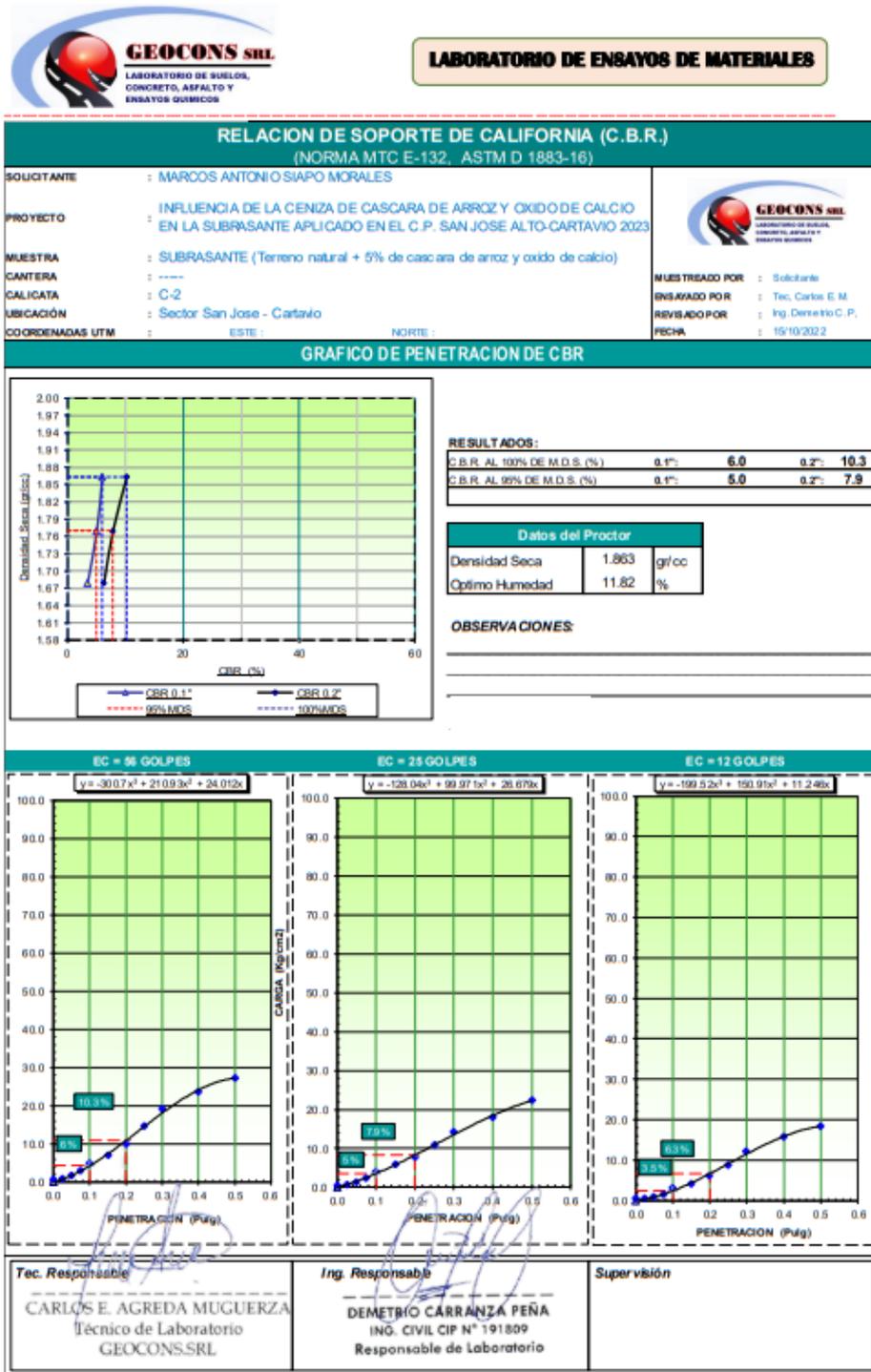
Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

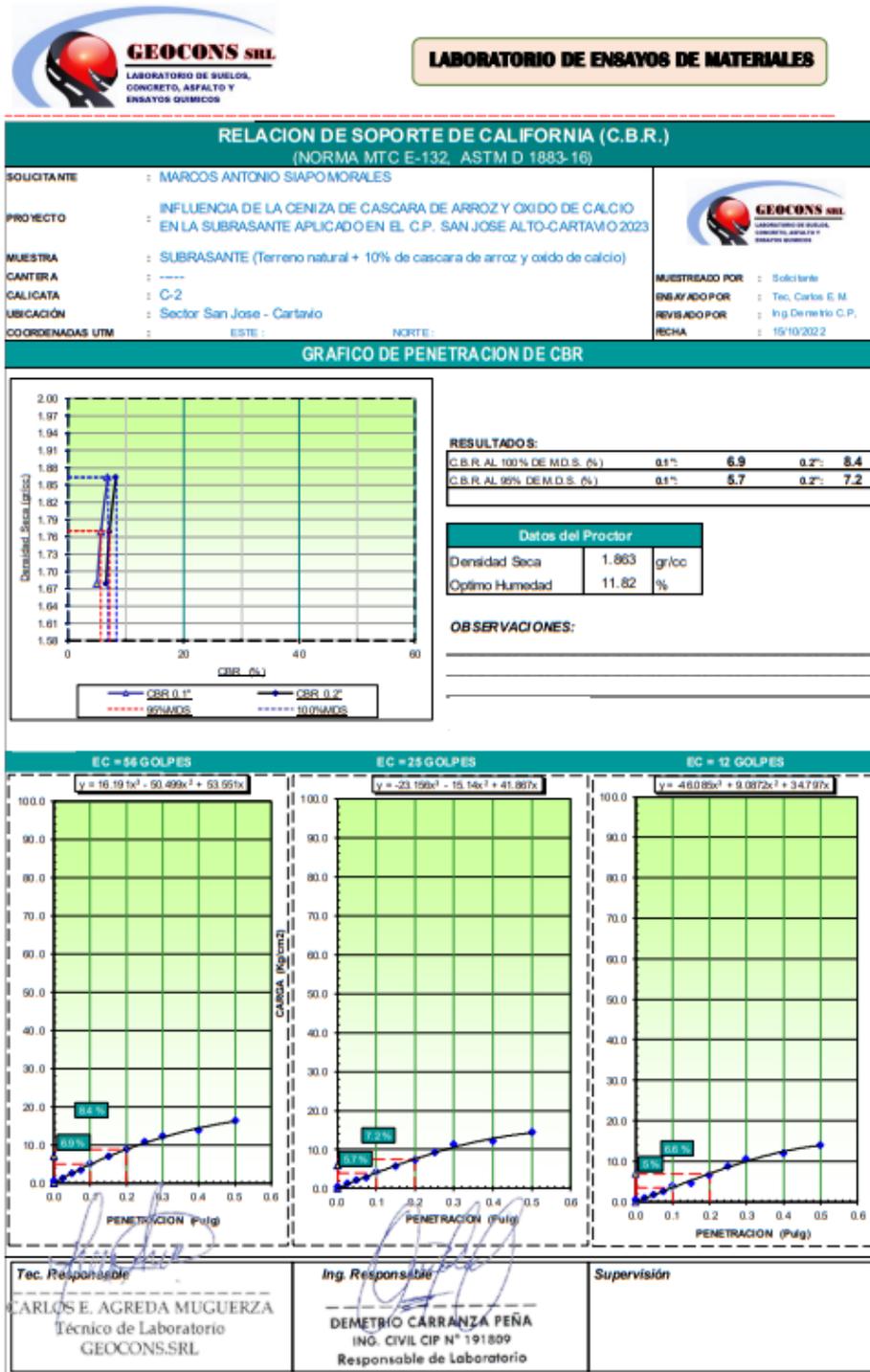
Anexo 44

Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 5%.



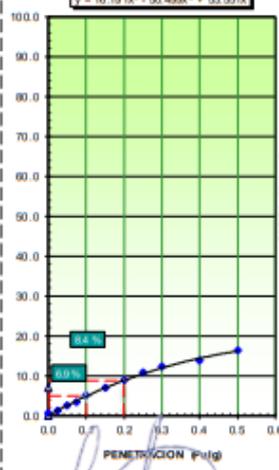
Anexo 45

Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 10%.



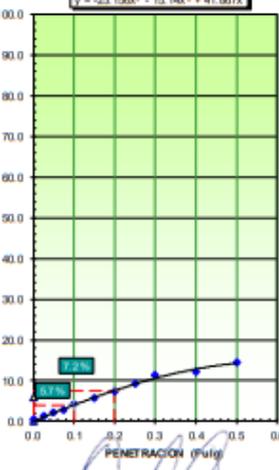
EC = 56 GOLPES

$y = 16.191x^2 - 50.499x + 63.951x$



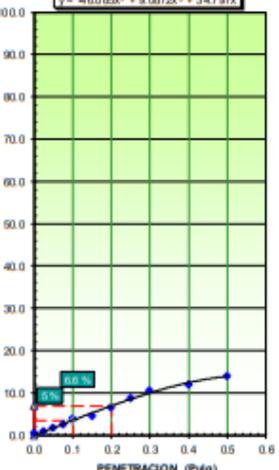
EC = 25 GOLPES

$y = -23.196x^2 - 15.14x + 41.807x$



EC = 12 GOLPES

$y = 46.016x^2 + 8.0872x + 34.787x$



Tec. Responsable

CARLOS E. AGREDA MUGUERZA
Técnico de Laboratorio
GEOCONS.SRL

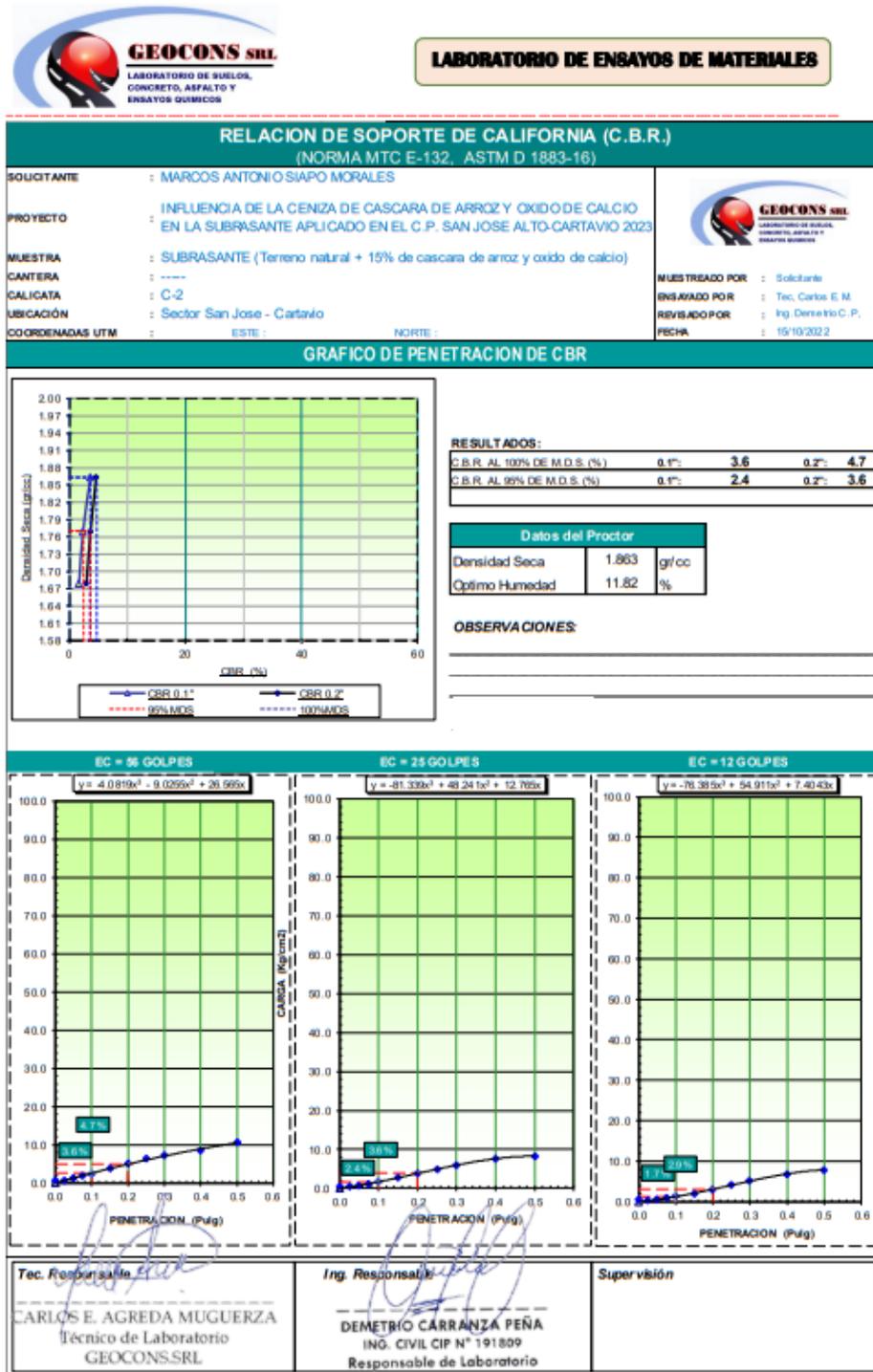
Ing. Responsable

DEMETRIO CARRANZA PEÑA
ING. CIVIL CIP N° 191809
Responsable de Laboratorio

Supervisión

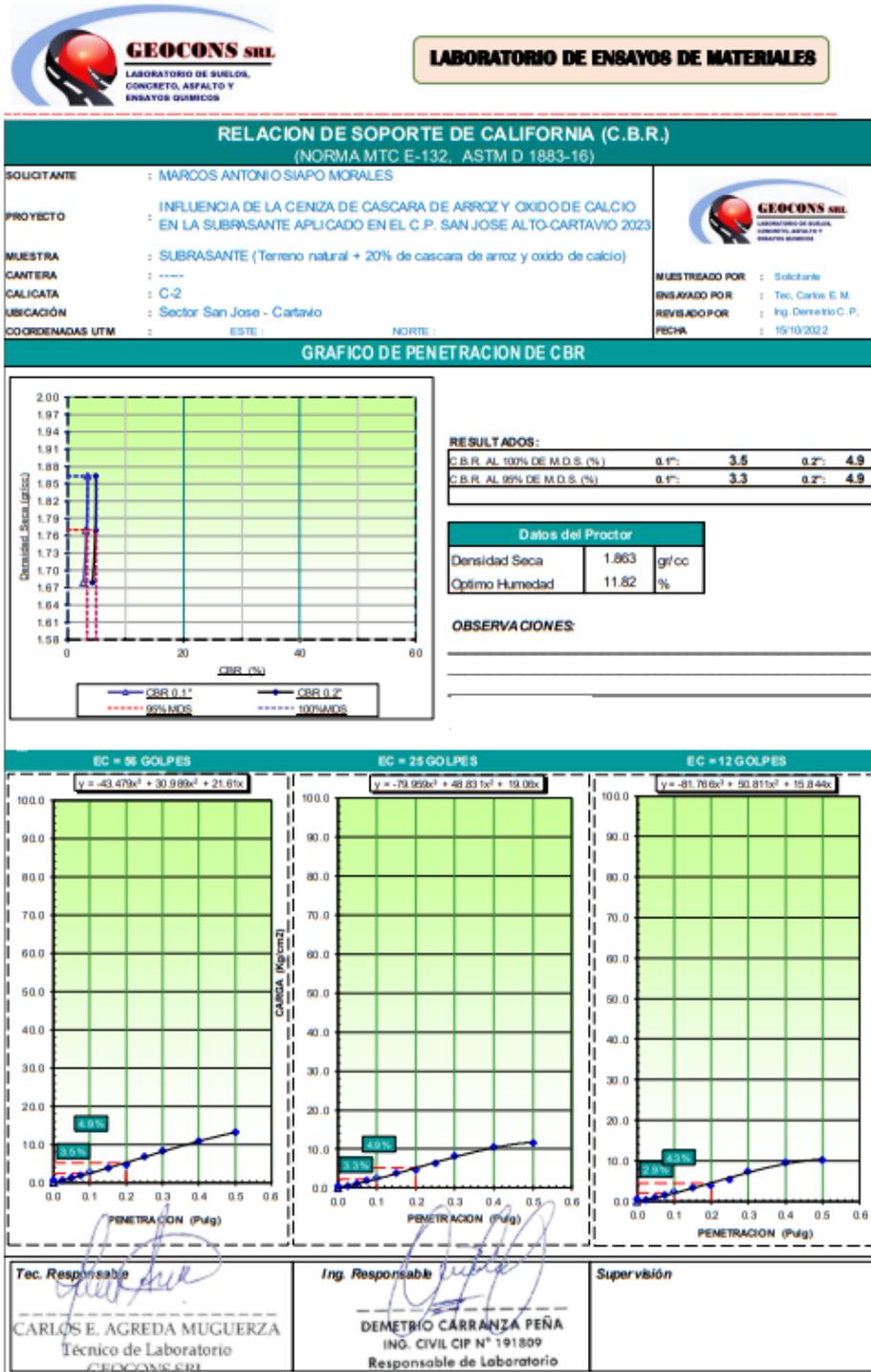
Anexo 46

Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 15%.



Anexo 47

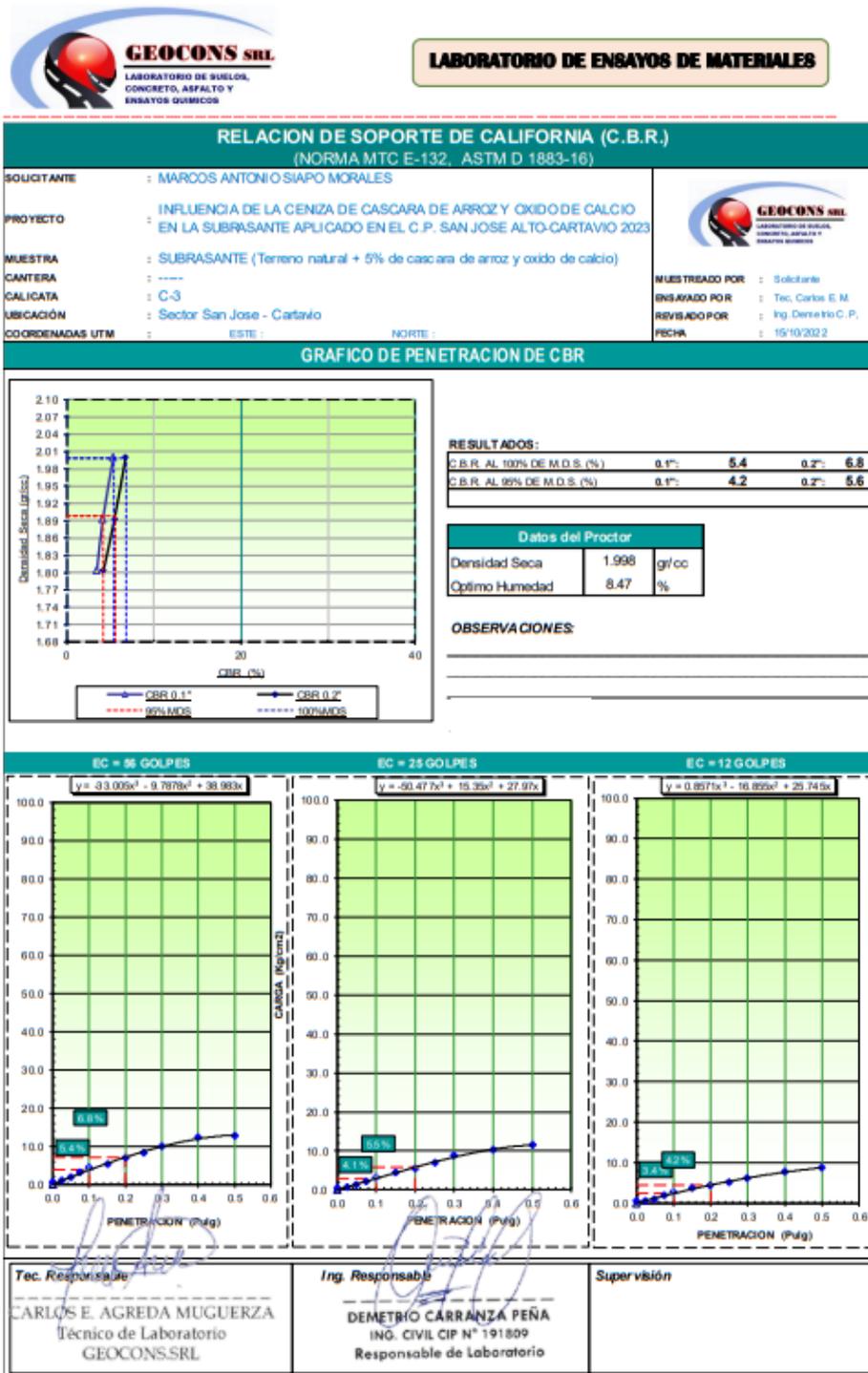
Resultados de C.B.R. para la calicata C-2 Modificado al 20%.



Ofi. Urb. Monserrate – Av. Santa Teresa de Jesús MZ E2 L. 09 - Trujillo - Telf. 044-279102 - 949908409
Resolución N° 5527-2019/DSD-INDECOPI Email: Geocons.srl@gmail.com <http://www.geoconsperu.com>

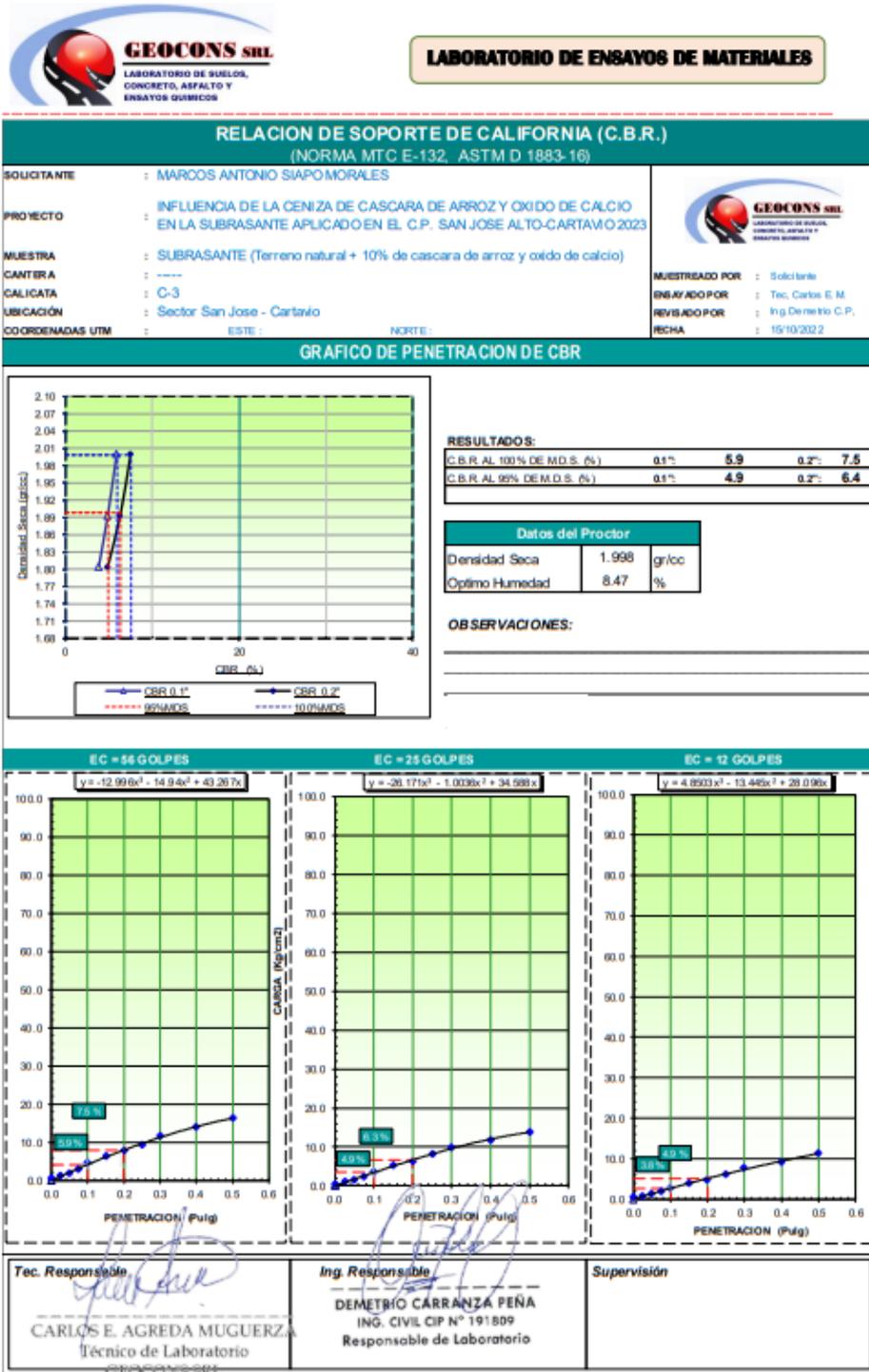
Anexo 48

Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 5%.



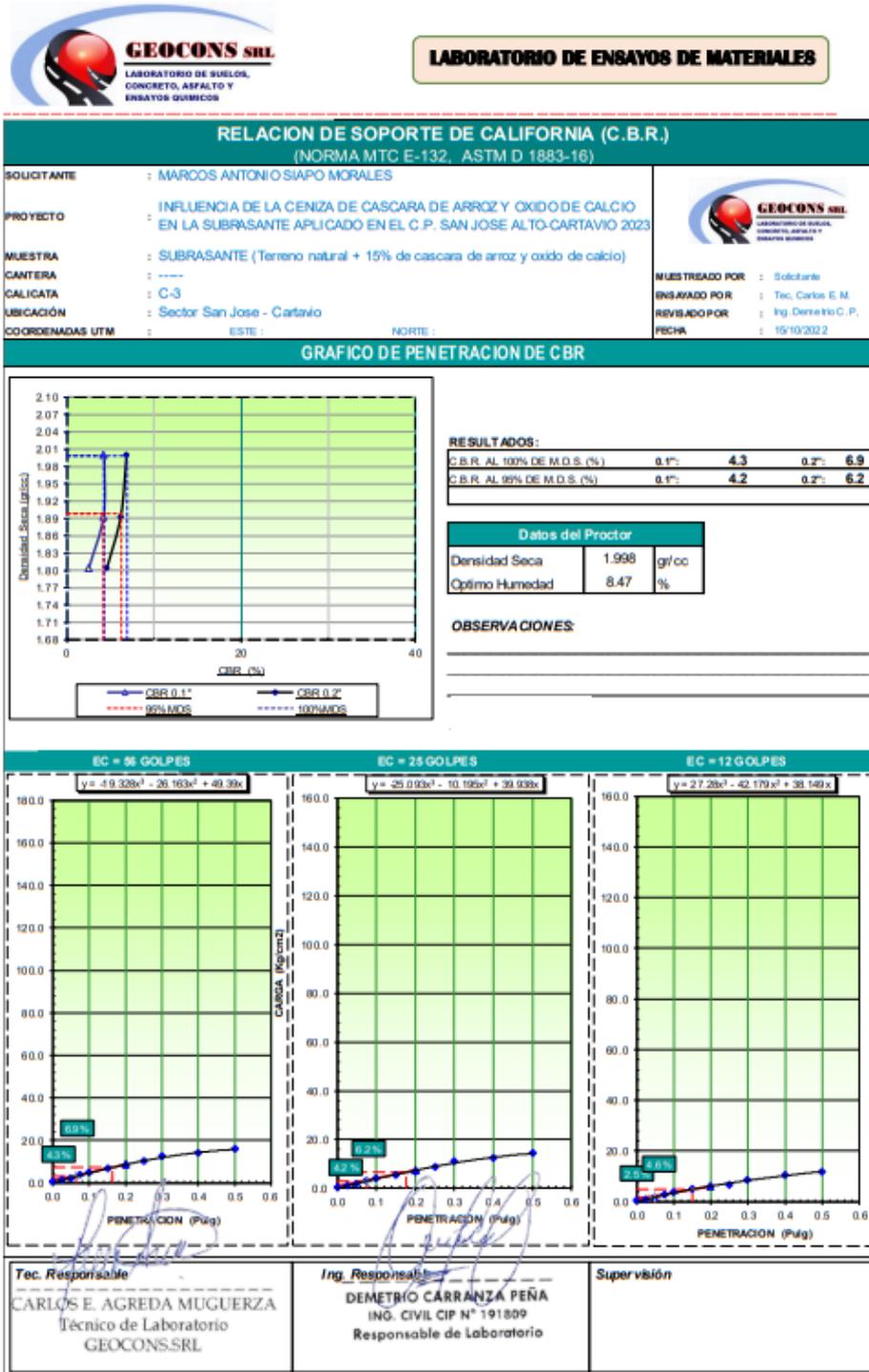
Anexo 49

Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 10%.



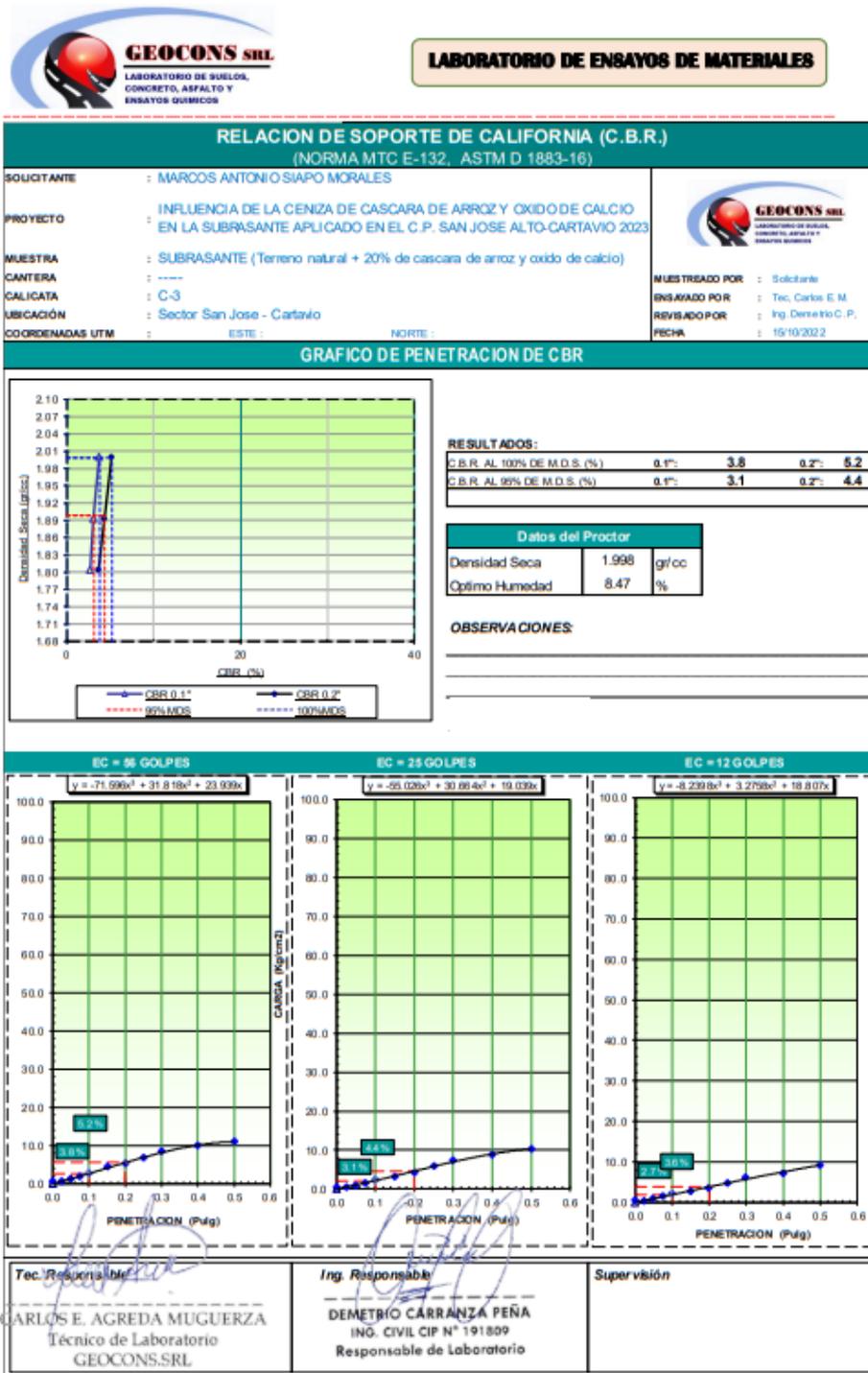
Anexo 50

Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 15%.



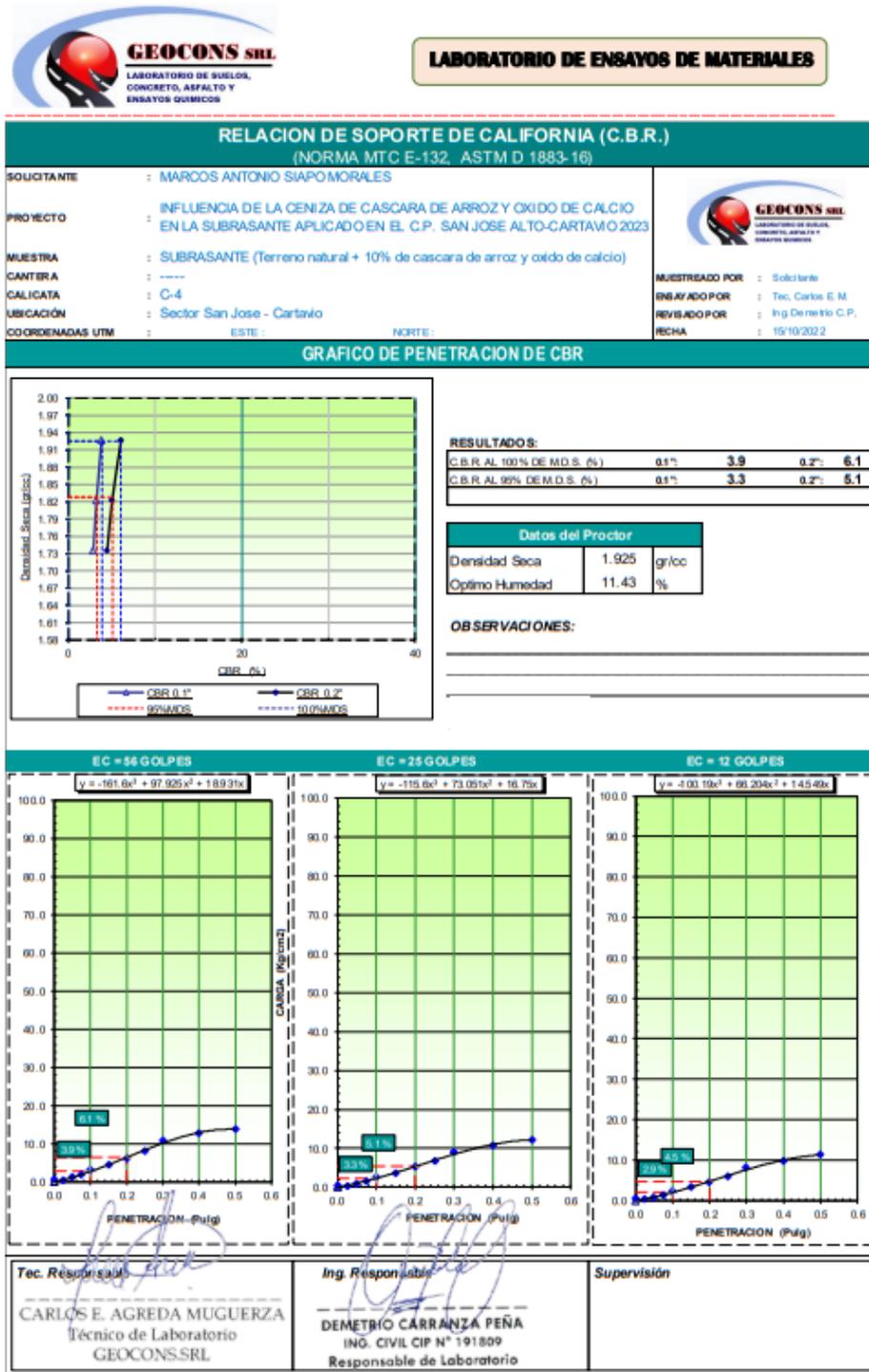
Anexo 51

Resultados de C.B.R. para la calicata C-3 Modificado al 20%.



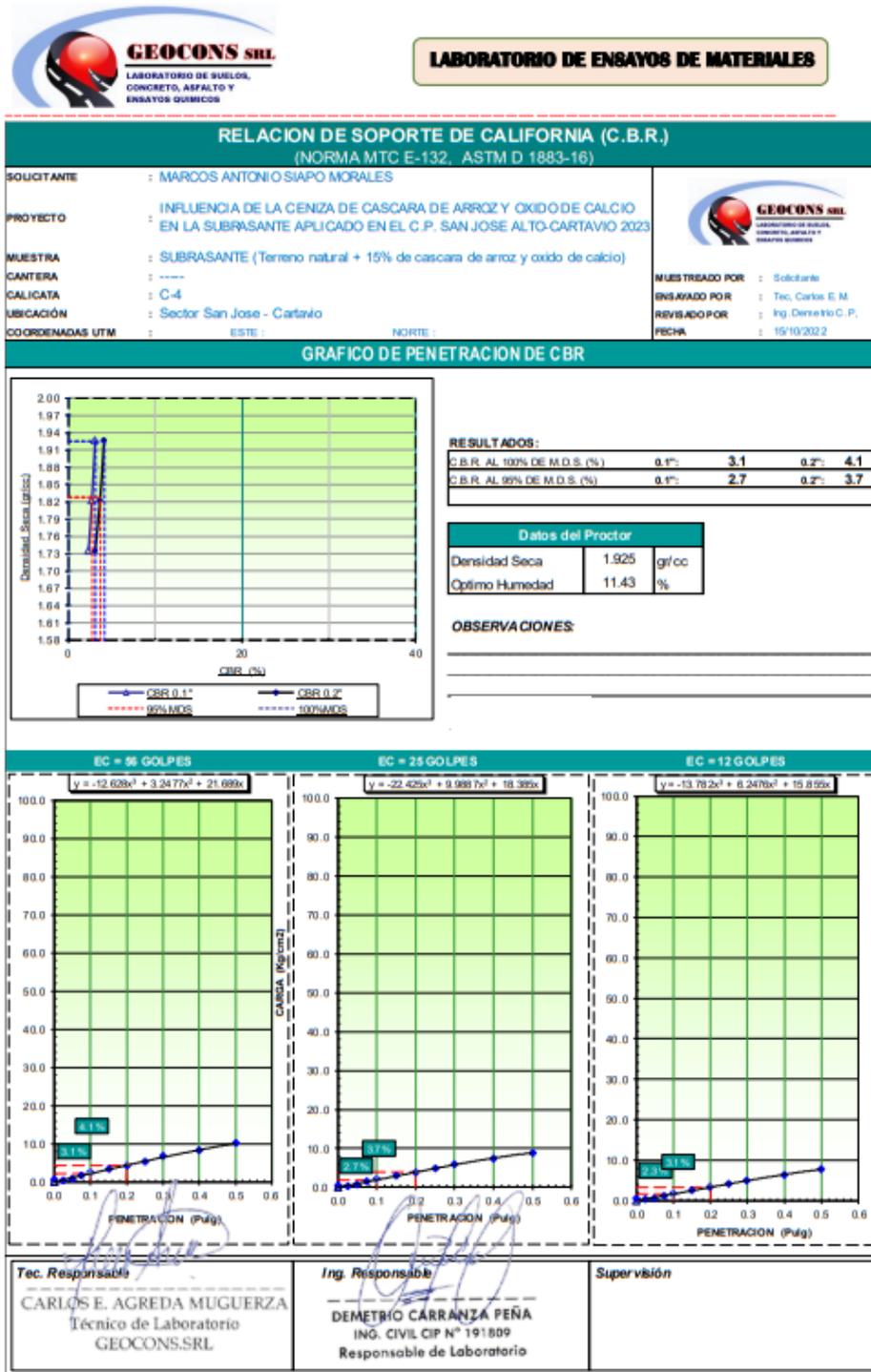
Anexo 53

Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 10%.



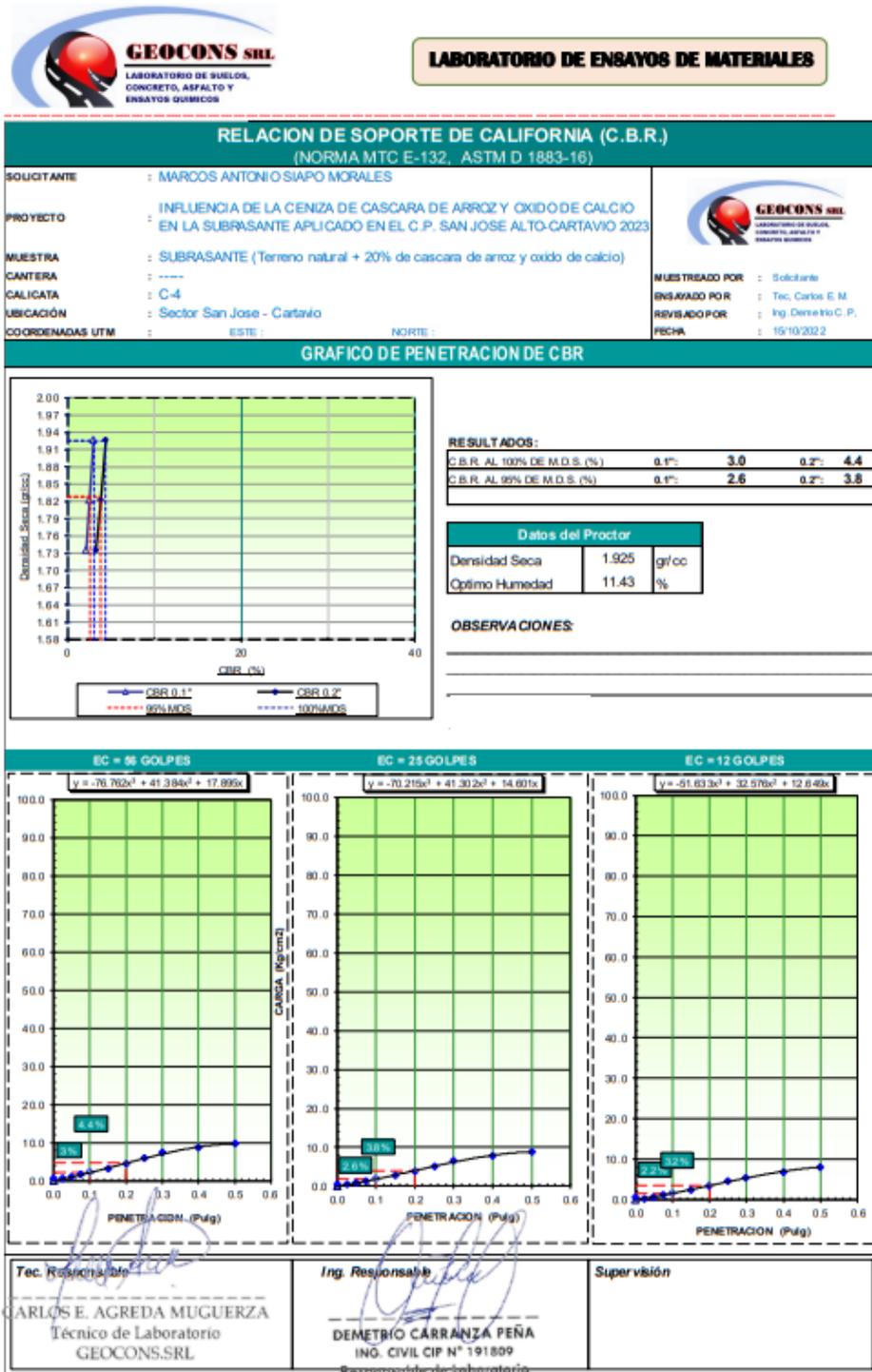
Anexo 54

Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 15%.



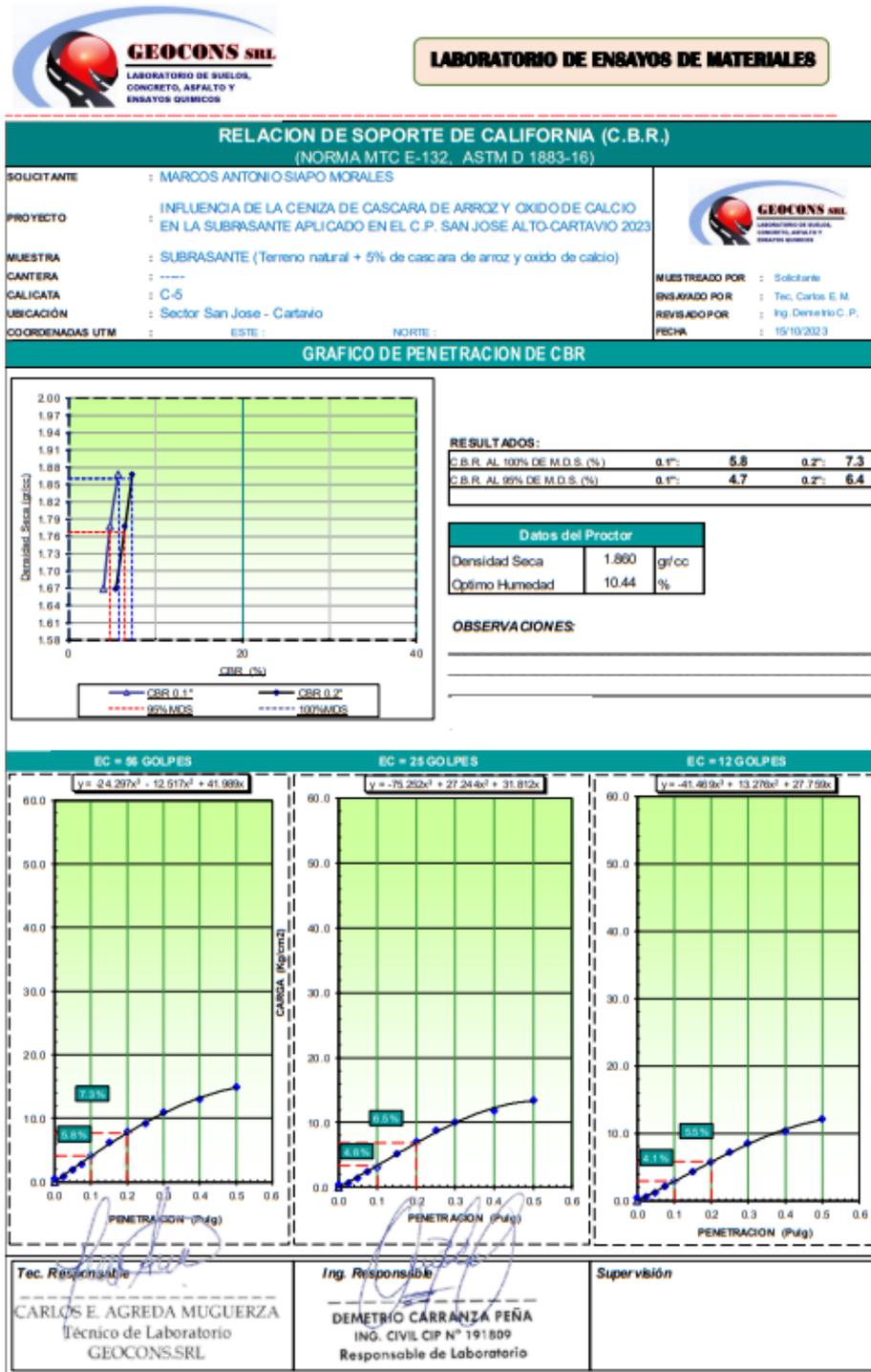
Anexo 55

Resultados de C.B.R. para la calicata C-4 Modificado al 20%.



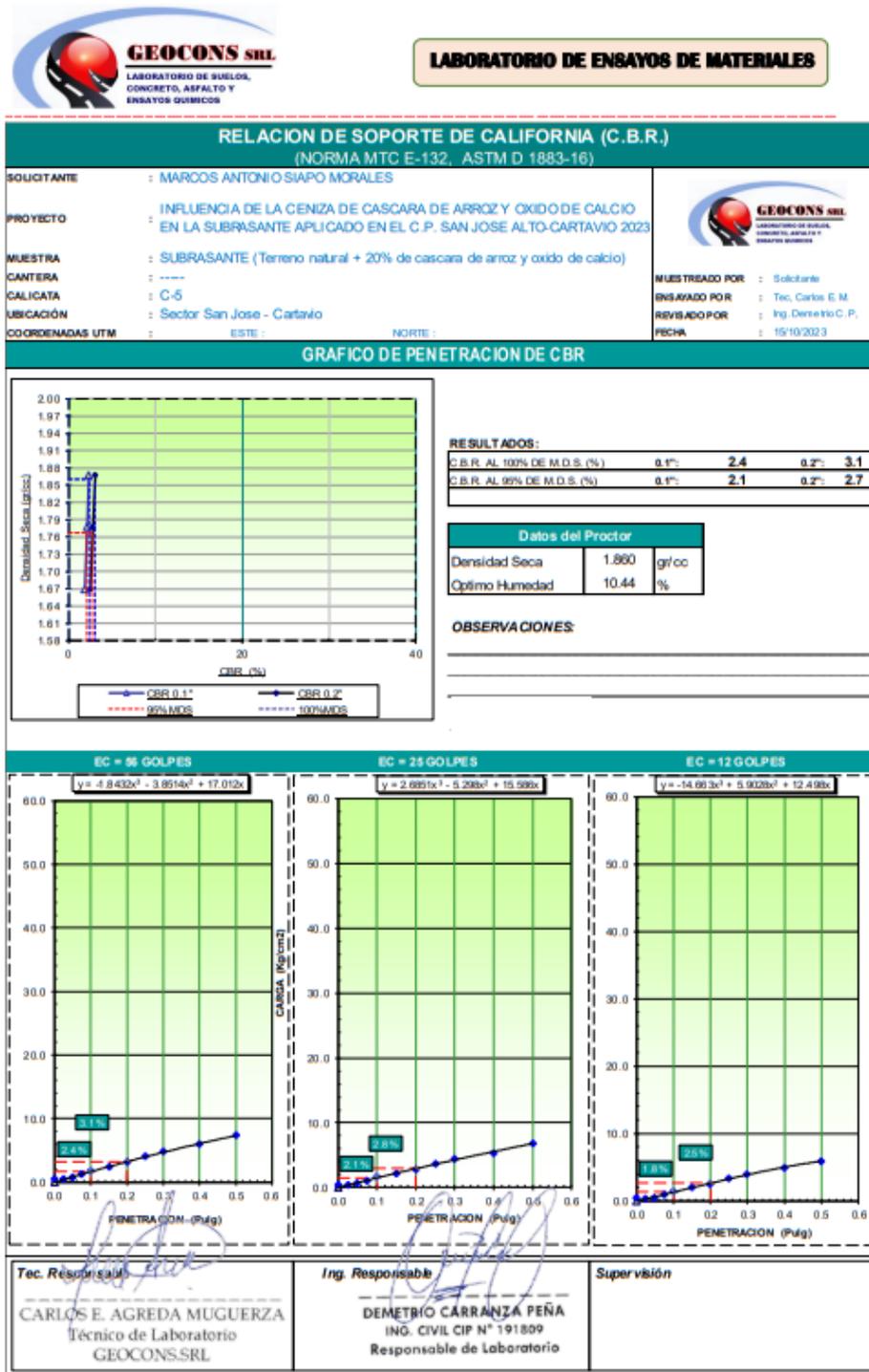
Anexo 56

Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 5%.



Anexo 59

Resultados de C.B.R. para la calicata C-5 Modificado al 20%.



Anexo 60

Localización de la calicata C1.



Anexo 61

Localización de la calicata C2.



Anexo 62

Toma de medida de la profundidad de la calicata C2.



Anexo 63

Localización de la calicata C3.



Anexo 64

Toma de muestra de la calicata C3.



Anexo 65

Localización de la calicata C4.



Anexo 66

Toma de muestra de la calicata C4



Anexo 67

Selección de las muestras de suelo que serán llevadas a laboratorio.



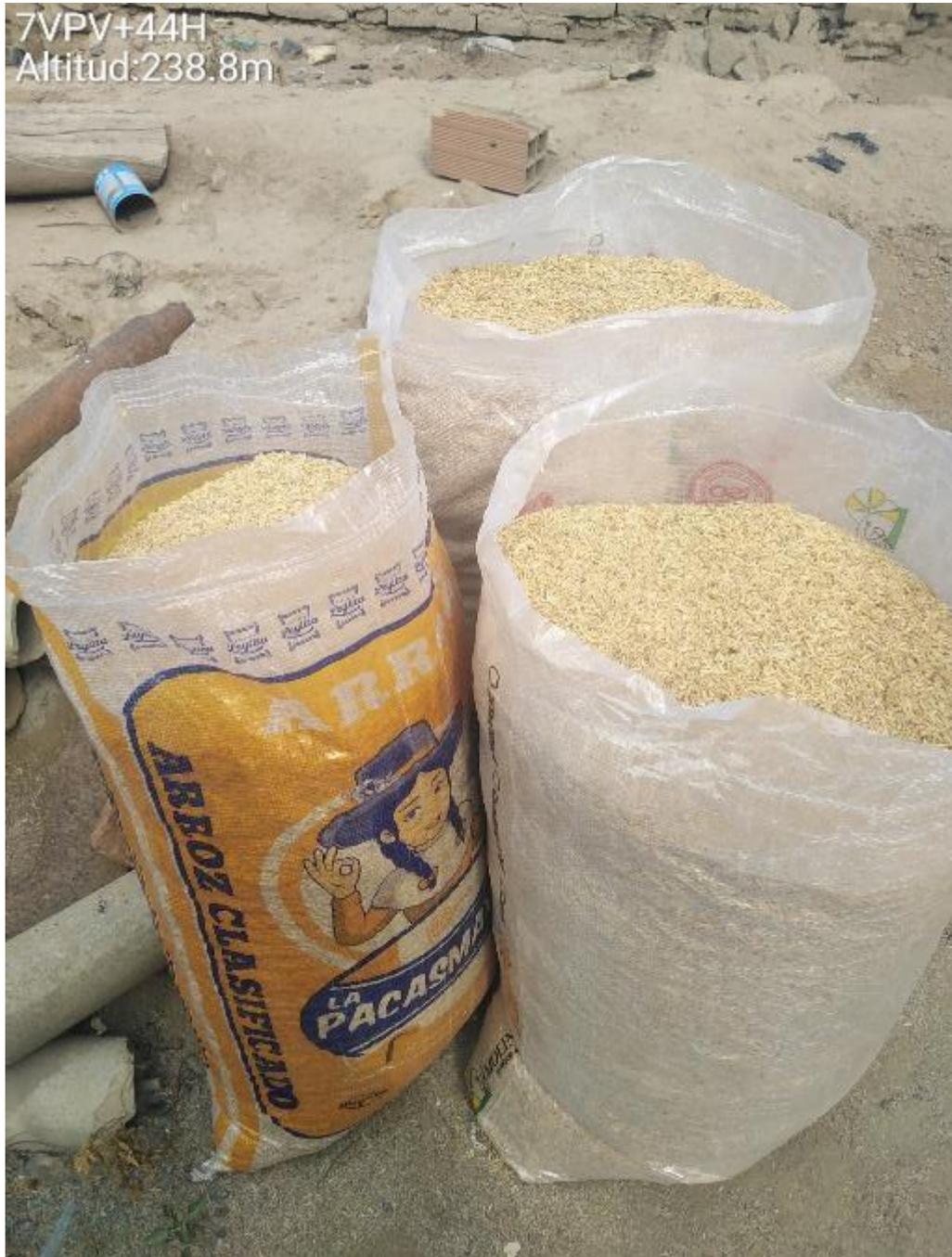
Anexo 68

Recojo de cascara de arroz directo del molino DON LUCHO en Ascope.



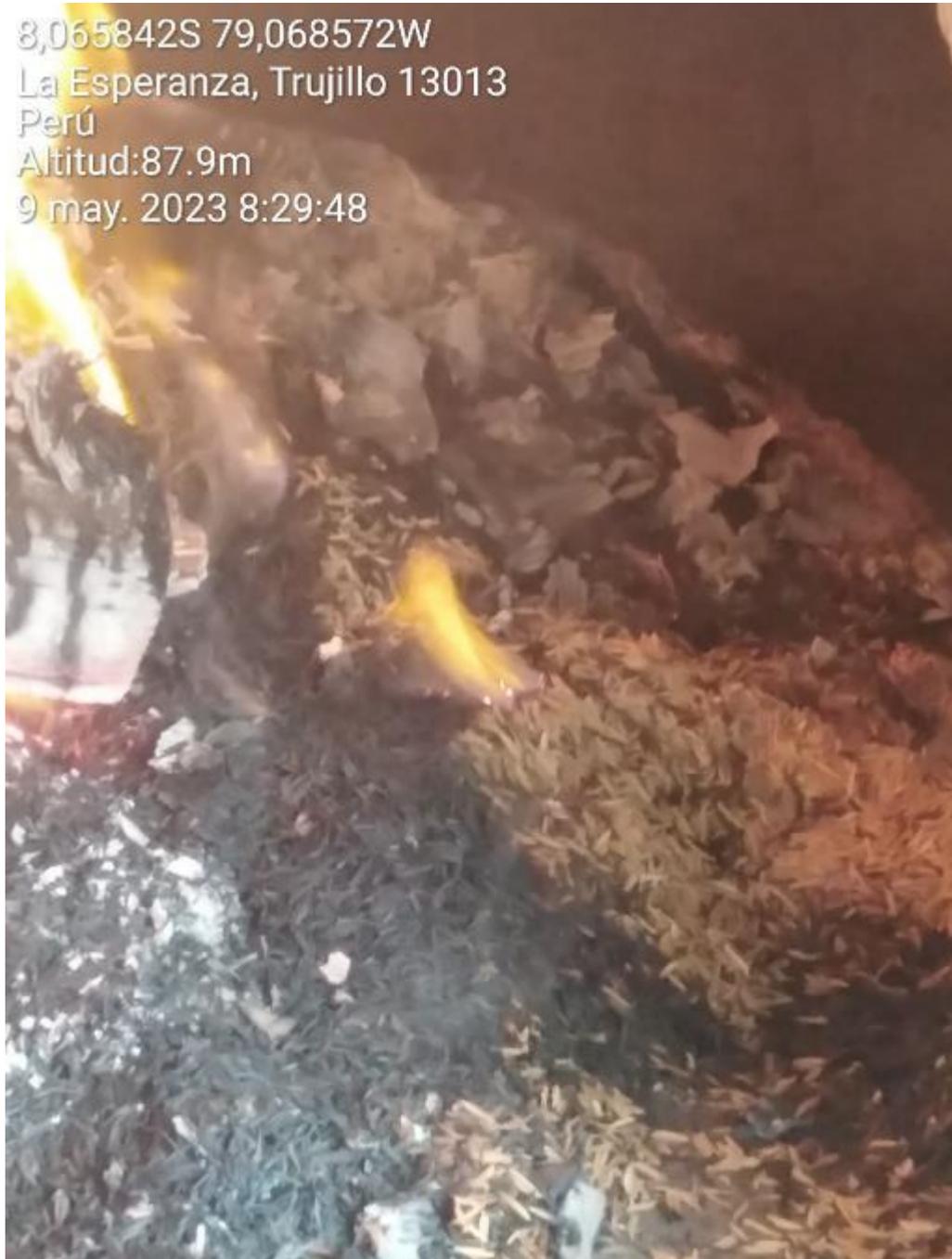
Anexo 69

Muestras de cascara de arroz que serán llevadas a calcinación.



Anexo 70

Calcinación controlada de la CCA.



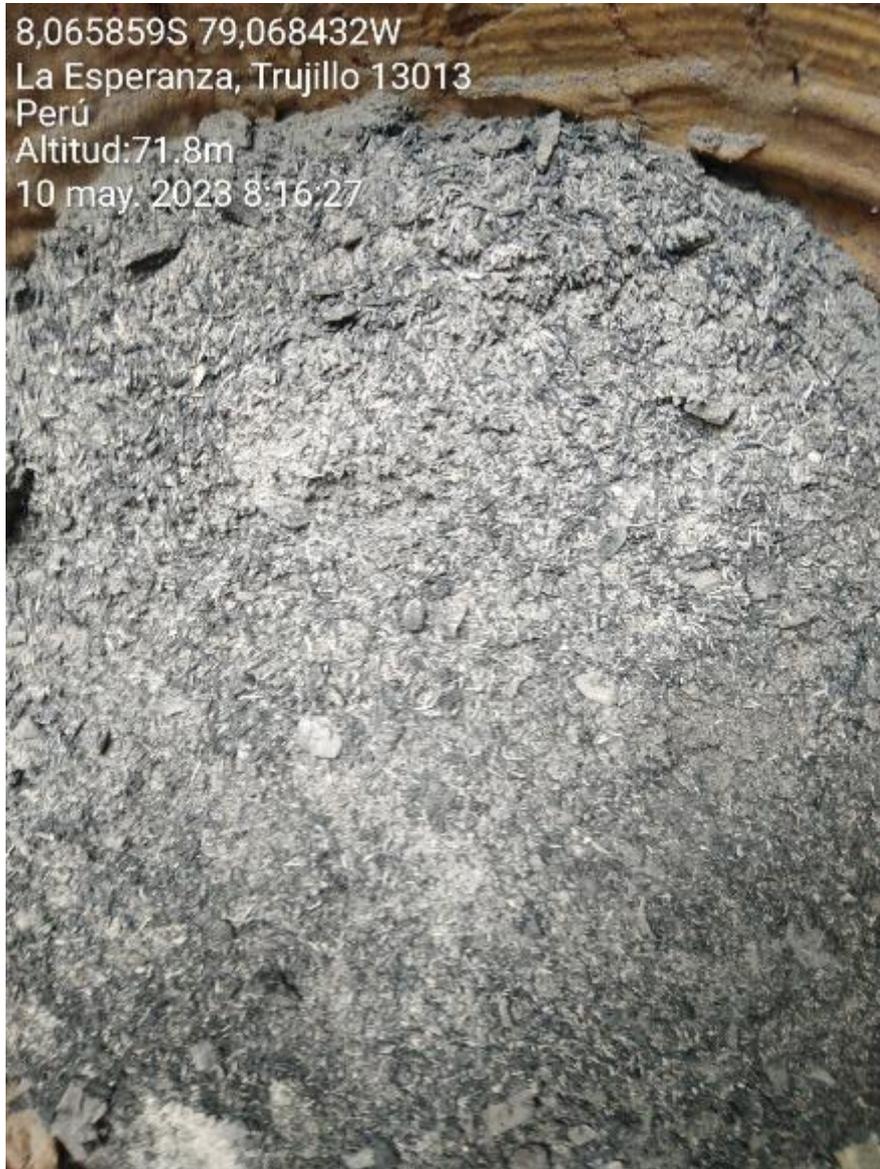
Anexo 71

Recojo de la CCA para ser llevada al laboratorio.



Anexo 72

Ceniza Obtenida Post Calcinado.



Anexo 73

Presentación de las muestras de suelo que serán usadas en el laboratorio.



Anexo 74

Cal seleccionada para la elaboración de esta investigación.



Anexo 75

Selección de tamices para el estudio.



Anexo 76

Pesado de muestra de suelo para llevarla al horno.



Anexo 77

Ejecución de ensayo Proctor Modificado.



Anexo 78

Aplicación de la energía modificada sobre la muestra de suelo.



Anexo 79

Identificación De los porcentajes para la modificación del C.B.R.



Anexo 80

Realizando las combinaciones de las 3 variables de la investigación (suelo + CCA + Cal).

