



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero civil**

Autores:

Jerson Smith Fabian Ramos  
Luis Alberto Gonzales Paredes

Asesor:

MBA. Ing. José Luis Neyra Torres

Trujillo - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor ..., docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Jerson Smith Fabian Ramos
- Luis Alberto Gonzales Paredes

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Inclusión de caucho granulado de neumáticos reciclados para mejorar propiedades mecánicas del pavimento flexible en las urbanizaciones de San Isidro – Trujillo. para aspirar al título profesional de: **Ingeniero civil** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic. /Mg. /Dr. Nombre y Apellidos  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados Han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y  
Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y  
Apellidos  
Jurado

---

Ing. /Lic. /Dr. /Mg. Nombre y  
Apellidos  
Jurado

## **DEDICATORIA**

Este trabajo, está dedicado para mi madre como la mejor y más importante maestra de vida y para mi hija Emma Sophia Fabian Guerra.

## AGRADECIMIENTO

¿Cómo puede, alguien decir “Gracias” cuando hay tantas personas a quien agradecer?

Este trabajo, es una forma de agradecer a mi madre María Ceferina y mi hermano mayor Freddy M., que siempre me enseñaron del amor y la amabilidad. A mi esposa Flor Guerra, quien hace que mi vida sea completa. Flor, es mi socia en la relación, la aventura y la vida. A los padres de Flor: Donald y Hilda Medina, por criar una hija tan maravillosa. Agradezco a Carol y Larry Marquina por obsequiarme su amistad y aliento continuo para con la carrera. A cada uno de mis docentes, en especial al MBA José Luis Neyra Torres, sin él, este trabajo no hubiese sido posible, por haberme guiado en todo el proceso y educación continua.

Por ser grandes amigos y haber apoyado mis proyectos; Luis Gonzales, Adrián Guarnís, Rosmeri Segura, Maira Vázquez.

¡Agradecido con Dios en todo momento!

## Tabla de contenidos

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1:** Clasificación de suelos según AASHTO

**Tabla 2:** Sistema AASHTO de clasificación de suelos según Braja Das

**Tabla 3:** Simbología y descripción del Sistema Unificado de clasificación de suelos

**Tabla 4:** Clasificación de suelos según el sistema SUCS

**Tabla 5:** Toma de muestras

**Tabla 6:** Testigos por muestra a ensayar

**Tabla 7:** Tamices de malla cuadrada

**Tabla 8:** Cantidades mínimas a ensayar para el contenido de humedad.

**Tabla 9:** Tabla A.1 – factor para límite líquido según número de golpes

**Tabla 10:** Estimados de precisión.

**Tabla 11:** Valor de relación de soporte – CBR

**Tabla 12:** Operacionalización de la variable independiente

**Tabla 13:** Operacionalización de la variable dependiente

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1:** Densidad de campo a nivel se subrasante

**Figura 2:** Análisis granulométrico de muestra natural

**Figura 3:** Contenido de humedad de muestra natural



## ÍNDICE DE ECUACIONES

**Ecuación N° 1:** Calculo granulométrico por tamizado

**Ecuación N° 2:** Calculo para el contenido de humedad

**Ecuación N° 3:** Calculo para determinar el límite líquido

**Ecuación N° 4:** Calculo para determinar límite plástico

**Ecuación N° 5:** Calculo para la determinación de Proctor modificado

**Ecuación N° 6:** cálculo para determinar el ensayo CBR

## RESUMEN

Hoy en día la construcción y reconstrucciones en el Perú; viales y en edificaciones; se consolida, como, uno del sector con más movimiento en el mercado, no solamente por lo económico sino también por lo que cada construcción representa socialmente. En un país como el nuestro, donde el crecimiento es cada vez mayor, y en su mayoría de veces sin control, debido a ello nos conlleva a tener un índice elevado de concreto desechable; sin darle un uso de manera positiva para la sociedad y medio ambiente, donde solamente lo estamos acopiando en lugares clandestinos sin un control o utilizando para un relleno masivo sin fin y sin medir las consecuencias a futuro.

Considerando la importancia de la crecida de nuestra sociedad estructuralmente, por el mismo desarrollo nos vemos en la obligación como ingenieros de plantear nuevas maneras para futuras construcciones, aplicando nuevas metodologías en la construcción como por ejemplo incorporar un porcentaje de residuos producto de otras construcciones, en nuevos proyectos con la intención de mitigar los problemas medioambientales, económicos y socialmente a la larga. Este proyecto tiene la finalidad de poder mitigar el impacto ambiental, generado por los residuos de concreto reciclado; proveniente de las fases de una obra ya sea construcción vial, estructuras o saneamiento como es el caso. Haciendo una inclusión de concreto reciclado en un porcentaje adecuado que alcance mejores características, ante la deformación plástica de los suelos arcillosos, estos serán al 7%, 11% y 21% de concreto chancado a una granulometría no mayor a 2", medida admisible por el Manual de diseño de carreras del MTC en suelos de baja capacidad portante como son las arcillas con la finalidad de mejorar sustancialmente la capacidad portante del suelo mediante el método del CBR.

Con esos nuevos procesos estaríamos logrando un medio ambiente más saludable, una vida útil de la materia prima más duradera y menos explotada. Proyectos con mejor calidad en cuanto a duración. Económicamente, permitiendo que los costos por mantenimiento rutinario sean menores en el tiempo; donde el ciudadano peruano sería el más beneficiado.

*Palabras claves:* Concreto reciclado, mejoramiento de suelos arcillosos, mejoramiento de CBR, Subrasante.

## ABSTRACT

Today the construction and reconstructions in Peru; roads and in buildings; it is consolidated, as, one of the sector with more movement in the market, not only economically but also because of what each construction represents socially. In a country like ours, where growth is increasing, and mostly without control, due to this it leads us to have a high rate of disposable concrete; without giving it a positive use for society and the environment, where we are only collecting it in clandestine places without control or using it for a massive endless filling and without measuring the consequences in the future.

Considering the importance of the growth of our society structurally, due to the same development we find ourselves in the obligation as engineers to propose new ways for future constructions, applying new methodologies in construction such as incorporating a percentage of waste product of other constructions, in new projects with the intention of mitigating environmental, economic and social problems in the long run. This project has the purpose of being able to mitigate the environmental impact, generated by the recycled concrete waste; coming from the phases of a work, be it road construction, structures or sanitation, as is the case. Making an inclusion of recycled concrete in an adequate percentage that achieves better characteristics, given the plastic deformation of clay soils, these will be 7%, 11% and 21% of concrete crushed to a granulometry not greater than 2", admissible measure by the MTC race design manual in soils with low bearing capacity such as clays in order to substantially improve the bearing capacity of the soil using the CBR method.

With these new processes we would be achieving a healthier environment, a longer useful life of the raw material and less exploited. Projects with better quality in terms of duration. Economically, allowing routine maintenance costs to be lower over time; where the Peruvian citizen would be the most benefited.

*Keywords:* Recycled concrete, clay soil improvement, CBR improvement, Subgrade.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día la construcción y reconstrucciones en el Perú; viales y en edificaciones se consolida, como, uno del sector con más movimiento en el mercado, no solamente por lo económico, sino también por lo que cada construcción representa socialmente. En un país como el nuestro dónde el crecimiento es cada vez mayor, y en su mayoría de veces sin control, nos conlleva a tener un índice elevado de concreto desechable; sin darle un uso de manera positiva para la sociedad y medio ambiente, donde solamente lo estamos acopiando en lugares clandestinos sin un control o utilizando para un relleno masivo sin fin y sin medir las consecuencias a futuro.

Cuesta Chalparizan (2014) indica que, Según el departamento administrativo de gestión medio ambiental, la personería municipal de Cali – Colombia y otras entidades en la capital de Valle de Cauca – Colombia, se generan diariamente 2 480 m<sup>3</sup> de escombros, de los cuales 76.6% son provenientes del sector de la construcción y el 23.4% provienen de modificaciones particulares de viviendas, estos son depositados de manera no controlada en un sin número de vertederos autorizados y no autorizados.

Sabiendo los porcentajes de generación de residuos de construcción en países vecinos como Colombia, nos comparamos y damos cuenta que la realidad peruana no está muy distante o mejor que ellos y ahí nuestro problema, de cómo controlarlo; considerando la importancia de la crecida de nuestra sociedad estructuralmente, por el mismo desarrollo nos vemos en la obligación como ingenieros de plantear nuevas maneras para futuras construcciones, aplicando nuevas metodologías en la construcción como por ejemplo incorporar un porcentaje de residuos producto de otras construcciones, en nuevos proyectos con la intención de mitigar los problemas medioambientales, económicos y socialmente a la

larga. Este proyecto tiene la finalidad de poder mitigar el impacto ambiental, generado por los residuos de concreto reciclado; proveniente de las fases de una obra ya sea construcción vial, estructuras o saneamiento como es el caso. Haciendo una inclusión de concreto reciclado a una granulometría admisible por el Manual de diseño de carreras del MTC en suelos de baja capacidad portante como las arcillas con la finalidad de mejorar sustancialmente la capacidad portante del suelo mediante el método del CBR.

Con esos nuevos procesos estaríamos logrando un medio ambiente más saludable, una vida útil de la materia prima más duradera y menos explotada. Proyectos con mejor calidad en cuanto a duración. Económicamente, permitiendo que los costos por mantenimiento rutinario sean menores en el tiempo.

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

Cuesta Chalparizan (2014). Santiago de Cali – Colombia. En su trabajo de grado para optar por el título con el tema: “evaluación del comportamiento mecánico de un suelo fino al adicionarle 3% de cal y diferentes porcentajes de concreto reciclado” recalca que: los suelos inestables pueden crear problemas significativos en las estructuras y pavimento. Con el diseño y técnica de construcción apropiadas, se puede tratar este tipo de suelos con ciertos materiales logrando una transformación física y/o química que mejore sus capacidades mecánicas de soporte, lo que se conoce como estabilización de suelos. Si se consigue que bajo ciertas condiciones RCD, tengan un proceso que hagan parte de una nueva estructura civil, en este caso mejorar las propiedades de resistencia del suelo, se estaría contribuyendo a la disminución de material que a diario llega a rellenos

sanitarios, aumentando la vida útil de estos y disminuyendo el impacto ambiental. Por estas razones se plantea, la posibilidad de evaluar una mezcla de suelo fino, con cierto porcentaje de concreto reciclado y cal con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, caracterizándolo y verificando que cumpla con las especificaciones con respecto a la norma INV E.

Los suelos de baja capacidad portante son muchos en nuestro país, así mismo los daños comunes reflejados en las estructuras y pavimentos elevando el costo por mantenimiento periódicos o cambio por completo y los residuos como los de concreto sean cada vez en más cantidades, donde posteriormente son arrojados sin un control adecuado, sin un tratamiento o reutilización en acopios y vertederos ilegales. Al no hacer un control de los residuos y no tener normas claras y vigentes que exija reutilizar con ciertos parámetros en nuevas obras a construir nos vemos obligados a proteger el medio ambiente buscando nuevas maneras de mitigar los grandes residuos de concreto desechado diariamente, con una propuesta no tan costosa; donde las obras nuevas a construir y el medio ambiente ganen de manera positiva grandes ventajas. Entonces, este trabajo de investigación plantea hacer uso del concreto reciclado en diferentes proporciones con la finalidad de mejorar capacidad portante como en las arcillas encontradas en obras de saneamiento, dándole un mejoramiento de CBR según normativa del manual de diseño de carreteras del MTC. Donde al hacer la inclusión de concreto reciclado estaremos también ganando en la calidad de medio ambiente, mejorando durabilidad de obras dado que al mejorar suelos de subrasante se tendrá mejores obras de pavimentación, asimismo en el



tiempo reduciendo los costos por mantenimiento y relaciones debido al asentamiento de suelos inestables como son las arcillas.

Oviedo y Cárdenas (2021) Bogotá – Colombia. En su trabajo: “evaluación del comportamiento mecánico de una subrasante mejorada con rajón de concreto reciclado, mediante una modelación a estala física y numérica, caso de estudio vías Samarkanda, Funza Cundimarca” refiere que en los ensayos de CBR se observó un incremento en la capacidad de soporte del material al ingresar residuos de concreto, posiblemente por procesos conjuntos de estabilización mecánica (compactación) y química (minerales de cemento).

Actualmente ya existen datos cuantificados de buenos resultados, dados de un producto experimental; que ya se vienen dando en otros países vecinos. Ello nos ayuda a confiar en nuestro interés, de buscar nuevos procesos con porcentaje adecuado para nuestro tipo de suelo, donde el mejoramiento de la capacidad portante con ayuda del CBR, de un suelo arcilloso sea el resultado. Hoy en día 2021 las obras de saneamiento vienen ejecutándose en mayor porcentaje respecto a otros tipos de obras y estas a su vez generando residuos de concreto en cantidades masivas, y sus expedientes no contemplan un porcentaje de reutilización. Así mismo, estas mismas obras en sus especificaciones técnicas solicitan y transcriben que los rellenos de material luego de una excavación e instalación de tubería sean con el material propio de la excavación, sin ninguna mejora de por medio; por ejemplo en la obra de: “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de baños del inca y anexos, distrito

de los baños del Inca – Cajamarca - Cajamarca”, se vienen generando residuos de concreto, acumulándolos en áreas descampadas aprobadas para su acopio pero sin un fin. Y los rellenos se vienen realizando con el mismo material extraído de la excavación, donde Cajamarca siendo un territorio de muchos suelos arcillosos no sufren un proceso de mejora en cuanto a estabilización de suelos a nivel de subrasante para obtener mejores resultados.

Quintero Esquivel (2017) Bogotá-Colombia. En su trabajo para optar por el grado de ingeniero “suelo-cemento con sustitución en franja granulométrica con concreto reciclado” describe que: existen legislaciones, que basadas en los principios de la constitución política de Colombia, son expedidas por los diferentes departamentos y municipios para el manejo adecuado de los residuos de la construcción.

En el estado peruano aún no tenemos leyes que se hagan efectivas para la reutilización restos de pavimentos. Pero sería muy beneficio medioambientalmente y como reducción de extracción de materia prima para fabricar más. Lo cual nos conllevaría a mejores resultados para las obras públicas en su durabilidad y ahorro de costo por mantenimiento rutinarios. Este proyecto plantea ello, mejorar los suelos arcillosos para alcanzar mejores características de resistencia con procesos que en todo momento sea amigables con el medio ambiente, lo cual no es muy costos dado que el producto de primera necesidad actualmente está siendo desperdiciado en acopios o vertederos sin un fin provecho para la sociedad.

### 1.2.2. Antecedentes nacionales

Quispe Ponce (2020) Lima - Perú. En “análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base los olivos -2020”. Afirma en sus conclusiones que el CBR del material natural es de 85.3% con 2% de adición de cemento reciclado es 90.7% con 4% es 92.0% y con 6% es 95.2%.

Dados estos resultados en su estudio nacionales se tiene de la intención de mejorar las características en los suelos arcillosos a nivel de subrasante para obras de saneamiento, por lo este proyecto pretende hacer la inclusión de concreto reciclado elevando los porcentajes de inclusión al 7% 11% y 21% para obtención de porcentajes más altos en fusión del CBR.

Del Rio Huamán (2017) Chimbote – Perú. En: “optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para Pavimentos, Provincia de Trujillo, La Libertad”. Confirma que la tecnología existente para el reciclaje por medio de la trituración mecánica ya está disponible y es relativamente económica. En todo momento los procesos y mejoras que se plantean realizar tienen que ser evaluadas de manera parcial en lo económico, tanto como procesos convencionales y mejorados, así determinando cuán rentable se volvería llevarlo a cabo, este estudio también tiene la finalidad poder calcular cuán costoso nos saldría hacer la inclusión de concreto reciclado en nuestro país, con la comparación simple de partidas como viene hacer el transporte y eliminación de material residual con el método de trabajo a implementar.

Fernández Flores (2018) Lima. En su trabajo de investigación “Estabilización de subrasante con material de demolición en avenida malecón checa, san juan de Lurigancho en el 2017” se plantea como objetivo determinar la estabilización de subrasante. Y concluye que las demoliciones de pavimentos influyen significativamente con respecto a la estabilización de subrasante, los ensayos que se realizaron fueron para estimar su influencia del suelo natural mediante la dosificación de materiales de demolición en 10%, 20% y 30%, el cual se obtuvo resultados óptimos que cumplen con los estándares de subrasante del MTC.

Viendo la incidencia de manera general que el mejoramiento de suelos con material reciclado de la construcción convencional similares son favorables, pretendemos aplicarlos también en el áreas de saneamiento con futura intención de tratar suelos arcillosos y mejorar la calidad de obras en durabilidad y minimización de costo por mantenimiento, en aquí nuestras meta y propuesta de incluir un 7%, 11%, 21% de concreto reciclado producto de demolición en vías pavimentadas donde mencionado material no tiene ningún fin posterior a la demolición e eliminación.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Concreto**

Gutiérrez de López I. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Centro de publicaciones universidad nacional de Colombia sede Manizales. Indica que: Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arenas y gravas y en algunos casos de adictivos.

Hoy en día uno de los materiales más utilizados en el Perú y el mundo es el concreto, su composición y sus características de alta resistencia a la compresión hace que sea el más utilizado. Al combinarlo con acero en su interior, se logra obtener un material mucho más resistente llamado, concreto armado, válido para obras de edificación, puentes, vías y pisos. Para alcanzar mayores características de trabajabilidad y tiempo de trabajo también está permitido incluir aditivos.

### **1.3.2. Concreto reciclado**

Quinteros Esquivel (2017). Indica que todo concreto que es fabricado con agregados finos y grueso obtenido de un proceso de reciclaje viene a ser el considerado como tal.

En Perú, sus fases en las obras de construcción y reconstrucción vienen generando muchos residuos de concreto, en su mayoría limpios de contaminantes e impurezas, quedando aptos para poder alargar su vida útil en composiciones diferentes, debido a ello se piensa reutilizar todo concreto demolido y desperdiciado en las obras de saneamiento, para ello la finalidad es poder cuantificar su cantidad de agregado grueso y fino de dicha descomposición, mediante un procesamiento mecánico en bajas y grandes cantidades, lo cual se tendrá que procesar en plantas especializadas donde el material pueda salir totalmente limpio de impurezas que dificulten la adherencia entre sí.

### **1.3.3. Suelo**

Badillo y Rodríguez (2005). *Mecánica de suelos tomo I*. Noriega editores.

“Todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas. Quedan excluidas de la definición las rocas sanas, ígneas y metamórficas y los depósitos sedimentados altamente cementados, que no se ablandan o desintegran rápidamente por acción de la intemperie”.

Badillo nos hace referencia que en las obras de ingeniería necesitamos del suelo para poder edificar, y en su mayoría se hace uso del mismo suelo o tierras para poder construir como por ejemplo en las carreteras, se necesita de material propio para capas de relleno a niveles de subrasante, en la construcción de terraplenes, diques de contención, casas y edificios, obras de saneamiento entre otras obras. El suelo en cada obra vendría a ser la estructura más dada, que es poco probable construir sin él, sus características físicas mecánicas hacen que su inclusión en las obras sea inevitable dando buenos resultados en todo momento, eh ahí su importancia de incluirlas.

#### **1.3.4. Tipos de suelo**

Ramírez Carbajal (1997). Nos dice que existen diferentes tipos de suelos. Entre ello resalta los siguientes.

- Suelos arenosos
- Suelos calizos
- Suelos húmíferos
- Suelos pedregosos
- Suelos mixtos
- Suelos arcillosos

Nuestro Perú destaca por ser un territorio grande debido a su gran extensión, pero más no en localidad de suelos confiables para edificaciones, en los desiertos predominan los suelos arenosos, los cuales no son aptos para la construcción. En los cerros y colinas predominan los suelos rocosos, se podría decir que este tipo de suelo es el mejor para lo cimiento de cualquier tipo de construcción, ya sea de carretera, edificación o saneamiento debido a su alta resistencia ante la deformación. En la costa norte como Piura y Tumbes los suelos son arcillosos y alcalinos, los cuales no son muy aptos para la construcción debido a sus altas características de deformación plástica cuando son sometidos a cargas puntuales o distribuidas. En el litoral de la selva peruana predominan los suelos calcáreos de color rojizos y pardos rojizos con altos contenidos de arcilla, sumadas las altas presencias de lluvia, lo vuelve desfavorables en todo momento para las construcciones.

### **1.3.5. Arcillas**

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor de 0.002 mm, cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. Palomino Terán (2016).

Este tipo de suelo en nuestra nación lo vamos a encontrar continuamente en los litorales peruanos, predominando en la costa norte, serranía cajamarquina y ande libertino. Se sabe que las características de estos suelos finos con altos niveles de retención de agua no son muy aptos y recomendados para cualquier tipo de construcción, debido a que cuando están expuesto por mucho tiempo y

a altas temperaturas tienen a sufrir fisuramiento y agrietamientos superficiales disminuyendo su resistencia dado que se vuelve frágil a la compresión. Así mismo, cuando se encuentran expuesto a lluvias o climas húmedos este tipo de suelo se vuelve muy flexible, aumentando su grado de plasticidad y deformación, siendo las características más perjudiciales en la construcción.

### **1.3.6. Clasificación de suelos**

#### **1.3.6.1. Sistema ASSHTO**

Según Braja Das (1999). En su libro de principios de ingeniería de cimentaciones. Cuarta edición. Internacional Thomson editores. Incida que el sistema de clasificación de suelos AASHTO fue propuesto originalmente por el Highway Research Board's committee sobre clasificación de materiales para subrasante y caminos de tipo granular por los años 1945. De acuerdo con la actual forma de este sistema los suelos pueden clasificarse según ocho grupos principales; A-1 al A-8, en base a sus distribuciones granulométricas, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos comprendidos entre los grupos A-1, A-2 y A-3 vendrían a ser los de grano grueso. Y los suelos de los grupos A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 son de grano fino. En el grupo A-8 ingresarían los suelos con gran cantidad de material orgánico, estos son identificados visualmente por ejemplo las turbas y el lodo.

#### **Tabla 1**

*Clasificación de suelos según AASHTO*



<b>Materiales de grano grueso</b>	A-1
	A-2
	A-3
<b>Materiales con granos finos</b>	A-4
	A-5
	A-6
	A-7
	A-8
<b>Suelos altamente orgánicos</b>	A-8

*Nota.* Elaboración propia. Agrupación de suelos según el sistema ASSHTO

**Tabla 2**

*Sistema AASHTO de clasificación de suelos*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasan por la malla no. 200)						
	A-1			A-2			
Clasificación del grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
<b>Análisis por cribas (%)</b>							
Malla no. 10	50 máx						
Malla no. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla no. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
<b>Para la fracción que pasa la malla no. 40</b>							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (PI)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Calificación de la capa	Excelente a buena						
Clasificación general	Materiales de lodo y arcilla (Más del 35% de la muestra total pasa por la malla no. 200)						
Clasificación del grupo	A-4		A-5	A-6		A-7	
						A-7-5 <sup>a</sup>	A-7-6 <sup>b</sup>
<b>Análisis por cribas (%)</b>							
Malla no. 10							
Malla no. 40							
Malla no. 200	36 mín		36 mín	36 mín		36 mín	
<b>Para la fracción que pasa la malla no. 40</b>							
Límite líquido (LL)	40 máx		41 mín	40 máx		41 mín	
Índice de plasticidad (PI)	10 máx		10 máx	11 mín		11 mín	
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos			Principalmente suelos arcillosos			
Calificación de la capa	Regular a pobre						
	<sup>a</sup> Si $PI \leq LL - 30$ , es un A-7-5. <sup>b</sup> Si $PI > LL - 30$ , es un A-7-6.						

*Nota:* Datos tomados del libro, Principios de ingeniería de cimentaciones de Braja M. Das (1999) California State University, Sacramento.

### 1.3.6.2. Sistema SUCS

Braja Das (1999). En su libro de principios de ingeniería de cimentaciones. Cuarta edición. Internacional Thomson editores. El sistema Unificado de Clasificación de Suelo fue originalmente propuesto por A. Casagrande en 1942

y después revisado y adaptado por el Bureau Of Reclamation de Estados Unidos y por el cuerpo de ingenieros, este sistema se usa prácticamente en todo trabajo de geotecnia. Este sistema describe la textura y cantidad de partículas de un suelo. Este sistema puede ser utilizado en todos los tipos de materiales y aplicados en la ingeniería civil como en la geología, luego de someterlo a algunos análisis se clasifica según un símbolo de dos letras lo cual correspondería a su nombre de representación.

### Tabla 3

*Simbología y descripción del Sistema Unificado de clasificación de suelos*

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduados	Mal graduados

*Nota:* Datos tomados del libro, Principios de ingeniería de cimentaciones de Braja M. Das (1999) California State University, Sacramento. Describe su simbología y descripción de cada material, primera y segunda letra.

### Tabla 4

*Clasificación de suelos según el sistema SUCS*

Suelos granulares grueso >= al 50% retenido malla N°200 (0.075mm)	<b>Gravas</b>	Grava limpia < 5% que pasa malla N°200	<b>GW</b>	Grava bien graduada, grava fina o gruesa	
		< al 50% que pasa tamiz N°4 (4.75mm)	<b>GP</b>	Grava pobremente graduada	
	<b>Arenas</b>	Grava con mas del 12% de fino que pasa la malla N°200	<b>GM</b>	Grava limosa	
		Arena limpia < 5% pasa tamiz N°200	<b>SW</b>	Arena fina a gruesa	
		>= al 50% que pasa tamiz N°4	<b>SP</b>	Arena pobremente graduada	
		Arena con mas del 12% de fino que pasa la malla N°200	<b>SM</b>	Arena limosa	
Suelos granulares fino > 50% pasa tamiz N°200	<b>Limos y arcillas</b>	Inorgánico	<b>ML</b>	Limo	
		<50 en limite liquido	<b>CL</b>	Arcilla	
	<b>Limos y arcillas</b>	Orgánico	<b>OL</b>	Limo Orgánico, Arcilla Orgánica	
		> 50% pasa tamiz N°200	Inorgánico	<b>MH</b>	Limo de alta plasticidad, limo plástico
		>= 50 en limite liquido	Orgánico	<b>CH</b>	Arcilla de alta plasticidad
				<b>OH</b>	Arcilla Orgánica, limo orgánico
<b>suelos altamente orgánicos</b>			<b>Pt</b>	Turba	

*Nota.* Elaboración propia. Clasificación de suelos según el sistema SUCS.

### 1.3.7. Sub rasante

El Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento: sección Suelos y Pavimentos (2014). Consideran que son todas aquellas capas inferiores a las de termino, y como materiales considera aptos para las capas de subrasante los suelos con  $CBR \geq 6\%$ . En caso de ser menor (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de suelos.

El MCT acepta la colocación de capas a nivel sub rasante, lo cual puede ser en planos verticales o inclinados debido a la envergadura de la obra, para este caso como en carreteras, así mismo estas capas pueden tener varias características físicas mecánicas; desde materiales considerados como afirmados y materiales granulares como base granular. Están diseñadas también los niveles de sub rasante, luego de ser preparadas y compactadas manualmente o en su mayoría de veces maquinado, para soportar estructuras rígidas como vienen a ser los

pavimentos rígidos o también pavimentos flexibles como loas asfaltos en caliente y en frío con la única finalidad de mejorar sus características frente a la deformación.

### Figura 1

*Densidad de campo a nivel se subrasante*



*Nota.* Fotografía de una densidad de campo a nivel de subrasante con material de préstamo a nivel de afirmado de la obra “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de Baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca”. Jirón Zepita tramo 103 entre los buzones BR-58 al BR-235 del proyecto.

#### 1.3.8. Suelos estabilizados

El MTC en el Manual de Carreteras; Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento: sección Suelos y Pavimentos (2014). Define que son los suelos pobres o inadecuados de baja estabilización a los cuales es necesario adicionarle un estabilizador como cal, cemento, o un aditivo químico o iónico.

Actualmente el MTC aprueba y acepta la estabilización de suelos con aditivos diversos, que proporcionen mejores características, ante la deformación del suelo naturales; este estudio intenta darle mayor validez a la reutilización de

concreto reciclado en obras públicas como privadas, debido a la falta de aceptación normativamente de su inclusión como estabilizadores de suelos. El estudio tendrá un análisis del impacto en mejorar el CBR en suelos arcillosos para obras de saneamiento a nivel nacional y un análisis en costo beneficio para determinar la rentabilidad económica de realizar el proceso adecuado y a futuro sea aceptable normativamente.

### **1.3.9. Obras de saneamiento**

La hidráulica urbana, tiene como uno de sus objetivos la parte sanitaria para la prevención de las enfermedades de tipo hídrico, tanto en la distribución del agua potable como en la recolección del agua residual. Esto da como resultado que los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario sean complementarios.

En los últimos meses el estado peruano viene promoviendo las obras de agua y alcantarillado donde los principales beneficiados son los ciudadanos, dándoles una mejor calidad de vida; por ejemplo tenemos las obras de: “mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Huamachuco - distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión - La Libertad”, “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de Baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca” entre otras obras de gran envergadura.

#### **1.3.9.1. Sistema de agua potable**

La norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano indica que: La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período

de diseño. La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

Esta norma fija los requisitos mínimos que deben de contemplar las obras de saneamiento para la instalación de agua potable. Así mismo, estas obras deben de garantizar una vida útil elevada, y más que ello garantizar que el caudal máximo diario requerido abastezca a una población determinada que es el objetivo específico de un proyecto en sistema de agua potable.

### **1.3.9.2. Sistemas de alcantarillado**

La norma OS.070 Redes De Aguas Residuales; nos define que viene a ser el conjunto de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales generadas en las viviendas.

Hoy en día tener servicios de alcantarillado en un derecho que tenemos todos los peruanos, es por ello que el estado promulgo leyes respecto a servicios básico para la población, es así donde se ve en la obligación de instalar, mejorar, ampliar y destinar recurso para obras de saneamiento, donde el principal beneficiado es el ser humano.

## **1.4. Formulación de problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?

### **1.4.2. Problemas específicos**

#### **Problema específico 1**



¿Cómo influye un suelo arcilloso a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado?

### **Problema específico 2**

¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?

### **Problema específico 3**

¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?

### **Problema específico 4**

¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?

## **1.5. Justificación**

Hernández et al. (2014) Define que la justificación de un proyecto siempre nos indica el porqué de la investigación, exponiendo sus razones. Por medio de la justificación debemos demostrar que el estudio es necesario e importante.

Debido a la consideración y poder determinar la importancia de nuestro estudio incluimos los siguientes apartados. Con la finalidad de darle realce a las nuevas propuestas para la construcción.

Teóricamente.- Quinteros Esquivel (2017). Las experiencias han demostrado que, con una apropiada planeación, técnicas de construcción y

pruebas de control, la calidad del concreto hecho, usando agregados de material reciclado es apropiada.

Relativamente tenemos evidencia de otros estudios similares donde su aplicación de estabilizantes en suelos arcillosos arroja características físicas–mecánicas mejoradas. Basándonos en ello y al apoyo que brinda el MTC al autorizar se puedan estabilizar suelos con diferentes químicos y materiales lo hacemos posible. Este estudio tiene la importancia teóricamente ya que es posible estabilizar los suelos, para esta ocasión, se propone un método diferente a los convencionales, así mismo con el cual ayudaremos a proponer nuevas metodologías a considerarse en la construcción y en una futura inclusión en el MTC dado que no son perjudiciales a la vida humana, y donde el ciudadano será el principal beneficiado con la alta calidad de obras y mejora de calidad de vida.

Técnicamente.- actualmente el MTC acepta la estabilización de suelos. E ahí su importancia de poder presentar nuevos procesos para la estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante. Este estudio pretende utilizar técnicas, y procesos mejorados para que en un futuro este tipo de estabilización de suelo, pueda ser considerado dentro de la normativa peruana, así mismo, contribuir abiertamente a los pobladores peruanos con nuevos conocimientos en mejoramiento de suelos y que pueda ser aplicado en las construcciones comunes y convencionales de todo tipo, como en: viviendas, rellenos, carreteras, etc. y aún más realza su importancia debido



a que se realiza con materiales del entorno que en muchas veces pasan hacer desechados por la misma razón de que no se sabe qué hacer con ellos.

Económica.- Forero Ramírez (2017). la Dra. Forero Presidente ejecutiva de Camacol, consejera FIIC recalca qué; es bien conocido que el sector de la construcción es un instrumento de gran relevancia en la política económica, siendo muy reconocida su contribución para acelerar el crecimiento, crear empleo y convertirse en un pilar simultáneo del consumo (en relación a los insumos), inversión (hogares y firmas) y valor agregado.

Sabiendo la importancia económica que puede dar realce una construcción, buscamos economizar los procesos y mejorar la calidad obras en el tiempo. Que con el dinero sobrante y no utilizado para mantenimientos rutinarios o reconstrucciones por malos procesos y malos materiales que se destine anualmente en el estado peruano. Se construyan nuevas y mejores obras. Este estudio propone reutilizar el concreto reciclado producto arrojado en el proceso de obras de alcantarillado y pavimentación; con la intención de reducir considerablemente el costo para obtención de nuevos materiales y mantenimientos futuros. Donde la sociedad misma, será beneficiada con mejores obras y mayor cantidad de obras.

Relativamente ambiental.- Moreno Pérez (2018). No dice: el principal beneficio es ambiental, ya que el desafío; es, mejorar la gestión de residuos, de conformidad con lo acordado en la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible.

Este estudio pretende presentar nuevos procesos, que permitan en todo momento alargar la vida útil del mismo material y de la durabilidad de

obras, donde en todo momento el medio ambiente no sea perjudicado. La inclusión de concreto reciclado aplicado a procesos convencionales en rellenos a nivel de sub rasante cuando existen terrenos arcillosos, en obras de saneamiento, está liberando automáticamente una gran carga de material contaminante, debido a que en lugar de tirarlos en vertederos generando desorden y focos infecciosos lo tendremos que reutilizar; Así mismo, seremos amigables con el medio ambiente también en la reducción de extracción en canteras de la materia prima para su fabricación inicial del concreto, dándole un mayor vida útil a lo ya fabricado.

Socialmente.- El desarrollo de una actividad genera impactos negativos y positivos sobre la comunidad en la que se desarrolle cualquier tipo de proyecto. Rojas y Sierra (2019).

Teniendo en cuenta estos conocimientos el presente trabajo de investigación tiene una importancia alta socialmente, cuando hablamos de alargar la vida útil de un material para este caso en concreto, hablamos de un bienestar social debido que, al alargar la vida útil del material, estaremos dándole mayor vida útil a las obras construidas con dicho material, como vienen a ser obras de pavimentación, carreteras, saneamiento, entre otras. Serán ejecutadas y reconstruidas a mayor cantidad de años, así mismo sus mantenimientos rutinarios serán realizados, menos veces que en una obra donde se utilicen procesos convencionales no mejorados, he ahí donde la población que recibe obra cualquiera que fuese, no se verá perjudicada eventualmente con el cierre de accesos y peatones, donde los negocios

pequeños y las empresas medianas no dejan de ejercer por mucho tiempo y periodos cortos bajando sus niveles de ingresos.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento

### **1.6.2. Objetivos específicos**

#### **Objetivo específico 1**

Determinar la influencia de un suelo arcilloso a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado.

#### **Objetivo específico 2**

Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

#### **Objetivo específico 3**

Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

#### **Objetivo específico 4**

Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

Se observa una mejora en la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis específica 1**

Se observa una baja capacidad portante en suelos arcillosos a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado.

#### **Hipótesis específica 2**

Se observa un incremento de propiedades con inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

#### **Hipótesis específica 3**

Se observa un incremento de propiedades con inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

#### **Hipótesis específica 4**

Se observa un incremento de propiedades con inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

## **1.8. Operacionalización de las variables**

### **1.8.1. Variable Independiente**

Para el caso en estudio, nuestra variable independiente viene a ser el concreto reciclado; lo cual lo definimos como las partículas de materiales anteriormente trabajados y unificados mediante un diseño de mezcla a una proporción adecuada para alcanzar ciertas características, de materiales seleccionados, con la finalidad de obtener una mezcla resistente que comúnmente conocemos como concreto. Operacionalmente lo trabajaremos manualmente golpeando con una comba hasta obtener la cantidad y la medida requerida para el presente estudio. Sus dimensiones a controlaremos será su máximo tamaño nominal de no mayor a 2", siendo este el tamaño más grande a incluirse en el estudio propuesto. Los indicadores a tomar en cuenta para su control y procesamiento serán mediante los ensayos de laboratorio avalados por el ministerio de transportes y comunicaciones, los cuales nos permite y recomienda utilizar instrumento de laboratorio calibrados y en buen estado como: mallas granulométricas, moldes para Proctor, moldes para CBR, entre otros.

**Tabla 12**

*Operacionalización de la variable independiente*

<b>VARIBLES</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Concreto reciclado	Viene a ser las partículas de materiales anteriormente trabajados y unificados mediante un diseño de mezcla, a una proporción adecuada para alcanzar	Se pretende trabajar manualmente, golpeando con una comba de dos libras hasta obtener la cantidad y la medida requerida para el presente estudio.	Sus dimensiones que controlaremos será su máximo tamaño nominal de no mayor a 2", siendo este tamaño más	Nuestros indicadores para un buen control y procesamiento lo realizaremos mediante los ensayos de laboratorio avalados por el ministerio de transportes y	- equipos de laboratorio (Mallas granulométricas, moldes Proctor y Índices multidimensionales . Escala unidimensional - Base de datos Excel

ciertas características, con materiales seleccionados, con la finalidad de obtener una mezcla resistente, que comúnmente conocemos como concreto.

grande a comunicaciones incluirse en el estudio propuesto

---

*Nota.* Elaboración propia, Operacionalización de la variable independiente correspondiente al presente estudio.

### 1.8.2. Variable dependiente

Hernández et al. (2014). Nos indica que: La variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella. Para el presente estudio tendremos como variable dependiente el mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante, en obras de saneamiento. Conceptualmente lo definiremos como la resistencia a la deformación, la cual viene a ser una propiedad natural de los suelos. Nuestro modo de operación será hacer una inclusión de la variable independiente (concreto reciclado) en proporciones determinadas por el tesista con la finalidad de alcanzar mejores características del suelo. Las dimensiones a controlar serán cuatro muestras distintas una al 0% de inclusión de concreto reciclado la cual lo llamaremos muestra patrón, una muestra al 7% de inclusión de concreto reciclado, al 11% y al 21%. Para este estudio tomaremos como indicadores los resultados de los ensayos de laboratorio con la finalidad de poder hacer una contrastación de datos finales

y determinar sus ventajas y desventajas de hacer esta aplicación, para ello tendremos como instrumentos de ayuda los registros de ensayos, las listas de verificación, los archivos Excel que se crearán por el tesista donde se pueda comparar todos los resultados obtenidos de cada ensayo realizado.

**Tabla 13**

*Operacionalización de la variable dependiente*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Mejoramiento de CRB en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante, en obras de saneamiento.	Viene a ser la resistencia a la deformación, la cual es una propiedad natural de los suelos.	Se hará una inclusión de la variable independiente (concreto reciclado) en proporciones determinadas por el tesista con la finalidad de alcanzar mejores características del suelo.	Las dimensiones a controlar serán cuatro: en función a la inclusión de concreto reciclado. 0% 7% 11% 21%.	Tomaremos los resultados de los ensayos de laboratorio como: - Humedad - Granulometría - Límites - Ensayos de compactación.	- listas de verificación - Equipos calibrados de laboratorio - procesador de datos Excel. - Equipos de compactación.

*Nota.* Elaboración propia. Operacionalización de la variable dependiente correspondiente al presente estudio.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según la manipulación de variables este estudio destaca por ser experimental. Bernal Torres (2010). Define que una investigación experimental. Se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos producidos por el propio investigador. Lo cual se pretende realizar con las variables de este proyecto, donde tendremos como variable independiente, al concreto reciclado, el cual lo incluiremos a un suelo arcillo, para alcanzar mejoras en la variable dependiente, que vendría hacer el mejoramiento del CBR en suelos arcillosos, al hacer la inclusión de concreto reciclado de 7%, 11% y 21% en una muestra patrón.

Según su naturaleza de datos lo determinaremos como cuantitativa. Bernal Torres (2010). Indica que un método cuantitativo se fundamenta en la medición de las características teóricas de los fenómenos sociales. Para dar lugar cuantitativamente pondremos a medición los resultados obtenidos producto de los ensayos de laboratorio, con ayuda de gráficos y valores comparándolos entre sí; logrando identificar la mejora o de pérdida de características en porcentajes determinados al finalizar dichos ensayos de corroboración. Al tener parámetros de medición, luego de ejercer los ensayos correspondientes en la muestra patrón y demás muestras con inclusión de concreto reciclado, se nos será más factible, concreto y fácil de determinar si el estudio planteado es conveniente ponerlo a práctica o no.

Según la profundidad de medición que se pretende lograr en este proyecto podemos indicar que viene a ser de tipo correlacional. Hernández Et al. (2014). Nos



dice que sirve para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales primero se mide cada uno de estas, y después se cuantifica, analiza y establecen las vinculaciones. Entonces, pondremos en medición cada variable individualmente, determinando características propias por separado con ayuda de los ensayos de laboratorio de suelos. Posterior a ello vincularemos la muestra patrón con la inclusión de concreto reciclado, asumiendo que al incorporar partículas sólidas de concreto reciclado a una granulometría determinada como máxima en suelos arcillosos podremos mejorar sustancialmente sus características de resistencia ante la deformación plásticas. Seguidamente con la vinculación de variables podremos saber hasta que porcentajes son favorables y recomendados trabajar este tipo de suelos.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

Bernal Torres (2010). Población es la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia. Para estudios del siguiente proyecto haremos inferencia especialmente en todos los suelos arcillosos en obras de saneamiento. La población en estudio la fijaremos a la obra en construcción de saneamiento, denominada: “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de Baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca”. Esta población testigo será elegido aleatoriamente por conveniencia propia del tesista. Las características a considerarse como principio para la investigación serán: suelos arcillosos, los cuales en su totalidad se sabe que tienen baja capacidad portante sin importar la elevada,

media y baja plasticidad, suelos que se encuentren y se usaran a nivel de subrasante.

Mediante los ensayos de laboratorio y finalmente con ayuda del ensayo de CBR podremos dar alcance al objetivo central que es poder determinar la mejora de la resistencia, gracias a la inclusión de concreto reciclado.

### 2.2.2. Muestra

Hernández Et al. (2014). Indica: Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. Dado que los suelos arcillosos en nuestro país abundan volviéndose una causa frecuente en fallas en la construcción, este estudio tomara como subgrupo a los suelos arcillosos de baja capacidad portante, de una obra de saneamiento en la ciudad de Cajamarca; donde tomaremos 4 calicatas por conveniencia, considerando los puntos más críticos del proyecto en ejecución “mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de baños del inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca” para una representación gráfica. Estas 4 calicatas tendrán las características dimensionales de 1m x 1 m x 1.5 m de profundidad respecto al nivel de subrasante. Serán tomadas en los jirones: jirón Zepita, Jirón Yahuar Huaca, jirón Mayta Cápac y jirón Ronald Guisa; todos ubicado en la misma ciudad de Baños del Inca – Cajamarca. Se recaudará 200 kilogramos de material extraído producto de las calicatas, hechas manualmente y con maquina como muestra del tipo de material principal a estudiar, obtenido la cantidad de suelo natural se ensayará por separado, una vez obtenido sus características, se hará la inclusión de concreto reciclado a los porcentajes de 7%, 11% y 21% y se volverá a ensayar, donde al finalizar se analizará

que porcentaje es más favorable aplicar y recomendar a utilizar. Hernández Et al. (2014). Indica: Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Entonces decimos que para este caso en estudio es adecuada una muestra no probabilística, pues se trata de un estudio experimental y con un enfoque fundamentalmente cualitativo; donde el tesista define la cantidad de especímenes a estudiar y lugares a ensayar; para posterior obtener un resultado concluyente, así mismo documentar la experiencia. Este tipo de proyecto pretende generar datos que constituyan a materia de más investigación a más profundidad y más precisa con la intención a futuro formar parte de la normativa peruana en estabilización de suelos, la cual actualmente ya admite su uso.

### Tabla 5

#### *Toma de muestras*

Lugar	Cantidad	Código	Dimensiones	Kilos
Jr. Zepita	1	C1	1m X 1m X 1.5m	50
Jr. Yahuar Huaca	1	C2	1m X 1m X 1.5m	50
Jr. Mayta Cápac	1	C3	1m X 1m X 1.5m	50
Jr. Ronald Guisa	1	C4	1m X 1m X 1.5m	50
<b>Total</b>	<b>4</b>			<b>200Kg</b>

Nota. Elaboración propia, 2021. Descripción grafica del lugar, cantidad, codificación, dimensiones y cantidad de muestra obtenida.

### Tabla 6

#### *Testigos por muestra a ensayar*

<b>Muestra</b>	<b>Testigos</b>
Muestra patrón	4
Muestra con 7% de concreto reciclado	4
Muestra con 11% de concreto reciclado	4
Muestra con 21% de concreto reciclado	4
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

Nota. Elaboración propia, 2021. Cantidad de testigos por muestras a ensayar.

## **2.3. Materiales e instrumentos**

### **2.3.1. Materiales**

#### **2.3.1.1. Muestra de suelo**

De manera aleatoria por conveniencia propia se identificó y se tomó una muestra de suelo, de 200 kg. Lugar de muestreo fue dado en del distrito Baños de Inca del departamento Cajamarca de la obra de saneamiento en ejecución denominada: “mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de baños del inca y anexos, distrito de los Baños del Inca – Cajamarca – Cajamarca”. Se procedió a extraer muestras de suelo en 4 lugares más desfavorables con apoyo manual y con máquina. La muestra tomada fue rotulada y transportada al laboratorio para iniciar análisis. El transporte de muestra de suelo, se realizó a través de bolsas impermeables, totalmente rotuladas, con la intención de conservar su pureza, sin algún contaminante externo a la operación.

#### **2.3.1.2. Concreto reciclado**

Producto de la operación en la obra de saneamiento, existe una partida denominada corte y demolición de pavimento rígido. El cual costa en cortar previamente el pavimento rígido con una cortadora PC 300 con un disco de corte 18”, una vez cortado en su totalidad los tramos a intervenir con las medidas necesarias se pasan a la demolición de pavimento con un martillo neumático. Producto de esta operación

el concreto anteriormente instalado en las vías pasa hacer un concreto desechable. Evidenciando el proceso en todo momento del ciclo del corte y demolición de pavimento pasamos a tomar 150 kg de pavimento como muestra a trabajar en el siguiente proyecto. El concreto reciclado es rotulado en bolsas plásticas y trasladadas al laboratorio donde se empezaras a trabajar los ensayos para su posterior una vez listo se haga la inclusión en el suelo arcilloso, como pretende el presente estudio.

### **2.3.2. Instrumentos**

#### **2.3.2.1. Análisis granulométrico de suelos por tamizado (NTP 339.28 – ASTM D 422 – MTC E 107)**

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Considera como objetivo principal: Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. Este ensayo viene a ser elaborado con ayuda de los tamices o comúnmente llamado mallas, lo cual nos ayuda a determinar cuantitativamente los porcentajes que pasar por cada uno; teniendo una cantidad de 13 tamices, como mínimo para poder realizar el ensayo. Viniendo hacer el más grande 3” equivalente a 75,000 mm y de abertura más pequeña la malla N° 200 equivalentes a 0,075 mm

**Tabla 7**

*Tamices de malla cuadrada*

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

*Nota.* Tabla numero 6 tomadas del Manual de ensayo de materiales - MTC.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo:

- 1 balanzas con sensibilidad de 0.01g.
- 1 balanza con sensibilidad de 0.1%.
- Estufa capaz de mantener temperatura constante 110 +/- 5°C.
- 13 tamices de malla cuadrada
- Recipientes para secado de muestra.
- Cepillo
- Brocha

### **Ecuación N° 1**

*Calculo granulométrico por tamizado*

**Porcentaje que pasa:**

$$\% \text{ Pasa } 0.074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso Retenido en el tamiz de } 0.074}{\text{peso total}} \times 100$$

**Porcentaje retenido:**

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{peso total}} \times 100$$

**Porcentaje que pasa:**

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$$

**Porcentaje de Humedad Higroscópica:**

$$\% \text{ Humedad higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire

W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

**2.3.2.2. Determinación del Contenido de humedad (NTP 339.127 – ASTM D 2216 – MTC E 108)**

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Considera como objetivo principal: Determinar el contenido de humedad de un suelo. El contenido de humedad viene a ser dado entre el peso de agua contenida en una muestra en estado natural, lo cual viene a ser determinada después de ser secada en el horno a una temperatura de 110 +/- 5°C. El peso que queda en el recipiente luego del secado viene a ser el peso de las partículas sólidas y la diferencia de peso corresponde a la cantidad

de agua. La importancia del contenido de humedad de un material es una de las características más importantes, debido a que gracias a ello nosotros podemos determinar su máxima densidad de suelo y controlar el comportamiento a futuro en las capas de relleno cualquiera que fuese, que netamente vendría hacer la estabilización del suelo.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo:

- Horno de secado
- 1 balanza de 0.01 g para muestras de menos de 200 g.
- 1 balanza de 0.1 g para muestras mayores de 200 g.
- Recipientes herméticos
- Desecador (opcional)
- Guantes
- Cuchillo
- Espátulas
- Cucharas
- Lona para cuarteo

## Ecuación N° 2

*Calculo para el contenido de humedad*

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

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

Donde:

W = es el contenido de humedad (%=



$M_{cws}$  = es el peso del contenedor más el suelo húmedo (gr)

$M_{cs}$  = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno (gr)

$M_c$  = es el peso del contenedor (gr)

$M_w$  = es el peso del agua (gr)

$M_s$  = es el peso de las partículas sólidas (gr)

### Tabla N° 8

*Cantidades mínimas a ensayar para el contenido de humedad*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (N° 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (N° 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

*Nota.* Tabla numero 7 tomadas del Manual de ensayo de materiales - MTC. Cantidades mínimas a ensayar según el tamaño máximo de partículas que pasan el 100%.

#### 2.3.2.3. Limite liquido (NTP 339.129 –ASTM D 4318 – MTC E 110)

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Determina que su objetivo principal con este ensayo es: determinar el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquidos y plástico. Nosotros lo definimos también como el contenido de humedad óptimo para que dos mitades de una mezcla de suelo de 1cm de espesor cierre a una longitud aproximadamente de 13 mm cuando deja caer la copa de la maquina casa grande con 25 veces, a una altura de 1cm a una razón aproximada de 2 golpes por segundo. Se

considera que la resistencia al corte de drenado del suelo en el límite líquido es de 2KPa, Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Lo suelos naturales para este ensayo también puede usarse con su humedad inicial, ello no ayudara a entender su consistencia relativa.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo,

- Recipiente para almacenar la muestra.
- Maquina Casagrande
- Acanalador
- Calibrador
- Taras con tapas que cierren bien
- 1 balanza
- Estufa
- Espátula
- Agua destilada

### **Ecuación N° 3**

*Calculo para determinar el límite líquido*

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

N = número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

$W^n$  = contenido de humedad del suelo

K = factor dado en la tabla A.1

**Tabla N° 9**

*Tabla A.1*

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

*Nota.* Tabla numero 9 tomadas del Manual de ensayo de materiales - MTC. Factores para el límite líquido según el número de golpes. Maquina Casagrande.

**Tabla N° 10**

*Estimados de precisión*

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Líquido	0,8	2,4
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Líquido	3,5	9,9

*Nota.* Tabla número 10 tomadas del Manual de ensayo de materiales - MTC. Tabla de estimados de precisión.

#### 2.3.2.4. Límite plástico ( NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 111)

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Tiene como objetivo: determinar el límite plástico de un suelo. Una vez realizado la determinación de límite líquido y con este el límite plástico también podemos calcular el índice de plasticidad de un mismo suelo. Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que puede formarse barritas de 3.2 mm (1/8") de diámetro, puede darse

manualmente o sobre un vidrio esmerilado (áspero). Este ensayo realiza su importancia dado que gracias a él podemos determinar ayuda de otros complementos su comprensibilidad, su permeabilidad, su compactibilidad, contracción y expansión y también la resistencia al corte de un suelo.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo.

- Espátula
- Recipientes de porcelanato
- Balanza 0.01 g.
- Horno
- Tamiz de N°40
- Agua destilada
- Vidrios reloj

#### **Ecuación N° 4**

*Calculo para determinar el Límite plástico*

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$\text{Índice de plasticidad} = \text{L.L.} - \text{L. P.}$$

Donde:

L.L. = límite líquido

P.L. = límite plástico

\*todo en número enteros

#### **2.3.2.5. Proctor modificado (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)**

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Establece que el principal objetivo con este ensayo es establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ( $2700 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56000 \text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$ )). Nosotros lo traducimos diciendo que son los procedimientos de compactación para determinar la relación entre contenido de agua y peso unitario seco de los suelos en la cual se ve plasmada en la curva de compactación. Puede realizarse en laboratorio como también in situ. Tiene tres métodos de aplicación: A, B, y C lo cual esta investigación se utilizará el método B ya que cumple con los criterios. Este ensayo solo puede aplicarse para suelos que en su granulometría las partículas retenidas en la malla  $\frac{3}{4}$ " (19.00 mm) sea el 30%.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo.

- Ensamblaje de molde
- Molde de 4"
- Pisón manual
- Extractor de muestras
- Balanza
- Horno de secado
- Regla
- Juego de Tamices

### **Ecuación N° 5**

*Calculo para la determinación de Proctor modificado*

Contenido de agua, W. calcular de acuerdo con el método NTP -339.127

Peso unitario seco (1)

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

$\rho_m$  = densidad húmeda del espécimen compactado ( $\text{Mg/m}^3$ )

$M_t$  = masa del espécimen húmedo y molde (kg).

$M_{md}$  = masa del molde de compactación (kg)

$V$  = volumen del molde de compactación.

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

$\rho_d$  = densidad seca del espécimen compactado ( $\text{Mg/m}^3$ )

$w$  = contenido de agua (%)

$$\begin{aligned} \gamma_d &= 62,43 \rho_d \text{ en } \text{ lbf/ft}^3 & (3) \\ \gamma_d &= 9,807 \rho_d \text{ en } \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Donde:

$\gamma_d$  = peso unitario seco del espécimen compactado.

$$W_{\text{sat}} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

$W_{\text{sat}}$  = contenido de agua para una saturación completa (%).

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua  $9.807 \text{ kN/m}^3$

$\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo

$G_s$  = gravedad específica del suelo.

### 2.3.2.6. California Bearing Ratio CBR (NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132)

Manual de ensayos de materiales - MTC (2016). Determina que es el ensayo para determinar un índice de resistencia de los suelos, denominado valor de la relación de soporte. Para este estudio el suelo analizado con CBR fue preparado, previamente se determinó la humedad y densidad. El ensayo de CBR se utiliza para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados en capas a nivel de subrasante, sub base, y materiales de base; así como también la clasificación de suelos según AASHTO y SUCS. El valor de resistencia del suelo que estará referido al 95% de la máxima densidad seca y una penetración con una carga no mayor de 44.5kN, a una velocidad de 1.27 mm por minuto.

Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), deberíamos de contar con los siguientes equipos para poder elaborar el ensayo.

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión.
- Molde metálico cilíndrico de 152.4 mm +/- 0.66mm de diámetro interior y de 177.8 +/- 0.46 mm de altura.
- Collar metálico suplementario de 50.8mm de altura
- Placa de base perforada de 9.53 mm de espesor
- Un disco espaciador de metal circular de 150.8 mm diámetro exterior, y de 61,37 +/- 0.127 mm de espesor.
- Pisón de compactación
- Aparato medidor
- Pesas anulares de 4.54 kg
- Pesas ranuradas de metal con 2.27 kg.
- Pisón de penetración

- Dos diales con recorrido de 25 mm y divisiones de lectura en 0.025mm.
- Tanque de agua
- Estufa 110° +/- 5°C.
- Balanza de 20 kilos de capacidad
- Juego de tamices
- Cuarteador
- Mezclador
- Probetas
- Espátula
- Discos de papel de filtro

### **Ecuación N° 6**

*Calculo para determinar el ensayo CBR*

#### **Humedad de compactación**

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H-h}{100+h} \times 100$$

Donde:

H= humedad prefijada

h= humedad natural

**Densidad.-** de la misma forma que se calcula el Proctor modificado donde se obtiene densidad máxima y la humedad óptima.

**Agua absorbida.-** a partir de los datos de la humedad antes de la inmersión y después de esta, la diferencia de estas se toma como humedad absorbida en porcentaje.

**Presión de penetración.-** la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para tener presiones reales a partir de los datos de prueba.



**Expansión.**- se calcula entre la diferencia entre las lecturas de deformímetro antes y después de la inmersión. Es decir:

$$\% \text{ expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde:

L<sub>1</sub> = lectura inicial en mm

L<sub>2</sub> = lectura final en mm

### Tabla N° 11

*Valor de relación de soporte - CBR*

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

*Nota.* Tabla número 11 tomadas del Manual de ensayo de materiales - MTC. Valor de relación de soporte, al tanto por ciento de presión ejercida por el pisón sobre el suelo para una penetración determinada.

## 2.4. Técnicas, recolección de datos y análisis de datos

### 2.4.1. Técnica

Del Rio Huamán (2017). Indica que: La observación es el procedimiento empírico por excelencia. Todo conocimiento científico proviene de la observación, ya sea directa o indirectamente. Para este estudio nosotros utilizaremos la técnica de la observación, esta técnica nos permite tener contacto directo con el caso de muestra en estudio, permitiendo determinar y verificar el paso a paso de lo que se está haciendo y analizando, de manera de cómo lo vamos desarrollando, en qué lugar, en qué condiciones lo venimos trabajando. Permite al tesista poder corregir inmediatamente, permite parar cuando sea necesario para tomar apuntes y no perder información por aceleración del proceso, en el caso de ensayos de laboratorio.

#### 2.4.2. **Recolección de datos, instrumentos.**

Hernández et al. (2014). Indica: la recolección de datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico. Este proyecto basado en la norma técnica peruana del MTC y en apoyo del laboratorio certificado por el mismo Instituto nacional de calidad (INACAL) Hermanos Urteaga contratistas S.R.L. que permiten y realiza la elaboración de bases de datos para un post operación e interpretación de resultados, con ayuda de programas computarizados realizaremos las fichas donde registraremos cada dato obtenido en los ensayos:

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado según NTP 339.28 – ASTM D 422 – MTC E 107.
- Determinación del Contenido de humedad según NTP 339.127 – ASTM D 2216 – MTC E 108
- Limite liquido según NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110
- Limite plástico según NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 111
- Proctor modificado según NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115.
- California Bearing Ratio CBR según NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132

Esta base de datos nos permitirá trabajar más de cerca con la variable independiente (variable uno) los cuales vendrá a ser índices multidimensionales y escalas unidimensionales que a través de un análisis documentario y estadístico nos ayudará a determinar las características de la muestra patrón, con la finalidad de poder incorporar concreto reciclado a una granulometría admisible de 2” de tamaño como máximo incorporado hacer que funcionen. Mediante ello lograremos un proceso deductivo, secuencial y probatorio logrando con en él, resultados más

objetivos y más coherentes. Así mismo para asegurar la calidad de datos referentes a la variable independiente y dependiente, nos apoyaremos en todo momento en la técnica de revisión de documentos que mantengan el mismo contexto o interés en estudio.

Para el segundo caso en la segunda variable (dependiente) aplicaremos mismas listas de verificación y registro elaborador por el laboratorio Hermanos Urteaga contratistas S.R.L. al finalizar haremos un cruce de información, identificando con gráficos comparativos con la finalidad de revisar y saber cuánto es el porcentaje de mejora del siguiente proyecto propuesto.

## **2.5. Aspectos éticos**

Según Flores (2018). “La ética, es un campo extenso en el que se abordan el conocimiento del hombre, el cual contribuye en la educación superior”. Sabiendo la importancia de la ética en los estudios de investigación nosotros como profesionales velaremos en todo momento por los buenos valores, donde los resultados obtenidos sean producto de ensayos elaborados en todo momento acorde a la normativa peruana, dentro de los parámetros establecidos. Así determinaremos una veracidad en los resultados para futuro estudios y consideraciones como pretende el presente proyecto.

## **2.6. Método general**

Según Flores (2018). "método es un procedimiento de condiciones que presentan sucesos específicos, características, verificables, observaciones empíricas y razonamientos rigurosos". Nuestro método general viene con la principal intención de poder guiar el proceso constructivo y documentario del estudio del presente proyecto de una manera ordena, fácil y sencilla de hacer e interpretar. Donde

partiremos en la realidad problemática, el problema y llegando a conclusiones de manera general, pero en si este apartado tratar de cómo se manejó el proceso de la muestra patrón y sus inclusiones propuestas por el tesista durante la elaboración de los ensayos.

- Se idéntico una realidad problemática que puede ser aprovechada por el ser humano con la intención de mejorar procesos convencionales en la construcción.
- Dado la identificación de matea prima (gratis) que se puede utilizar, es donde nace la iniciativa de poder elaborar este proyecto donde pretende mejor un suelo arcillo con su inclusión de concreto reciclado.
- Primero, se identificó las características del tipo de suelo del proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de Baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca” producto del problema al momento de colocar material para la subrasante.
- Segundo, por conveniencia propia, se determinó 4 puntos de muestreo, lo cual lo llamamos calicatas para obtener muestra, uniformizarla y trabajar con ella en todo el proceso de experimentación.
- Se extrajo la muestra de cada calicata, tomando una cantidad de 50 kg de cada una, lo cual se hermetizo en bolsas plásticas con la finalidad de que no pierda propiedades y no se contamine con alguna otra sustancia que pueda dañar su característica inicial.

- Cuarto, la muestra tomada en total 200 kg se trasladó al laboratorio donde se analizaría cuantitativamente, con la ayuda de una camioneta esto fue posible.
- Una vez en el laboratorio de proceder a juntar todas las muestras tomadas para homogenizar dicho material, acción realizada manualmente.
- Sexto, una vez mezclado todo el material se procedió hacer un cuarteo manual de material determinándose una porción de cuatro como muestra patrón.
- Una vez determinada la muestra patrón lo sometemos a los determinados ensayos según la intensión de dicho estudio, que para el cual se tomó la muestra.
- Los ensayos determinados por manual de diseño de carreteras apartado materiales para niveles de subrasante, son los siguientes los cuales se ensayaron y se analizaron individualmente. Análisis granulométrico de suelos por tamizado según NTP 339.128 – ASTM D 422 – MTC E 107, Determinación del Contenido de humedad según NTP 339.127 – ASTM D 2216 – MTC E 108, Limite liquido según NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110, Limite plástico según NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 111, Proctor modificado según NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115 y California Bearing Ratio CBR según NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132
- Novena, una vez procesado todos los ensayos, se procedió a la interpretación de resultado, con la finalidad de poder identificar sus características de la muestra patrón.

- De tal modo se realizó para la muestra de concreto reciclado. Se tomó una cantidad de 50 kg. La cual fue triturada manualmente hasta alcanzar partículas no mayores de 2”.
- Decima primera, una vez obtenidos los ensayos y características de las muestras, se procedió a incluir el concreto reciclado en tres proporciones diferentes 7%, 11% y 21% a la muestra patrón, la cuales posteriormente fueron analizadas por separado.

## **2.7. Aplicación de herramientas**

### **2.7.1. Análisis granulométrico de suelos por tamizado (NTP 339.128 – ASTM D 422 – MTC E 107).**

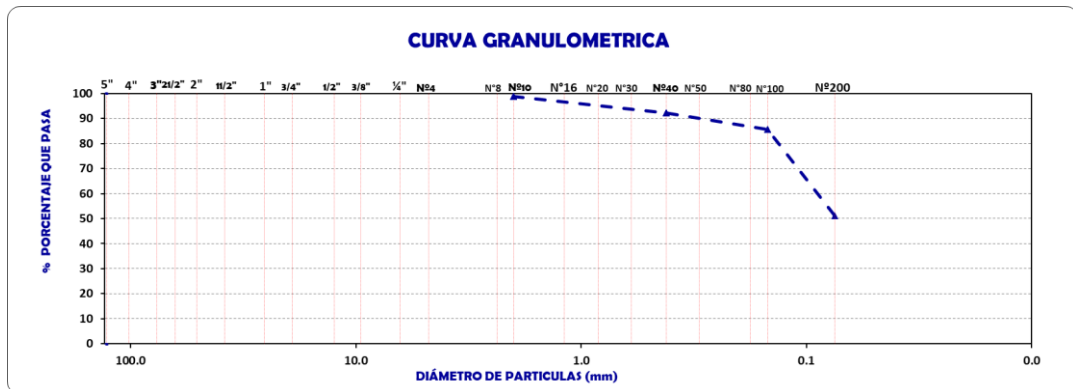
Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales MTC (2016). A continuación se describe el paso a paso de la muestra ensayada:

- La muestra obtenida en campo producto de las calicatas, 200kg para ser exactos, se procedió a uniformizar manualmente para tener una textura compleja, luego de ello procediendo al cuarteado de muestra patrón, para separar la cantidad de muestra a trabajar.
- Una vez tenida la muestra a trabajar se coloca la muestra sobre una pirámide de tamices uno detrás de otro secuencialmente según medida, con movimiento uniforme circularmente se viene agitando, hasta identificar que ya no sigue pasando material; para este tipo de material y ensayo se utilizó las mallas 3”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, 3/8” y N° 4.
- Una vez tamizado la muestra, determinamos el peso de cada porción retenida en las mallas con una balanza de una sensibilidad de 0.1%.

- Una vez obtenidos los datos se procede a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.

**Figura 2**

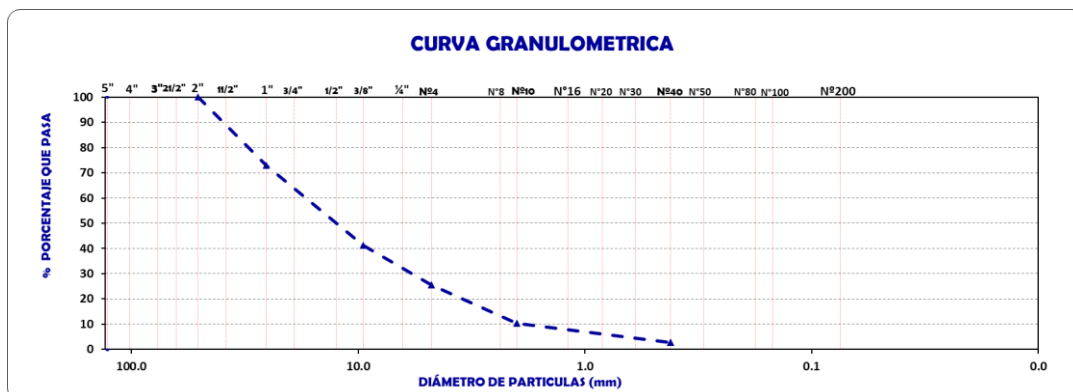
*Análisis granulométrico de muestra natural*



*Nota.* Elaboración propia. Curva de distribución de granulometría de la muestra en estado natural de presente proyecto.

**Figura 3**

*Análisis granulométrico de muestra con la inclusión de 7% de concreto reciclado.*



*Nota.* Elaboración propia, curva de distribución de granulometría de la muestra con la inclusión del 7% de concreto reciclado.

### 2.7.2. **Determinación del Contenido de humedad (NTP 339.127 – ASTM D 2216 – MTC E 108)**

Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales – MTC (2016). A continuación describe el paso a paso de la muestra ensayada:

Una vez determinada la muestra base se procede a tomar una muestra mínima para ensayar, esta será determinada respecto a la cantidad total de muestra, para este estudio se tomó 20 g.

Se procede a colocar muestra en contenedor hermético y se tomó los datos iniciales antes de meter al horno, peso de tara y peso de muestra más tara usando una balanza.

Luego de colocar la muestra en el recipiente, estos se proceden a darles una codificación con la intención de no perder la muestra. Una vez codificada lo llevamos al horno por un tiempo no menos de 12 horas, para este ensayo se realizó 14 horas, a una temperatura de 110°C.

Una vez sacado del horno se procede a pesar la cantidad resultante salida del horno.

Una vez obtenidos los datos se proceden a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.



**Figura 4**

*Contenido de humedad de muestra natural*

<i>HUMEDAD NATURAL MTC E-108</i>		
<i>Peso Material Húmedo</i>	<i>5896.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Material Seco</i>	<i>5328.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Tara</i>	<i>--</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Agua</i>	<i>568.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Material Seco</i>	<i>5328</i>	<i>gr.</i>
<i>% De Humedad Natural</i>	<i>10.7</i>	<i>%</i>

*Nota.* Elaboración propia. Contenido de humedad de la muestra en estado natural.

**Figura 5**

*Contenido de humedad de muestra al 7% de inclusión de concreto.*

<i>HUMEDAD NATURAL MTC E-108</i>		
<i>Peso Material Húmedo</i>	<i>5996.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Material Seco</i>	<i>5438.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Tara</i>	<i>--</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Agua</i>	<i>558.0</i>	<i>gr.</i>
<i>Peso Material Seco</i>	<i>5438</i>	<i>gr.</i>
<i>% De Humedad Natural</i>	<i>10.3</i>	<i>%</i>

*Nota.* Elaboración propia. Contenido de humedad de la muestra con la inclusión del 7% de concreto reciclado.

### 2.7.3. **Limite liquido (NTP 339.129 –ASTM D 4318 – MTC E 110)**

Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales – MTC (2016). A continuación describe el paso a paso de la muestra ensayada para este proyecto:

Una vez obtenida la muestra, colocamos la porción de suelo en un recipiente, le agregamos unas gotas de agua destilada y homogenizamos con la ayuda de una espátula.

Colocamos la muestra preparada en la máquina Casagrande, enrazamos con la espátula 5 – 8 veces para evitar queden vacíos en el interior de la muestra.

Utilizamos el acanalador para dividir la muestra colocada en la copa Casagrande.

Verificamos que no exista materiales debajo del plato de la copa Casagrande y empezamos a girar la perilla a una velocidad de dos golpes por segundo, hasta verificar que la muestra separe por el rasurador cierre nuevamente en su parte inferior.

Se registra el número de golpes necesarios para cerrar la ranura.

Una vez obtenidos los datos se proceden a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.

## Figura 6

### *Limite Liquido de muestra natural*

DATOS		LIMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40		
N° DE GOLPES		13	27	36
TARRO N°		11	10	12
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr		69.80	70.30	72.30
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )		65.80	66.50	69.30
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15	49.54	49.61	50.54
PESO DEL AGUA ( gr )		4.00	3.80	3.90
PESO DEL SUELO SECO ( gr )		16.26	16.89	18.76
CONTENIDO DE HUMEDAD %		24.6	22.5	20.8

*Nota.* Elaboración propia. Limite líquido la muestra en estado natural.

**Figura 7**

*Limite Liquido de muestra dos*

DATOS	LIMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40		
N° DE GOLPES	16	27	37
TARRO N°	11	10	7
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr	65.55	68.57	67.63
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	61.04	64.04	63.03
PESO DE LA TARA (gr) 20.15	49.54	49.61	49.30
PESO DEL AGUA (gr)	4.51	4.53	4.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	15.50	15.43	14.73
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29.10	29.36	31.23

*Nota.* Elaboración propia. Limite líquido la muestra con la inclusión de 7% de concreto reciclado.

#### 2.7.4. Limite plástico ( NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 111)

Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales – MTC (2016). A continuación describe el paso a paso de la muestra ensayada para este proyecto:

Se toma la muestra y en porciones pequeñas se coloca en la mano, elipsoidalmente se rueda sobre la mano con ayuda de lo dedo, tratando de formar en todo momento barras cilíndricas.

El diámetro a controlar debe de ser 3.2 mm (1/8”), e hace cuantas veces sea necesario, para esta ocasión el desmoronamiento sucede en trozos de 6mm.

Una vez obtenidos los datos se proceden a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.

**Figura 7**

*Limite plasticos de muestra natural*

DATOS			LIMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES			–	–
TARRO N°			7	9
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr			29.70	29.30
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )			29.10	28.60
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15		25.44	24.08
PESO DEL AGUA ( gr )			0.60	0.70
PESO DEL SUELO SECO ( gr )			3.66	4.52
CONTENIDO DE HUMEDAD %			16.4	15.5

*Nota.* Elaboración propia. Limite plástico de la muestra en estado natural.

**Figura 7**

*Limite plastico de muestra dos*

DATOS			LIMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES			--	--
TARRO N°			7	10
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr			27.63	27.35
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )			27.34	27.07
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15		25.44	25.21
PESO DEL AGUA ( gr )			0.29	0.28
PESO DEL SUELO SECO ( gr )			1.90	1.86
CONTENIDO DE HUMEDAD %			15.26	15.05

*Nota.* Elaboración propia. Limite plástico de la muestra con el 7% de inclusión de concreto reciclado.

#### 2.7.5. Proctor modificado (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)

Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales – MTC (2016). A continuación se describe el paso a paso de la muestra ensayada para este proyecto:

Seleccionamos el molde apropiado de acuerdo al método según muestra patrón, para esta ocasión método C.

Se ensambla el molde y pisón previo al ensayo.

De la muestra patrón, tomamos una cantidad aproximadamente 30 kg los cuales lo pasamos por el tamiz 3/8" correspondiente al método C, característica del suelo para este proyecto.

Humedecemos las muestras homogéneamente ayudadas del recipiente y espátulas, en primera instancia agregamos 2% de agua para determinar la característica del primer punto, en segundo lugar agregado 4% de agua para el segundo punto, y como tercer punto incluiremos 6% de agua.

Apoyamos en un lugar lizo el molde antes de iniciar.

Con el primer porcentaje de agua incluida en la muestra, rellenamos el molde en capas, para esta ocasión dividimos el molde entre 5 y lo vamos compactando capa por capa con un pisón manual.

La compactación tendrá 25 golpes por capa según la muestra de este proyecto.

Una vez completado las 5 capas, colocamos el collar y enrazamos con la ayuda de un cuchillo.

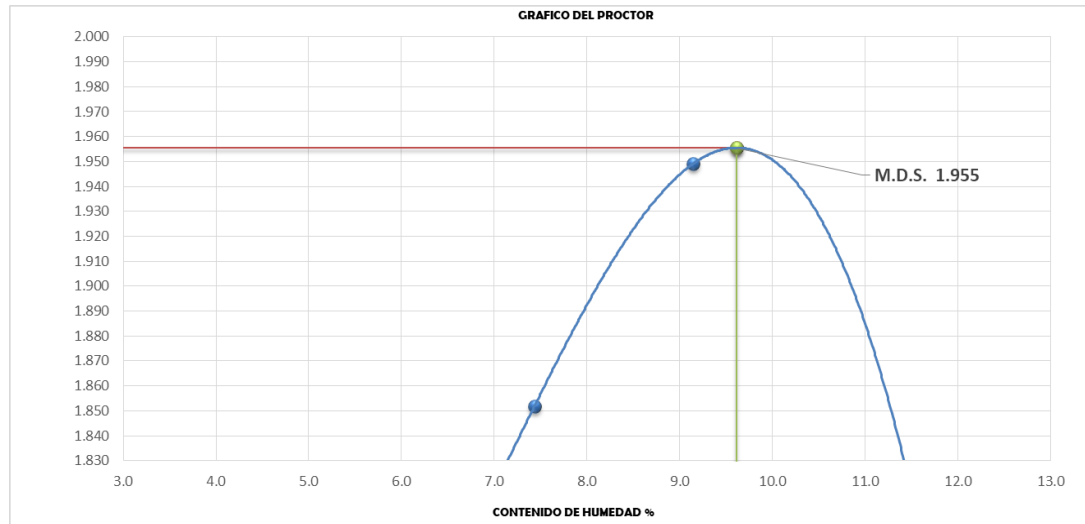
Repetimos proceso en 4% de agua y 6% de agua del mismo modo.

Se registra la masa del molde, conjuntamente con los demás datos.

Una vez obtenidos los datos se proceden a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.

**Figura 8**

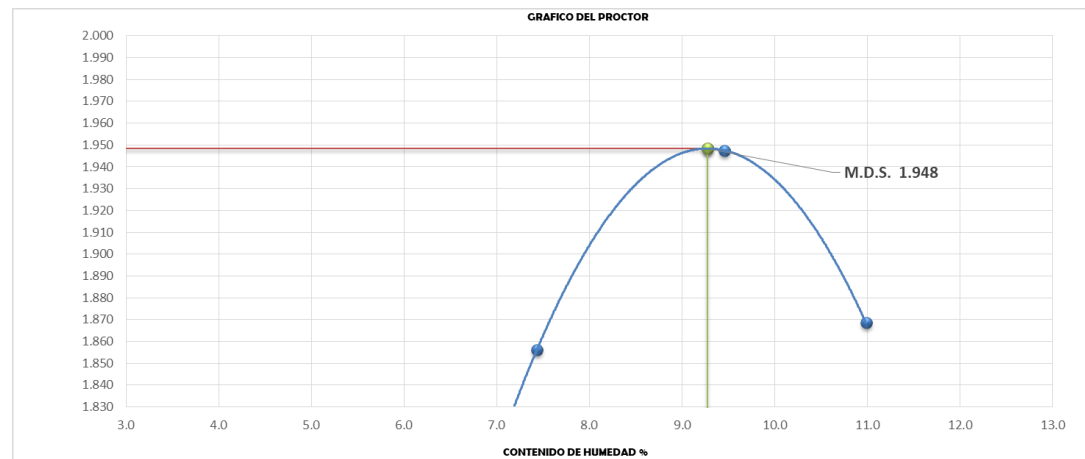
*Procor Modificado de la muestra natural*



*Nota.* Elaboración propia. Proctor modificado, relación humedad vs densidad seca de la muestra en estado natural.

**Figura 8**

*Procor Modificado de la muestra dos*



*Nota.* Elaboración propia. Proctor modificado, relación humedad vs densidad seca de la muestra con la inclusión del 7% de concreto reciclado.

#### 2.7.6. California Bearing Ratio CBR (NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132)

Para el presente estudio nos soportaremos técnicamente en el Manual de ensayo de materiales – MTC (2016). A continuación describe el paso a paso de la muestra ensayada para este proyecto:

Cuando más de 75% de peso de la muestra pase por el tamiz  $\frac{3}{4}$ " se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz,

Una vez analizada la muestra patrón correspondiente trabajaremos con los datos de peso unitario y contenido de agua, anteriormente determinados.

Primeramente, tomaremos una cantidad de muestra preparada 5kg por cada molde CBR a ensayar.

Preparamos las muestras con porcentajes de agua para alcanzar su máxima densidad, mismo que se determina del ensayo Proctor modificado.

Se prepara el molde, registrado todo momento los datos antes, se pesa el molde con la base, se coloca el disco espaciador sobre este un disco de papel filtro según el diámetro.

Se coloca la muestra y se compactan cada molde con el contenido de humedad óptimo.

El número de golpes se determina en función al Proctor modificado, para esta ocasión 56 golpes por cada capa.

Terminada la compactación se quita el collarín y se enraza la muestra por medio del enrazador.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido sin disco espaciador, así mismo colocaremos un papel filtro y pesaremos.

Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago y sobre esta los anillos necesarios.

Fijando nuevamente la placa de base dejamos la muestra lista para el proceso de saturación. Que vendrá hacer 4 días según norma, en un recipiente que cubra la muestra.

Colocaremos el trípode con el dial de deformaciones sobre el control de molde y se ajustara el vástago de la placa perforada.

En todo momento se registran los datos, para esta ocasión antes de quitarle el trípode y antes de sumergirla.

Al final del periodo de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Para este caso y tener datos más cercanos dejamos el trípode durante todo el proceso de inmersión con la finalidad de alcanzar mejor resultado en cuanto a la expansión.

Posterior al proceso de inmersión se procede a sacar los moldes y dejar escurrir por naturaleza mínimo 15 min. Sacando las pesas y el papel filtro. Inmediatamente se pesando el molde más el suelo y se procede al ensayo de penetración.

Para la penetración colocaremos nuevamente las pesas, colocaremos el pisón de penetración aplicando una carga de 44N, colocaremos el indicador de presión en cero y el dial de deformación.

Posterior a ello aplicamos la carga uniforme a una velocidad 0.05 de pulgada por minuto. La velocidad lo controlamos con un cronometro. En todo momento se toma nota de los valores arrojados.

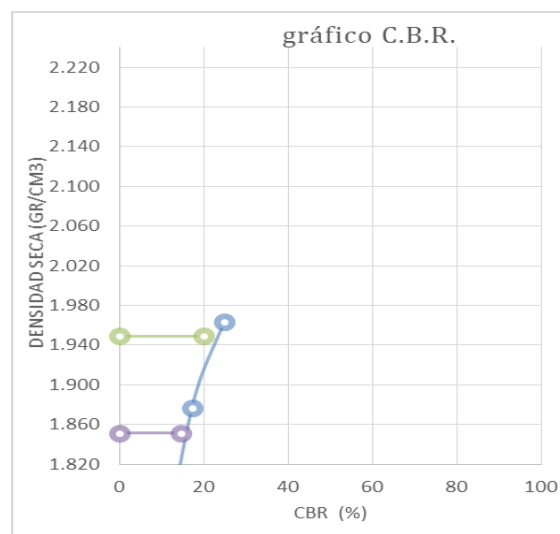


Finalmente desmontando el molde, tomamos dos muestras lo más cercado a donde fue la penetración, para determinar su humedad.

Una vez obtenidos los datos se proceden a los cálculos y aquí los datos del presente proyecto.

### Figura 9

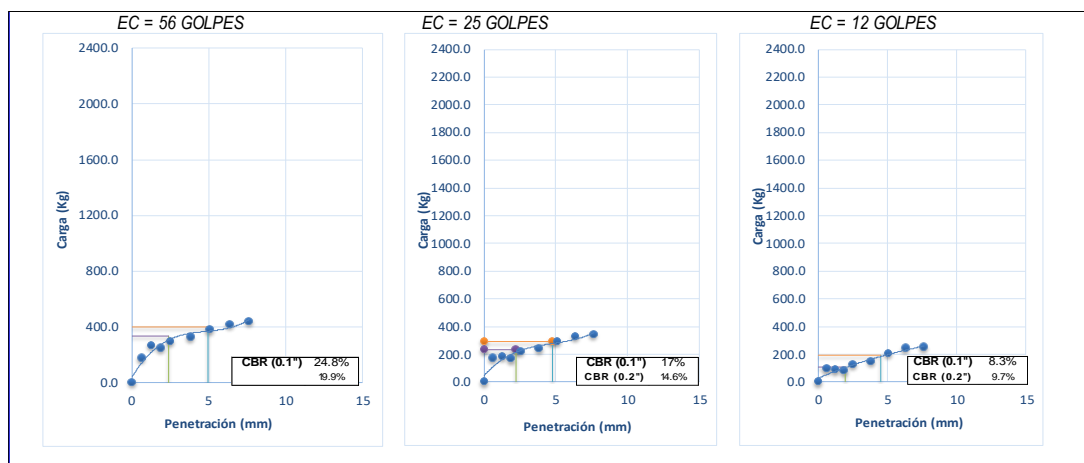
*Representacion de CBR de la muestra natural*



*Nota.* Elaboración propia. Representación CBR de la muestra en estado natural. Máxima densidad seca 1.948, valor de CBR al 100% de la M.D.S. 19.9%.

### Figura 10

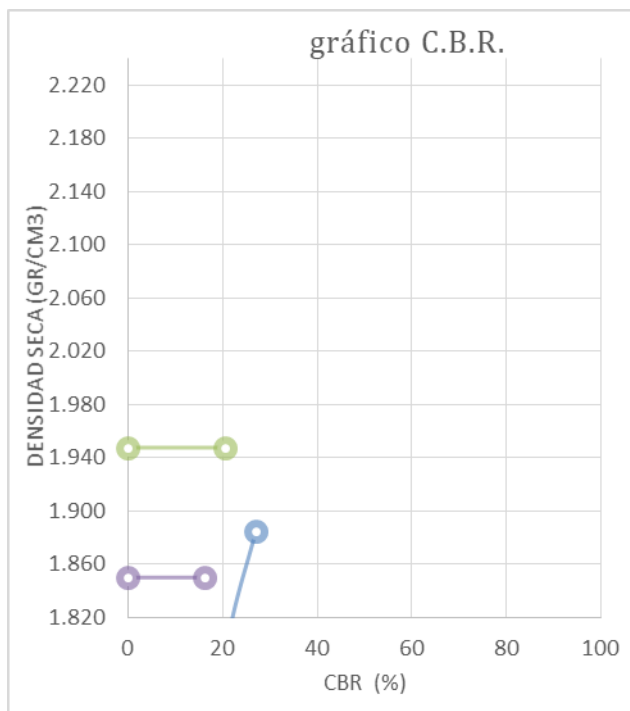
*Representacion de CBR de la muestra natural según cantidad de golpes.*



*Nota.* Elaboración propia. Representación CBR de la muestra en estado natural, según la cantidad de golpes. Representación gráfica de penetración según cantidad de carga aplicada.

**Figura 11**

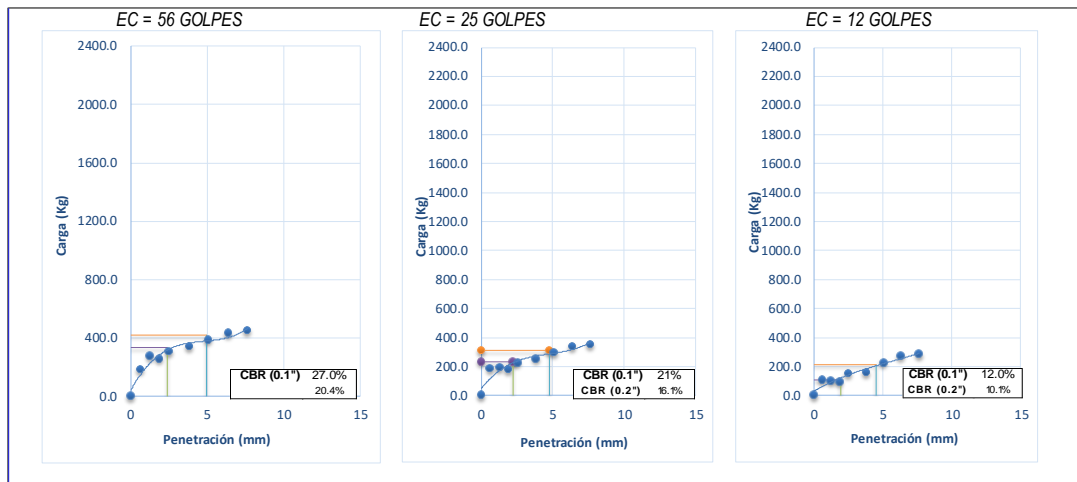
*Representacion de CBR de la muestra dos*



*Nota.* Elaboración propia. Representación CBR de la muestra con inclusión del 7% de concreto reciclado. Máxima densidad seca 1.850, valor de CBR al 100% de la M.D.S. 20.4%.

**Figura 12**

*Representacion de CBR de la muestra dos según cantidad de golpes.*



*Nota.* Elaboración propia. Representación CBR de la muestra con la inclusión del 7% de concreto reciclado, según la cantidad de golpes. Representación gráfica de penetración según cantidad de carga aplicada.

### 2.7.7. Método de inclusión de concreto reciclado

En función del peso seco de la muestra patrón, se determinó la cantidad de inclusión de concreto reciclado, está siendo al 7%, 11% y 21%. Siendo este concreto reciclado trabajado previamente hasta alcanzar una granulometría no mayor de 2", limpio de impurezas y otras sustancias contaminantes.

### 2.8. Análisis de datos

Bernal (2010). Dice: El análisis de datos o resultados consiste en interpretar los hallazgos relacionados con el problema de investigación, los objetivos propuestos, la hipótesis y/o preguntas formuladas, y las teorías o presupuestos planteados en el marco teórico, con la finalidad de evaluar si confirman las teorías o no, y se generan debates con la teoría ya existente.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Análisis de datos – Discusión

Bernal (2010). Dice: El análisis de datos o resultados consiste en interpretar los hallazgos relacionados con el problema de investigación, los objetivos propuestos, la hipótesis y/o preguntas formuladas, y las teorías o presupuestos planteados en el marco teórico, con la finalidad de evaluar si confirman las teorías o no, y se generan debates con la teoría ya existente.

Villareal y Acosta (2020) en su estudio “influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la subrasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de alto Huallaga hasta la Merced, Laredo – La Libertad – 2020; indica que se notan mejores resultados en cuanto al valor de la relación de soporte, esto se vio demostrado en las 4 calicatas evaluadas de la carretera, ya que al inicio tenían subrasante inadecuadas. Del mismo modo referimos nosotros según los resultados obtenidos productos de los ensayos para nuestro problema general la influencia de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento, si influye positivamente. En el análisis de datos de los ensayos de laboratorio determinamos que el mejoramiento de CBR en suelos arcillosos incrementa su resistencia en un promedio de 2% con la inclusión de concreto reciclado en partículas no mayores de 2”.

La capacidad portante en suelos arcillosos a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado gracias a los ensayos de laboratorio determinamos que no son aptos para relleno de subrasante, debido a que sus características no alcanzan a las mínimos exigencias que solicita el manual de diseño de carreteras, sección suelos y pavimentos del MTC. Es por ello que el deterioro de pistas

y pavimentos son muy relevantes en el tiempo, la fallas se muestra a edad temprana en una obra.

Villareal y Acosta (2020) en su estudio con respecto a la inclusión del 7% de concreto reciclado pulverizado obtiene un aumento de CBR puesto que su mayor valor lo presenta el molde numero de 3 de 56 golpes con el cual llega 77.59%. De tal forma nuestro estudio con una inclusión de 7% de concreto reciclado en un tamaño como máximo en partículas de dos pulgadas alcanzamos una compactación del 95%. Ubicando el resultado dentro de lo permitido por el MTC para material optimo en rellenos de subrasante. Villareal y Acosta hacen referencia que en porcentaje de 10% y 12% de inclusión sus resultados son más favorables, los cuales nosotros también corroboramos.

Del Rio Huamán (2017). Difiere utilizar 15% de concreto reciclado debido a que su comportamiento de CBR es lineal y su porcentaje de mejora es un 13% referentemente a su estudio planeado. En nuestro estudio la inclusión de un 11% de concreto reciclado en un suelo arcillo de baja capacidad portante en obras de saneamiento, influye en su resistencia a la deformación plástica en un 3.7% referente a un suelo normal, valor procedente del ensayo CBR. El cual es bastante favorable para la industria de la construcción.

Los ensayos realizados con la inclusión del 21% de concreto reciclado en la muestra patrón determinan un porcentaje de mejora del 0.8% referente a la muestra de inicio sin inclusión de concreto, pero no tan destacado como la inclusión del 11%. Entonces podríamos decir que su influencia en suelos arcillosos para obras de saneamiento a nivel de subrasante se ve mejor reflejado a una inclusión del 11% que es donde se obtiene mejores características de resistencia a la deformación plástica determina con el ensayo de laboratorio CBR.

### 3.2. Conclusiones

Según Oblitas (2018) las conclusiones son la consecuencia obtenida tras un proceso de investigación. Son las resoluciones a que se llegan después del análisis de los resultados. Son la aceptación o el rechazo de la hipótesis de investigación (o las respuestas a las preguntas y el cumplimiento de los objetivos de investigación). Y según este argumento nosotros podemos concluir indicando que:

Primero, la influencia del concreto reciclado en porcentajes de 7%, 11% y 21% si mejora las propiedades de resistencia de los suelos arcillosos para uso a nivel de subrasante en obras de saneamiento.

Segundo, la muestra patrón de suelo natural solo, demuestra bajas características como buenas para rellenos convencionales en obras de saneamiento, donde sus resultados de resistencia a la deformación no son tan favorables para este tipo de obras, teniendo como resultados producto del CBR realizado un valor de 62.9%.

Tercero, un suelo arcilloso con una inclusión de 7% de concreto reciclado con partículas no mayores a 2" da mejores resultados en cuanto al CBR siempre y cuando sea usado a nivel de subrasante.

Quinto, concluimos que el resultado más favorable para este tipo de suelo que presento el siguiente proyecto donde obtienen mejores características es el de 11" de inclusión de concreto. Donde su aumento de resistencia determinada por el CBR viene a ser.

Por último, la muestra patrón más el porcentaje de 23% de concreto reciclado, determina un aumento en cuanto a resistencia a la deformación, pero este aumento no es tan favorable como en el caso anterior, entonces se diría que no sería tan recomendable usar este porcentaje.

### 3.3. Recomendaciones

Uno, se recomienda hacer más énfasis en estudios futuros sobre la inclusión de concreto reciclado para suelos arcilloso de baja capacidad portante; donde valores menos del 11% en su inclusión no sean considerados.

Dos, asistir con más ensayos referente a la inclusión de concreto reciclado en suelos usado a nivel de subrasante hasta ser considerado en la norma técnica peruana.

Tres, se recomienda hacer otros estudios aplicando a otro tipo de suelo y a otro tipo de estructura, así tendremos mayor diversidad de estructuras a las que podremos usar.

## REFERENCIAS

Bernal Torres, C. (2010). Metodología de la investigación (3ra. edición). Pearson education.

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Cuesta Chalparizan, A. (2014). *Evaluación del comportamiento mecánico de un suelo fino al adicionarle 3% de cal y diferentes porcentajes de concreto reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Del Valle] Universidad Del Valle. <http://hdl.handle.net/10893/16236>

Das, B. M. (1999). *Principios de ingeniería de cimentaciones (4.<sup>a</sup> ed.)* Internacional Thomson editores S.A. de C.V. [https://www.academia.edu/18553128/Principios\\_De\\_Ingenier%C3%ADa\\_De\\_Cimentaciones\\_Braja\\_M\\_Das\\_4ta\\_Edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingenier%C3%ADa_De_Cimentaciones_Braja_M_Das_4ta_Edici%C3%B3n)

Del Rio Huamán, Y. (2020). *Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo] repositorio institucional Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10226>

Fernández Flores, N. (2018). *Estabilización de subrasante con material de Demoliciones en avenida malecón checa, san juan de Lurigancho en el 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo] repositorio institucional Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27076>



Hernández Sampieri, R., Fernández Collodo, C. y Baptista Lucio, P. (2014) *metodología de la investigación* (6ta edición). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Ministerio de transportes y comunicaciones (2014). Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos (décima edición). Editorial macro.  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos Manual de Carreteras OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos%20Manual%20de%20Carreteras%20OK.pdf)

Moreno Pérez, E. (2018). *Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la Construcción y demolición* [Tesis de doctor, Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo]  
Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo  
[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=%E2%80%9CEstabilizaci%C3%B3n+de+Suelos+Arcillosos+con+Residuos+de+la+construcci%C3%B3n+y+demolici%C3%B3n%E2%80%9D+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=%E2%80%9CEstabilizaci%C3%B3n+de+Suelos+Arcillosos+con+Residuos+de+la+construcci%C3%B3n+y+demolici%C3%B3n%E2%80%9D+&btnG=)

Noriega Góngora, A. A. y Villareal Acosta K. T. (2020). *Influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la sub-rasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de alto Huallaga hasta la merced, Laredo - la libertad – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] UPN BOX.  
<https://hdl.handle.net/11537/24325>

Oviedo Pineda, F. K. y Cárdenas Ramírez, J. A. (2021). *Evaluación del comportamiento mecánico de una subrasante mejorada con rajón de concreto reciclado, mediante una modelación a escala física y numérica, caso de estudio vías Samarkanda, Funza Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad De La Salle] Universidad De La Salle.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/913](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/913)

Palomino Terán, K. (2016). *Capacidad portante (CBR) de un suelo Arcilloso, con la Incorporación del Estabilizador maxxseal 100* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte] UPN BOX.  
<http://hdl.handle.net/11537/10489>

Quinteros Esquivel, J. (2017). *Suelo-cemento con sustitución en franja granulométrica con Concreto reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad De La Salle] Universidad De La Salle.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=ing_civil)

Quispe Ponce, H. (2020). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base, los olivos* - 2020.

[Tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte] UPN BOX.  
<https://hdl.handle.net/11537/25464>

#### 4. Anexos

##### Anexo N°1

##### Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
<b>Estudiantes:</b>	Jerson S. Fabian Ramos; Luis A. Gonzales Paredes				
<b>Título del proyecto:</b>	Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.				
Problema	Hipótesis General	Objetivo General	Variables	Metodología	Población
¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?	Se observa una mejora en la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento	Determinar la influencia de la inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento	<b>Variable independiente:</b>  La variable independiente para este caso viene a ser el concreto reciclado.	Debido al propósito de investigación, esta es descriptiva aplicada, dado que buscara adquirir una mejor resistencia en suelos arcillosos aplicado en obras de saneamiento como relleno convencional a nivel de subrasante. Respecto al nivel de profundidad de investigación se considera de tipo correlacional; así mismo, según su naturaleza de datos lo determinamos como cuantitativa dado el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. En cuanto a su manipulación de variables se concluye que este estudio es cuasi experimental, debido a que en todo momento se tiene control de su variable independiente ya que esta influye significativamente en la variable dependiente.	Para estudios del siguiente proyecto haremos inferencia en 16 especímenes, los cuales se ensayaran contudentemente. La muestra patrón será tomada de la obra de saneamiento "Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de Baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca" aleatoriamente por conveniencia propia. Las características básicas de los suelos a utilizar serán, suelos arcillosos, con elevada, media y baja plasticidad, los cuales en su totalidad se sabe que tienen baja capacidad portante. Mediante los ensayos de laboratorio y finalmente con ayuda del ensayo de CBR podremos dar alcance al objetivo central que es poder incluir concreto reciclado y poder mejorar un material pobre de gradación a nivel de subrasante, a través de una inclusión de concreto reciclado. Para ello tomaremos como muestras unos 150kg de material producto de excavación y calicatas realizadas. De estos 150 kg de material realizaremos una muestra patrón, para posterior aplicación de todos los ensayos de laboratorio determinantes, correspondientes a materiales aptos para niveles de subrasante. Posterior a ello, tomaremos 3 muestras adicionales a la muestra patrón a las cuales se tiene pensado hacer la inclusión del 7%, de concreto reciclado, 11% de concreto reciclado y 21% concreto reciclado. Recalcando que cada muestra se analizará 4 veces.
Problemas Específicos	Hipótesis Específica	Objetivos Específicos	Variable Dependiente:		Muestra
- ¿Cómo influye un suelo arcilloso a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado?	Se observa una baja capacidad portante en suelos arcillosos a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado.	Determinar la influencia de un suelo arcilloso a nivel de subrasante en obras de saneamiento sin la incorporación de concreto reciclado.			Dado que los suelos arcillosos en nuestro país abundan volviéndose una causa frecuente en fallas en la construcción, este estudio tomara como subgrupo a los suelos arcillosos de baja capacidad portante, de una obra de saneamiento en la ciudad de Cajamarca; donde tomaremos 4 calicatas por conveniencia, considerando los puntos más críticos del proyecto en ejecución "mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en la localidad de baños del Inca y anexos, distrito de los Baños Del Inca-Cajamarca-Cajamarca" para una representación gráfica. Estas 4 calicatas tendrán las características dimensionales de 1m x 1 m x 1.5 m de profundidad respecto al nivel de subrasante. Serán tomadas en los jirones: Jirón Zepita, Jirón Yahuar Huaca, Jirón Maya Capac y Jirón Ronald Guisa; todos ubicados en la misma ciudad de Baños del Inca - Cajamarca. Se recuadara 200 kilogramos de material estrado producto de las calicatas, hechas manualmente y con maquina como muestra del tipo de material principal a estudiar, obteniendo la cantidad de suelo natural se ensayara por separado, una vez obtenido sus características, se hará la inclusión de concreto reciclado a los porcentaje de 7%, 11% y 21% y se volverá a ensayar, donde al finalizar se analizará el porcentaje es más favorable aplicar y recomendar a utilizar. Hernández Et al. (2014). Indica: Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Entonces decimos que para este caso en estudio es adecuada una muestra no probabilística, pues se trata de un estudio experimental y con un enfoque fundamentalmente cualitativo; donde el testista define la cantidad de especímenes a estudiar y lugares a ensayar; para posterior obtener un resultado concluyente, así mismo documentar la experiencia. Este tipo de proyecto pretende generar datos que constituyan a materia de más investigación a más profundidad y más precisa con la intención a futuro formar parte de la normativa peruana en estabilización de suelos, la cual actualmente ya admite su uso.
- ¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?	Se observa un incremento de piedras con inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.	Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 7% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.			
- ¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?	Se observa un incremento de piedras con inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento	Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 11% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.			
- ¿Cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento?	Se observa un incremento de piedras con inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.	Determinar cómo influye la inclusión de concreto reciclado al 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelo arcilloso utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento.			

##### Anexo N°2

##### Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Independiente:  Concreto reciclado	Vienen a ser las partículas de materiales anteriormente trabajados y unificados mediante un diseño	Se pretende trabajar manualment e, golpeando con una comba dos libras hasta obtener la cantidad y la medida	Sus dimensiones que controlarem os será su máximo tamaño nominal no mayo a 2", siendo este	Nuestros indicadores para un buen control y procesamiento mediante los ensayos de laboratorio avalados por el ministerio de	- equipos de laboratorio (Mallas y granulométricas, moldes Proctor y CBR, entre otro) - Índices multidimensional es. - Escala unidimensional

de mezcla, a requerida tamaño más transportes y - Base de datos una para el grande a comunicacione Excel proporción presente incluirse en s. adecuada estudio. el estudio e para alcanzar ciertas características, con materiales seleccionados, con la finalidad de obtener una mezcla resistente, que comúnmente conocemos como concreto.

Dependiente:	Se hará una inclusión de la variable independiente (concreto reciclado) en proporciones determinadas por el tesisista con la finalidad de alcanzar mejores características del suelo.	Las dimensiones a controlar serán cuatro: en función a la inclusión de concreto reciclado. 0% 7% 11% 21%.	Tomaremos los resultados de los ensayos de laboratorio como: - Humedad - Granulometría - Limites - Ensayos de compactación.	- listas de verificación Equipos calibrados de laboratorio procesador de datos Excel. - Equipos de compactación.
Mejoramiento de CRB en suelos arcillosos utilizados a nivel de rasante, obras de saneamiento.	Viene a ser la resistencia a la deformación, la cual es una propiedad natural de los suelos.			



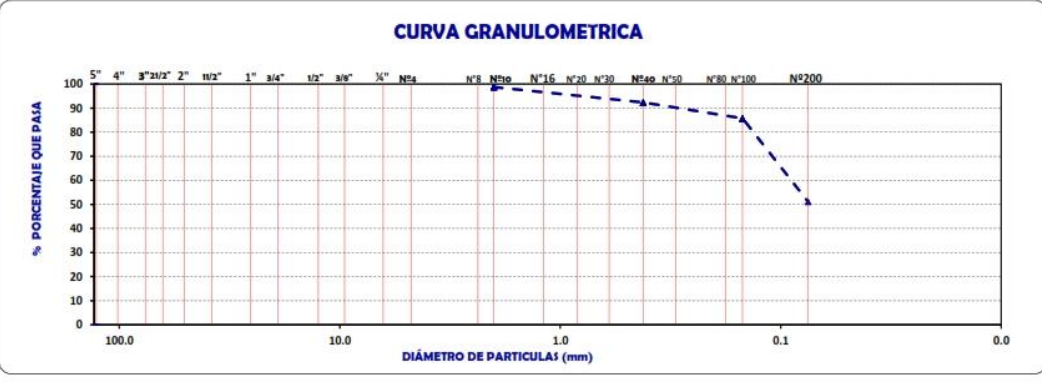
Anexo N°3

Análisis granulométrico de muestra normal

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos		MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999)			INACAL DL - Perú Laboratorio de Análisis de Suelos Regulado por N° L.B. 138			
CODIGO:	LH-FOR-084	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG	
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.							
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA							
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS							
MATERIAL(ES):	MUESTRA DE SUELO							
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA							
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA NATURAL							
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323							
CONDICIONES AMBIENTALES:	23.4° C							
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-200							
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA							
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL							
						FECHA DE ENSAYO:	16/09/2021	
<b>SUELOS: MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999 (REVISADA EL 2019)</b>								
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	Material sin Especificación	DATOS DE LA MUESTRA	
							Peso Grava	0.0 gr.
							Peso Fino	387.0 gr.
5"	127.000						Peso Total	789.9 gr.
4"	101.600						Peso Fracción	742.1 gr.
3"	76.200						SUCS	CL-ML
2 1/2"	63.500						AASHTO	A-4 (3)
2"	50.800						HUMEDAD NATURAL, MTC E-108	
1 1/2"	38.100						Peso Material Húmedo	5896.0 gr.
1"	25.400						Peso Material Seco	5328.0 gr.
3/4"	19.050						Tara	— gr.
1/2"	12.500						Peso Agua	568.0 gr.
3/8"	9.500						Peso Material Seco	5328 gr.
1/4"	6.350						% De Humedad Natural	10.7 %
N#4	4.750						Limite Líquido	22 %
N#8	2.360						Limite Plástico	16 %
N#10	2.000	10.2	1.3	1.3	98.7		Índice De Plasticidad	6 %
N#16	1.190						Abrasión	26.1 %
N#20	0.840						Gravedad Especifica A. Grueso	2.574 gr/cm <sup>3</sup>
N#30	0.600						Absorción	2.611 %
N#40	0.420	30.5	6.4	7.7	92.3		Máxima Densidad Seca	1.949 gr/cm <sup>3</sup>
N#50	0.300						Óptimo De Humedad	9.6 %
N#80	0.177						CBR al 100% 1"	19.9 %
N#100	0.149	52.2	8.6	14.3	85.7		CBR al 95% 1"	14.6 %
N#200	0.075	274.1	34.7	49.0	51.0			
< N# 200		355.1						
Observaciones:								
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>  REVISO Y APROBO:								
<b>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</b> Mg. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. CIP 211193 A.F.E. DE LABORATORIO								
Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S. R. L. DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mer N° 226 #100 - 2000379781 Visita nuestra página web: www.urteaga.com								

Anexo N°4


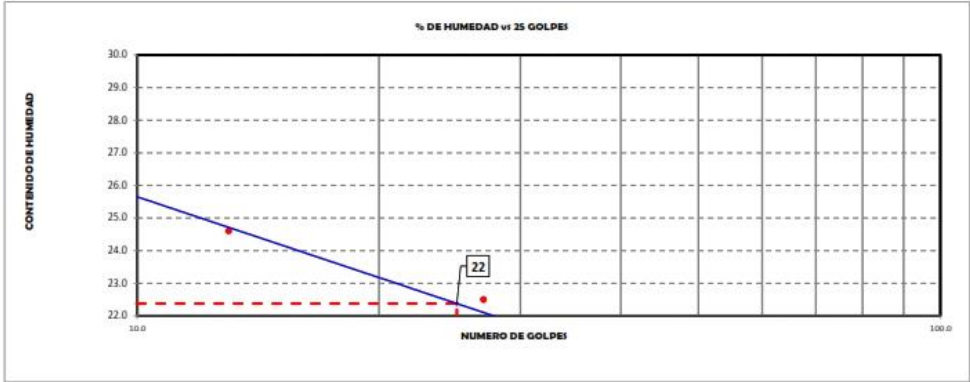

Contenido de humedad de muestra natural

		<p><b>MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> (NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999)</p>							
CODIGO:	LH-FOR-084	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG		
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.								
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA								
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS								
MATERIAL(ES):	MUESTRA DE SUELO								
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.								
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA NATURAL								
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323								
CONDICIONES AMBIENTALES:	23.4° C								
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-200								
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA								
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL.								
						FECHA DE ENSAYO:	16/09/2021		
SUELOS: MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999 (REVISADA EL 2019)									
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	Material sin Especificación	DATOS DE LA MUESTRA		
							Peso Grava	0.0	gr.
5"	127.000						Peso Fino	387.0	gr.
4"	101.600						Peso Total	789.9	gr.
3"	76.200						Peso Fracción	742.1	gr.
2 1/2"	63.500						SUCS	CL-ML	ARCILLA LIMOSA
2"	50.800						AASHTO	A-4 (3)	
1 1/2"	38.100						HUMEDAD NATURAL MTC E-108		
1"	25.400						Peso Material Húmedo	5896.0	gr.
3/4"	19.050						Peso Material Seco	5328.0	gr.
1/2"	12.500						Tara	--	gr.
3/8"	9.500						Peso Agua	568.0	gr.
1/4"	6.350						Peso Material Seco	5328	gr.
N°4	4.750						% De Humedad Natural	10.7	%
N°8	2.360						Limite Liquido	22	%
N°10	2.000	10.2	1.3	1.3	98.7		Limite Plástico	16	%
N°16	1.190						Índice De Plasticidad	6	%
N°20	0.840						Abrasión	26.1	%
N°30	0.600						Gravedad Especifica A. Grueso	2.574	gr/cm <sup>3</sup>
N°40	0.420	50.5	6.4	7.7	92.3		Absorción	2.611	%
N°50	0.300						Máxima Densidad Seca	1.949	gr/cm <sup>3</sup>
N°80	0.177						Óptimo De Humedad	9.6	%
N°100	0.149	52.2	6.6	14.3	85.7		CBR al 100% 1"	19.9	%
N°200	0.075	274.1	34.7	49.0	51.0		CBR al 95% 1"	14.6	%
< N° 200		355.1							
Observaciones:									
<p><b>CURVA GRANULOMETRICA</b></p> 									
<p>REVISO Y APROBO:</p> <p>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</p> <p><i>Frank J. Gonzales Vásquez</i></p> <p>Reg. CIP 211130</p> <p>JEFE DE LABORATORIO</p>									
<p>Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S. R. L.</p> <p>DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453762761</p> <p>Visita nuestra pagina web: www.urteaga.com</p>									





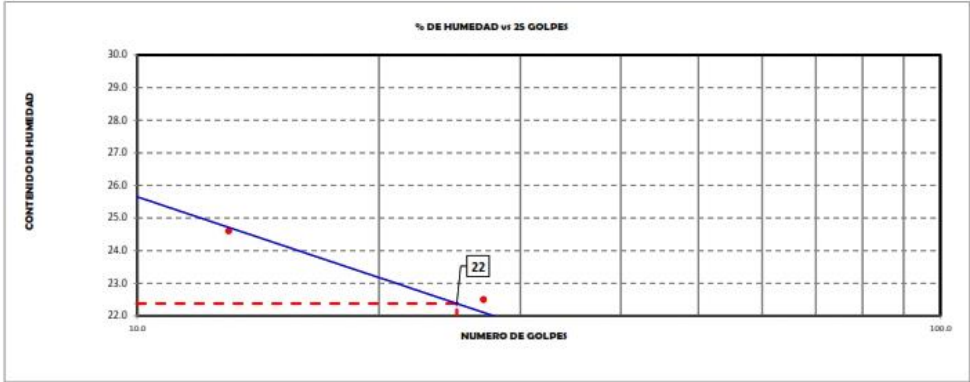

Anexo N°5

Limites líquido muestra natural

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos <b>Hurteco</b>		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)			 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE : 136	
CODIGO:	LH-FOR-084	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION: GG
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.					
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA					
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS					
MATERIAL(**)	MUESTRA DE SUELO					
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA					
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA NATURAL					
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323					
CONDICIONES AMBIENTALES:	23.4° C					
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-201					
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA					
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFECIONAL					
					FECHA DE ENSAYO:	17/09/2021
<b>LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>						
DATOS		LIMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40			LIMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES		13	27	36	--	--
TARRO N°		11	10	12	7	9
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr		69.80	70.30	72.30	29.70	29.30
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )		65.80	66.50	69.30	29.10	28.60
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15	49.54	49.61	50.54	25.44	24.08
PESO DEL AGUA ( gr )		4.00	3.80	3.90	0.60	0.70
PESO DEL SUELO SECO ( gr )		16.26	16.89	18.76	3.66	4.52
CONTENIDO DE HUMEDAD %		24.6	22.5	20.8	16.4	15.5
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA						
OBSERVACIONES:						
Limite Liquido (%)	:	22				
Limite Plástico (%)	:	16				
Índice De Plasticidad (%)	:	6				
Especificación	:	≤ 10% Max.				
						
REVISO Y APROBO:						
 <b>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</b> <b>Frank J. Gonzales Vásquez</b> Reg. CIP 211170 JEFE DE LABORATORIO						
<b>Hnos. URTEGA CONTRATISTAS S. R. L.</b> DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453762761 Visita nuestra pagina web: www.hurteco.com						

Anexo N°6



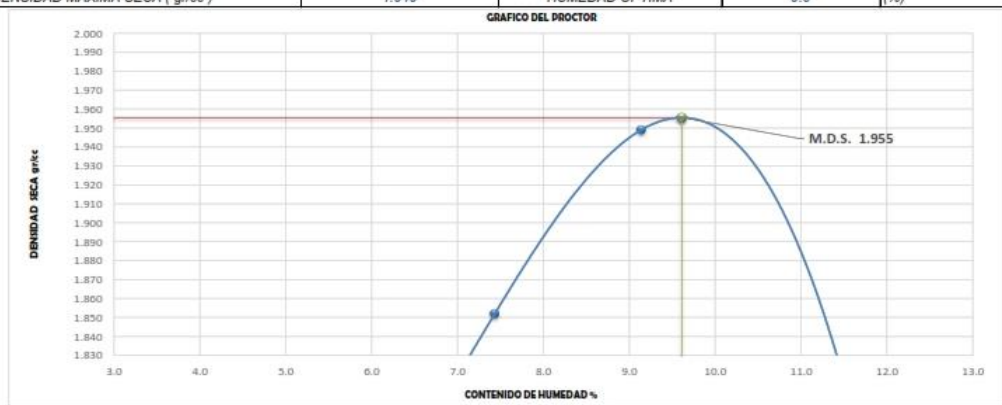
Limites plástico

		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> <b>(NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>				
<b>CODIGO:</b>	LH-FOR-084	<b>VERSION:</b>	5	<b>FECHA:</b>	15/09/2021	<b>APROBACION:</b> GG
<b>PROYECTO:</b>		INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.				
<b>UBICACIÓN:</b>		BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA				
<b>CLIENTE:</b>		JERSON SMITH FABIAN RAMOS				
<b>MATERIAL(**)</b>		MUESTRA DE SUELO				
<b>PROCEDENCIA:</b>		PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA				
<b>CODIGO MUESTRA:</b>		MUESTRA NATURAL				
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>		LH-B-M-2021-0323				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>		23.4° C				
<b>INFORME N°:</b>		LH-B-INF-2021-201				
<b>TECNICO ENCARGADO:</b>		CRISTIAN VALDIVIA				
<b>FINALIDAD:</b>		TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL				
					<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	17/09/2021
<b>LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>						
DATOS		LÍMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40			LÍMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES		13	27	36	–	–
TARRO N°		11	10	12	7	9
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr		69.80	70.30	72.30	29.70	29.30
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )		65.80	66.50	69.30	29.10	28.60
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15	49.54	49.61	50.54	25.44	24.08
PESO DEL AGUA ( gr )		4.00	3.80	3.90	0.60	0.70
PESO DEL SUELO SECO ( gr )		16.26	16.89	18.76	3.66	4.52
CONTENIDO DE HUMEDAD %		24.6	22.5	20.8	16.4	15.5
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		OBSERVACIONES:				
Limite Liquido (%)	:	22				
Limite Plástico (%)	:	16				
Índice De Plasticidad (%)	:	6				
Especificación	:	≤ 10% Max.				
						
REVISO Y APROBO:  <b>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</b> Ing. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. CIP 211170 JEFE DE LABORATORIO						
Hnos. URTEGA CONTRATISTAS S. R. L. DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453762761 Visita nuestra pagina web: www.hurteco.com						



Anexo N°7

Proctor modificado

		<p align="center"><b>PROCTOR MODIFICADO</b> (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)</p>			
<b>CODIGO</b>	LH-FOR-090	<b>FECHA</b>	15/09/2021	<b>VERSIÓN</b>	5
<b>PROYECTO:</b>	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.				
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA				
<b>CLIENTE:</b>	JERSON SMITH FABIAN RAMOS				
<b>MATERIAL(**)</b>	MUESTRA DE SUELO				
<b>PROCEDENCIA:</b>	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.				
<b>CODIGO MUESTRA:</b>	MUESTRA NATURAL				
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	LH-B-M-2021-0323				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>	21.4° C				
<b>INFORME N°:</b>	LH-B-INF-2021-200				
<b>TECNICO ENCARGADO:</b>	CRISTIAN VALDIVIA				
<b>FINALIDAD:</b>	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFECIONAL				
FECHA DE ENSAYO: 17/09/2021					
<b>PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)</b>					
<b>COMPACTACION</b>			<b>METODOC</b>		
<b>VOLUMEN DEL MOLDE ( cm3)</b>	2194	<b>PESO DE MOLDE ( gr)</b>		6,070	
<b>NUMERO DE ENSAYO</b>	1	2	3	4	
<b>PESO DE SUELO + MOLDE ( gr)</b>	10,110	10,435	10,737	10,512	
<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO ( gr)</b>	4,040	4,365	4,667	4,442	
<b>PESO VOLUMETRICO HUMEDO ( gr/cc)</b>	1.841	1.990	2.127	2.025	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
<b>RECIPIENTE N°</b>	--	--	--	--	
<b>PESO SUELO HUMEDO +TARA ( gr)</b>	675.0	720.0	685.0	725.0	
<b>PESO SUELO SECO +TARA ( gr)</b>	637.8	670.2	627.6	650.2	
<b>PESO DE LA TARA ( gr.)</b>					
<b>PESO DE AGUA ( gr)</b>	37.2	49.8	57.4	74.8	
<b>PESO DE SUELO SECO ( gr)</b>	638.0	670.0	628.0	650.0	
<b>HUMEDAD ( %)</b>	5.8	7.4	9.1	11.5	
<b>PESO VOLUMETRICO SECO ( gr/cc)</b>	1.740	1.852	1.949	1.816	
<b>DENSIDAD MAXIMA SECA ( gr/cc)</b>	1.949	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>		9.6	(%)
<b>GRAFICO DEL PROCTOR</b>					
					
REVISO Y APROBO:					
<p><b>Hnos URTEGA CONTRATISTAS</b></p> <p><i>Frank J. Gonzales Vásquez</i></p> <p><b>Ing Frank J. Gonzales Vásquez</b></p> <p>Reg. CIP 211170</p> <p>A.F.E. DE LABORATORIO</p>					
<p>Hnos. URTEGA CONSTATISTAS S. R. L.</p> <p>DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453782761</p> <p>Visita nuestra pagina web: www.hurteco.com</p>					

Anexo N°8

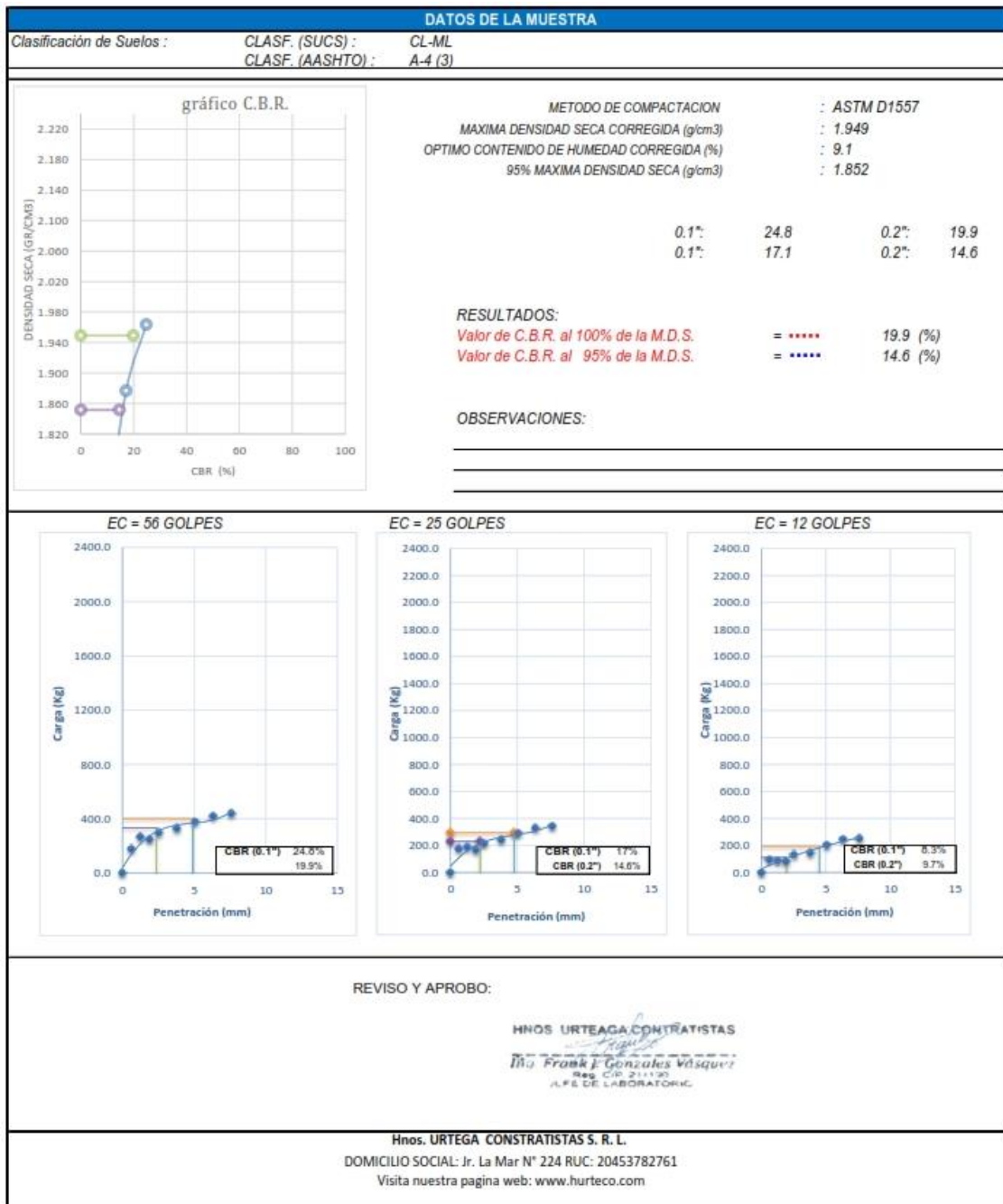
CBR muestra normal

		<b>California Bearing Ratio CBR</b> <b>(NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132)</b>					
CODIGO:	LH-FOR-097	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG GG

<b>PROYECTO:</b>	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
<b>CLIENTE:</b>	JERSON SMITH FABIAN RAMOS
<b>MATERIAL(**)</b>	MUESTRA DE SUELO
<b>PROCEDENCIA:</b>	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.
<b>CODIGO MUESTRA:</b>	MUESTRA NATURAL
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	LH-B-M-2021-0324
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>	21° C
<b>INFORME N°:</b>	LH-B-INF-2021-208
<b>TECNICO ENCARGADO:</b>	CRISTIAN VALDIVIA
<b>FINALIDAD:</b>	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL

FECHA DE ENSAYO: 17/09/2021

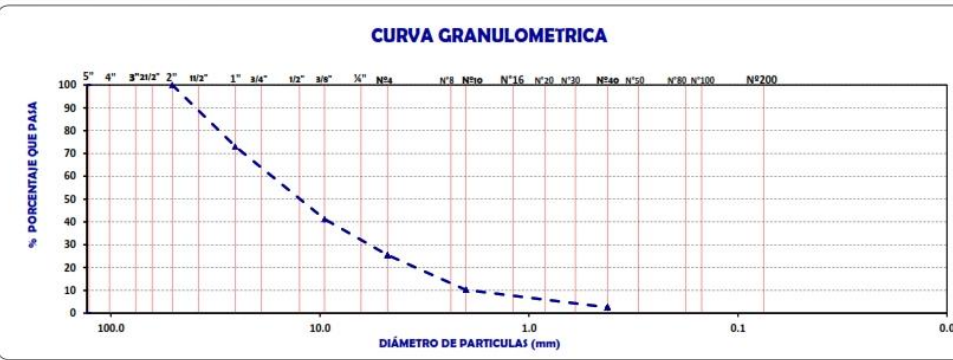

DATOS DE LA MUESTRA PARA CBR														
Clasificación de Suelos :														
CLASF. (SUCS) :							CL-ML							
CLASF. (AASHTO) :							A-4 (3)							
COMPACTACION														
Molde N°	13			14			15							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	56			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO			NO SATURADO			NO SATURADO							
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12250.0			12025.0			11485.0							
Peso de molde (g)	7.565			7.565			7.572							
Peso del suelo húmedo (g)	4685.0			4460.0			3913.0							
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.173			2.173			2.130							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.156			2.052			1.837							
Tara (N°)														
Peso suelo húmedo + tara (g)	1076.0			529.0			512.0							
Peso suelo seco + tara (g)	980.0			483.7			466.6							
Peso de tara (g)	0.0			0.0			0.0							
Peso de agua (g)	96.0			45.3			45.4							
Peso de suelo seco (g)	980.0			483.7			466.6							
Contenido de humedad (%)	9.8			9.4			9.7							
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.964			1.877			1.674							
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
17/09/2021	17:40	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/09/2021	17:40	24	5.0	0.127	0.11	7.0	0.178	0.15	11.0	0.279	0.24	0.279	0.24	0.24
19/09/2021	17:40	48	8.0	0.203	0.18	10.0	0.254	0.22	15.0	0.381	0.33	0.381	0.33	0.33
20/09/2021	17:40	72	10.0	0.254	0.22	14.0	0.356	0.31	17.0	0.432	0.37	0.432	0.37	0.37
21/09/2021	17:40	96	14.0	0.356	0.31	16.0	0.406	0.35	19.0	0.483	0.42	0.483	0.42	0.42
EXPANSION 0.36														
PENETRACION														
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
mm	kg/cm <sup>2</sup>	Dial (kg)	kg	kg	%	Dial (kg)	kg	kg	%	Dial (kg)	kg	kg	%	
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635		170.0	176.1			169.0	175.1			90.0	95.0			
1.270		260.0	267.3			180.0	186.2			82.0	86.9			
1.905		240.0	247.0			161.0	167.0			76.0	80.8			
2.540	70.455	290.0	297.6	333.0	24.8	210.0	216.6	230.2	17.1	125.0	130.5	111.1	8.3	
3.810		320.0	328.0			235.0	241.9			139.0	144.7			
5.080	105.682	370.0	378.7	401.5	19.9	284.0	291.6	294.8	14.6	197.0	203.4	194.7	9.7	
6.350		410.0	419.2			321.0	329.1			240.0	247.0			
7.620		430.0	439.5			335.0	343.2			244.0	251.0			
10.160										428.0				





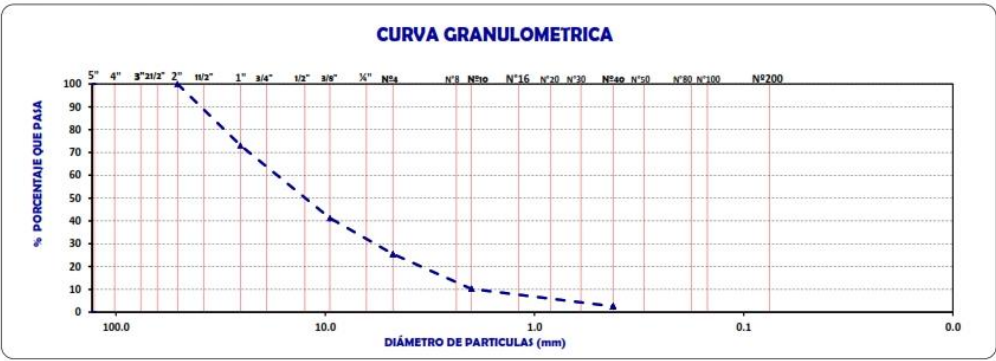
Anexo N°9

Análisis granulométrico de muestra dos

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos		MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				INACAL		
URTECO		(NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999)				DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registado N° LB - 138		
CODIGO:	LH-FOR-084	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG	
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.							
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA							
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS							
MATERIAL(**)	MUESTRA DE SUELO							
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.							
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO							
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323							
CONDICIONES AMBIENTALES:	21° C							
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-221							
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA							
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL							
						FECHA DE ENSAYO:	17/09/2021	
SUELOS: MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999 (REVISADA EL 2019)								
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	Material sin Especificación	DATOS DE LA MUESTRA	
							Peso Grava	586.0 gr.
							Peso Fino	324.5 gr.
5"	127.000						Peso Total	786.5 gr.
4"	101.600						Peso Fracción	324.5 gr.
3"	76.200						SUCS	GP GRAVA POBREMENTE
2 1/2"	63.500						AASHTO	A-2-6 (0) GRADUADA
2"	50.800				100.0		HUMEDAD NATURAL MTC E-108	
1 1/2"	38.100				100.0		Peso Material Húmedo	5996.0 gr.
1"	25.400	212.0	27.0	27.0	73.0		Peso Material Seco	5438.0 gr.
3/4"	19.050	94.0	12.0	38.9	61.1		Tara	- gr.
1/2"	12.500	114.0	14.5	53.4	46.6		Peso Agua	558.0 gr.
3/8"	9.500	42.0	5.3	58.7	41.3		Peso Material Seco	5438 gr.
1/4"	6.350						% De Humedad Natural	10.3 %
N°4	4.750	124.0	15.8	74.5	25.5		Limite Líquido	30 %
N°8	2.360						Limite Plástico	15 %
N°10	2.000	120.3	15.3	89.8	10.2		Índice De Plasticidad	15 %
N°16	1.190						Abrasión	26.1 %
N°20	0.840						Gravedad Especifica A. Grueso	2.574 gr/cm³
N°30	0.600						Absorción	2.611 %
N°40	0.420	60.2	7.7	97.5	2.5		Máxima Densidad Seca	1.948 gr/cm³
N°50	0.300						Óptimo De Humedad	9.3 %
N°60	0.177						CBR al 100% 1"	20.4 %
N°100	0.149						CBR al 95% 1"	16.1 %
N°200	0.075	20.0	2.5	100.0				
< N° 200		124.0	9.7	109.7				
Observaciones:								
								
REVISO Y APROBO:								
HNOS URTEAGA CONTRATISTAS  H. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. C/O 211170 J.F.E. DE LABORATORIO								
Hnos. URTEAGA CONSTATISTAS S. R. L. DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453782761 Visita nuestra pagina web: www.urteco.com								



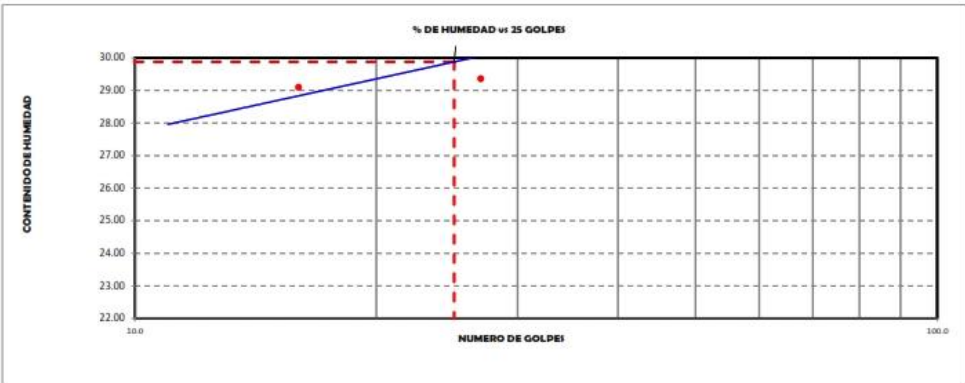

Anexo N° 10

Contenido de humedad de muestra dos

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos		MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999)				INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 136			
CODIGO:	LH-FOR-084	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG		
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.								
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA								
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS								
MATERIAL(**)	MUESTRA DE SUELO								
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.								
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO								
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323								
CONDICIONES AMBIENTALES:	21° C								
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-221								
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA								
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFECIONAL								
						FECHA DE ENSAYO:	17/09/2021		
SUELOS: MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 - ASTM D 422 - 1999 (REVISADA EL 2019)									
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	Material sin Especificación	DATOS DE LA MUESTRA		
							Peso Grava		gr.
5"	127.000						Peso Fino	586.0	gr.
4"	101.600						Peso Total	324.5	gr.
3"	76.200						Peso Fracción	786.5	gr.
2 1/2"	63.500						SUCS GP	324.5	gr.
2"	50.800				100.0		AASHTO A-2-6 (0)		GRAVA POBREMENTE GRADUADA
1 1/2"	38.100				100.0		HUMEDAD NATURAL MTC E-108		
1"	25.400	212.0	27.0	27.0	73.0		Peso Material Húmedo	5996.0	gr.
3/4"	19.050	94.0	12.0	38.9	61.1		Peso Material Seco	5438.0	gr.
1/2"	12.500	114.0	14.5	53.4	46.6		Tara	-	gr.
3/8"	9.500	42.0	5.3	58.7	41.3		Peso Agua	558.0	gr.
1/4"	6.350						Peso Material Seco	5438	gr.
N°4	4.750	124.0	15.8	74.5	25.5		% De Humedad Natural	10.3	%
N°8	2.360						Limite Líquido	30	%
N°10	2.000	120.3	15.3	89.8	10.2		Limite Plástico	15	%
N°16	1.190						Índice De Plasticidad	15	%
N°20	0.840						Abrasión	26.1	%
N°30	0.600						Gravedad Específica A. Grueso	2.574	gr/cm³
N°40	0.420	60.2	7.7	97.5	2.5		Absorción	2.611	%
N°50	0.300						Máxima Densidad Seca	1.948	gr/cm³
N°80	0.177						Óptimo De Humedad	9.3	%
N°100	0.149						CBR al 100% 1"	20.4	%
N°200	0.075	20.0	2.5	100.0			CBR al 95% 1"	16.1	%
< N° 200		124.0	9.7	109.7					
Observaciones:									
<p><b>CURVA GRANULOMETRICA</b></p> 									
<p>REVISO Y APROBO:</p> <p>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</p> <p>Ing. Frank J. Gonzales Vásquez</p> <p>Reg. CIP 211130</p> <p>ALFE DE LABORATORIO</p>									
<p>Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S. R. L.</p> <p>DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453762761</p> <p>Visita nuestra pagina web: www.urteago.com</p>									

Anexo N°11


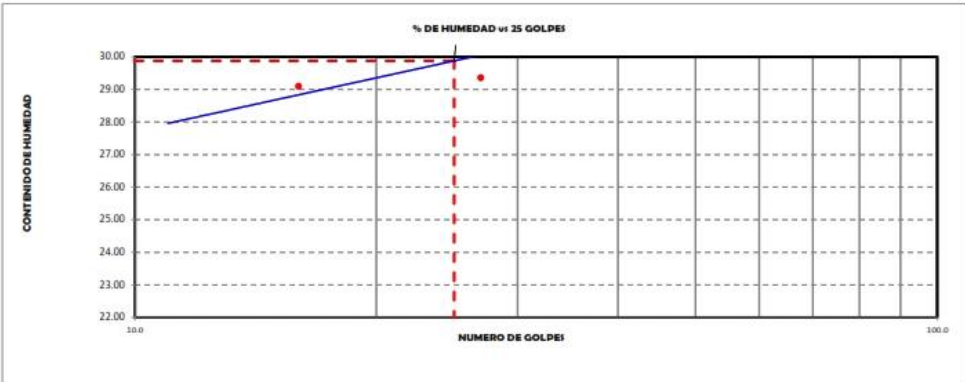
Limite líquido muestra dos

		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> <b>(NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>				
<b>CODIGO:</b>	LH-FOR-085	<b>VERSION:</b>	5	<b>FECHA:</b>	15/09/2021	<b>APROBACION:</b> GG
<b>PROYECTO:</b>	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.					
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA					
<b>CLIENTE:</b>	JERSON SMITH FABIAN RAMOS					
<b>MATERIAL(**)</b>	MUESTRA DE SUELO					
<b>PROCEDENCIA:</b>	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.					
<b>CODIGO MUESTRA:</b>	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO					
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	LH-B-M-2021-0323					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>	22.1° C					
<b>INFORME N°:</b>	LH-B-INT-2021-211					
<b>TECNICO ENCARGADO:</b>	CRISTIAN VALDIVIA					
<b>FINALIDAD:</b>	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL					
					<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	18/09/2021
<b>LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>						
DATOS		LIMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40			LIMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES	16	27	37	–	–	–
TARRO N°	11	10	7	7	10	10
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr	65.55	68.57	67.63	27.63	27.35	27.35
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )	61.04	64.04	63.03	27.34	27.07	27.07
PESO DE LA TARA ( gr ) 20.15	49.54	49.61	49.30	25.44	25.21	25.21
PESO DEL AGUA ( gr )	4.51	4.53	4.60	0.29	0.28	0.28
PESO DEL SUELO SECO ( gr )	15.50	15.43	14.73	1.90	1.86	1.86
CONTENIDO DE HUMEDAD %	29.10	29.36	31.23	15.26	15.05	15.05
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>				
Limite Liquido (%) :	30					
Limite Plástico (%) :	15					
Índice De Plasticidad (%) :	15					
Especificación :	≤ 10% Max.					
						
<b>REVISO Y APROBO:</b> <b>HNOS URTEAGA CONTRATISTAS</b>  <b>Frank J. Gonzales Vásquez</b> Reg. CIP 211130 ALFE DE LABORATORIO						
Hnos. URTEGA CONTRATISTAS S. R. L. DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453762761 Visita nuestra pagina web: www.hurteco.com						





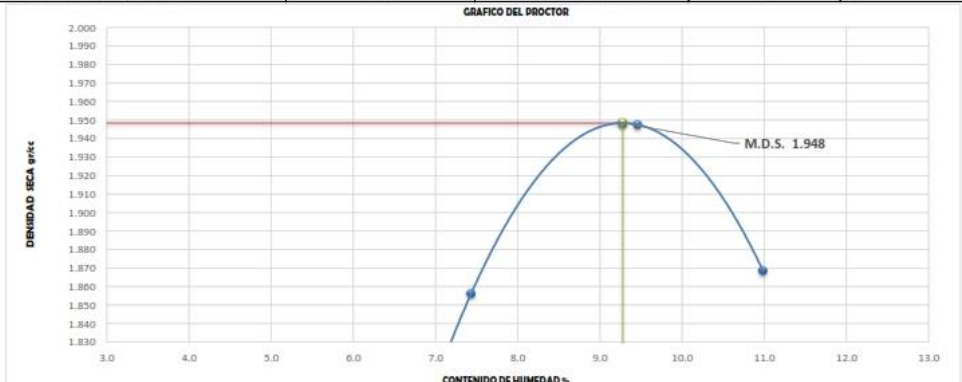

Anexo N°12

Limite plástico muestra dos

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos <b>Hurteco</b>		<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)			 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registron N° LR - 126	
CODIGO:	LH-FOR-085	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION: GG
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.					
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA					
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS					
MATERIAL(**)	MUESTRA DE SUELO					
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA.					
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO					
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323					
CONDICIONES AMBIENTALES:	22.1° C					
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-211					
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA					
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL					
					FECHA DE ENSAYO:	18/09/2021
<b>LÍMITES DE ATTERBERG (NTP 339.129 – ASTM D 4318 – MTC E 110)</b>						
DATOS		LIMITE LIQUIDO TAMIZ < N° 40			LIMITE PLÁSTICO TAMIZ < N° 40	
N° DE GOLPES		16	27	37	--	--
TARRO N°		11	10	7	7	10
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA gr		65.55	68.57	67.63	27.63	27.35
PESO SUELO SECO + TARA ( gr )		61.04	64.04	63.03	27.34	27.07
PESO DE LA TARA ( gr )	20.15	49.54	49.61	49.30	25.44	25.21
PESO DEL AGUA ( gr )		4.51	4.53	4.60	0.29	0.28
PESO DEL SUELO SECO ( gr )		15.50	15.43	14.73	1.90	1.86
CONTENIDO DE HUMEDAD %		29.10	29.36	31.23	15.26	15.05
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:				
Limite Liquido (%)	:	30				
Limite Plástico (%)	:	15				
Índice De Plasticidad (%)	:	15				
Especificación	:	≤ 10% Max.				
						
REVISO Y APROBO:						
<p>Hnos URTEAGA CONTRATISTAS</p> <p><i>Frank J. Gonzales Vásquez</i></p> <p>Ing. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. CIP 211130 A.F.E. DE LABORATORIO</p>						
<p>Hnos. URTEGA CONTRATISTAS S. R. L.</p> <p>DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453702761</p> <p>Visita nuestra pagina web: <a href="http://www.hurteco.com">www.hurteco.com</a></p>						

Anexo N°13

Proctor modificado muestra dos

		<b>PROCTOR MODIFICADO</b> (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)			
CODIGO	LH-FOR-090	FECHA	15/09/2021	VERSIÓN	5
PROYECTO:	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.				
UBICACIÓN:	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA				
CLIENTE:	JERSON SMITH FABIAN RAMOS				
MATERIAL(“”)	MUESTRA DE SUELO				
PROCEDENCIA:	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA -CAJAMARCA.				
CODIGO MUESTRA:	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO				
CODIGO LABORATORIO:	LH-B-M-2021-0323				
CONDICIONES AMBIENTALES:	20.2° C				
INFORME N°:	LH-B-INF-2021-217				
TECNICO ENCARGADO:	CRISTIAN VALDIVIA				
FINALIDAD:	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFECIONAL				
FECHA DE ENSAYO: 18/09/2021					
<b>PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141 – ASTM D 1557 – MTC E 115)</b>					
COMPACTACION			DENSIDAD HUMEDAD		
METODOC			METODOC		
VOLUMEN DEL MOLDE ( cm3)	2194	PESO DE MOLDE ( gr)		6,050	
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO DE SUELO + MOLDE ( gr )	10,100	10,425	10,727	10,600	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO ( gr )	4,050	4,375	4,677	4,550	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO ( gr/cc )	1,846	1,994	2,132	2,074	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	--	--	--	--	
PESO SUELO HUMEDO +TARA ( gr )	675,0	720,0	827,5	781,0	
PESO SUELO SECO +TARA ( gr )	633,8	670,2	756,0	703,7	
PESO DE LA TARA ( gr .)					
PESO DE AGUA ( gr )	41,2	49,8	71,5	77,3	
PESO DE SUELO SECO ( gr )	637,8	670,0	756,0	703,7	
HUMEDAD ( % )	6,5	7,4	9,5	11,0	
PESO VOLUMETRICO SECO ( gr/cc )	1,734	1,856	1,948	1,869	
DENSIDAD MAXIMA SECA ( gr/cc )	1,948	HUMEDAD OPTIMA		9,3	(%)
GRAFICO DEL PROCTOR					
					
REVISO Y APROBO:					
HNOS URTEGA CONTRATISTAS  Mtro. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. C.P. 211190 JEFE DE LABORATORIO					
Hnos. URTEGA CONTRATISTAS S. R. L. DOMICILIO SOCIAL: Jr. La Mar N° 224 RUC: 20453782761 Visita nuestra pagina web: www.hurteco.com					



Anexo N°14

CBR muestra dos

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos <b>Hirteco</b>		<b>California Bearing Ratio CBR</b> (NTP 339.145 – ASTM D 1883 MTC E 132)				INACAL DA - Perú Acreditado Resolución N° 036 - 2008							
CODIGO:	LH-FOR-097	VERSION:	5	FECHA:	15/09/2021	APROBACION:	GG GG						
<b>PROYECTO:</b>	INCLUSIÓN DE CONCRETO RECICLADO AL 7%, 11% Y 21% PARA OBTENER UN MEJORAMIENTO DE CBR EN SUELOS ARCILLOSOS UTILIZADOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN OBRAS DE SANEAMIENTO.												
<b>UBICACIÓN:</b>	BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA												
<b>CLIENTE:</b>	JERSON SMITH FABIAN RAMOS												
<b>MATERIAL(**)</b>	MUESTRA DE SUELO												
<b>PROCEDENCIA:</b>	PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE BAÑOS DEL INCA Y ANEXOS, DISTRITO DE LOA BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA -CAJAMARCA.												
<b>CODIGO MUESTRA:</b>	MUESTRA AL 7% DE CONCRETO RECICLADO												
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	LH-B-INF-2021-218												
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>	22,1° C												
<b>INFORME N°:</b>													
<b>TECNICO ENCARGADO:</b>	CRISTIAN VALDIVIA												
<b>FINALIDAD:</b>	TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO TITULO PROFESIONAL												
						<b>FECHA DE ENSAYO: 18/09/2021</b>							
DATOS DE LA MUESTRA PARA CBR													
Clasificación de Suelos :													
CLASF. (SUCS) :				GP									
CLASF. (AASHTO) :				A-2-6 (0)									
COMPACTACIÓN													
Molde N°	13		14		15								
Capas N°	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12045.0		11845.0		11315.0								
Peso de molde (g)	7.565		7.565		7.572								
Peso del suelo húmedo (g)	4480.0		4280.0		3743.0								
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.173		2.173		2.130								
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.062		1.970		1.757								
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	1072.0		531.0		510.0								
Peso suelo seco + tara (g)	980.0		485.0		466.6								
Peso de tara (g)	0.0		0.0		0.0								
Peso de agua (g)	92.0		46.0		43.4								
Peso de suelo seco (g)	980.0		485.0		466.6								
Contenido de humedad (%)	9.4		9.5		9.3								
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.885		1.799		1.608								
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18/09/2021	16:40	0	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00		
19/09/2021	16:40	24	5.0	0.127	0.11	7.0	0.178	0.15	11.0	0.279	0.24		
20/09/2021	16:40	48	8.0	0.203	0.18	10.0	0.254	0.22	15.0	0.381	0.33		
21/09/2021	16:40	72	10.0	0.254	0.22	14.0	0.356	0.31	17.0	0.432	0.37		
22/09/2021	16:40	96	25.0	0.635	0.55	22.0	0.559	0.48	20.0	0.508	0.44		
EXPANSION 0.49													
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (kg)	kg	kg	%	Dial (kg)	kg	kg	%	Dial (kg)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		180.0	186.2			179.0	185.2			105.0	110.2		
1.270		270.0	277.4			190.0	196.3			99.0	104.1		
1.905		250.0	257.1			171.0	177.1			89.0	94.0		
2.540	70.455	300.0	307.8	363.0	27.0	220.0	226.7	280.2	20.8	146.0	151.8	161.1	12.0
3.810		330.0	338.2			245.0	252.1			157.0	162.9		
5.080	105.682	380.0	388.8	411.5	20.4	294.0	301.7	324.8	16.1	220.0	226.7	204.7	10.1
6.350		420.0	429.4			331.0	339.2			266.0	273.3		
7.620		440.0	449.6			345.0	353.4			275.0	282.5		
10.160													

