

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ADICION DE POLICLORURO DE VINILO  
(PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO  
PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. APARICIO ALVA, Deysi Jhasmin**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ADICION DE POLICLORURO DE VINILO  
(PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO  
PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021**

PRESENTADO POR:

**Bach. APARICIO ALVA, Deysi Jhasmin**

LINEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERA CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2022

## **ASESORES**

PHD. MALLMA CAPCHA, Tito. (ASESOR METODOLÓGICO)

MG. ING. REYNOSO OSCANOVA, Javier (ASESOR TEMÁTICO)

## **DEDICATORIA**

A mis padres por mostrarme el camino hacia la superación y apoyo incondicional.

Mi hermana por su apoyo incondicional.

Mis amigos por compartir sus conocimientos y apoyo.

**Bach. Deysi Jhasmin Aparicio Alva**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida, salud, sabiduría y que siempre me acompaña y a mi familia vela.

Agradezco mucho por la ayuda a mis asesores, mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por todas sus enseñanzas, conocimientos que me han otorgado y su valioso tiempo.

**Bach. Deysi Jhasmin Aparicio Alva**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. TAPIA SILGUERA, Rubén Darío  
PRESIDENTE

---

Ing. MAITA PEREZ, Manuel Iván  
JURADO 1

---

Mg. PALOMINO DAVIRÁN, Carlos Enrique  
JURADO 2

---

Ing. ZÚÑIGA ALMONACID, Erika Genoveva  
JURADO 3

---

Ing. UNTIVEROS PEÑALOZA, Leonel  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
ASESORES.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
CAPÍTULO I.....	18
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Planteamiento del problema .....	18
1.2. Formulación del problema .....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Justificación.....	20
1.3.1. Justificación práctica o social .....	20
1.3.2. Justificación científica teórica.....	21
1.3.3. Justificación metodológica.....	21
1.4. Delimitaciones.....	22
1.4.1. Delimitación espacial.....	22
1.4.2. Delimitación temporal.....	22
1.4.3. Delimitación económica .....	22
1.5. Limitaciones.....	22
1.6. Objetivos .....	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos .....	22
CAPÍTULO II .....	24
MARCO TEÓRICO.....	24

2.1. Antecedentes .....	24
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	27
2.2. Marco conceptual .....	30
2.2.1. Policloruro de vinilo (PVC) .....	30
2.2.2. Adoquines de concreto .....	42
2.3. Definición de términos .....	60
2.4. Hipótesis.....	60
2.4.1. Hipótesis general.....	60
2.4.2. Hipótesis específicas .....	61
2.5. Variables .....	61
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	61
2.5.2. Definición operacional de la variable .....	62
2.5.3. Operacionalización de las variables .....	63
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>65</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>65</b>
3.1. Método de investigación .....	65
3.2. Tipo de investigación .....	65
3.3. Nivel de la investigación .....	66
3.4. Diseño de la investigación.....	66
3.5. Población y muestra .....	66
3.5.1. Población.....	67
3.5.2. Muestra .....	68
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	68
3.6.1. Técnicas .....	68
3.6.2. Instrumentos.....	69
3.7. Procesamiento de la información .....	72
3.8. Técnicas y análisis de datos .....	94
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>105</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>105</b>
4.1. Datos generales .....	105



4.2. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento.....	107
4.3. Prueba de hipótesis.....	122
4.3.1. Hipótesis general.....	122
4.3.2. Hipótesis específicas.....	123
CAPITULO V .....	127
DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	127
5.1. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (a): .....	127
5.2. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (b):.....	127
5.3. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (c): .....	128
5.4. Discusión de resultados respecto a la hipótesis general:.....	129
CONCLUSIONES .....	130
RECOMENDACIONES .....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXOS .....	137
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	138
ANEXO N°02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES ...	140
ANEXO N° 03: CERTIFICADOS DE RESULTADOS DE LABORATORIO .	142

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Proceso de polimerización .....	37
<b>Tabla 2.</b> Propiedades del policloruro de vinilo (PVC) .....	39
<b>Tabla 3.</b> Ventajas y desventajas del PVC rígido y flexible.....	39
<b>Tabla 4.</b> Composición de materiales de porcentajes aproximados. ....	43
<b>Tabla 5.</b> Tipos de agregados.....	43
<b>Tabla 6.</b> Requisitos para la granulometría de los áridos finos .....	45
<b>Tabla 7.</b> Componentes químicos del cemento.....	47
<b>Tabla 8.</b> Límites permisibles para la calidad del agua para mezcla y curado .....	49
<b>Tabla 9.</b> Clasificación de los adoquines en función a las dimensiones.....	50
<b>Tabla 10.</b> Espesor nominal y resistencia a la compresión.....	50
<b>Tabla 11.</b> Disposición de adoquines con un espesor mínimo de adoquines en función al tránsito proyectado. ....	54
<b>Tabla 12.</b> Espesor nominal y resistencia a la compresión.....	54
<b>Tabla 13.</b> Tolerancia para las dimensiones de los adoquines.....	55
<b>Tabla 14.</b> Ventajas y desventajas del uso de adoquines .....	59
<b>Tabla 15.</b> Operacionalización de variables. ....	64
<b>Tabla 16.</b> Dosificación final del mortero .....	72
<b>Tabla 17.</b> Dosificación patrón con 0% de Adición de PVC.....	73
<b>Tabla 18.</b> Dosificación patrón con 2.5% de Adición de PVC.....	73
<b>Tabla 19.</b> Dosificación patrón con 5% de Adición de PVC.....	73
<b>Tabla 20.</b> Dosificación patrón con 7.5% de Adición de PVC.....	74
<b>Tabla 21.</b> Dosificación patrón con 10% de Adición de PVC.....	74
<b>Tabla 22.</b> Tolerancia dimensional del adoquín de concreto.....	85
<b>Tabla 23.</b> Datos de Absorción máxima .....	88
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 7 días .....	96
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 14 días .....	96
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 21 días .....	97
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 28 días .....	97
<b>Tabla 28.</b> Espesor nominal y resistencia a la compresión.....	98
<b>Tabla 29.</b> Dimensiones del adoquín al 0% de PVC .....	99
<b>Tabla 30.</b> Dimensiones del adoquín al 2.5% de PVC .....	100

<b>Tabla 31.</b> Dimensiones del adoquín al 5% de PVC .....	100
<b>Tabla 32.</b> Dimensiones del adoquín al 7.5% de PVC .....	100
<b>Tabla 33.</b> Dimensiones del adoquín al 10% de PVC .....	101
<b>Tabla 34.</b> Tolerancia dimensional del adoquín de concreto.....	101
<b>Tabla 35.</b> Datos de absorción del adoquín con adición del PVC .....	102
<b>Tabla 36.</b> Datos de Absorción máxima .....	102
<b>Tabla 37.</b> Peso unitario del adoquín con adición de PVC.....	103
<b>Tabla 38.</b> Datos de contenido de humedad del adoquín con adición del PVC ...	104
<b>Tabla 39.</b> Granulometría del agregado fino .....	106
<b>Tabla 40.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 7 días .....	108
<b>Tabla 41.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 14 días .....	109
<b>Tabla 42.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 21 días .....	110
<b>Tabla 43.</b> Resistencia a la compresión de adoquines a 28 días .....	111
<b>Tabla 44.</b> Dimensiones del adoquín de concreto con 0% de PVC.....	113
<b>Tabla 45.</b> Dimensiones del adoquín de concreto con 2.5% de PVC.....	114
<b>Tabla 46.</b> Dimensiones del adoquín de concreto con 5% de PVC.....	114
<b>Tabla 47.</b> Dimensiones del adoquín de concreto con 7.5% de PVC.....	115
<b>Tabla 48.</b> Dimensiones del adoquín de concreto con 10% de PVC.....	115
<b>Tabla 49.</b> Absorción del adoquín con PVC.....	117
<b>Tabla 50.</b> Peso unitario del adoquín de concreto con PVC.....	119
<b>Tabla 51.</b> Contenido de humedad del adoquín de concreto con PVC.....	121
<b>Tabla 52.</b> Prueba de hipótesis Especifica Resistencia a la compresión .....	123
<b>Tabla 53.</b> Prueba de hipótesis Especifica Tolerancia dimensional .....	124
<b>Tabla 54.</b> Prueba de hipótesis Especifica Absorción .....	125
<b>Tabla 55.</b> Prueba de hipótesis Especifica Contenido de humedad.....	125
<b>Tabla 56.</b> Prueba de hipótesis Especifica Peso unitario .....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Composición química del Policloruro de vinilo .....	31
<b>Figura 02.</b> Materiales resultantes de procesamiento de plástico .....	31
<b>Figura 03.</b> Polimerización de radicales libres del cloruro de vinilo.....	32
<b>Figura 04.</b> Elementos resultantes con un origen de PVC.....	33
<b>Figura 05.</b> La sal.....	34
<b>Figura 06.</b> Estructura química del ftalato.....	35
<b>Figura 07.</b> Proceso de la creación de tuberías y geosistema del Perú SA.....	40
<b>Figura 08.</b> Actividades para una fabricación de tubería PVC.....	41
<b>Figura 09.</b> Cemento (material cementante).....	47
<b>Figura 10.</b> Empleo de adoquines en un parque .....	51
<b>Figura 11.</b> Adoquines empleados en un estacionamiento .....	52
<b>Figura 12.</b> Calzada de uso peatonal de adoquines .....	52
<b>Figura 13.</b> Zona industrial o con carga pesada.....	52
<b>Figura 14.</b> Zona de tránsito liviano .....	53
<b>Figura 15.</b> Zona de tránsito liviano .....	53
<b>Figura 16.</b> Proceso de dosificación .....	56
<b>Figura 17.</b> Proceso de mezclado (1) Mezcla del cemento y.....	57
la arena, (2) Esparcir la mezcla, (3) adicionar agua a la .....	57
mezcla, (4) resolver la mezcla y (5) verificar la humedad y trabajabilidad. ....	57
<b>Figura 18.</b> Proceso de mezclado empleando maquinaria.....	57
<b>Figura 19.</b> Formato del Ensayo de Resistencia a la compresión.....	70
<b>Figura 20.</b> Formato del Ensayo de Variabilidad dimensional.....	70
<b>Figura 21.</b> Formato del Ensayo de Absorción.....	71
<b>Figura 22.</b> Formato del Ensayo de Peso Unitario y Contenido de Humedad .....	71
<b>Figura 23.</b> Policloruro de vinilo en la intemperie .....	76
<b>Figura 24.</b> Tuberías residuales de obras civiles .....	76
<b>Figura 25.</b> Viruta de policloruro de vinilo PVC.....	78
<b>Figura 26.</b> Viruta de la viruta de PVC y el mortero .....	78
<b>Figura 27.</b> Maquina vibrocompactación del adoquín.....	78
<b>Figura 28.</b> Moldeado del adoquín .....	79

<b>Figura 29.</b> Secado del adoquín y etiquetado .....	79
<b>Figura 30.</b> Máquina del ensayo de resistencia a la compresión .....	81
<b>Figura 31.</b> Etiquetado de adoquín de concreto con adición de PVC.....	82
<b>Figura 32.</b> Toma de datos de la dimensiones y peso del adoquín.....	82
<b>Figura 33.</b> Rotura de ensayo de resistencia a la compresión .....	82
<b>Figura 34.</b> Espécimen sometido a la resistencia a la compresión .....	83
<b>Figura 35.</b> Ensayo a la compresión a la edad 7 días .....	83
<b>Figura 36.</b> Ensayo a la compresión a la edad de 14 días.....	83
<b>Figura 37.</b> Ensayo a la compresión a la edad de 21 días.....	84
<b>Figura 38.</b> Ensayo a la compresión a la edad de 28 días.....	84
<b>Figura 39.</b> Registro de datos de Resistencia a la compresión .....	85
<b>Figura 40.</b> Realización de medidas del adoquín .....	86
<b>Figura 41.</b> Uso de la regla metálica (pie de rey) .....	86
<b>Figura 42.</b> Registro de datos de variabilidad dimensional del adoquín .....	87
<b>Figura 43.</b> Proceso de saturación del adoquín.....	89
<b>Figura 44.</b> Peso saturado del adoquín de concreto.....	89
<b>Figura 45.</b> Horno ventilado a 100°C a 115°C .....	90
<b>Figura 46.</b> Realización del pesado seco del adoquín .....	90
<b>Figura 47.</b> Registro de datos de Absorción del adoquín .....	90
<b>Figura 48.</b> Registro de datos de peso unitario del adoquín .....	92
<b>Figura 49.</b> Registro de datos de contenido de humedad del adoquín.....	94
<b>Figura 50.</b> Ubicación de la cantera de Mito .....	105
<b>Figura 51.</b> Planta de fabricación de adoquines de concreto .....	107
<b>Figura 52.</b> Resultado de Resistencia a la compresión.....	112
<b>Figura 53.</b> Resultados del promedio de absorción .....	118
<b>Figura 54.</b> Resultados del promedio de densidad del adoquín.....	120
<b>Figura 55.</b> Resultado del promedio de contenido de humedad .....	122

## RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como problema general: “¿De qué manera la adición del policloruro de vinilo (PVC) incide en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?”, donde el objetivo general fue: “Determinar la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021”. Y la hipótesis general planteado fue: “La adición del policloruro de vinilo (PVC) incide significativamente en los adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021”.

El método de investigación fue el científico, tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue explicativo y diseño de investigación fue cuasiexperimental. La población fue los adoquines de concreto y el tipo de muestra de la investigación fue considerado no probabilística siendo de 75 unidades de adoquines que se evaluara en laboratorio para determinar los requisitos de adoquines fabricados.

Finalmente se realizó los ensayos establecidos por la normativa, donde se concluyó que el adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) con porcentajes de 2.5%,5%,7.5% y 10% del aditivo no cumple resistencia a la compresión y en la tolerancia dimensional máxima si cumple de acuerdo a la normativa. Por otra parte, en las propiedades físicas: absorción, contenido de humedad y peso unitario son aceptables según la NTP 399.611 en la fabricación de adoquines de concreto.

**Palabras claves:** Policloruro de vinilo (PVC), Adoquín de concreto, Requisitos mínimos de la normativa.

## ABSTRACT

The present research study had as a general problem: "How does the addition of polyvinyl chloride (PVC) affect concrete pavers for pedestrian use, Huancayo - 2021?", where the general objective was: "Determine the incidence of the addition of polyvinyl chloride (PVC) in concrete pavers for pedestrian use, Huancayo – 2021". And the general hypothesis raised was: "The addition of polyvinyl chloride (PVC) has a significant impact on concrete pavers for pedestrian use, Huancayo - 2021".

The research method was scientific, the type of research was applied, the level of research was explanatory, and the research design was quasi-experimental. The population was concrete pavers and the type of research sample was considered non-probabilistic, being 75 units of pavers that were evaluated in the laboratory to determine the requirements of manufactured pavers.

Finally, the tests established by the regulations were carried out, where it was concluded that the concrete paver with added polyvinyl chloride (PVC) with percentages of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% of the additive does not meet compressive strength and in the maximum dimensional tolerance if it complies according to the regulations. On the other hand, in the physical properties: absorption, moisture content and unit weight are acceptable according to NTP 399.611 in the manufacture of concrete pavers.

**Keywords:** Polyvinyl chloride (PVC), Concrete paver, Minimum requirements of the regulations.

## INTRODUCCIÓN

En el trabajo de investigación “ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO – 2021”, tiene como objetivo “Determinar la incidencia de la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021”, ya que, en la actualidad, en la ciudad de Huancayo se observan residuos del policloruro de vinilo especialmente en las construcciones de obras de saneamiento, remodelaciones y otras obras civiles generando una contaminación ambiental. Por otra parte, en los distritos que están en proceso de urbanización en mención de Hualhuas se propone la utilización de adoquines de concreto con PVC en pavimentos de uso peatonal. El cual se evaluará y aplicará la metodología de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño de investigación cuasi experimental con la aplicación de los ensayos de laboratorio que determina la normativa técnica peruana para que cumpla los requisitos mínimos: Resistencia a la compresión, tolerancia dimensional y sus propiedades físicas: Absorción, peso unitario y contenido de humedad para garantizar su aplicación.

A continuación, se detalla cada capítulo de dicha investigación: que será elaborado en la provincia de Huancayo.

**EL CAPÍTULO I.-** Se detalla el planteamiento del problema, donde se menciona la descripción de la realidad problemática, formulación del problema general y los problemas específicos, justificación de la investigación, delimitación del problema, objetivo general y objetivos específicos de la investigación.

**EL CAPÍTULO II.-** Se desarrolla el marco teórico, donde se presenta los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, marco conceptual, definición de términos, planteamiento de la hipótesis general e hipótesis específica, variables, definición conceptual de la variable, definición operacional de la variable y su operacionalización de variables de la investigación.

**EL CAPÍTULO III.-** Se define la metodología de la investigación, donde se identificó el método investigación, tipo de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de información, técnicas y análisis de datos.



**EL CAPÍTULO IV.-** Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo, y el desarrollo de la prueba de hipótesis.

**EL CAPÍTULO V.-** Se desarrolla la discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. Siendo la matriz de consistencia, la matriz de operacionalización de variables, certificados de laboratorio.

**Bach. Deysi Jhasmin Aparicio Alva**

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional en la actualidad la pavimentación a base de adoquines de concreto cada día despierta el interés a arquitectos, urbanistas, ingenieros y productores de materiales. Los proyectos emplean el producto de una manera innovadora logrando resultados con acabados arquitectónicos en obras de tránsito peatonal. El ingeniero civil está capacitado para solucionar problemas de la sociedad, desarrollar y mejorar a través de innovaciones las ciudades que lo requiere. Por ello se observa en las ciudades la contaminación por residuos producidos por las obras civiles y la sociedad, uno de estos casos son los desechos del policloruro de vinilo (PVC) que se genera en el sector de las industrias, construcciones de obras civiles y otros sectores causando una contaminación ambiental. Por lo cual es importante realizar un adecuado reciclado y reutilización de los residuos sólidos como materia prima para la fabricación de nuevos elementos, por lo que la tesis tiene como fin de determinar la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal. (Rey Angulo, 2018)

Por otro lado, a nivel nacional en las industrias han optado en la fabricación de policloruro de vinilo siendo conocido como él (PVC), observándose en la actualidad, mayor uso en construcciones de viviendas, obras civiles, y otros. Debido a la necesidad, siendo el uso de estos como tuberías de agua

y desagüe, electricidad y otros usos, ya que son muy livianos y económico. Es por ello que, en la ciudad, zonas urbanas y zonas rurales, se observa estos elementos en las calles o en el ambiente que genera una contaminación al ecosistema ya que tardan en degradarse en el medio ambiente. Por otra según el PLANRES 2016 – 2024 (MINAM,2016), señala que el Perú durante el año 2014 generó 7 millones 497 mil toneladas de RSM de los cuales un 64% son residuos domiciliarios y un 26% residuos no domiciliarios. Sabiendo que el PVC está clasificado en residuos plásticos o residuos de las actividades de construcción. Que, dado a esta situación problemática, se ha optado en la reutilización del policloruro de vinilo para contribuir en la innovación de la ingeniería. Para observar la problemática de los residuos del policloruro de vinilo (PVC) a nivel mundial, En Venezuela, (CASANOVA ,2017) mediante un trabajo de investigación titulada: “Fabricación de bloques huecos de concretos con mezclas poliméricas a base de policloruro de vinilo (PVC) y poliestireno (PS) reciclado”, fue su objetivo fabricar bloques huecos de concreto empleando el policloruro de vinilo (PVC) y Poliestireno (PS), donde señala que la generación de residuos y desechos sólidos es un proceso que se incrementa día a día debido al derroche de bienes y servicios al que nos tiene acostumbrado a todos, por ello siendo una problemática en común de contrarrestar los residuos plásticos de la contaminación ambiental y la reducción de costo de fabricación de bloques de concreto. (Alvitres Ipanaque & Córdova Pedemonte, 2021)

A nivel local y a nivel del investigador ha observado en el distrito de Hualhuas, se está ejecutando la obra de: “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las pistas y veredas de la Av. Alfonso Ugarte y Prolongación Jr. Víctor Campos, Hualhuas, Distrito de Hualhuas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín”. Donde dichas obras en ejecución existen residuos de policloruro de vinilo (PVC) ya sea de agua potable y desagüe, estando en la intemperie del medio ambiente y no existe la aplicación de una metodología adecuada de reciclaje de este producto. Lo cual en anexos se adjunta fotografías del PVC.

La investigación se origina debido a los desechos y residuos sólidos de las obras civiles y la sociedad. Estos elementos siendo uno de ellos el policloruro de vinilo (PVC) tardan en degradarse generando una contaminación al medio ambiente afectando la calidad de vida y salud de la población. Por ello se realizó un estudio de la adición del PVC en adoquines de concreto para uso peatonal, donde es un proceso de incorporación, reutilización de los residuos del policloruro de vinilo (PVC) para mejorar las propiedades y condiciones del adoquín de concreto. Con la investigación se determinará y analizará el diseño del adoquín de concreto para su aplicación y obteniendo nuevos elementos alternativos para el ámbito de la ingeniería.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera la adición de policloruro de vinilo (PVC) incide en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo varía la resistencia a la compresión con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo - 2021?
- b) ¿En qué medida mejora la tolerancia dimensional con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?
- c) ¿Cómo mejoran las propiedades físicas con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación práctica o social**

Según (Méndez Álvarez, 2009) “Se considera cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.” (pág. 125)

La investigación es demostrar la utilidad de la reutilización del policloruro de vinilo (PVC) para sí crear nuevas metodologías o alternativas de adoquines y contribuir con el medio ambiente. De esta manera se mejorará los espacios o ambientes sostenibles y limpios con la finalidad de tener una educación ambiental y calidad de vida.

### **1.3.2. Justificación científica teórica**

Según (Méndez Álvarez, 2009)“En la investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.(p,128)

La investigación se enmarca dentro de la tecnología, ambiental y las normas, está en un proceso de aplicación nuevo dentro de la Ingeniería Peruana. Con la investigación, se determinará el diseño adecuado del adoquín de concreto con adición del policloruro de vinilo producto de los desperdicios de las obras civiles que generan contaminación al medio ambiente.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Según (Méndez Álvarez, 2009) “se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Si un estudio se propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos, busca nuevas formas de hacer investigación, entonces podemos decir que la investigación tiene una justificación metodológica.”

El presente trabajo de investigación contribuye a la descripción de la adición de policloruro de vinilo (PVC) para el desempeño de adoquines de concreto con dosificaciones óptimas, logrando

determinar el procedimiento y método adecuado con el fin de que pueda ser empleado en futuras investigaciones.

#### **1.4. Delimitaciones**

##### **1.4.1. Delimitación espacial**

El trabajo se realizó en el distrito de Hualhuas, provincia de Huancayo, departamento de Junín, donde el distrito le falta veredas, acera peatonal y entre otros para poder aplicar el sistema del adoquinado ya que el distrito en general está en crecimiento poblacional.

##### **1.4.2. Delimitación temporal**

La delimitación temporal corresponde en 04 meses aproximadamente que inicio en el mes octubre del 2021 y enero del 2022, tiempo en el que se recopiló la información, se procesó y se presentó los resultados del adoquín de concreto.

##### **1.4.3. Delimitación económica**

La presente investigación fue asumida económicamente por el investigador, lo cual se requiera para alcanzar el objetivo.

#### **1.5. Limitaciones**

Para el desarrollo de la investigación, la limitación es no encontrar suficiente información respecto de adoquines con adición de policloruro de vinilo o sea en concreto. Razón que la información serán verificadas con respecto a los resultados y análisis de los ensayos.

#### **1.6. Objetivos**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

##### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Evaluar la variación de la resistencia a la compresión con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.
- b) Analizar la mejora de la tolerancia dimensional con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.
- c) Determinar la mejora de las propiedades físicas con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

(Alemán García & Cantos Cortez, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación del diseño de pavimentos con adoquines de concreto en las parroquias pertenecientes a la administración zonal Quitumbe en el Sur de Quito. Casos de estudio; Calles pertenecientes a las parroquias Chillogallo y La Ecuatoriana”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar diferentes métodos para el diseño de pavimentos con adoquines de concreto que se encuentran presentes en normativas nacionales e internacionales, empleando la **metodología:** Desde un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo, obteniendo como **resultado:** Que 5 de los 8 casos analizado el CBR de la subrasante es distinto al establecido en el diseño propuesto por la Administración Zonal Quitumbe, por lo que esto se encuentra en el 10 % y 14 %, por lo que el espesor de la capa de sub base se encontraría sobredimensionado para las particularidades de cada uno de los métodos, y finalmente **concluyo:** Que el espesor de capa de sub base debería encontrarse entre 10 cm y 15 cm para la mayoría de las calles y no en 21 cm como el diseño propuesto.



(Di Marco Moraoles, 2018) presento el artículo científico **Titulado:** “Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones de Núcleos Rurales” el cual fija como **objetivo general:** Evaluar las partículas de PET en adoquines que llegan a ser aplicadas como un posible reemplazo de agregados, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo, obteniendo como **resultado:** Que el módulo de rotura más elevado se alcanzó con las pruebas realizadas a los adoquines con material reciclado, estuvo alrededor de 6.4 MPa, con una adición entre el 20 y 255 de PET, pero el porcentaje de PET más representativo en la mezcla y que cumple con todos los parámetros es del 35%, representando una notable reducción en la arena que se requiere para su fabricación, y finalmente **concluyo:** Que el módulo de rotura de los adoquines con adición del material reciclado PER, por lo tanto es viable la aplicación del PET como materia prima para la elaboración de adoquines.

(Pacheco González & Moreno Cárdenas, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis del Comportamiento Mecánico en Adoquines de Concreto Hidráulico con Sustitución de Agregado Fino por Grano de Caucho Reciclado en los Tamices N°8 al N°20 (2.36mm-0,85mm) y Adición de Polvo Fino de Microsílice”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar el comportamiento mecánico en los adoquines de concreto hidráulico, al sustituir el 5,10 y 15% del árido fino retenido en cada uno de los tamices N° 8, 10, 12 y 20 por granulo de caucho de llanta reciclada GCR, en porcentajes de 5, 10 y 15% con adición de polvo de Microsílice respecto al peso del cemento de la mezcla en porcentajes de 3, 6, 9%, empleando la **metodología:** De diseño de investigación experimental, obteniendo como **resultado:** Se determinó el comportamiento mecánico de los adoquines hidráulicos en los 13 tipos de mezclas y combinaciones entre el material granular GCR y el Microsílice, en porcentajes de 5,

10 15% para el GCR, además de 3, 6 y 9% para el polvo de Microsílice, guiados por los ensayos expuestos en la norma técnica colombiana 2017 para la elaboración de adoquines de concreto, y finalmente **concluyo:** Que de los resultados obtenidos, cumplen con la norma técnica colombiana 2017 y los laboratorios establecidos para el cumplimiento de las especificaciones mínimas que debe tener los adoquines diseñados.

(Ortiz Urquijo & Duran Moreno, 2019) presento la tesis de postgrado **Titulado:** “Evaluación del comportamiento de residuo PVC utilizado como reemplazo parcial de agregados en concreto hidráulico”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el comportamiento del concreto hidráulico con reemplazo parcial del parido pétreo por residuos procesados de PVC, empleando la **metodología:** De método cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Que según la norma es el 10% para sulfato de sodio y 15% para sulfato de magnesio, obteniéndose para el árido fino 2.4% y 2.6% respectivamente; y para el árido grueso es de 0.4% y 0.8% respectivamente, por lo que en relación a la dureza del árido grueso se aceptan pérdidas valores del 40% para desgaste en Máquina de los ángeles y 30% en equipo Micro – Deval, obteniéndose resultados del 33.88% y 16.47% , y finalmente **concluyó** Que de acuerdo a estos resultados se cumple con las especificaciones técnicas establecidas por la norma INVIAS 2013 para los áridos a utilizar en concreto hidráulico para pavimentos rígidos.

(Beltrán Armenta, 2020) presentó la tesis de posgrado **Titulado:** “Revisión de los factores que influyen en el desempeño del concreto hidráulico elaborado con adiciones de plástico reciclado ”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar los factores técnicos del concreto hidráulico elaborado con plástico reciclado y desarrollar

una comparación de éste mismo contra una mezcla convencional de concreto a través de las experiencias de investigaciones, identificando los principales indicadores, empleando la **metodología:** Desde el enfoque cuantitativo con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Los datos y resultados obtenidos en esta investigación indican que los concretos elaborados con algún tipo de reemplazo en sus agregados naturales (finos o gruesos) puede llegar a ser competitivo en comparación a un concreto convencional tomando en cuenta los límites y rangos que se consideran aceptables en las normas utilizados por los autores para diferentes tipos de usos dentro del área de la construcción,, y finalmente **concluyo:** Que cabe señalar que algunos concretos con plástico reciclado lograron obtener alguna mejora en indicadores evaluados, pero, lamentablemente los aumentos no son muy significativos, además, de presentarse en su mayoría para escasos porcentajes de reemplazo de 0% a 1%.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

(Astopilco Valiente, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, el cual fija como **objetivo general:** Colacionar las propiedades físico – mecánicas de las unidades de ladrillos de concreto y los fabricados con residuos plásticos de PVC, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es Descriptivo y Explicativo, obteniendo como **resultado:** Que para el ensayo de variación de dimensiones se tiene un promedio de 0 a 2.5 mm, en la capacidad de succión de agua el valor es de 15.54 gr para ladrillos con 50% de PVC y 14.02 gr para ladrillos con 100% de PVC, para el ensayo de absorción de ladrillos con porcentajes de PVC presentan un valor promedio de 7.89% para ladrillos con 50%

de PVC y 6.85% para ladrillos con 100% de PVC, para el ensayo de flexión los ladrillos con 50% de PVC presentan mayor capacidad con un valor promedio de 142.06 kg/cm<sup>2</sup> y para el ensayo de resistencia a la compresión frente a ladrillos sin porcentajes de PVC con valor promedio de 223.99 kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente **concluyo:** Que los resultados obtenidos con residuos plásticos de PVC son favorables y precisos en esta investigación.

(Cabrera Barboza, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado”, el cual fija como **objetivo general:** Comparar la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, empleando la **metodología:** El presente trabajo es de tipo y de diseño de investigación experimental, obteniendo como **resultado:** En el caso de los adoquines con porcentajes de vidrio del ensayo de resistencia a la compresión son de 33.58 MPa, 35.58 MPa, 37.06 MPa, 37.75 MPa y 38.07 MPa, por lo que con estos valores hallados se cumple en la mayoría lo mencionado como mínimo en la norma NTP de 33 MPa para adoquines de tipo II de tráfico vehicular ligero, y finalmente **concluyo:** Que al adicionar el 50% de vidrio reciclado a la mezcla se incrementa el 4.09% la resistencia del adoquín.

(Meza Domínguez, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plásticos reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar el comportamiento de los adoquines fabricados con plástico reciclado en relación a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza Lima Sur, distrito de Lurín - 2017, empleando la **metodología:** Una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, con un nivel de investigación explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Que se logró determinar que el uso de plástico

reciclado en el adoquín disminuye su peso unitario en relación al adoquín sin plástico reciclado, donde el adoquín con 3% de plástico disminuye su peso unitario en el 11%, el adoquín con 5% de plástico disminuye en el 16% y el adoquín con 8% de plástico disminuye el 17%, y finalmente **concluyo:** Que la aplicación o adición de plástico reciclado mejora las propiedades físicas y mecánicas del adoquín logrando una mejora en los adoquines en un 9.465%.

(Saravia PAlvarez & Vejarano Ferrer, 2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar la influencia de la incorporación de policloruro de vinilo (PVC) reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco – Santiago de Cao, empleando la **metodología:** Para este tipo de investigación es de diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Que los resultados obtenidos de los ensayos y comparándolos con los requerimiento establecidos por el EG – 2013, se determinó que el porcentaje óptimo de adición de PVC al material granular es de 4%, debido a que se obtuvo un material más ligero con la MDS de 2.18 de  $\text{g/cm}^2$ , con una mayor capacidad de soporte de 123.5% y con un coeficiente de desgaste a la abrasión de 21.85% , y finalmente **concluyó:** Que el ensayo de abrasión los ángeles presenta un descenso progresivo del coeficiente de desgaste conforme se le va incrementando el porcentaje de policloruro de vinilo reciclado, consiguiendo reducir el coeficiente de desgaste a un 14.58% cuando el uso de PVC es de 8%.

(Estrada Mnedoza, 2020) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Caracterización del uso de restos de PVC para mejorar la capacidad portante del CBR de un material granular tipo base, Cajamarca

2020”, el cual fija como **objetivo general**: Analizar la influencia del incremento de restos de PVC en la capacidad portante del CBR de un material granular tipo base para la ciudad de Cajamarca - 2020, empleando la **metodología**: Este proyecto fue realizado de carácter descriptivo no experimental con diseño longitudinal, obteniendo como **resultado**: Que se encontró que el PVC llega a obtener mejora en el CBR con más del 10% de la muestra patrón, además se llega a comprobar que la densidad se reduce mientras más PVC se incrementa. Finalmente, el porcentaje mejora el CBR en relación del tipo de suelo y la proporción de PVC adicionada, y finalmente **concluyó**: Que por tal razón se presenta como aporte de la investigación un Manual en relación a la aplicación de restos de PVC para el mejoramiento de la capacidad portante del CBR de un material granular tipo base.

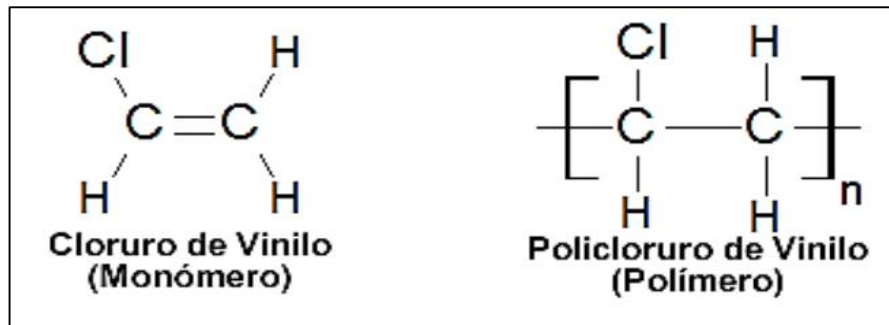
## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Policloruro de vinilo (PVC)

Policloruro de vinilo o también conocido como PVC es un producto obtenido a partir de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo llegando a formarse a Poli cloruro de vinilo. Este producto es obtenido a partir de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común NaCl (57%) y de un 43% petróleo o de gas natural siendo así menos dependiente de los recursos plásticos. De esta forma el PVC se muestra en su forma original como un polvo amorfo y blanco. (Arapa Lizeth, 2016)

El cloruro de vinilo es uno de los principales productos para la formación de policloruro de vinilo o PVC mediante una polimerización del monómero del cloruro de vinilo, siendo así el PVC un derivado del plástico el cual tienen una gran resistencia, es tenaz, es dúctil, muestra una resistencia dimensional y una resistencia ambiental. Los productos de PVC como: tuberías, cable,

materiales de empaquetado, etc. (Ramírez , López, & Monomero, 2018)



*Figura 01. Composición química del Policloruro de vinilo , Tomada por la página web, por Arapa Liseth,2016.*

El producto obtenido de esta polimerización es una de las más versátiles de esta familia de plásticos siendo termoplástica de las cuales se puede obtener productos plásticos y rígidos. Por un procedo de polimerización de las cuales se obtienen productos como el PET en polvo y emulsiones.

El polímero es uno de los materiales más estudiados y empleados en diversas actividades del hombre por su amplia versatilidad en diversas áreas de la construcción. De esta forma se afirma que el PVC es una de las recetas más complejas y difíciles de procesar al requerir un número importante de ingredientes para llegar al producto esperado. (Arapa Lizeth, 2016)



*Figura 02. Materiales resultantes de procesamiento de plástico , Por Tecnología de los plásticos ,2012.*

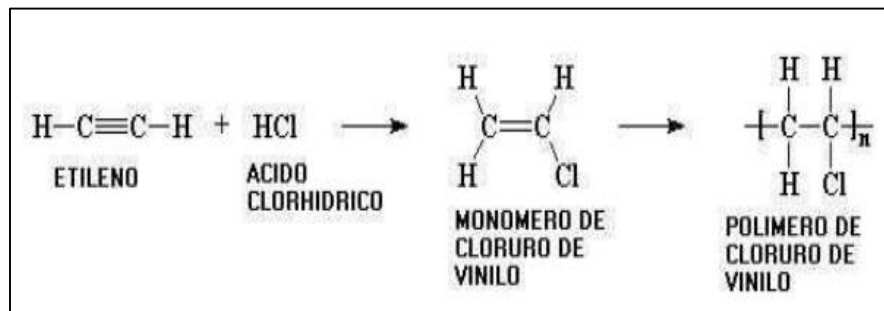
### 2.2.1.1. Composición química del policloruro de vinilo

Es un material que deriva petróleo y de la sal (cloruro de sodio).



Por un proceso de electrolisis del cloruro de sodio se llega a obtener cloro y sodio en proporciones fijas. En base de la salmuera disuelta en agua y energía eléctrica se obtiene cloro, hidrogeno y sosa caustica.

El cloruro obtenido por una acción de electrolisis viene a sustituir parte del hidrogeno que este contenido en el etileno  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , hidrocarburo insaturado en los gases de Craking de petróleo. (Arapa Lizeth, 2016)



**Figura 03.** Polimerización de radicales libres del cloruro de vinilo , Por Arapa Lizeth,2016.

Para que se produzca el proceso de polimerización se introduce un monómero de cloruro de vinilo, productos particulares y agua que actúan como catalizadores y aceleran la reacción, emulsificante y dispersante que con una acción conjunta de movimiento mecánico y calor. Ayudan al control de la polimerización fuertemente exotérmica evitando un efecto de degradación del PVC. (Arapa Lizeth, 2016)





*Figura 04. Elementos resultantes con un origen de PVC , Por Alibaba,2022*

#### **2.2.1.2. Materia prima para la elaboración del policloruro de vinilo**

El PVC (policloruro de vinilo) viene a estar compuesta en un 57% de cloro que provienen de la sal común y de un 43% de hidrocarburos como: petróleo o gas. De esta forma el petróleo destinado para la elaboración de PCV en el mundo es de un 0.3 a 0.4%. (Gaviria Uribe, 2020)

##### **a) Cloruro de sodio**

La sal o también conocida como cloruro de sodio Na CL viene a estar compuesta en un 40% de sodio y un 60% de cloro. La sal es una de las mayores fuentes de sodio. (Gaviria Uribe, 2020)

Este material viene a ser extraída de minas obtenida por evaporación del agua de mar a diferencia de la sal de gema esta sal contienen un 34% de cloruro de sodio en su composición.



*Figura 05. La sal  
, Por Gavila Uribe ,2020*

**b) Gas natural o petróleo**

El gas natural o el petróleo es la base para la obtención de etileno y junto a cloro se llega a obtener etileno diclorado. Etileno diclorado se llega a transformar en cloruro de vinilo VCM por un proceso de polimerización y el secado de un polvo blanco inocuo conocido como PVC. (Arapa Lizeth, 2016)

**c) Aditivos empleados para la fabricación del PVC**

El PVC es un recurso eficiente y versátil con una aplicación diversa. Distaste forma todos los polímeros llevan algún tipo de aditivo dependiendo del uso y resultado final que se quiere obtener. Lo que permite lograr resultados con más resistencia como: perfiles de ventanas, caños, tuberías, etc. Resultados más flexibles como: contenedores para hospitales, materiales translucidos, cristales con una amplia pigmentación de colores. (Arapa Lizeth, 2016)

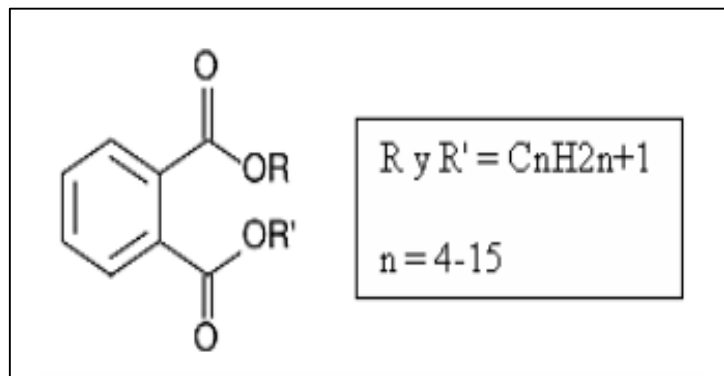
**- Plastificante**

El plastificante en diversas cantidades empleados para una gradación en la flexibilidad de esta forma ayuda a la obtención de objetos más flexibles y más blandos.

En su forma química los plastificantes se consideran solventes con una baja volatilidad que al ser empleados en el PVC le confieren propiedades elastómeras como flexibilidad, elasticidad y elongación que se forma general se encuentran en un estado líquido y raras veces en estado sólido.

Los plastificantes se vienen a clasificar por la eficiencia, flexibilidad, compatibilidad, permanencia, baja temperatura y su poder de salvación en pastizales. Al presentar una mayor polaridad, grado de ramificación y polaridad es mayor la capacidad de salvación. En casos de presentar flexibilidad a una baja temperatura se obtuvo con plastificantes en solvatación y compacidad. (Arapa Lizeth, 2016)

Uno de los plastificantes más empleados es el ftalato y entre estos uno de los más comunes es el DEHP o IOP, DIDP (disodocilftalato) y el DINP disononilftalato los cuales funcionan como un plastificante:



**Figura 06.** Estructura química del ftalato  
, Por Arapa Lizeth, 2016

Este es un líquido biodegradable e incoloro con una baja solubilidad en el agua que al ser incorporado el PVC quedan ligados en la masa total, DEHP es uno de

los plastificantes más empleados con el PVC por su accesibilidad económica. (Arapa Lizeth, 2016)

- **Estabilizante**

Es uno de los aditivos empleados necesariamente en la formación del PVC que ayuda a prevenir descomposición por efecto del calor durante el proceso otorgándole así una mayor resistencia a la luz, al ambiente lo que tiene un gran efecto en las propiedades físicas en un costo de formulación.

Para elegir un tipo de estabilizante dependerá de un número de factores que vendrán a ser incluidos en los requerimientos del usuario que solicitan una característica específica de un material como: opacidad, tenacidad, cristalinidad y salubridad. Los estabilizadores empleados pueden ser sales ergonómicas como Ba, Zn, Cd, mercaptanos, jabones y sales presentados en forma de líquidos y polvos. De forma general para una producción de materiales más flexibles, moldeados y extruidos se emplean estabilizadores bario- cadmio o Zinc. (Arapa Lizeth, 2016)

En caso de compuestos rígidos se realiza una estabilización con ayuda de compuestos órganoestañosos, sales de plomo y jabones que tienen compuestos eléctricos que, aunque sean flexibles tendrán que ser estabilizadas con plomo por su baja conductividad.

### **2.2.1.3. Morfología que presenta el policloruro de vinilo**

Las propiedades del PVC y su morfología dependen del tipo de polimerización y una condición empleada en un proceso de polimerización. De esta forma hay cuatro procesos de

polimerización que se emplean de forma industrial (Arapa Lizeth, 2016):

- Polimerización en bloque o masa 12%
- Polimerización en micro suspensión 3%
- Polimerización en suspensión 75%
- Polimerización en emulsión 10%

**Tabla 1. Proceso de polimerización**

<b>Polimerización</b>	<b>Concepto</b>	<b>Características</b>
Suspensión	Se define como un proceso de polimerización en suspensión que parte de una sustitución de pequeñas gotas de monómeros de 50 y 150 $\mu\text{m}$ en agua que se llegan a formar por un proceso de agitación vigoroso en un reactor de presión	Estas gotas muestran un indicador de radicales solubles en el monómero que llega a ser polimerizado en una temperatura de 45 a 70°C. En una de sus fases acuosas contiene un dispersante que provoca una estabilización en suspensión y al alcanzar un grado de conversión del monómero entre 75 a 75% la reacción llega a detenerse por una acción de evacuación de monómeros del reactor.
Emulsión	En un proceso de polimerización por acción de emulsión se realiza en dos fases: (a) Contienen monómero (b) contienen a gua con emulsificante más un indicador soluble en el agua	Por un proceso de agitación encontrando un emulsificante se logra una dispersión del monómero en gotas más pequeñas de esta forma las partículas vienen a aumentar de tamaño según el proceso de polimerización. Al adicionar emulsificante en las gotas ayudan a mantener la estabilidad de la emulsión su estado de conservación es de 90% y al alcanzar la reacción se detienen por una evacuación del monómero del reactor. Luego las

		partículas resultantes son secadas en un proceso de pulverización molidas y separadas finamente para luego clasificarlas por un tamaño.
Masa o bloque	Partículas de una resina polimerizada en masa llega a poseer una misma estructura interna de suspensión, pero se muestra una piel externa no es continua y hay una mayor accesibilidad de los poros internos.	Presentan una similar partícula al de las resinas
Micro suspensión	En el proceso de micro suspensión se muestra un proceso similar al de emulsión con gotas de monómeros y un agente emulsificador con fase acuosa. Este proceso de polimerización en masa llega a diferir con los demás en que solo están inicialmente en monómeros.	El proceso de polimerización se realiza bajo efectos de presión en una temperatura de 40 a 70 °C en una primera etapa se da lugar a un reactor vertical para luego dar paso a la autoclave.

**Fuente:** (Arapa Lizeth, 2016)

#### **2.2.1.4. Propiedades del cloruro de vinilo**

En forma general el PVC se llega a usar en la elaboración de equipos electrodomésticos, ropa, empaque y construcciones. La resistencia mecánica le ofrece una resistencia a la abrasión, resistencia al

impacto y un bajo peso, de esta forma se vuelve un material clave para las edificaciones y construcciones. En un origen se presenta en polvo blanco opaco y amorfo que no tiene olor y es inadecuado.

**Tabla 2. Propiedades del policloruro de vinilo (PVC)**

El punto de ebullición en °C	-13.9 (+/-) -0.1
El punto de congelación °C	-153.7
Densidad en 28.11 °C gr/cm <sup>3</sup>	0.89
Calor de fisión Kcal/mol	1.18
Calor de vaporización Kcal/kg	5.73
Índice de refracción en 15°	1.38
Viscosidad en 10°C (mp)	2.63
Presión por efecto de vapor a una temperatura de 25°C (mm)	3.00
Calor específico del líquido en cal/g	0.38
Calor específico del vapor	10.8 a 12.83
Calor por efecto de combustión a 80°C (Kcal/mol)	286

**Fuente:** (Alvarez Castillo, 2007)

Luego de un estudio de deshidratación del cloruro de PVC en dos etapas de deshidratación de entre 200 y 360°C y las moléculas de bencenos son desprendidos. Dependiendo de las propiedades que se llega a buscar, el polímero de PVC se viene a emplear estabilizadores, plastificantes y demás aditivos. Empleando estos productos se vienen a producir policloruro de vinilo flexible y policloruro de vinilo rígido se muestra las siguientes ventajas y desventajas:

**Tabla 3. Ventajas y desventajas del PVC rígido y flexible**

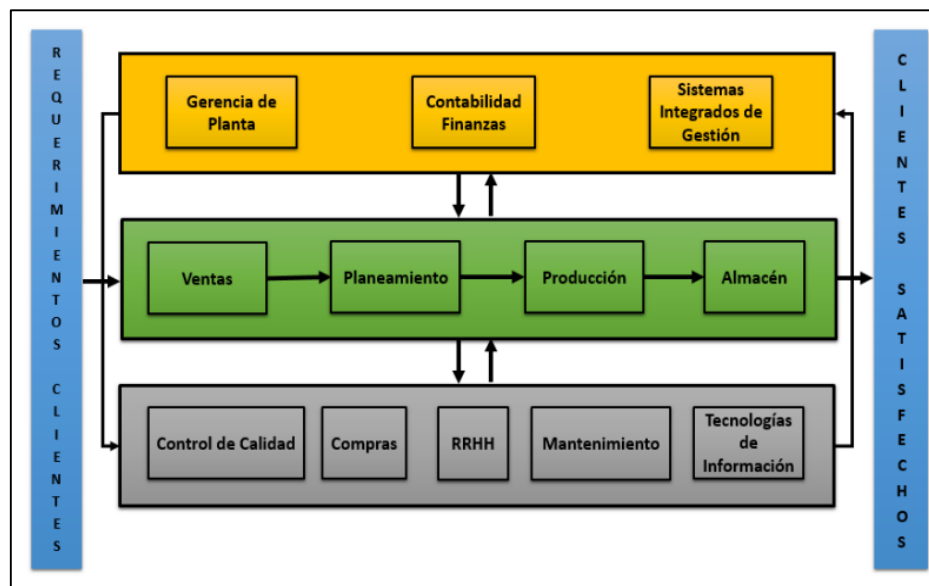
Ventajas del PVC rígido y flexible		Desventajas del PVC
PVC flexible	PVC rígido	
Resistencia química	Bajo precio	Sensibilidad al calor
Variedad de colores	Buena rigidez	Baja resistencia a productos de cetonas e hidrocarburos clorados

Tienen una fácil limpieza	Buena apariencia superficial	Se debe evitar la afloración de aditivos
Es resistente a fuego	Buenas propiedades eléctricas	
Alta tenacidad	Propiedades eléctricas	
Propiedades eléctricas	Poca absorción de agua	
Resistencia química		
Resistencia al impacto		

**Fuente:** (Alvarez Castillo, 2007)

Los productos del PVC se vienen a realizar mediante cuatro procesos en un proceso de masa, emulsión, suspensión y solución. Uno de los métodos más empleados mundialmente viene a ser el método de suspensión seguido por emulsión, masa y solución. Al producir PVC en masa llega a adquirir tamaños grandes en donde teniendo una forma corrugada y con un bajo nivel de impureza.

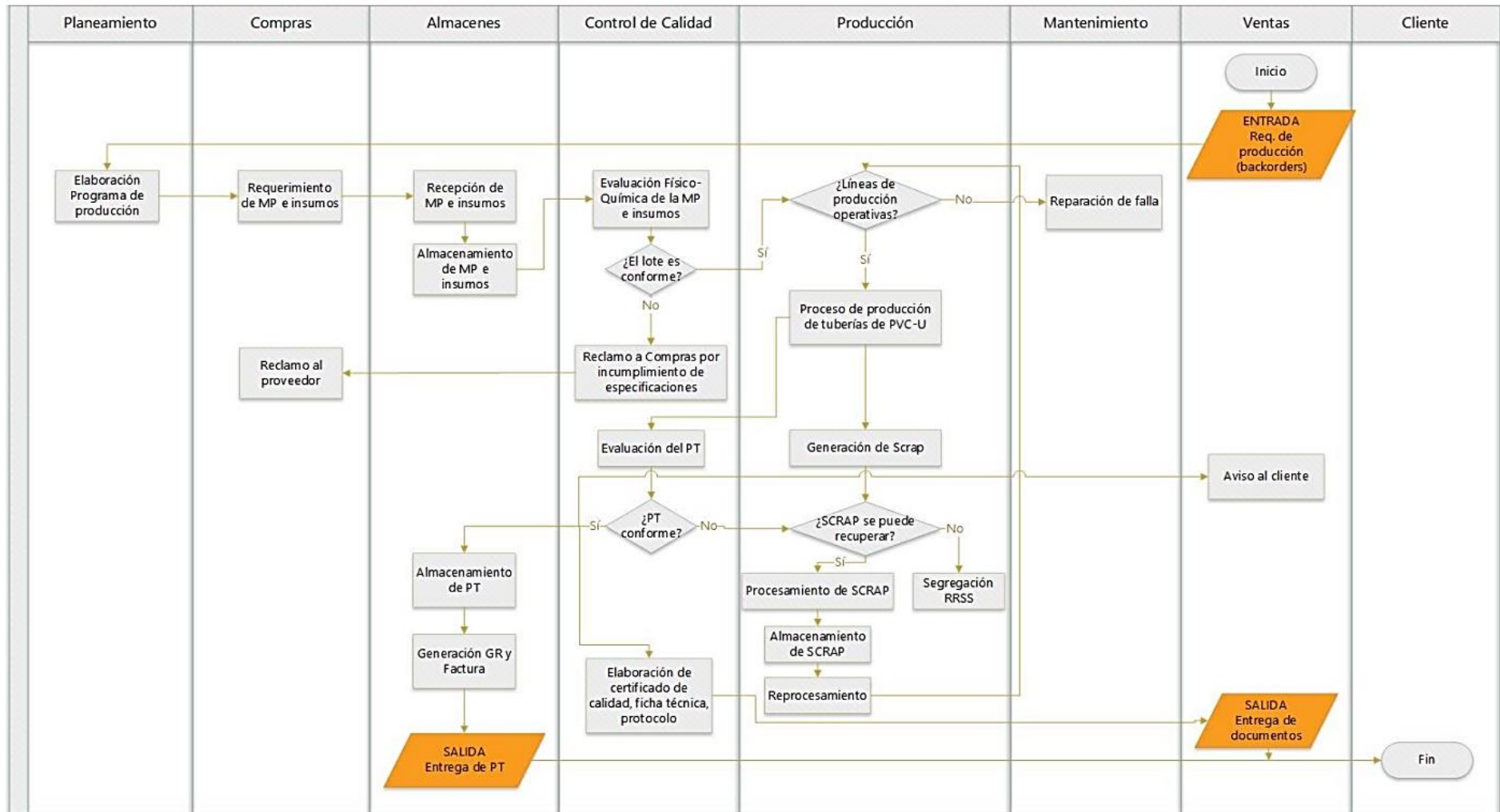
El proceso de producción se realiza por los siguientes procesos:



**Figura 07.** Proceso de la creación de tuberías y geosistema del Perú SA, Por Revilla Velarde, 2018

El mapa del proceso presenta tres niveles definidos según la posición varía el grado de decisión que se tenga por los resultados que se quiere alcanzar:





**Figura 08.** Actividades para una fabricación de tubería PVC , Por Revilla Velarde,2018

### **2.2.2. Adoquines de concreto**

Los adoquines se definen como elementos prefabricados que vienen a ser elaborados por una mezcla de piedra, agua, cemento y arena que por un proceso de industrialización por vibro compresión de moldes.

Este es presentado en diversos colores y formas teniendo así diversos usos como implementación en capas de rodadura como: patios, veredas, vías, etc.

Los adoquines de concreto se consideran elementos prefabricados macizos que llegan a estar elaborados al mezclar arena, agua, piedra y cemento que es empleado en diferentes elementos como base de rodadura. (Arévalo Gonzáles & López Yarlequé, 2017)

“La palabra adoquín nace del árabe “ad-dukkan” que tiene un significado de piedra blanca”. (Esteban Montalvo, 2018)

#### **2.2.2.1. Materiales empleados para la elaboración de adoquines**

Los materiales empleados para la fabricación de adoquines tales como cementos, aditivos, áridos y agua. El adoquín puede ser fabricado con diversos tipos de hormigones para capa de huella o para un cuerpo principal. Al ser fabricados con una capa vista esta tiene que tener un espesor mínimo de 4 mm esta capa será una parte integrante del adoquín.

Las aristas de los adoquines deben de tener aristas biseladas que no lleguen a exceder 2 mm, estos adoquines tienen que tener una constitución funcional y decorativa con una superficie texturizada. (Barrantes Villanueva & Holguin Romero, 2015)

Para elaborar adoquines se emplean diverso material, en este caso los adoquines a base de cemento tienen una composición semejante al concreto y un proceso de elaboración muy similar.

**Tabla 4. Composición de materiales de porcentajes aproximados.**

Materia prima empleada en la elaboración de adoquines	Porcentajes empleados por 1m <sup>3</sup> de concreto
Agregado fino	47%
Cemento	22%
Agregado grueso	23%
Agua	8%
Total, de materiales	100%

**Fuente:** (Castro F. , 2015)

**a) Agregados**

En los adoquines de concreto se emplea una combinación de agregados para conferirle una resistencia a cada una de las unidades como: agregado grueso y agregado fino.

Los agregados empleados presentan una gran influencia en las propiedades finales del concreto en su estado endurecido (resistencia, propiedades terminas, etc.), el acabado final que se alcanzara, la calidad, la trabajabilidad y su consistencia en un estado plástico. Según la norma E0.60 se viene a recomendar que bajo ciertas circunstancias no llegan a cumplir con los requisitos que demuestran un buen comportamiento por ellos con el estudio de granulometría se debe asegurar que cumplan las especificaciones. (Barrantes Villanueva & Holguin Romero, 2015)

**Tabla 5. Tipos de agregados**

Agregado	Fino	Grueso
Artificial	Polvo de piedra	Chispa o también conocido como ripio triturado
Natural	Arena	Grava

**Fuente:** (Hidalgo, 2013)

El concreto también es definido como un conjunto de partículas que tienen un origen artificial o natural cuyas medidas limites

vienen a estar estipuladas en la NTP 400.011. “El agregado es una denominación dada a la combinación de piedra y arena que presentan una granulometría que varia de este modo el concreto estará formado por una pasta conformada por (agua y cemento) y el agregado que representa la parte ósea del concreto”. (Bazán Garrido, 2018)

El agregado es denominado como un material inerte que no tienen una intervención en el proceso químico de la formación de la mezcla tan solo le confiere algunas capacidades físicas y mecánicas, de esta forma al ser adicionados a la mezcla conforman al menos un 75% de la masa de la mezcla, de forma general estos vienen a estar conformados por diferentes compuestos como: basalto, granito, arenisca y demás tipos de rocas que llegaran a estar envueltos en la masa de cemento y agua. Según el MTC E204-2000 vienen a mencionar que el agregado de forma general se dividirá en dos grupos en agregado fino y agregado grueso los cuales vendrán a estar separados por el tamiz N°4 siendo así el agregado retenido será denominado agregado grueso. (Romero Perez, 2018)

Este agregado a su vez se viene a clasificar según su origen, el modo de fabricación y la composición más lógica que llegue a presentar. Estos materiales deberán de cumplir con ciertos requisitos (Hidalgo Laguna, 2013):

- **Agregado fino**

Es un material que pasa por la malla 5mm no debe contener más de un 25% de masa con respecto al material soluble en ácidos o en su fracción pasante por la malla 600 µm. (Hidalgo Laguna, 2013)

Este agregado es empleado en la mezcla de concreto con la finalidad de mejorar las propiedades de la mezcla facilitando su acabado, promoviendo así su uniformidad

impidiendo efectos de segregación. Esto se logra al reconocer la composición granulométrica, tamaño, forma y textura que presentan las partículas. (Barrantes Villanueva & Holguin Romero, 2015)

**Tabla 6.** *Requisitos para la granulometría de los áridos finos*

<b>Tamaño agujeros cuadrados del tamiz</b>	<b>Pasante de las mallas (%)</b>
(3/8") - (9.5 mm)	100
(N°4) - (4.75mm)	(70-90)
(N°8) – (2.36 mm)	(45-70)
(N°16) – (1.18 mm)	(28-50)
(N°30) – (600um)	(19-34)
(N°50) – (300 um)	(12-25)
(N°100) – (150 um)	(7-18)
(N°200) – (75 um)	(5-15)

**Fuente:** (MTC E204-2000, 2020)

- **Agregado grueso**

Se debe asegurar que el agregado nominal del agregado no sobrepase el ¼ del espesor del adoquín. El agregado presenta diversas formas, por esta razón se prefiere caras angulares para la fabricación de estos siendo así duradero y resistente ante efectos de corrosión o acciones que eviten una buena adherencia de la pasta de cemento a los agregados se debe de asegurar una buena limpieza de estos en cuanto a arcillas e impurezas presente en su compuesto.

Este material es el resultado de un proceso de desintegración artificial en las plantas chancadoras al Pazar por un proceso de trituración en base a criterios de fabricación de concreto o natural por acción de la natural que son retenidas por el tamiz N°4 y llegan a cumplir con los límites mencionados en la NTP 400.037. (Yapuchura Platero, 2019)

#### **b) Cemento**

El cemento se viene a denominar como un conglomerante que viene a estar constituido por una mezcla caliza y arcillosa, que al pasar por un proceso de calcinación y adicionar una dosificación de yeso se obtiene cemento Portland. El material resultante al ser amasado con agua llega a formar una pasta manejable y plástica. Que por un proceso de fragua endurece por una reacción química. (Hidalgo Laguna, 2013)

- **Cemento Portland**

El cemento tiene como base el Clinker el cual tiene como compuesto general el silicato tricálcico  $SC_3$ , Silicato bifásico  $SC_2$ , aluminato tricálcico y aluminoferrito tetracálcico  $AFC_4$ .

Según la NTP 334.009 el cemento hidráulico producido por un efecto de pulverización de Clinker que viene a estar compuesto por silicato de calcio hidráulico que con adición de molienda de yeso da como resultado el Cemento Pórtland.

Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + yeso



**Figura 09.** *Cemento (material cementante)*  
*, Por Fernandez Garcia, 2019.*

Los componentes químicos del cemento Portland está compuesto químicamente por un contenido de oxido como: la cal, sílice, oxido férrico y alúmina siendo así un total de 95% a 97% y en cantidades menores encontramos otros óxidos: anhídrido sulfúrico, álcalis y magnesia. De esta forma se tiene:

**Tabla 7.** *Componentes químicos del cemento*

Componentes químicos	Porcentaje	Abreviatura
Ca O	(58%) – (67%)	C
SiO <sub>2</sub>	(16%) – (26%)	S
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(4%) – (8%)	A
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(2%) – (5%)	F
SO <sub>3</sub>	(0.1%) – (2.5%)	
MgO	(1%) – (5%)	
K <sub>2</sub> O NA <sub>2</sub> O	(0%) – (1%)	
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(0%) – (3%)	
TiO <sub>2</sub>	(0%) – (0.5%)	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(0%) – (1.5%)	

**Fuente:** (Fernandez Garcia , 2019)

- **Tipo I**

En esta categoría se clasifica el cemento de tipo común el que puede ser empleado de forma general para en cualquier tipo de estructuras por no requerirse alguna propiedad en específico.

- **Tipo II**

Este es un cemento modificado empleado para usos generales y se provee protección a una exposición moderada ante el ataque de sulfatos o en caso se requiera un moderado calor de hidratación.

- **Tipo III**

Este es un cemento con una alta resistencia inicial siendo recomendado para casos en los que se requiera una alta resistencia temprana en determinadas situaciones de construcción.

- **Tipo IV**

Este tipo de cemento muestra un bajo calor de hidratación donde los porcentajes de C2S y de C4AF vienen a ser altos, además presenta un bajo calor de hidratación esto se logra al limitar los compuestos que vienen a influir en la formación de calor por acción de hidratación o en todo caso C3A y C3S. (Hidalgo Laguna, 2013)

- **Tipo V**

Este cemento viene a ser muy resistente a los sulfatos esto se logra al minimizar el contenido de C3A ( $\leq 5\%$ ) donde los compuestos llegan a ser más susceptibles al ataque de sulfatos.



### c) Agua

El uso de agua del concreto tiene dos funciones. De un lado se muestra una reacción por efecto de la hidratación del cemento durante el proceso de curado y fraguado lo que le llega a transferir una determinada trabajabilidad al concreto lo que lo vuelve moldeable y trabajable.

No se debe emplear agua que llegue a contener grasas y aceites, de la misma forma se debe evitar una presencia de los sulfatos en el agua al provocar una caída en la resistencia. De forma general el agua debe cumplir con ciertos parámetros para evitar una reducción de las capacidades físicas y mecánicas. (Hidalgo Laguna, 2013)

El agua es un elemento empleado para provocar una reacción de hidratación en el cemento, estos vienen a actuar como lubricante ayudando así en la trabajabilidad de la mezcla en su estado fresco, además procura que la estructura tenga vacíos necesarios para que pueda desarrollarse.

El agua empleada en el proceso de mezcla no debe tener sabor y olor por este motivo es preferible emplear el agua potable. También en muchos casos se puede usar agua no potable siempre y cuando vengan a cumplir con los requisitos. (Barrantes Villanueva & Holguin Romero, 2015)

**Tabla 8.** Límites permisibles para la calidad del agua para mezcla y curado

Sólidos en suspensión	(5000) máx.
Materia orgánica en el agua	(3) ppm.
Alcalinidad del agua (NaHCO <sub>3</sub> )	(100) ppm.
Sulfatos -Ion SO <sub>4</sub>	(600) ppm.
Cloruros Ión	(1000) ppm.
PH	(5 a 8) máx.

Fuente: (INDECOPI, 2016)

### 2.2.2.2. Clasificación de adoquines

Los adoquines se vienen a clasificar según el uso que se le da y las dimensiones:

**Tabla 9.** Clasificación de los adoquines en función a las dimensiones

Tipo	Dimensión			Uso
	Largo en (cm)	Ancho en (cm)	Altura en (cm)	
I	20	10	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plazas</li> <li>- Terrazas</li> <li>- Patios</li> <li>- Andes</li> <li>- Parques</li> <li>- Veredas</li> <li>- Boulevares</li> <li>- Vehicular liviano</li> <li>- Zona peatonal</li> </ul>
II	20	10	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vías internas en las urbanizaciones</li> <li>- Calles</li> <li>- Avenida para tráfico vehiculares</li> </ul>
III	20	10	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plataforma de aeropuerto</li> <li>- Zona de carga</li> <li>- Patios de puerto</li> <li>- Zonas de cargas de orugas</li> </ul>

Fuente: (NTP 399.611, 2017)

**Tabla 10.** Espesor nominal y resistencia a la compresión

Tipo	(mm)	(%)	Resistencia a fuerzas de compresión	
	Espesor nominal	Absorción	Promedio en tres unidades	Unidad individual (MPa) – Kg/cm2
I	40	(5-7)	(31) 320	(28) 290
	60		(31) 320	(28) 290
II	60	(5-7)	(41) 420	(37) 380
	80		(37) 380	(33) 340
	100		(35) 360	(32) 325
III	>80	(5-7)	(55) 561	(50) 510

Fuente: (NTP 399.611, 2017)

### 2.2.2.3. Uso de los adoquines según el tránsito

El uso de los adoquines en la actualidad es muy amplio entre los que resaltan:

- Calzada de uso peatonal
- Parques y terrazas
- Escaleras
- Bordes de piscinas
- Playas de estacionamiento
- Aceras
- Pistas de un uso vehicular pesado y ligero

Este uso amplio implica una realización de un diseño de las diversas estructuras según el tipo de tráfico al que vaya a ser expuesto y las características del suelo sobre el que se vaya a asentar con el fin de garantizar el desempeño y la durabilidad del pavimento asegurando el procesamiento y que no haya percances durante la etapa de construcción.



**Figura 10.** Empleo de adoquines en un parque  
, Por Compañía constructora, 2013.



*Figura 11. Adoquines empleados en un estacionamiento  
, Por Multimedia maldoni, 2013*

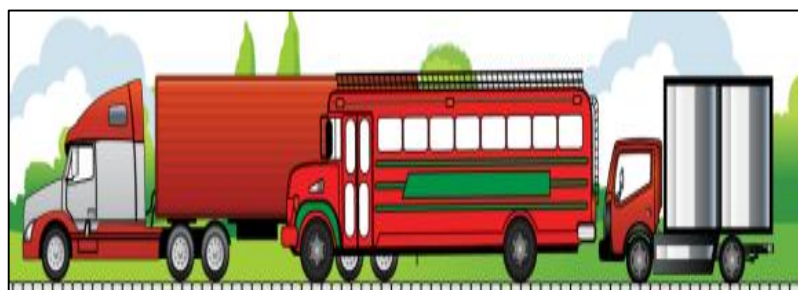


*Figura 12. Calzada de uso peatonal de adoquines  
, Por Compane constructora, 2013.*

El uso de los adoquines llega a depender del uso que se le dé al pavimento y el tránsito al que venga a estar destinado:

**a) Uso industrial y de tránsito pesado (clase A)**

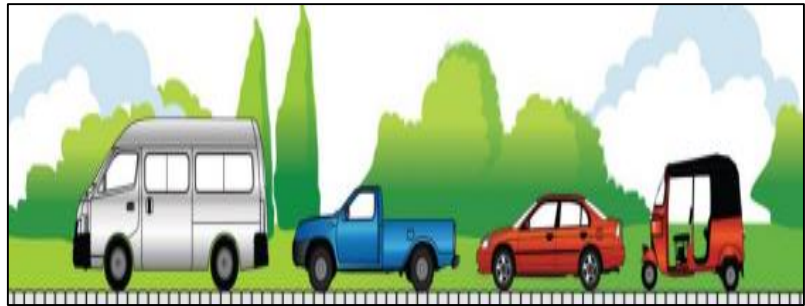
El uso de los adoquines para este tipo de zonas destinadas a tránsito pesado como: patios de maniobra, puertos, terminales de bus, avenidas principales y zonas de carga en los centros comerciales. En donde hay un tránsito de los vehículos comerciales por día (vcd\*) > 20. (ICCG, 2020)



*Figura 13. Zona industrial o con carga pesada  
, Por ICCG, 2020*

**b) Tránsito liviano (clase B)**

En caso de emplee los adoquines en vías con un tránsito vehicular liviano tales como: zonas de parqueo, ciclovías, entradas a los almacenes, etc. Donde se muestre un tránsito vehicular por un día (vcd\*) entre 1 y 20. (ICCG, 2020)



*Figura 14. Zona de tránsito liviano  
, Por ICCG,2020*

**c) Tránsito peatonal (clase C)**

En caso el uso de estos adoquines sea para las zonas peatonales y en espacios públicos donde haya un paso de bicicletas y motocicletas en tiempos eventuales. Se tendrá en cuenta si hay un tránsito peatonal alto o bajo como en las zonas céntricas de la ciudad que es reconocida por su alta influencia como en los centros comerciales, en los centros educativos, en las zonas deportivas, mercados, etc. Así como en el área cercanas a las vías principales de actividades comerciales. (ICCG, 2020)



*Figura 15. Zona de tránsito liviano  
, Por ICCG,2020*

En función a la clasificación del tránsito se empleará un espesor mínimo de adoquín en cada proyecto esto en función al siguiente cuadro:

**Tabla 11.** Disposición de adoquines con un espesor mínimo de adoquines en función al tránsito proyectado.

Transito	Espesor de adoquines (mm)
Proyectado para un tránsito de uso industrial y pesado (Clase A) $vcd^{*}>20$	80
Proyectado para un tránsito liviano de (clase B) $vcd^{*}1-20$	80
Proyectado para un uso peatonal (clase c)	80

Vehículos comerciales por día \*vcd. Vehículo comercial es una denominación dada a los buses, camiones, microbús que presenten de dos a más ejes de entre 6 a más llantas, en ambos casos se incluye un eje direccional delantero

**Fuente:** (ICCG, 2020)

Según la NTP 399.611 que habla de las unidades de albañilería o adoquines de concreto para los pavimentos esta vendrá a ser aplicado para casos de fabricación de adoquines que serán usados en pavimentos peatonales, pavimentos industriales y vehiculares. Las dimensiones que debe tener están entre 20 cm de longitud y de 10cm de ancho con una altura de 4 cm los que serán empleados en áreas con un tránsito peatonal. (Fernandez Garcia , 2019)

**Tabla 12.** Espesor nominal y resistencia a la compresión

Tipo	Espesor nominal del adoquín en (mm)	Parámetros de (f'c) resistencia a compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> )
		Promedio de 3 Unidad individual unidades

Tipo I	40	(31) 320	28 (290)
	60	(31) 320	28 (290)
II	60	(41) 420	27 (380)
Destinado para vehículos ligeros	80	(37) 380	33 (340)
	100	(35) 360	32 (325)
III			
Destinado para vehículos pesados, contenedores y patios industriales	> o =80	(55) 561	50 (510)

**Fuente:** (NTP 399.611, 2017)

**Tabla 13.** Tolerancia para las dimensiones de los adoquines

Tolerancia dimensional para los adoquines		
Ancho	Longitud	Espesor
±1,6	±1,6	±3,2

**Fuente:** (NTP 399.611, 2017)

#### 2.2.2.4. Proceso de fabricación de los adoquines

Para fabricar los adoquines se realizan los siguientes procesos: mezclado, fraguado, moldeado y curado. Se describe las siguientes etapas:

##### d) Proceso de dosificación

Este proceso es uno de los primeros pasos para la fabricación de adoquines que consiste en el diseño de la mezcla estableciendo una proporción de materiales como:

cemento, agua y los agregados dependiendo las propiedades físicas y químicas. (Cabrera Barboza, 2014)

En este proceso se miden los materiales necesarios para producir mortero según sean los requerimientos de la fabricación, además se empleará moldes de madera con las dimensiones respectivas. Se debe verificar que el cemento empleado no sea pasado, la arena empleada debe ser lavada de preferencia. (SENA, 2020)

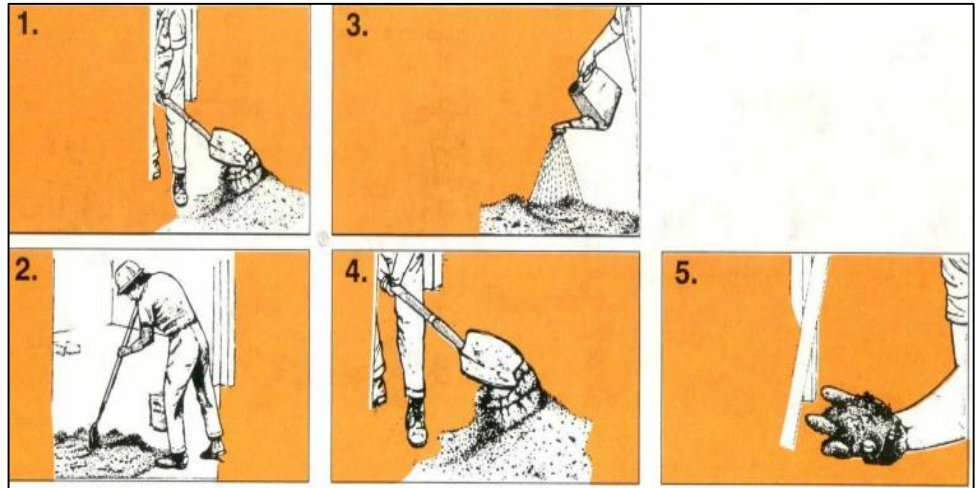


**Figura 16.** Proceso de dosificación  
, Por SENA, 2020.

**e) Proceso de mezclado**

El proceso de mezclado puede ser manual y mecánico es uno de los más empleados colocando los diferentes componentes en una mezcladora esto hasta conseguir una mezcla uniforme. Durante este periodo se une en forma proporcional los materiales dispuestos en el proceso de dosificación. (SENA, 2020)





**Figura 17.** *Proceso de mezclado (1) Mezcla del cemento y la arena, (2) Esparcir la mezcla, (3) adicionar agua a la mezcla, (4) resolver la mezcla y (5) verificar la humedad y trabajabilidad.*  
 , Por SENA,2020.

Este proceso también se puede realizar por un proceso de mezclado con ayuda de la maquina mezcladora en donde se procede a cargar el material adecuado con las dosificaciones necesarias.



**Figura 18.** *Proceso de mezclado empleando maquinaria*  
 , Por SENA,2020.

**f) Proceso de moldeado**

Luego de realizar la mezcla esta se vierte en moldes para luego ser compactados y vibrados eliminando espacios vacíos y burbujas de aire de los moldes.

**g) Proceso de fraguado**

El fraguado es un proceso químico entre cemento y agua en donde el agua sube a la superficie por los poros que forman el concreto. Para un proceso adecuado que no perjudique la resistencia del concreto y llegue a formar fisuras se debe evitar la evaporación.

**h) Proceso de curado**

El curado se basa en mantener el concreto en humedad evitando pérdida de agua por los poros luego de las 24 h esto se logra rociando agua cada cierto periodo hasta alcanzar la resistencia requerida o en caso contrario colocándolo en una poza de curado durante 28 días. (Cabrera Barboza, 2014)

**2.2.2.5. Características de los adoquines**

Los adoquines presentan diversas características esto en función a los materiales empleados para su fabricación, así como los procesos a los que a sido sometido en su etapa de fabricación entre los que se muestran los siguientes:

**a) Dimensiones de adoquines**

Los adoquines llegan a tener dimensiones variadas en función a modelos de fabricación cumpliendo requerimientos. De esta forma se recomienda que los adoquines sean rectangulares y la relación entre la longitud y el ancho en un plano no llegue ser mayor a 2 y la relación entre espesor /largo no debe ser menor de 0.2 ni mayor de 0.50. (Cabrera Barboza, 2014)

**b) Peso**

Los adoquines tienen un peso característico en función a dimensiones y materiales que están empleados en su fabricación.

**c) Textura**

Gracias a los agregados que vienen a ser empleados en una fabricación de adoquines se vienen a fabricar acabados superficiales con diferentes rugosidades que se vienen a adaptar a las necesidades de usuario. (Cabrera Barboza, 2014)

**Tabla 14.** *Ventajas y desventajas del uso de adoquines*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Estas se fabrican en diversas formas y colores	Es necesario transportar desde el lugar de elaboración a la obra pues no se pueden elaborar en obra
Estos pueden ser reutilizados luego de reparaciones o modificaciones	
No es necesario realizar procesos térmicos para implementarse	
Tienen una facilidad de colocación no requiere de mano especializada	
Se adapta a elementos no rígidos	

**Fuente:** (Cabrera Barboza, 2014)

Para realizar ensayos en laboratorio las unidades deben se seleccionadas siendo representativos de esta forma para calcular la resistencia a fuerzas de compresión,

peso unitario, contenido de humedad y absorción se vienen a seleccionar un total de 6 unidades para un lote de 10 000 y un total de 12 unidades para un rango de 10 000 – 100 00. NTP 399.604. (Cabrera Barboza, 2014)

### 2.3. Definición de términos

- a. **Agua:** es un componente del concreto que se encuentra y a su vez entra en contacto con el cemento para promocionar propiedades del fraguado a fin de formar un sólido compactado con los agregados. (NTE E 060, pág. 12)
- b. **Agregado fino:** Agregado proveniente de la designación natural o artificial, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8"). (NTE E 060, pág. 13)
- c. **Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N<sup>º</sup>4), proveniente de la desintegración natural o mecánicas de las rocas. (NTE E 060, pág. 13)
- d. **Cemento:** material pulverizado que por la adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (NTE E 060, pág. 14)
- e. **Ensayos de laboratorio:** se determina por las características ya sean químicas, bajo unos procedimientos lo cual sean realizados bajo producto de análisis. (Concreto360, pág. 1)
- f. **Propiedades físicas y mecánicas:** son propiedades que son importantes del cemento que son la densidad, finura, tiempo de fraguado, expansión, fluidez, resistencia a la comprensión y resistencia. (tomas, 2018, pág. 17)
- g. **Peso específico:** Es la fuerza de la gravedad sobre el objeto y se puede definir como el producto de la masa por la aceleración de la gravedad. (Hyperphysics, 2014)
- h. **Resistencia:** La capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros. (Zanchetta, 2014)

### 2.4. Hipótesis

#### 2.4.1. Hipótesis general

La adición del policloruro de vinilo (PVC) incide significativamente en los adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) La resistencia la compresión varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.
- b) La tolerancia dimensional mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.
- c) Las propiedades físicas mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

### **2.5. Variables**

#### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

##### **a) Variable independiente (X)**

###### **Policloruro de vinilo (PVC)**

Es un polímero producto de dos materias primas naturales como el cloruro de sodio o sal común (ClNa) en un 57% y petróleo o gas natural en un 43%. Donde pertenece a la familia de los termoplásticos.

El PVC se presenta en su forma original como un polvo blanco, amorfo y opaco. Siendo uno de los polímeros con más producción en las industrias donde son utilizados en sectores de la construcción, energía, salud, preservación de alimentos y otros. (Textos científicos, 2021)

##### **b) Variable dependiente (Y)**

###### **Adoquines de concreto**

Unidad de concreto premezclado y vibro comprimido de forma prismática, cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar pavimentos o carpetas de rodamiento, como son calles y avenidas, plazas y andadores, cocheras, etc. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano. (Concretos SUPERMIX , 2021)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

#### **a) Variable independiente (X)**

##### **Policloruro de vinilo (PVC)**

Reutilización de los residuos de policloruro de vinilo (PVC) para un diseño de mezcla de un adoquín de concreto.

- Adición de 0% de policloruro de vinilo PVC.
- Adición de 2.5% de policloruro de vinilo PVC.
- Adición de 5% de policloruro de vinilo PVC.
- Adición de 7.5% de policloruro de vinilo PVC.
- Adición de 10% de policloruro de vinilo PVC.

#### **b) Variable Dependiente (Y)**

##### **Adoquines de concreto**

Determinar elementos que deben cumplir como mínimo los parámetros de controles de calidad.

- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Tolerancia dimensional máxima.
- Propiedades físicas del adoquín de concreto

Siendo las propiedades físicas del adoquín de concreto lo siguiente:

- Absorción

- Contenido de humedad
- Peso unitario

### **2.5.3. Operacionalización de las variables**

**Tabla 15. Operacionalización de variables.**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>1. Variable Independiente</b>  Policloruro de vinilo (PVC)	Es un material termoplástico y rígido derivado a partir de cloruro de sodio y gas natural. Que se emplean en distintas maneras ya sean objetos flexibles y rígidos. Obteniendo de los materiales residuales de la sociedad para la reutilización como posible agregado para un elemento.	Reutilización de los residuos de policloruro de vinilo (PVC) para un diseño de mezcla de un adoquín de concreto. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de 0% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 2.5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 7.5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 10% de policloruro de vinilo PVC.</li> </ul>	Dosificación	Adición de 2.5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 2.5% adición de PVC - (p,73)	Numérica
				Adición de 5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 5% adición de PVC- (p,73)	Numérica
				Adición de 7.5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 7.5% adición de PVC – (p,74)	Numérica
				Adición de 10% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 10% adición de PVC – (p,74)	Numérica
<b>2. Variable Dependiente</b>  Adoquines de concreto	Unidad de concreto premezclado y vibro comprimido de forma prismática, cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar pavimentos o carpetas de rodamiento, como son calles y avenidas, plazas y andadores, cocheras, etc. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano. (Concretos SUPERMIX, 2021)	Determinar elementos que deben cumplir como mínimo los parámetros de controles de calidad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de resistencia a la compresión.</li> <li>• Tolerancia dimensional máxima.</li> <li>• Propiedades físicas del adoquín de concreto</li> </ul> Siendo las propiedades físicas del adoquín de concreto lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Peso unitario</li> </ul>	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión simple	Formatos de datos de registro (p,70)	Numérica
			Tolerancia dimensional	Dimensiones del adoquín	Formatos de datos de registro - (p,70)	Numérica
			Propiedades físicas del adoquín de concreto	Absorción	Formatos de datos de registro - (p,71)	Numérica
				Peso unitario	Formatos de datos de registro - (p,71)	
	Contenido de Humedad	Formatos de datos de registro - (p,71)				



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

Según (Bravo, 2001), el método científico es un conjunto de trámites, fases o etapas. Consiste en formular cuestiones, basándose en observaciones y en teorías existentes, en anticipar soluciones a los problemas y contrastarlas en la realidad. (p,19)

En presente trabajo contribuye a la descripción de las variables: Policloruro de vinilo y adoquín de concreto, donde la investigación se iniciará con la observación directa de los procesos, y el análisis de la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

Según estas consideraciones, en la presente investigación fue de *método científico*.

#### **3.2. Tipo de investigación**

Según (Castro Zenon, 2021), la investigación aplicada va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales ya que tiene por finalidad la aplicación del conocimiento científico. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos. (p,108)

En la presente tesis se determinará la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

Según estas consideraciones, la presente investigación fue de *tipo aplicada*.

### **3.3. Nivel de la investigación**

Según (Contreras Fajardo, 2016), el nivel de investigación EXPLICATIVO, es cualquier investigación realizada con un enfoque científico, donde un conjunto de variables se mantiene constantes, mientras que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento.(p,35)

La investigación de tipo explicativa se desarrollará en la presente tesis con el desarrollo de la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

El estudio por el nivel de profundidad fue *nivel explicativo*.

### **3.4. Diseño de la investigación**

Según (Sierra Bravo, 2014) considera que cuando en una investigación se necesita manipular variables, es necesario realizar un diseño experimental. Los diseños experimentales en una investigación, sirve para organizar la obtención de datos a partir de la reproducción de las propiedades del objeto de investigación en un modelo o en un prototipo”. (p,94)

Para la presente investigación se realizaron pruebas y ensayos de laboratorio para llegar al objetivo principal de la investigación. Dichos ensayos se realizaron usando adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto, de los cuales se obtuvieron resultados que fueron analizados y comparados entre sí y luego explicados y así llegar a cumplir los objetivos planteados y probar la hipótesis de la investigación.

Según el análisis, el diseño que se empleará en la presente investigación fue de diseño *cuasiexperimental*.

### **3.5. Población y muestra**

### 3.5.1. Población

Según (Carrasco Díaz, 2016), la población “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”. (pág. 15)

La población de la investigación fueron 75 unidades de adoquines de concreto elaborados en el Distrito de Pilcomayo, de la provincia de Huancayo, región Junín.

Según la proyección dada, la muestra de la población se realizaron 75 unidades de adoquín de concreto patrón y adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) en diferentes proporciones.

Para determinación de Resistencia a la compresión se realizó en las edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. Por ello los muestreos se elaboraron:

- ✓ 12 muestra de adoquín de concreto patrón sin adición del PVC.
- ✓ 12 muestra de adoquín de concreto con 2.5% de adición PVC.
- ✓ 12 muestra de adoquín de concreto con 5 % de adición PVC.
- ✓ 12 muestra de adoquín de concreto con 7.5% de adición PVC.
- ✓ 12 muestra de adoquín de concreto con 10% de adición PVC.

Para la determinación de Tolerancia dimensional los muestreos se elaboraron:

- ✓ 03 muestra de adoquín de concreto patrón sin adición del PVC.
- ✓ 03 muestra de adoquín de concreto con 2.5% de adición PVC.

- ✓ 03 muestra de adoquín de concreto con 5 % de adición PVC.
- ✓ 03 muestra de adoquín de concreto con 7.5% de adición PVC.
- ✓ 03 muestra de adoquín de concreto con 10% de adición PVC.

Para la determinación de propiedades físicas del adoquín de concreto se elaboraron:

Se utilizaron las mismas unidades para la determinación del presente ensayo.

### **3.5.2. Muestra**

Según Carrasco Díaz (Carrasco Díaz, 2016), menciona que la muestra “Es un fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”. (p,237)

La muestra se realizó, para un mínimo de 3 unidades a fin de realizar los ensayos determinados, cumpliendo con la NTP 399.604 en cuanto a la cantidad de muestreo.

## **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.6.1. Técnicas**

Según (Vásquez Vélez, 2011) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas, etc.(p,49)

Para el desarrollo de la investigación se empleó como técnica la observación para la recolección de datos, toma de datos de los ensayos de las muestras realizadas en el laboratorio determinado para su evaluación.

### 3.6.2. Instrumentos

Según (Vásquez Vélez, 2011), “define como una ayuda o una serie de elementos que el investigador construye con la finalidad de obtener información, facilitando así la medición de los mismos”.(p,54)

En la presente investigación se utilizaron formatos de datos de registro para la recolección de datos, lo cual se realizaron los siguientes procesos:

- Se procedió a la recolección de arena gruesa procedente de la cantera para el estudio de las características y propiedades del agregado y su posterior diseño de mezcla óptimo en el laboratorio.
- Se realizó la dosificación de mezcla con la adición de los porcentajes de 2.5%,5%,7.5% y 10% de policloruro de vinilo (PVC) a través de fichas de registro (cálculos) para elaboración de los adoquines de concreto.
- Se procedió a la elaboración del adoquín de concreto con los diferentes porcentajes de acuerdo a la normativa para someter a los ensayos en el laboratorio.
- Se desarrollaron los ensayos en el laboratorio: Resistencia a la compresión, tolerancia dimensional, absorción, contenido de humedad y peso unitario de cada adoquín de concreto con sus proporciones indicados para su posterior evaluación.
- Después de obtener los datos y características de los ensayos realizados, se procedió a determinar y analizar el comportamiento de cada adoquín de concreto con los porcentajes de adición del PVC de acuerdo a la normativa peruana a través de los formatos de registro de datos (Cálculos).

A continuación, se detalla los formatos de datos de registro de cada ensayo, por lo que tenemos lo siguiente:

#### a) Formatos de datos de registro

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**

**ENSAYO DE ROTURA DE ESPÉCIMEN- LADRILLO (PILAS)**

TEMPERATURA AMBIENTE: \_\_\_\_\_  
HUMEDAD RELATIVA: \_\_\_\_\_

CÓDIGO DEL PROYECTO: \_\_\_\_\_ NOMBRE Y APELLIDO DEL OPERADOR: \_\_\_\_\_  
FECHA INICIAL DE ROTURA/HORA DEL ESPÉCIMEN: \_\_\_\_\_ FECHA FINAL DE ROTURA/HORA DEL ESPÉCIMEN: \_\_\_\_\_  
CÓD. INTERNO DEL PIE DE REY: \_\_\_\_\_

Nº	DESCRIPCIÓN	$f_{cm}$	FECHA DE VACIADO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURAS (mm) APROXIMACIÓN 0.01				A.D Nº	CAR. GA MARCA (kg)	ESFUERZO MPa APROXIMACIÓN 0.1	MOLE DE ESPÉCIMEN	Nº de Ensayo
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

**Figura 19.** Formato del Ensayo de Resistencia a la compresión, Por Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos Centauro Ingenieros S.A.C ,2021.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**

**ENSAYO DE VARIABILIDAD ADOBE**


TEMPERATURA AMBIENTE: \_\_\_\_\_  
HUMEDAD RELATIVA: \_\_\_\_\_

CODIGO DE PROYECTO \_\_\_\_\_ NOMBRE Y APELLIDOS DE ANALISTA \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

Nº	DESCRIPCIÓN	LARGO (mm)				ANCHO (MM)				ALTURAS (MM) APROXIMACIÓN 0.01							
		H1		H2		H3		H4		H1		H2		H3		H4	
		f	2º	3º	4º	f	2º	3º	4º	f	2º	f	2º	f	2º	f	2º
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

**Figura 20.** Formato del Ensayo de Variabilidad dimensional, Por Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos Centauro Ingenieros S.A.C ,2021.




**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**

**ENSAYO DE ABSORCION EN LADRILLO (SUMERSION DE 5 Y 24 HORAS)**

CODIGO DE PROYECTO \_\_\_\_\_ NOMBRE Y APELLIDOS DE ANALISTA \_\_\_\_\_ TEMPERATURA AMBIENTE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_ HUMEDAD RELATIVA: \_\_\_\_\_

No.	DESCRIPCION	MASA INICIAL	5 HORAS			24 HORAS	
			HORA DE INICIO	HORA DE PESADO	MASA SATURADA	HORA DE PESADO	MASA SATURADA
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

**Figura 21. Formato del Ensayo de Absorción**  
 , Por Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos Centauro Ingenieros S.A.C ,2021.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS S.A.C.**

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD Y ABSORCION EN ADOQUINES**

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO:	COD. DE MUESTRA:	
NOMBRE Y APELLIDO DE ANALISTA:		
FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO:	HORA DE ENSAYO:	
TEMPERATURA AMBIENTE:	HUMEDAD RELATIVA:	

	HUMEDAD		ABSORCION		
	DESCRIPCION	MUESTRA HUMEDA (g)	MUESTRA SECA (g)	SUPERFICIALMENTE SECO (g)	SUMERGIDO SIN CANASTILLA (g)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

**Figura 22. Formato del Ensayo de Peso Unitario y Contenido de Humedad**  
 , Por Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos Centauro Ingenieros S.A.C ,2021

### 3.7. Procesamiento de la información

Según (Giraldo Huertas, 2016), manifiesta que: El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas.(p,28)

#### 3.7.1. Diseño de mezcla de mortero

Se utilizará el diseño de mortero, ya que el mortero es usado como en la fabricación de elementos estructurales y en la mampostería estructural en donde puede ser de pega o de relleno en muros. (Sanchez, 2008).

Lo cual el procedimiento del diseño de mezcla se encuentra en anexo en la página 155 al 159.

##### • Dosificación final

En el siguiente cuadro se visualiza la dosificación final del diseño de mezcla del mortero para el cálculo de las dosificaciones del diseño de mezcla con diferentes proporciones de adición de policloruro de vinilo (PVC).

**Tabla 16.** *Dosificación final del mortero*

	Peso seco para 1 m <sup>3</sup> (kg)	Peso seco 1 bolsa (kg)	Volumen 1 m <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Parte por	Volumen pies <sup>3</sup> /bolsa
CEMENTO	655.00	42.50	0.55	1.00	1.00
ARENA	1472.98	95.58	0.78	1.42	1.78
AGUA	219.53	14.24	0.22	0.40	0.50

**Nota:** Elaboración propia (2021).

##### • Dosificación final con las proporciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% con adición de PVC

- ✓ Criterios a considerar:
- ✓ Para un molde:  $0.20 \times 0.10 \times 0.04 = 0.0008 \text{m}^3$
- ✓ Para 15 moldes:  $15 \times 2000 \text{g} = 30000$



El aditivo que se trabajo es el policloruro de vinilo (PVC) con lo cual se trabajó con los porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de adición de PVC en el diseño de mezcla. Lo cual cada porcentaje se le sacara el porcentaje al cemento y restando a la cantidad del agregado para obtener las siguientes dosificaciones que presenta a continuación:

**Tabla 17. Dosificación patrón con 0% de Adición de PVC**

<b>Diseño mezcla teórico</b>	<b>Datos</b>	<b>und</b>	<b>%</b>	<b>Tanda</b>	<b>und</b>	<b>Corrección</b>
Cemento	42.5	kg/bolsa	27.9	8370.50	g	8370.50
Agua	14.24	l/bolsa	9.3	2804.60	ml	2804.60
Agregado	95.58	kg/bolsa	62.7	18824.8	g	18824.84
Aditivo	<b>0</b>	% (cemento)	0	0	g	0.00
Total	152.32	kg/bolsa	100%	30000	g	30000

**Nota:** Elaboración propia (2021)

**Tabla 18. Dosificación patrón con 2.5% de Adición de PVC**

<b>Diseño mezcla teórico</b>	<b>Datos</b>	<b>und</b>	<b>%</b>	<b>Tanda</b>	<b>und</b>	<b>Corrección</b>
Cemento	42.5	kg/bolsa	27.9	8370.50	g	8370.50
Agua	14.24	l/bolsa	9.3	2804.60	ml	2804.60
Agregado	95.58	kg/bolsa	62.7	18824.8	g	18615.58
Aditivo	<b>2.5</b>	% (cemento)	0	209.26	g	209.26
Total	152.32	kg/bolsa	100%	30000	g	30000

**Nota:** Elaboración propia (2021)

**Tabla 19. Dosificación patrón con 5% de Adición de PVC**

<b>Diseño mezcla teórico</b>	<b>Datos</b>	<b>und</b>	<b>%</b>	<b>Tanda</b>	<b>und</b>	<b>Corrección</b>
Cemento	42.5	kg/bolsa	27.9	8370.50	g	8370.50
Agua	14.24	l/bolsa	9.3	2804.60	ml	2804.60
Agregado	95.58	kg/bolsa	62.7	18824.8	g	18406.32
Aditivo	<b>5</b>	% (cemento)	0	418.52	g	418.52
Total	152.32	kg/bolsa	100%	30000	g	30000

**Nota:** Elaboración propia (2021).

**Tabla 20. Dosificación patrón con 7.5% de Adición de PVC**

Diseño mezcla teórico	Datos	und	%	Tanda	und	Corrección
Cemento	42.5	kg/bolsa	27.9	8370.50	g	8370.50
Agua	14.24	l/bolsa	9.3	2804.60	ml	2804.60
Agregado	95.58	kg/bolsa	62.7	18824.8	g	18197.06
Aditivo	7.5	% (cemento)	0	627.78	g	627.78
Total	152.32	kg/bolsa	100%	30000	g	30000

**Nota:** Elaboración propia (2021).

**Tabla 21. Dosificación patrón con 10% de Adición de PVC**

Diseño mezcla teórico	Datos	und	%	Tanda	und	Corrección
Cemento	42.5	kg/bolsa	27.9	8370.50	g	8370.50
Agua	14.24	l/bolsa	9.3	2804.60	ml	2804.60
Agregado	95.58	kg/bolsa	62.7	18824.8	g	17987.79
Aditivo	10	% (cemento)	0	837.05	g	837.05
Total	152.32	kg/bolsa	100%	30000	g	30000

**Nota:** Elaboración propia (2021).

### 3.7.2. Fabricación de adoquines

La fabricación de adoquines se dio en base al diseño de mezcla con diferentes proporciones de 0% sin adición de PVC siendo el patrón de adoquín y con 2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC. Por ello se utilizó los siguientes materiales:

Para la utilización de los materiales para la elaboración del adoquín de concreto se de utilizar un agregado con optimas características, donde se utilizó de una cantera que se llevó al laboratorio y sus resultados se encuentra en anexos de la página 142 al 154.

#### - Cemento

El cemento es un material gris que posee propiedades que ayuda a la resistencia, durabilidad y se endurece.

Según la norma Técnica peruana NTP 334.009:2020 que establece requisitos que deben cumplir el cemento Portland.

Para la fabricación se utilizó el cemento Portland Tipo I, donde se almaceno en un lugar seco y libre de la participación de la humedad.

#### - **Agua**

El agua es un componente que proporciona el fraguado y endurecimiento con el contacto con el cemento y otros materiales.

La Norma Técnica Peruana NTP 339.088 Agua de mezcla establece los requisitos de composición del agua a utilizar en una mezcla de concreto de cemento portland.

Para el diseño de mezcla del concreto se ha utilizado agua potable para mezcla del adoquín de concreto.

#### - **Agregado**

La norma Técnica Peruana NTP 400.037:2014 Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Que establece requisitos de la granulometría y de la calidad del agregado para su uso en concreto.

El agregado que se ha utilizado para la elaboración del adoquín de concreto ha sido proveniente de la desintegración de origen natural, una cantera, que cumple con los requisitos para su uso.

#### - **Policloruro de vinilo (PVC)**

El policloruro de vinilo (PVC). Es un material termoplástico y rígido derivado de cloruro de sodio y gas natural. Que se emplean en distintas maneras ya sean objetos flexibles y rígidos.

Debido a su versatilidad y su característica dar un material con una amplitud de uso en el ámbito de obras civiles. Son materiales rígidos y flexibles y resistente ante la erosión o al medio ambiente.

Para la elaboración del adoquín de concreto, debido que aún no existen maquinas, o fábricas de producción del PVC. Se tuvo que realizar de forma manual en forma de viruta para añadir a las proporciones del diseño de mezcla que presenta.



**Figura 23.** *Policloruro de vinilo en la intemperie, Por elaboración propia,2021.*



**Figura 24.** *Tuberías residuales de obras civiles, Por elaboración propia,2021.*

#### **a) Procedimiento**

Para la elaboración del adoquín de concreto, se realizó en una planta de fabricación de adoquines de concreto u otros. Dicha planta tenía los materiales, moldes, maquina especiales óptimos.

- Se preparó los materiales para la elaboración de los adoquines de concreto.
- Se determinó los porcentajes de las dosificaciones especificadas en el diseño de mezcla con ayuda de una balanza electrónica para su control respectivo.

- Se dosifico cada material siendo el agregado, cemento, agua para cada mezcla sin adición y con adición del policloruro de vinilo (PVC) en los porcentajes de 0%,2.5%,5% ,7.5% y 10%.
- Se transportó los materiales en un bol mezclador para realizar un adecuado mezclado de forma manual añadiendo el agua necesaria para cada mezcla hasta obtener una mezcla homogénea y óptimo.
- Se adquirió el molde correspondiente para el adoquín de concreto, donde se vertió la mezcla requerida en el molde para obtener un adoquín tipo I.
- Dicho molde se sometió a la maquina donde se vibró compacto la mezcla para obtener un moldeado óptimo.
- Se desmoldo los adoquines del molde al instante para transportar en un lugar adecuado, seguro, limpio para su proceso de fraguado.
- Después de 24 horas se realizó el proceso del curado en un recipiente con agua necesaria.
- Se realizó el etiquetado correspondiente de cada adoquín para poder identificar su característica para su estudio.
- El proceso anterior, se repitió hasta obtener de 75 adoquines de concreto con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC) necesarias para desarrollar los ensayos correspondientes.
- Se esperó 7 días cumpliendo el proceso de curado para obtención de muestras optimas y cumplan su resistencia.
- Se almaceno los adoquines de concreto de forma ordenada y etiquetado en un lugar adecuado hasta el desarrollo de los ensayos respectivos.

A continuación, se observa imágenes del proceso del procedimiento del adoquín de concreto con adición del PVC.



**Figura 25.** Viruta de policloruro de vinilo PVC  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 26.** Viruta de la viruta de PVC y el mortero  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 27.** Maquina vibrocompactación del adoquín  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 28.** Moldeado del adoquín  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 29.** Secado del adoquín y etiquetado  
, Por elaboración propia,2021.

### 3.7.3. Ensayo de Resistencia a la compresión

#### 3.7.3.1. Normativa referencial

- NTP 399.604

#### 3.7.3.2. Formula

$$\sigma = \frac{P_{\max}}{A}$$

$\sigma$  = La resistencia a la compresión.

P = La carga de rotura.

A = Área bruta de la sección.

La superficie A se calculó por la ecuación siguiente:

$$A = a \times l$$

Siendo:

a = ancho de la muestra, en centímetros.

l = largo de la muestra, en centímetros

#### 3.7.3.3. Equipos y/o materiales

Máquina de ensayo: máquina de ensayo normalizado para la determinación y es suficiente para la capacidad de la carga que reúne condiciones de velocidad.

#### 3.7.3.4. Procedimiento

- “Se clasifico la muestra a ensayarse, siendo 03 unidades correspondiente de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo”.
- “Se procedió a la limpieza y toma de medidas de largo, ancho y alto con una regla metálica pie de rey siendo un instrumento de precisión”.
- “Seguidamente se tomó el peso de cada muestra a ensayarse”.



- “Se ensayó la muestra colocando en el centroide de una superficie de apoyo alineada verticalmente en el centro de empuje de la rótula de la máquina”.
- “En el panel de control de la maquina se realizó las codificaciones correspondientes al tipo del ensayo teniendo en cuenta la velocidad de ensayo que se establece”.
- “La unidad del adoquín se sometió a una fuerza axial con una carga hasta la mitad de la máxima prevista a una velocidad conveniente”.
- “Para finalizar se ajustó en el panel de controles para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil para que sea aplicada en el espécimen”.
- “Se registró la carga de compresión máxima en Newton como PMax. De cada unidad del adoquín de concreto”.

A continuación, se presenta fotografías del procedimiento del ensayo a compresión en el laboratorio:



*Figura 30. Máquina del ensayo de resistencia a la compresión , Por elaboración propia,2021.*



**Figura 31.** Etiquetado de adoquín de concreto con adición de PVC  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 32.** Toma de datos de la dimensiones y peso del adoquín  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 33.** Rotura de ensayo de resistencia a la compresión  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 34.** *Espécimen sometido a la resistencia a la compresión  
, Por elaboración propia,2021.*



**Figura 35.** *Ensayo a la compresión a la edad 7 días  
, Por elaboración propia,2021.*



**Figura 36.** *Ensayo a la compresión a la edad de 14 días  
, Por elaboración propia,2021.*



**Figura 37.** Ensayo a la compresión a la edad de 21 días , Por elaboración propia,2021.



**Figura 38.** Ensayo a la compresión a la edad de 28 días , Por elaboración propia,2021.

Posteriormente, se muestra en la imagen el registro del ensayo a compresión en el laboratorio, lo cual se adjunta cada registro y resultado de cada adoquín en edad de 7 días siendo (x1, x2, x3),14días (x4, x5, x6),21 días (x7, x8, x9) y 28 días (x10, x11, x12) con los porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición

de PVC en la Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27 de la página 96 y pagina 97.

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>			
<b>CÓDIGO DE TRABAJO</b>	:	E-001-2022	
<b>MUESTRA</b>	:	X1-0%, ADOQUIN PATRON AL 0%	
<b>FECHA DE MOLDEO</b>	:	30 DE DICIEMBRE DEL 2021	
<b>FECHA DE ROTURA</b>	:	06 DE ENERO DEL 2022	
<b>MEDIDA DEL ADOQUÍN EN LABORATORIO (L x A x H) (cm)</b>	:	20.06	x 9.98 x 4.16
<b>PESO DEL ADOQUÍN (kg)</b>	:	1.875	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (MPa)</b>	:	20.7	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	206.90	

*Figura 39. Registro de datos de Resistencia a la compresión, Por elaboración propia, 2021.*

### 3.7.4. Ensayo de Tolerancia Dimensional

#### 3.7.4.1. Referencia normativa

NTP 399.604.

#### 3.7.4.2. Formula

Las mediciones realizadas de cada adoquín de concreto se analizarán con las tolerancias dimensionales que deben cumplir de acuerdo a la siguiente tabla:

*Tabla 22. Tolerancia dimensional del adoquín de concreto*

<b>Tolerancia Dimensional, Max. (mm)</b>			
	Longitud	Ancho	Espesor
	±1,6	±1,6	±3,2

**Nota:** Elaboración propia (2021).

#### 3.7.4.3. Equipos y/o materiales

- Regla de acero (pie de rey) graduada en divisiones de 1.0mm

#### 3.7.4.4. Procedimiento:

- “Se clasificaron las unidades a ensayarse, siendo 03 unidades correspondiente de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo”.
- “Cada unidad se midió y registro el ancho en la longitud media de la superficie de apoyo superior e inferior, la altura siendo la longitud media de cada cara del adoquín y la longitud siendo la altura media de cada cara del adoquín de concreto”.
- “Se registraron los espesores mínimos de las paredes laterales y del tabique de la parte más delgada del adoquín de concreto de cada dosificación dada”.

Se presenta fotografías de la toma de medidas de ancho, altura y longitud del adoquín de concreto en lo siguiente:



**Figura 40.** Realización de medidas del adoquín  
, Por elaboración propia,2021.



**Figura 41.** Uso de la regla metálica (pie de rey)  
, Por elaboración propia,2021.

Posteriormente, se muestra en la imagen el registro del ensayo de variabilidad dimensional, lo cual se adjunta cada registro y

resultado de cada adoquín con los porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC en la Tabla 29, Tabla 30, Tabla 30, Tabla 31, Tabla 32, Tabla 33 de la página 99 a la página 101.

CÓDIGO	LARGO (mm)				ANCHO (mm)				ALTURA (mm)			
X13-0%	200.75	200.64	200.71	200.58	100.10	100.39	99.73	99.90	42.00	41.54	42.34	42.91
X14-0%	200.43	200.96	200.47	200.87	100.11	100.71	100.29	100.10	42.94	43.04	42.44	42.87
X15-0%	200.93	201.05	200.65	200.98	100.06	100.22	100.33	100.11	40.98	41.25	41.38	41.26
PROMEDIO	200.75				100.17				42.08			
DIMENSIÓN NOMINAL (mm)	200.00				100.00				40.00			
VARIABILIDAD	0.38%				0.17%				5.20%			

**Figura 42.** Registro de datos de variabilidad dimensional del adoquín, Por elaboración propia,2021.

### 3.7.5. Ensayo de Absorción

#### 3.7.5.1. Referencia Normativa

Ensayo según NTP 399.604,

#### 3.7.5.2. Formula

$$\text{Absorción, Kg/m}^3 = [(W_s - W_d) / (W_s - W_i)] \times 1000$$

$$\text{Absorción, Kg/m}^3 = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100$$

Donde:

$W_s$  = peso saturado del espécimen (Kg)

$W_i$  = peso sumergido del espécimen (Kg)

$W_d$  = peso seco al horno del espécimen (Kg)

Los ensayos realizados de cada adoquín de concreto se analizarán de acuerdo a los requisitos de máxima absorción que deben cumplir de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 23. Datos de Absorción máxima**

<b>Absorción, Max. (%)</b>		
<b>Tipo de adoquín</b>	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>Unidad individual</b>
I y II	6	7.5
III	5	7

**Nota:** Elaboración propia (2021).

### **3.7.5.3. Equipos y/o materiales**

- balanza electrónica
- horno ventilado de 100°C y 115°C.

### **3.7.5.4. Procedimiento**

- “Se clasificaron las unidades a ensayarse, siendo 03 unidades correspondiente de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo”.
- “La unidad de concreto se sumergió en un recipiente de agua a temperatura de 15.6 °C a 26.7 °C por 24 horas”.
- “Se pesó el espécimen mientras está suspendido por un alambre metálico y sumergido en el agua para obtener el dato del peso sumergido, lo cual se repitió el procedimiento con los demás especímenes”.
- “Después se retiró del recipiente seco, se pesó y se registró los datos del peso saturado del adoquín de concreto”.
- “La unidad de concreto se colocó en un horno ventilado de 100 °C a 115°C por 24 horas y se pesó luego de enfriarse a una temperatura adecuada. Donde se repitió el pesado en dos sucesivas por un intervalo de 2 horas muestren un incremento de la perdida no mayor de 0.2% del peso ultimo para registrar el peso seco del espécimen”.



Se presenta fotografías del procedimiento del ensayo Absorción del adoquín de concreto en lo siguiente:



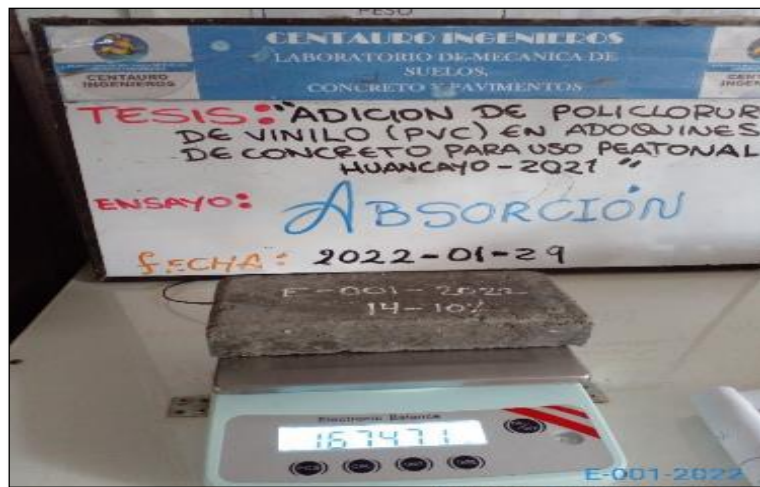
*Figura 43. Proceso de saturación del adoquín , Por elaboración propia,2021.*



*Figura 44. Peso saturado del adoquín de concreto , Por elaboración propia,2021.*



**Figura 45.** Horno ventilado a 100°C a 115°C , Por elaboración propia,2021.



**Figura 46.** Realización del pesado seco del adoquín , Por elaboración propia,2021.

Posteriormente, se muestra en la imagen el registro del ensayo de absorción, lo cual se adjunta cada registro y resultado de cada adoquín con los porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC en la Tabla 35 de la página 102.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	PESO RECIBIDO DE LA UNIDAD (kg)	PESO SECO (kg)	PESO SUMERGIDO (kg)	PESO SATURADO (kg)	ABSORCIÓN (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
X13-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.85	1.74	1.07	1.88	171.49	8.0
X14-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.91	1.79	1.05	1.93	160.34	7.9
X15-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.83	1.72	1.06	1.85	169.63	7.9

**Figura 47.** Registro de datos de Absorción del adoquín , Por elaboración propia,2021.

### **3.7.6. Ensayo de peso unitario**

#### **3.7.6.1. Referencia normativa**

- NTP 339.046

#### **3.7.6.2. Formula**

**Densidad (D), Kg/m<sup>3</sup> = [Wd / (Ws - Wi)] x 100**

**Donde:**

Wd: peso seco al horno del espécimen (kg)

Ws: peso saturado del espécimen (kg)

Wi: peso sumergido del espécimen (kg)

#### **3.7.6.3. Equipos y/o materiales**

- Balanza.
- Varilla de compactación.
- Recipiente de medida.
- Mazo.
- Cuchara

#### **3.7.6.4. Procedimiento**

- “Colocar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara, se mueve la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente de medición para asegurar una distribución homogénea del concreto con segregación mínima”.
- “Colocar el concreto en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L y un golpe por cada 15 cm<sup>2</sup> de superficie para recipientes de medición más grandes”.

- “En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto”.
- “Después de la consolidación, se debe alisar y terminar suavemente la superficie de concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno. Se logra un mejor terminado de la superficie presionando la placa de alisado sobre los 2/3 de la superficie del concreto del borde superior del recipiente de medida para cubrir y retirando la placa con un movimiento de sierra terminando solo el área originalmente cubierta”.
- “Finalmente, con el borde inclinado del plato producirán una superficie acabada lisa”.

Posteriormente, se muestra en la imagen el registro del ensayo de peso unitario, lo cual se adjunta cada registro y resultado de cada adoquín con los porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC en la Tabla 37 de la página 103.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	PESO RECIBIDO DE LA UNIDAD (kg)	PESO SECO (kg)	PESO SUMERGIDO (kg)	PESO SATURADO (kg)	ABSORCIÓN (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
X13-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.85	1.74	1.07	1.88	171.49	8.0	77	2145
X14-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.91	1.79	1.05	1.93	160.34	7.9	84	2028
X15-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.83	1.72	1.06	1.85	169.63	7.9	84	2153

**Figura 48.** Registro de datos de peso unitario del adoquín , Por elaboración propia,2021.

### 3.7.7. Ensayo de contenido de humedad

#### 3.7.7.1. Referencia normativa

- NTP 339.185

### 3.7.7.2. Formula

**Contenido de humedad, % de absorción total =**  
 **$[(W_r - W_d) / (W_s - W_d)] \times 100$**

**Donde:**

W<sub>r</sub>: peso recibido de la unidad (kg)

W<sub>d</sub>: peso seco al horno de la unidad (kg)

W<sub>s</sub>: peso saturado de la unidad (kg)

### 3.7.7.3. Equipos y/o materiales

- Muestra
- Balanza.
- Recipiente de medida.
- Horno

### 3.7.7.4. Procedimiento

- “Se realizó el pesado de la muestra es decir el adoquín de concreto en tres recipientes en la balanza”.
- “Luego se colocó el recipiente en el horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de 100 °C a 115°C”.
- “Cumplido el tiempo mínimo determinado se retira la muestra (el adoquín de concreto) para posteriormente pesarlos, lo cual se repitió el procedimiento con las demás unidades de adoquín de las diferentes dosificaciones”.

Posteriormente, se muestra en la imagen el registro del ensayo de contenido de humedad, lo cual se adjunta cada registro y resultado de cada adoquín con los porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC en la Tabla 38 de la página 104.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	PESO RECIBIDO DE LA UNIDAD (kg)	PESO SECO (kg)	PESO SUMERGIDO (kg)	PESO SATURADO (kg)	ABSORCIÓN (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
X13-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.85	1.74	1.07	1.88	171.49	8.0	77
X14-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.91	1.79	1.05	1.93	160.34	7.9	84
X15-0%	ADOQUIN PATRON AL 0%	1.83	1.72	1.06	1.85	169.63	7.9	84

*Figura 49. Registro de datos de contenido de humedad del adoquín, Por elaboración propia, 2021.*

### 3.8. Técnicas y análisis de datos

Para (Arias, 2012) define que "la técnica de investigación es el procedimiento de obtener datos o información. Las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que sirve de complemento de una investigación" (p.67). Para el presente proyecto de investigación se hizo uso de la técnica de revisión de documentos y observación de resultados de la adición del PVC en el adoquín de concreto.

**Revisión de documentos:** Se hará uso de la normativa técnica peruana NTP 399.611 y NTP 399.604, donde realizaremos comparaciones con los resultados de la adición del PVC en adoquines de concreto para tipo I obtenidos en el laboratorio.

**Observación:** En los ensayos de resistencia a la compresión, tolerancia dimensional, absorción, peso unitario y contenido de humedad de la adición del PVC en adoquines de concreto con las diferentes dosificaciones planteadas se realizará observaciones de los resultados obtenidos en el laboratorio.

A si mismo se aplicó la estadística descriptiva mediante uso de tablas, organización de datos.

#### 3.8.1. Resistencia a la compresión

Para la presente investigación requerimos el uso del laboratorio para realizar el ensayo de resistencia a la compresión de cada dosificación de 0% ,2.5% ,5% ,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de

concreto. Donde se determinó la deformación y el esfuerzo producido por la carga ultima de cada muestra.

Debido a que la investigación es cuantitativa, la herramienta utilizada para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva, utilizando la media aritmética. Para el procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio se realizó una tabulación de la base de datos de resistencia a la compresión como se muestra en lo siguiente:

**Tabla 24. Resistencia a la compresión de adoquines a 7 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Edad (días)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Largo promedio (cm)	20.06	20.08	20.08	20.11	20.11	20.11	20.16	20.15	20.15	20.22	20.24	20.24	20.27	20.26	20.24
Ancho promedio (cm)	9.98	10.00	10.00	10.03	10.01	10.02	10.03	10.02	10.02	10.08	10.1	10.07	10.09	10.08	10.11
Alto promedio (cm)	4.16	4.07	4.04	4.01	4.17	4.09	4.15	4.07	4.07	4.14	4.2	4.16	4.02	4.06	4.04
Peso del adoquin(kg)	1.875	1.815	1.805	1.785	1.855	1.835	1.810	1.790	1.795	1.765	1.82	1.785	1.690	1.720	1.730
Resistencia a la compresion (kg/cm2)	206.90	201.40	217.20	141.77	155.89	164.85	154.45	151.94	139.94	138.20	147.80	144.88	101.10	109.41	97.29
Promedio de Resistencia a compresion (kg/cm2)	208.50			154.17			148.78			143.63			102.60		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

**Tabla 25. Resistencia a la compresión de adoquines a 14 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Edad (días)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Largo promedio (cm)	20.07	20.07	20.09	20.13	20.09	20.10	20.15	20.15	20.17	20.21	20.23	20.24	20.25	20.22	20.23
Ancho promedio (cm)	9.98	9.99	9.98	10.00	10.03	10.01	10.04	10.04	10.02	10.07	10.11	10.12	10.11	10.1	10.11
Alto promedio (cm)	4.10	4.34	4.01	4.06	3.81	4.10	4.11	4.04	3.97	4.22	4.13	4.12	3.99	4.01	4.18
Peso del adoquin(kg)	1.850	1.945	1.800	1.820	1.705	1.840	1.795	1.780	1.765	1.815	1.775	1.78	1.675	1.680	1.765
Resistencia a la compresion (kg/cm2)	250.73	255.1	264.3	225.20	213.62	227.66	216.68	220.95	206.44	197.45	199.84	197.63	180.00	178.40	163.72
Promedio de Resistencia a compresion (kg/cm2)	256.73			222.16			214.69			198.31			174.04		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).



**Tabla 26. Resistencia a la compresión de adoquines a 21 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Edad (días)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Largo promedio (cm)	20.07	20.06	20.09	20.12	20.16	20.11	20.18	20.15	20.18	20.2	20.24	20.25	20.23	20.27	20.29
Ancho promedio (cm)	10.02	10.05	10.02	10.03	10.02	10.05	10.10	10.16	10.07	10.15	10.13	10.15	10.11	10.15	10.18
Alto promedio (cm)	4.17	4.09	4.23	4.12	4.14	4.06	4.13	4.20	4.13	4.19	4.2	4.17	4.02	4.12	4.09
Peso del adoquin(kg)	1.856	1.800	1.885	1.814	1.846	1.806	1.764	1.820	1.789	1.748	1.787	1.768	1.630	1.710	1.694
Resistencia a la compresion (kg/cm2)	302.94	289.40	292.8	246.32	238.87	249.84	239.80	222.32	235.40	207.05	203.54	211.61	200.45	193.12	189.93
Promedio de Resistencia a compresion (kg/cm2)	295.04			245.01			232.51			207.40			194.50		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

**Tabla 27. Resistencia a la compresión de adoquines a 28 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Edad (días)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Largo promedio (cm)	20.06	20.08	20.08	20.11	20.11	20.11	20.16	20.15	20.15	20.22	20.24	20.24	20.27	20.26	20.24
Ancho promedio (cm)	9.98	10.00	10.00	10.03	10.01	10.02	10.03	10.02	10.02	10.08	10.1	10.07	10.09	10.08	10.11
Alto promedio (cm)	4.16	4.07	4.04	4.01	4.17	4.09	4.15	4.07	4.07	4.14	4.2	4.16	4.02	4.06	4.04
Peso del adoquin(kg)	1.875	1.815	1.805	1.785	1.855	1.835	1.810	1.790	1.795	1.765	1.82	1.785	1.690	1.720	1.730
Resistencia a la compresion (kg/cm2)	206.90	201.40	217.20	141.77	155.89	164.85	154.45	151.94	139.94	138.20	147.80	144.88	101.10	109.41	97.29
Promedio de Resistencia a compresion (kg/cm2)	208.50			154.17			148.78			143.63			102.60		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

Con los resultados procesados del promedio de resistencia a la compresión de cada dosificación de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto se hizo una comparación con la normativa técnica peruana 399.611 ,2017) con el valor promedio establecido de resistencia a compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup> siendo que la investigación es del adoquín de concreto tipo I de espesor de 400mm.Donde se especifica en la Tabla 28.

**Tabla 28.** *Espesor nominal y resistencia a la compresión*

Tipo	Espesor nominal del adoquín en (mm)	Parámetros de (f'c) resistencia a compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
Tipo I	40	(31) 320	28 (290)
	60	(31) 320	28 (290)
Tipo II	60	(41) 420	27 (380)
Destinado para vehículos ligeros	80	(37) 380	33 (340)
	100	(35) 360	32 (325)
Tipo III			
Destinado para vehículos pesados, contenedores y patios industriales	> o =80	(55) 561	50 (510)

**Fuente:** (NTP 399.611, 2017)

En los resultados del ensayo de resistencia a la compresión, hay un resultado promedio de 154.17 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 2.5% de PVC y un 102.60 kg/cm<sup>2</sup> con adición de 10% de PVC del adoquín de concreto.

Según la tesis de investigación de (AMBICHO AQUINO,2022), con título: “Polietileno fundido como material cohesivo de adoquines para pavimento articulado en zonas urbanas carentes de servicios básicos – Huancayo 2020”, donde aplica la técnica de la comparación con la normativa. Por ello esta investigación se respalda ya que es similar la investigación.

### 3.8.2. Tolerancia dimensional

Para la presente investigación requerimos el uso del laboratorio para determinar la tolerancia dimensional de cada dosificación de 0% ,2.5% ,5% ,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto. Donde se determina las dimensiones con la regla de acero (pie de rey) de cada muestra.

Debido a que la investigación es cuantitativa, la herramienta utilizada para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva, utilizando la media aritmética. Para el procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio se realizó una tabulación de la base de datos de las dimensiones de cada adoquín como se muestra en lo siguiente:

**Tabla 29. Dimensiones del adoquín al 0% de PVC**

Muestra	Adoquin 0%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	200.75	200.64	200.71	200.58	100.10	100.39	99.73	99.90	42.00	41.54	42.34	42.91
Adoquin 2	200.43	200.96	200.47	200.87	100.11	100.71	100.29	100.10	42.94	43.04	42.44	42.87
Adoquin 3	200.93	201.05	200.65	200.98	100.06	100.22	100.33	100.11	40.98	41.25	41.38	41.26
Promedio	200.75				100.17				42.08			
Dimension Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	0.75				0.17				2.08			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

**Tabla 30. Dimensiones del adoquín al 2.5% de PVC**

Muestra	Adoquin 2.5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	201.10	201.07	201.36	201.08	100.22	100.49	100.36	100.18	40.85	40.43	41.33	41.58
Adoquin 2	201.18	201.28	201.24	201.17	100.35	100.83	100.93	100.16	41.62	41.16	40.97	41.74
Adoquin 3	200.93	201.17	201.21	200.89	100.69	100.58	100.11	100.45	41.35	41.69	41.40	41.21
Promedio	201.14				100.45				41.28			
Dimension Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	1.14				0.45				1.28			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

**Tabla 31. Dimensiones del adoquín al 5% de PVC**

Muestra	Adoquin 5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	201.59	201.56	201.93	201.98	100.46	100.72	100.79	100.56	41.03	40.87	40.21	40.47
Adoquin 2	201.94	201.99	201.91	202.05	100.72	100.66	100.82	100.44	40.77	41.08	42.03	41.28
Adoquin 3	201.87	201.81	201.89	201.93	100.56	100.67	100.83	101.01	41.08	41.29	41.04	41.89
Promedio	201.87				100.69				41.09			
Dimension Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	1.87				0.69				1.09			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

**Tabla 32. Dimensiones del adoquín al 7.5% de PVC**

Muestra	Adoquin 7.5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	202.59	202.19	202.63	202.10	101.10	101.27	101.16	101.21	41.31	42.04	41.52	41.25
Adoquin 2	202.94	202.84	203.01	202.31	101.34	101.37	101.45	101.16	41.78	42.35	42.82	41.95
Adoquin 3	202.84	202.73	201.98	202.04	100.92	100.97	100.85	100.89	41.32	41.82	41.91	42.06
Promedio	202.52				101.14				41.84			
Dimension Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	2.52				1.14				1.84			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

**Tabla 33. Dimensiones del adoquín al 10% de PVC**

Muestra	Adoquin 10% de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	202.47	202.59	202.93	202.69	101.38	101.34	101.48	101.42	39.92	40.74	41.76	41.49
Adoquin 2	202.66	202.14	202.39	202.17	101.25	101.67	101.36	100.91	41.42	39.87	39.13	40.02
Adoquin 3	202.60	202.19	202.57	202.50	101.14	101.30	101.68	101.06	41.41	42.60	40.96	42.40
Promedio	202.49				101.33				40.98			
Dimension Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	2.49				1.33				0.98			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

Con los resultados procesados del promedio de las dimensiones de cada dosificación de 0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de adición de PVC del adoquín de concreto se hizo una comparación con la normativa técnica peruana 399.611 como se muestra en la Tabla 34.

**Tabla 34. Tolerancia dimensional del adoquín de concreto**

Tolerancia Dimensional, Max. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
±1,6	±1,6	±3,2

**Nota:** Elaboración propia (2021).

En los resultados de tolerancia dimensional, hay un resultado de 2.52 mm con adición de 7.5% de PVC y un 1.14 mm con adición de 2.5% de PVC del adoquín de concreto con respecto a la longitud.

En los resultados de tolerancia dimensional, hay un resultado de 1.33 mm con adición de 10% de PVC y un 0.45 mm con adición de 2.5% de PVC del adoquín de concreto con respecto al ancho.

En los resultados de tolerancia dimensional, hay un resultado de 1.84 mm con adición de 7.5% de PVC y un 0.98 mm con adición de 10% de PVC del adoquín de concreto con respecto al espesor.

### 3.8.3. Propiedades físicas del adoquín

#### 3.8.3.1. Absorción

Para la presente investigación requerimos el uso del laboratorio para realizar el ensayo de absorción de cada dosificación de 0% ,2.5% ,5%

,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto. Donde se determinó la capacidad de absorción producido por el agua de cada muestra.

Debido a que la investigación es cuantitativa, la herramienta utilizada para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva, utilizando la media aritmética. Para el procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio se realizó una tabulación de la base de datos de absorción como se muestra en lo siguiente:

**Tabla 35. Datos de absorción del adoquín con adición del PVC**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso saturado(kg)	1.88	1.93	1.85	1.82	1.84	1.84	1.76	1.78	1.76	1.77	1.79	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.74	1.79	1.72	1.69	1.7	1.7	1.6	1.63	1.6	1.59	1.61	1.6	1.53	1.52	1.52
Absorción (%)	8.00	7.90	7.90	8.10	8.10	8.10	9.50	9.30	10.00	11.30	11.20	10.40	11.20	10.20	11.30
Promedio de Absorción (%)	7.93			8.10			9.60			10.97			10.90		

**Nota:** Resultados de absorción obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

Con los resultados procesados del promedio de las absorciones de cada dosificación de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto se hizo una comparación con la normativa técnica peruana 399.611 como se muestra en la Tabla 36.

**Tabla 36. Datos de Absorción máxima**

Tipo de adoquín	Absorción, Max. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

**Nota:** Elaboración propia (2021).

En los resultados del ensayo de absorción, hay un resultado promedio de 10.90 % con adición de 10% de PVC y un 8.10 % con adición de 2.5 % de PVC del adoquín de concreto.

### 3.8.3.2. Peso unitario

Para la presente investigación requerimos el uso del laboratorio para realizar el peso unitario de cada dosificación de 0% ,2.5% ,5% ,7.5% y 10% de adición de PVC del adoquín de concreto. Donde se determinó el peso unitario producido por la adición del PVC.

Debido a que la investigación es cuantitativa, la herramienta utilizada para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva, utilizando la media aritmética. Para el procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio se realizó una tabulación de la base de datos de peso unitario como se muestra en lo siguiente:

**Tabla 37. Peso unitario del adoquín con adición de PVC**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso sumergido(kg)	1.07	1.05	1.06	1.03	1.04	1.04	0.97	0.99	0.97	0.96	0.97	0.96	0.91	0.9	0.91
Peso saturado(kg)	1.88	1.93	1.85	1.82	1.84	1.84	1.76	1.78	1.76	1.77	1.79	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.74	1.79	1.72	1.69	1.70	1.70	1.60	1.63	1.60	1.59	1.61	1.60	1.53	1.52	1.52
Densidad (kg/m3)	2145.00	2028.00	2153.00	2125.00	2127.00	2123.00	2038.00	2048.00	2018.00	1961.00	1964.00	1993.00	1931.00	1973.00	1932.0
Promedio de densidad (kg/m3)	2108.67			2125.00			2034.67			1972.67			1945.33		

**Nota:** Resultados de peso unitario obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto.

Elaboración propia (2021).

Con los resultados procesados del promedio de los pesos unitarios de cada dosificación de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto se hizo una comparación con los propios resultados de las diferentes proporciones de dosificación ya que en la normativa técnica peruana 399.611 no especifica el peso unitario del adoquín de concreto.

En los resultados del peso unitario, hay un resultado promedio de 2125 kg/m3 con adición de 2.5% de PVC y un 1945.33 kg/m3 con adición de 10 % de PVC del adoquín de concreto.

Según (MEZA DOMINGUEZ,2018) en su tesis: “Propiedades físico – Mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo plaza, Lurín - 2017”, se observa que la aplicación de la técnica es similar a la base de datos de los resultados de la investigación.

### 3.8.3.3. Contenido de humedad

Para la presente investigación requerimos el uso del laboratorio para realizar el contenido de humedad de cada dosificación de 0% ,2.5% ,5% ,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto. Donde se determinó el contenido de humedad producido por la influencia de la adición del PVC al adoquín.

Debido a que la investigación es cuantitativa, la herramienta utilizada para el análisis de datos se hizo uso de la estadística descriptiva, utilizando la media aritmética. Para el procesamiento de los datos obtenidos del laboratorio se realizó una tabulación de la base de datos de contenido de humedad como se muestra en lo siguiente:

**Tabla 38. Datos de contenido de humedad del adoquín con adición del PVC**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso recibido(kg)	1.85	1.91	1.83	1.79	1.82	1.82	1.71	1.75	1.72	1.7	1.74	1.72	1.63	1.62	1.65
Peso saturado(kg)	1.88	1.93	1.85	1.82	1.84	1.84	1.76	1.78	1.76	1.77	1.79	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.74	1.79	1.72	1.69	1.70	1.70	1.60	1.63	1.60	1.59	1.61	1.6	1.53	1.52	1.52
Cont.humedad (%)	77.00	84.00	84.00	77.00	86.00	86.00	72.00	75.00	78.00	64.00	70.00	76.00	61.00	65.00	71.00
Promedio															
Contenido de humedad (%)	81.67			83.00			75.00			70.00			65.67		

**Nota:** Resultados de peso unitario obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

Con los resultados procesados del promedio del contenido de humedad de cada dosificación de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de PVC al adoquín de concreto se hizo una comparación con los propios resultados de las diferentes proporciones de dosificación ya que en la normativa técnica peruana 399.611 no especifica el contenido de humedad del adoquín de concreto.

En los resultados del ensayo de contenido de humedad, hay un resultado promedio de 83 % con adición de 2.5 % de PVC y un 65.67 % con adición de 10% de PVC en el adoquín de concreto.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Datos generales

En el presente capítulo se desarrollan los resultados obtenidos en el laboratorio en base al diseño de mezcla del adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo PVC de acuerdo a la Norma Técnica Peruana.

##### 4.1.1. Cantera de material del agregado

Se utilizó el material de la cantera de Mito origen del agregado, siendo el agregado fino para los ensayos en el laboratorio siendo óptimo el material para la fabricación de los adoquines de concreto.

Donde el almacenamiento de los agregados se ubica en el Distrito de Pilcomayo.

Con coordenada de ubicación de la Cantera:

ESTE :462881.64 m

NORTE : 8680155.24 m

ELEVACIÓN :3317 msnm



*Figura 50. Ubicación de la cantera de Mito  
, Por elaboración propia, 2021.*

**Tabla 39. Granulometría del agregado fino**

TAMIZ	ABERTURA DE TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
5"	125	-	-	-	100
4"	100	-	-	-	100
3 1/2"	90	-	-	-	100
3"	75	-	-	-	100
2 1/2"	63	-	-	-	100
2"	50	-	-	-	100
1 1/2"	37.5	-	-	-	100
1"	25	-	-	-	100
3/4"	19	-	-	-	100
1/2"	12.5	-	-	-	100
3/8"	9.5	-	-	-	100
N°4	4.75	2266.2	31.5	31.5	68.5
N°8	2.36	1177	16.4	47.8	52.2
N°16	1.18	748.6	10.4	58.3	41.7
N°30	0.6	953.6	13.3	71.5	28.5
N°50	0.3	1201	16.7	88.2	11.8
N°100	0.15	657	9.1	97.3	2.7
N°200	0.075	120.8	1.7	99.4	1
Fondo		71.8	1	100	-
TOTAL		7196	100	MÓDULO DE FINEZA	3.9

**Nota:** Resultados de granulometría del agregado. Elaboración propia (2021).

Lo cual el ensayo cumple la masa retenida como mínima de la granulometría del agregado fino. Por otra parte, los ensayos para determinar las propiedades físicas y para el diseño de mezcla se presentan en anexos.

#### **4.1.2. Planta industrial de fabricación de adoquines**

La fabricación de adoquines de concreto con adición de policloruro de vinilo con los porcentajes de 0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, se desarrolló en la planta de la Empresa MIRANDA Pisos y Mármol S.R.L. Con coordenada de ubicación:

Empresa MIRANDA Pisos y Mármol S.R.L

ESTE : 472303.00 m

NORTE : 8666981.00 m

ELEVACIÓN : 3209 msnm



*Figura 51. Planta de fabricación de adoquines de concreto , Por elaboración propia,2021.*

#### **4.2. Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento**

El desarrollo de los ensayos del adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos Centauro Ingenieros, que se realizó todos los ensayos que exige la norma técnica peruana NTP 399.604 y son los siguientes:

##### **4.2.1. Propiedades físicas del adoquín de concreto con PVC**

###### **A. Ensayo de resistencia a la compresión**

El ensayo de la Resistencia a la compresión se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.604, donde se obtiene mediante la aplicación de fuerza axial sobre el adoquín de concreto.

En la siguiente se presenta los resultados de Resistencia a compresión en diferentes edades del adoquín de concreto siendo de 7 días,14 días,21 días y 28 días tal como se muestra a continuación:

**Tabla 40. Resistencia a la compresión de adoquines a 7 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Edad (días)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Largo promedio (cm)	20.06	20.08	20.08	20.11	20.11	20.11	20.16	20.15	20.15	20.22	20.24	20.24	20.27	20.26	20.24
Ancho promedio (cm)	9.98	10.00	10.00	10.03	10.01	10.02	10.03	10.02	10.02	10.08	10.1	10.07	10.09	10.08	10.11
Alto promedio (cm)	4.16	4.07	4.04	4.01	4.17	4.09	4.15	4.07	4.07	4.14	4.2	4.16	4.02	4.06	4.04
Peso del adoquín(kg)	1.875	1.815	1.805	1.785	1.855	1.835	1.810	1.790	1.795	1.765	1.82	1.785	1.690	1.720	1.730
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	206.90	201.40	217.20	141.77	155.89	164.85	154.45	151.94	139.94	138.20	147.80	144.88	101.10	109.41	97.29
Promedio de Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	208.50			154.17			148.78			143.63			102.60		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 40, se muestra los resultados a los 7 días el ensayo a compresión con dosificaciones de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC), donde el adoquín de concreto es de tipo I con dimensiones de 0.20cm x 0.10cm x 0.04 cm, donde el resultado de promedio de 3 unidades indicado por la normativa fue respectivamente:208.50 kg/cm<sup>2</sup>,154.17 kg/cm<sup>2</sup>,148.78 kg/cm<sup>2</sup>,143.63 kg/cm<sup>3</sup> y 102.60 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 41. Resistencia a la compresión de adoquines a 14 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Edad (días)	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Largo promedio (cm)	20.07	20.07	20.09	20.13	20.09	20.10	20.15	20.15	20.17	20.21	20.23	20.24	20.25	20.22	20.23
Ancho promedio (cm)	9.98	9.99	9.98	10.00	10.03	10.01	10.04	10.04	10.02	10.07	10.11	10.12	10.11	10.1	10.11
Alto promedio (cm)	4.10	4.34	4.01	4.06	3.81	4.10	4.11	4.04	3.97	4.22	4.13	4.12	3.99	4.01	4.18
Peso del adoquín(kg)	1.850	1.945	1.800	1.820	1.705	1.840	1.795	1.780	1.765	1.815	1.775	1.78	1.675	1.680	1.765
Resistencia a la compresión F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	250.73	255.1	264.3	225.20	213.62	227.66	216.68	220.95	206.44	197.45	199.84	197.63	180.00	178.40	163.72
Promedio de Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	256.73			222.16			214.69			198.31			174.04		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 41, se muestra los resultados a los 14 días el ensayo a compresión con dosificaciones de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC), donde el adoquín de concreto es de tipo I con dimensiones de 0.20cm x 0.10cm x 0.04 cm, donde el resultado de promedio de 3 unidades indicado por la normativa fue respectivamente: 256.73 kg/cm<sup>2</sup>222.16 kg/cm<sup>2</sup>214.69 kg/cm<sup>2</sup>,198.31 kg/cm<sup>2</sup> y 174.04 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 42. Resistencia a la compresión de adoquines a 21 días**

Muestra	Adoquín 0%de PVC			Adoquín 2.5%de PVC			Adoquín 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Edad (días)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Largo promedio (cm)	20.07	20.06	20.09	20.12	20.16	20.11	20.18	20.15	20.18	20.2	20.24	20.25	20.23	20.27	20.29
Ancho promedio (cm)	10.02	10.05	10.02	10.03	10.02	10.05	10.10	10.16	10.07	10.15	10.13	10.15	10.11	10.15	10.18
Alto promedio (cm)	4.17	4.09	4.23	4.12	4.14	4.06	4.13	4.20	4.13	4.19	4.2	4.17	4.02	4.12	4.09
Peso del adoquín(kg)	1.856	1.800	1.885	1.814	1.846	1.806	1.764	1.820	1.789	1.748	1.787	1.768	1.630	1.710	1.694
Resistencia a la compresión F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	302.94	289.40	292.8	246.32	238.87	249.84	239.80	222.32	235.40	207.05	203.54	211.61	200.45	193.12	189.93
Promedio de Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	295.04			245.01			232.51			207.40			194.50		

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

En la Tabla 42, se muestra los resultados a los 21 días el ensayo a compresión con dosificaciones de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC), donde el adoquín de concreto es de tipo I con dimensiones de 0.20cm x 0.10cm x 0.04 cm, donde el resultado de promedio de 3 unidades indicado por la normativa fue respectivamente:295.04 kg/cm,245.01 kg/cm,232.51 kg/cm<sup>2</sup>,207.40 kg/cm<sup>3</sup> y 194.50 kg/cm<sup>2</sup>.

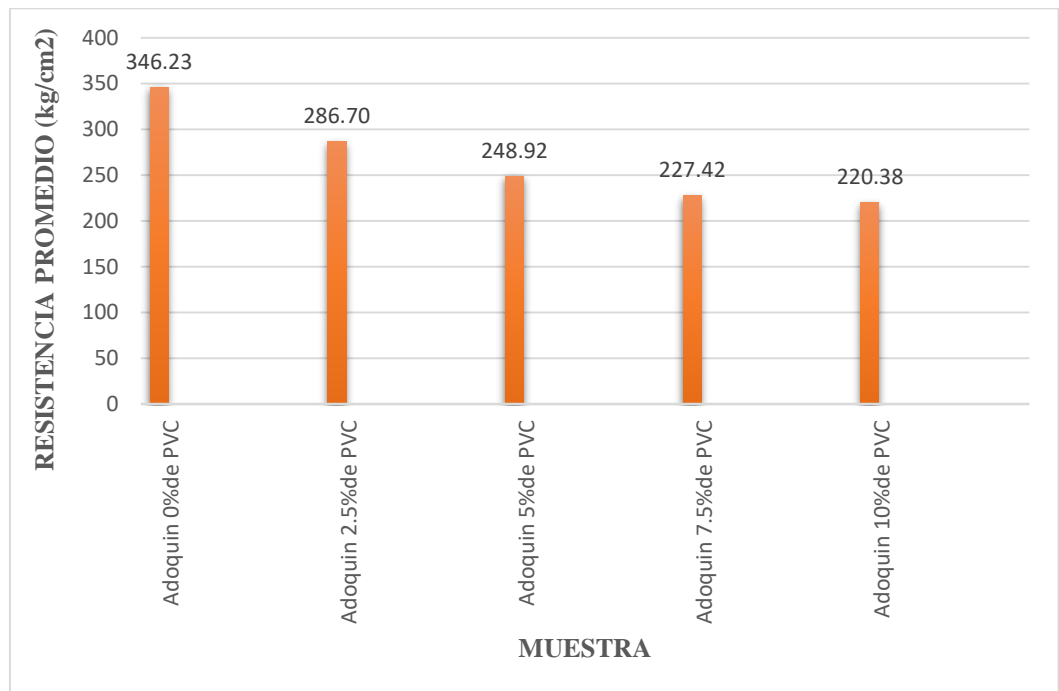
Los adoquines de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% con adición del aditivo a las edades de 7 días ,14 días y 21 días, de cada adoquín de concreto están en un periodo de fraguado y aumentando su resistencia progresivamente. Por ende, el resultado se tendrá con datos más precisos cuando culmina su fraguado y alcance su resistencia máxima a los 28 días.

**Tabla 43. Resistencia a la compresión de adoquines a 28 días**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12
Edad (días)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Largo promedio (cm)	20.06	20.10	20.08	20.12	20.15	20.10	20.17	20.16	20.18	20.20	20.22	20.21	20.27	20.21	20.22
Ancho promedio (cm)	10.01	10.02	10.02	10.03	10.02	10.02	10.04	10.05	10.06	10.08	10.08	10.11	10.14	10.07	10.1
Alto promedio (cm)	4.11	4.07	4.23	4.07	4.23	4.09	4.11	4.04	4.07	4.22	4.28	4.21	4.01	3.94	3.97
Peso del adoquín(kg)	1.825	1.810	1.903	1.789	1.887	1.815	1.754	1.736	1.741	1.756	1.794	1.755	1.613	1.623	1.624
Resistencia a la compresión F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	353.11	348.3	337.30	288.95	279.36	291.78	248.93	249.30	248.53	218.81	224.67	238.77	221.56	224.82	214.75
Promedio de Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		346.23			286.70			248.92			227.42			220.38	

**Nota:** Resultados de resistencia a la compresión obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021)

En la Tabla 43, se muestra los resultados a los 28 días el ensayo a compresión con dosificaciones de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC), donde el adoquín de concreto es de tipo I con dimensiones de 0.20cm x 0.10cm x 0.04 cm, donde el resultado de promedio de 3 unidades indicado por la normativa fue respectivamente:346.23 kg/cm,286.70 kg/cm,248.92 kg/cm<sup>2</sup>,227.42 kg/cm<sup>3</sup> y 220.38 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 52.** Resultado de Resistencia a la compresión , Por elaboración propia,2021.

En la figura 52, se percibe los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días de edad del adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC)de los diferentes porcentajes que se muestra en la figura, donde se interpreta que el adoquín patrón es decir con 0% de PVC tiene una resistencia a la compresión de 346.23 kg/cm<sup>2</sup> lo cual cumple con la normativa y el adoquín con 2.5% de adición de PVC tiene una resistencia de 286.70 kg/cm<sup>2</sup> lo cual no cumple con el requisito estipulado en la NTP 399.611 y por tanto los demás porcentajes no cumplen el requisito del adoquín fabricado.



### Tolerancia dimensional

La determinación de tolerancia dimensional se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.604, donde al adoquín de concreto se realizó mediciones de ancho, altura y longitud con una regla de acero graduada (Pie de rey).

Se presenta los resultados de Tolerancia Dimensional del adoquín de concreto con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC) tal como se muestra a continuación:

**Tabla 44.** Dimensiones del adoquín de concreto con 0% de PVC

Muestra	Adoquin 0%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	200.75	200.64	200.71	200.58	100.10	100.39	99.73	99.90	42.00	41.54	42.34	42.91
Adoquin 2	200.43	200.96	200.47	200.87	100.11	100.71	100.29	100.10	42.94	43.04	42.44	42.87
Adoquin 3	200.93	201.05	200.65	200.98	100.06	100.22	100.33	100.11	40.98	41.25	41.38	41.26
Promedio		200.75				100.17				42.08		
Dimensión Nominal (mm)		200				100				40		
Variabilidad dimensional (mm)		0.75				0.17				2.08		

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021)

**Tabla 45. Dimensiones del adoquín de concreto con 2.5% de PVC**

Muestra	Adoquin 2.5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	201.10	201.07	201.36	201.08	100.22	100.49	100.36	100.18	40.85	40.43	41.33	41.58
Adoquin 2	201.18	201.28	201.24	201.17	100.35	100.83	100.93	100.16	41.62	41.16	40.97	41.74
Adoquin 3	200.93	201.17	201.21	200.89	100.69	100.58	100.11	100.45	41.35	41.69	41.40	41.21
Promedio	201.14				100.45				41.28			
Dimensión Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	1.14				0.45				1.28			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

**Tabla 46. Dimensiones del adoquín de concreto con 5% de PVC**

Muestra	Adoquin 5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	201.59	201.56	201.93	201.98	100.46	100.72	100.79	100.56	41.03	40.87	40.21	40.47
Adoquin 2	201.94	201.99	201.91	202.05	100.72	100.66	100.82	100.44	40.77	41.08	42.03	41.28
Adoquin 3	201.87	201.81	201.89	201.93	100.56	100.67	100.83	101.01	41.08	41.29	41.04	41.89
Promedio	201.87				100.69				41.09			
Dimensión Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	1.87				0.69				1.09			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

**Tabla 47. Dimensiones del adoquín de concreto con 7.5% de PVC**

Muestra	Adoquin 10%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	202.47	202.59	202.93	202.69	101.38	101.34	101.48	101.42	39.92	40.74	41.76	41.49
Adoquin 2	202.66	202.14	202.39	202.17	101.25	101.67	101.36	100.91	41.42	39.87	39.13	40.02
Adoquin 3	202.60	202.19	202.57	202.50	101.14	101.30	101.68	101.06	41.41	42.60	40.96	42.40
Promedio	202.49				101.33				40.98			
Dimensión Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	2.49				1.33				0.98			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

**Tabla 48. Dimensiones del adoquín de concreto con 10% de PVC**

Muestra	Adoquin 7.5%de PVC											
	Largo (mm)				Ancho (mm)				Altura (mm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Adoquin 1	202.59	202.19	202.63	202.10	101.10	101.27	101.16	101.21	41.31	42.04	41.52	41.25
Adoquin 2	202.94	202.84	203.01	202.31	101.34	101.37	101.45	101.16	41.78	42.35	42.82	41.95
Adoquin 3	202.84	202.73	201.98	202.04	100.92	100.97	100.85	100.89	41.32	41.82	41.91	42.06
Promedio	202.52				101.14				41.84			
Dimensión Nominal (mm)	200				100				40			
Variabilidad dimensional (mm)	2.52				1.14				1.84			

**Nota:** Resultados de dimensiones obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021)

En la Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48 se visualiza las dimensiones de longitud, ancho y espesor tomadas del adoquín de concreto con adición del policloruro de vinilo (PVC), donde existe variación mínima en las dimensiones del adoquín siendo los resultados menores de 1.6mm ya sea en longitud, ancho y resultado menor de 3.2mm en espesor, que estipula la NTP 399.611.

En la medida especialmente en la longitud o largo del adoquín de concreto con 5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC) existe una variación mayor de 0.27 mm, 0.92 mm,0.89 mm respectivamente a la tolerancia dimensional máxima establecido en la NTP 399.611.

## **PROPIEDADES FISICAS DEL ADOQUIN**

### **ABSORCION**

La determinación de absorción se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.604, donde al adoquín de concreto paso por un proceso de saturación, secado para obtener peso saturado y peso seco al horno del adoquín de concreto.

Los resultados de absorción del adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) en proporciones del aditivo de 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% se realizó según la NTP 399.61 obteniendo los resultados del promedio de tres muestras.

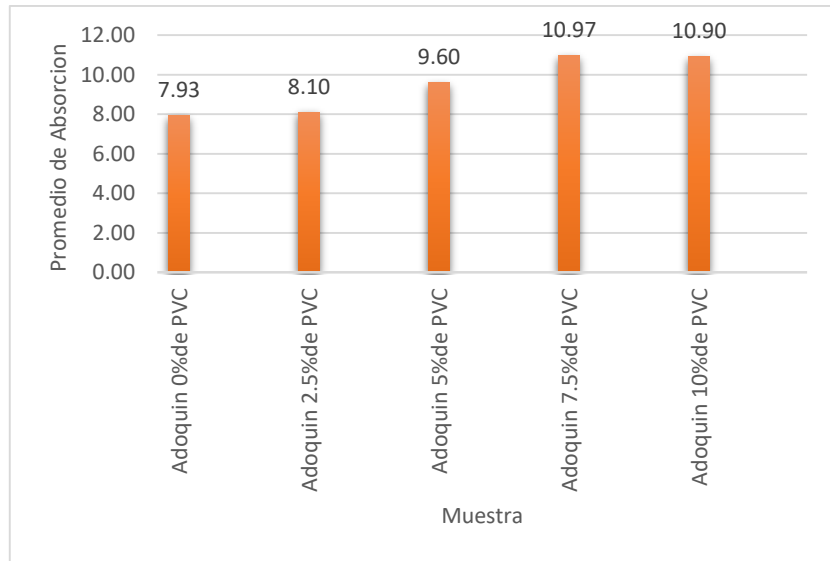
Se presenta los resultados de absorción del adoquín de concreto con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC) tal como se muestra a continuación:

**Tabla 49. Absorción del adoquín con PVC**

Muestra	Adoquin 0%de PVC			Adoquin 2.5%de PVC			Adoquin 5%de PVC			Adoquin 7.5%de PVC			Adoquin 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso saturado(kg)	1.88	1.93	1.85	1.82	1.84	1.84	1.76	1.78	1.76	1.77	1.79	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.74	1.79	1.72	1.69	1.7	1.7	1.6	1.63	1.6	1.59	1.61	1.6	1.53	1.52	1.52
Absorción (%)	8.00	7.90	7.90	8.10	8.10	8.10	9.50	9.30	10.00	11.30	11.20	10.40	11.20	10.20	11.30
Promedio de Absorción (%)		7.93			8.10			9.60			10.97			10.90	

**Nota:** Resultados de absorción obtenidos del laboratorio del adoquín de concreto. Elaboración propia (2021).

El adoquín de concreto con 0% de adición del PVC se obtuvo el resultado promedio de 7.93 % lo cual sobrepasa 1.93% de absorción máxima de acuerdo a la NTP 399.611, donde se analizó, es debido al proceso de fabricación y moldeado del adoquín por lo cual presenta poros internos y se produce mayor absorción. Pero en los demás son 8.10%,9.60%,10.97% y 10.90% respectivamente donde existe un incremento de absorción a medida se incrementa la adición del PVC ya que es debido a la composición de este aditivo.



**Figura 53.** Resultados del promedio de absorción , Por elaboración propia,2021.

En la Figura 53, se aprecia los resultados del contenido de humedad del adoquín de concreto con adición del PVC siendo el patrón presenta un 81.67 % de contenido de humedad, pero con la intervención del policloruro de vinilo (PVC) se tiene lo siguientes resultados promedio de absorción un 83% con 2.5% de PVC,75% con5% de PVC,70% con 7.5% de PVC y 65.67 % con 10% de adición de PVC, lo cual se entiende que el incremento del PVC se produce menor contenido de humedad en los adoquines debido a las propiedades físicas y composición del PVC ya que no absorbe o almacena la humedad.

### **PESO UNITARIO**

La determinación del peso unitario en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.604, donde al adoquín de concreto paso por un proceso de saturación, secado para obtener peso sumergido, peso saturado y peso seco al horno del adoquín de concreto.

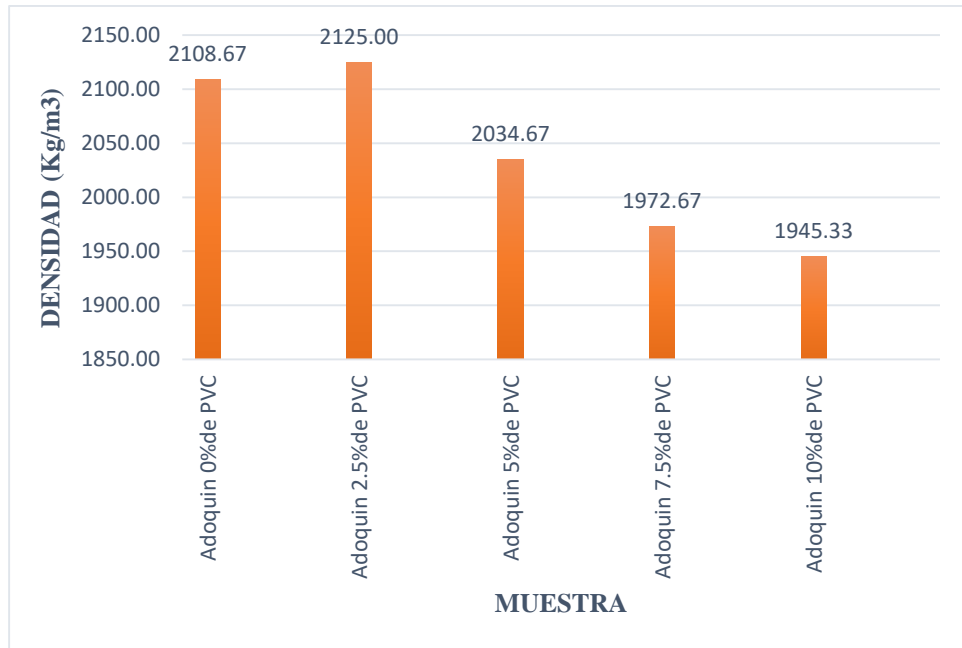
Se presenta los resultados de peso unitario (Densidad) del adoquín de concreto con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC) tal como se muestra a continuación:

**Tabla 50. Peso unitario del adoquín de concreto con PVC**

Muestra	Adoquín 0%de PVC			Adoquín 2.5%de PVC			Adoquín 5%de PVC			Adoquín 7.5%de PVC			Adoquín 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso sumergido(kg)	1.07	1.05	1.06	1.03	1.04	1.04	0.97	0.99	0.97	0.96	0.97	0.96	0.91	0.9	0.91
Peso saturado(kg)	1.88	1.93	1.85	1.82	1.84	1.84	1.76	1.78	1.76	1.77	1.79	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.74	1.79	1.72	1.69	1.70	1.70	1.60	1.63	1.60	1.59	1.61	1.60	1.53	1.52	1.52
Densidad (kg/m3)	2145.00	2028.00	2153.00	2125.00	2127.00	2123.00	2038.00	2048.00	2018.00	1961.00	1964.00	1993.00	1931.00	1973.00	1932.00
Promedio de densidad (kg/m3)	2108.67			2125.00			2034.67			1972.67			1945.33		

**Nota:** Tabla de resultados de laboratorio del ensayo de peso unitario del adoquín de concreto con diferentes dosificaciones. Elaboración propia (2021).

Se muestra los datos del adoquín de concreto y los resultados del adoquín de concreto con 0% de adición del PVC se obtuvo el resultado promedio de 2108.67 de la densidad o peso unitario. Pero en los demás son 2125 kg/m3, 2034.67 kg/m3 , 1972.67 kg/m3 y 1945.33 kg/m3 respectivamente a la dosificación siendo promedio de tres unidades de adoquines de concreto como indica la normativa.



**Figura 54.** Resultados del promedio de densidad del adoquín , Por elaboración propia,2021.

En la Figura 54, Se aprecia los resultados de la densidad o peso unitario del adoquín de concreto patrón y los diferentes porcentajes de 2.5%,5% ,7.5% y 10% de adición del PVC, con el resultado de 2125 kg/m<sup>3</sup>,2034.67 kg/m<sup>3</sup>,1972.67 kg/m<sup>3</sup> y 1945.33kg/m<sup>3</sup> respectivamente, donde existe menor peso unitario del adoquín de concreto con PVC a media se incrementa el aditivo debido a la estructura y composición del policloruro de vinilo (PVC) ya que son livianos y flexible.

### **CONTENIDO DE HUMEDAD**

La determinación del contenido de humedad en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.604, donde al adoquín de concreto paso por un proceso de saturación, secado para obtener peso recibido, peso saturado y peso seco al horno del adoquín de concreto.

Se presenta los resultados de contenido de humedad del adoquín de concreto con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC) tal como se muestra a continuación:

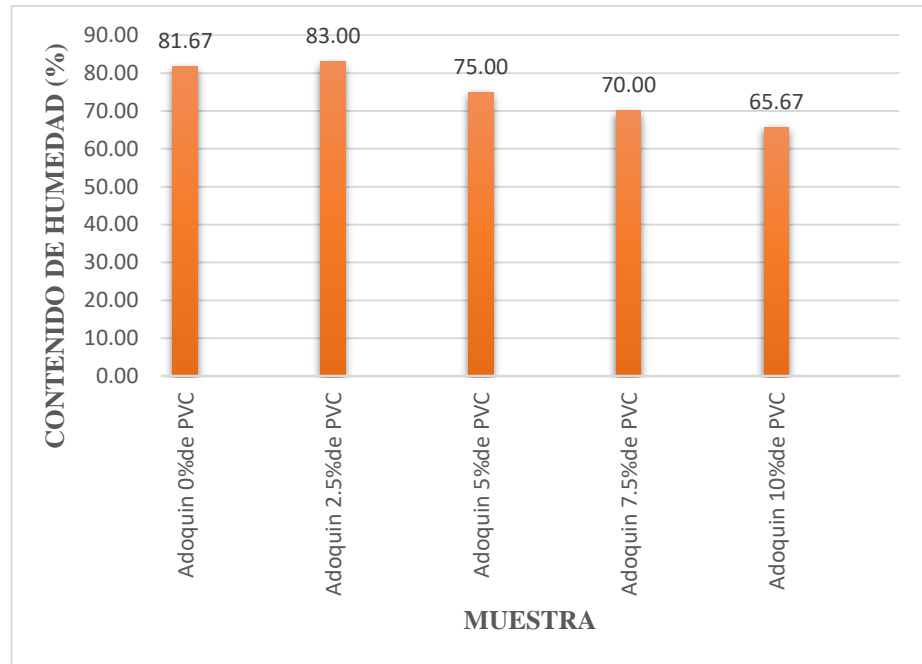


**Tabla 51. Contenido de humedad del adoquín de concreto con PVC**

Muestra	Adoquín 0%de PVC			Adoquín 2.5%de PVC			Adoquín 5%de PVC			Adoquín 7.5%de PVC			Adoquín 10%de PVC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso recibido(kg)	1.84	1.93	1.83	1.79	1.82	1.82	1.71	1.72	1.72	1.7	1.74	1.72	1.62	1.62	1.65
Peso saturado(kg)	1.88	1.92	1.84	1.82	1.82	1.82	1.76	1.78	1.76	1.71	1.75	1.76	1.7	1.67	1.69
Peso seco (kg)	1.72	1.75	1.72	1.65	1.76	1.76	1.66	1.62	1.66	1.55	1.62	1.6	1.52	1.52	1.52
Cont. humedad (%)	77.0	84.0	84.0	77.0	86.0	86.0	72.0	75.0	78.0	64.0	70.0	76.0	61.0	65.0	71.00
Promedio Contenido humedad (%)	81.67			83.00			75.00			70.00			65.67		

**Nota:** Resultados de laboratorio de contenido de humedad del adoquín de concreto con diferentes dosificaciones. Elaboración propia (2021).

Se muestra los datos del adoquín de concreto y los resultados del adoquín de concreto con 0% de adición del PVC se obtuvo el resultado promedio de 81.67% de contenido de humedad. Pero en los demás son 83.00 %,75.00%,70.00% y 65.67% respectivamente a la dosificación siendo promedio de tres unidades de adoquines de concreto como indica la normativa.



*Figura 55. Resultado del promedio de contenido de humedad , Por elaboración propia,2021.*

En la Figura n°55, se aprecia los resultados del contenido de humedad del adoquín de concreto con adición del PVC siendo el patrón presenta un 81.67 % de contenido de humedad, pero con la intervención del policloruro de vinilo (PVC) se tiene lo siguientes resultados promedio de absorción un 83% con 2.5% de PVC,75% con5% de PVC,70% con 7.5% de PVC y 65.67 % con 10% de adición de PVC, lo cual se entiende que el incremento del PVC se produce menor contenido de humedad en los adoquines debido a las propiedades físicas y composición del PVC ya que no absorbe o almacena la humedad.

### **4.3. Prueba de hipótesis**

Después de la realización de los ensayos de laboratorio y evaluación del adoquín de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC), se hizo el análisis de los datos respectivamente para sí realizar la prueba de las hipótesis.

#### **4.3.1. Hipótesis general**

La adición de policloruro de vinilo (PVC) incide significativamente en los adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021. Donde se realizó la elaboración de adoquines de concreto con adición

de policloruro de vinilo (PVC), por lo cual según evaluado y analizado de acuerdo a la Normativa Técnica Peruana si incide en los resultados de la obtención de los adoquines de concreto.

#### 4.3.2. Hipótesis específicas

##### 4.3.2.1. Hipótesis específica (a)

La resistencia a la compresión varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

**Ho:** La resistencia la compresión si varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

**Hi:** La resistencia la compresión no varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021

Nivel de Significancia (alfa)  $\alpha=0.05$ .

**Tabla 52. Prueba de hipótesis Especifica**  
*Resistencia a la compresión*

	Valor crítico Tc	Muestra n	Valor de prueba Tp
Adición de policloruro de vinilo (PVC) al adoquín de concreto	-1.645	15	-1.366

**Nota:** Tabla de resultados de prueba de hipótesis. Elaboración propia (2021).

**Decisión:** Se acepta la hipótesis nula, porque Tp es menor del Tc, es decir que el valor de prueba obtenido en el cálculo de la función pivotal está en la zona o región de aceptación.

**Conclusión:** Se tiene evidencia estadística para afirmar que la resistencia la compresión si varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

##### 4.3.2.2. Hipótesis específica (b)

La tolerancia dimensional mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

**Ho:** La tolerancia dimensional si mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

**Hi:** La tolerancia dimensional no mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

Nivel de Significancia (alfa)  $\alpha=0.05$ .

**Tabla 53.** Prueba de hipótesis Especifica Tolerancia dimensional

	Valor critico Tc	Muestra n	Valor de prueba Tp
Adición de policloruro de vinilo (PVC) al adoquín de concreto	-1.645	15	-27.44

**Nota:** Tabla de resultados de prueba de hipótesis. Elaboración propia (2021).

**Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula, porque Tp es mayor del Tc, es decir que el valor de prueba obtenido en el cálculo de la función pivotal está en la zona o región de rechazo.

**Conclusión:** Se tiene evidencia estadística para rechazar que la tolerancia dimensional no mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.

#### 4.3.2.3. Hipótesis específica (c)

Las propiedades físicas mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

**Ho:** Las propiedades físicas si mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

**Hi:** Las propiedades físicas no mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

Nivel de Significancia (alfa)  $\alpha=0.05$ .

**Tabla 54. Prueba de hipótesis Especifica Absorción**

	Valor critico Tc	Muestra n	Valor de prueba Tp
Adición de policloruro de vinilo (PVC) al adoquín de concreto	1.645	15	44.444

**Nota:** Tabla de resultados de prueba de hipótesis. Elaboración propia (2021).

**Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula, porque  $T_p$  es mayor del  $T_c$ , es decir que el valor de prueba obtenido en el cálculo de la función pivotal está en la zona o región de rechazo.

**Conclusión:** Se tiene evidencia estadística para rechazar que el valor de absorción no mejora considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

**Tabla 55. Prueba de hipótesis Especifica Contenido de humedad**

	Valor critico Tc	Muestra n	Valor de prueba Tp
Adición de policloruro de vinilo (PVC) al adoquín de concreto	-1.645	15	-8.132

**Nota:** Tabla de resultados de prueba de hipótesis. Elaboración propia (2021).

**Decisión:** Se rechaza la hipótesis nula, porque  $T_p$  es mayor del  $T_c$  es decir que el valor de prueba obtenido en el cálculo de la función pivotal está en la zona o región de rechazo.

**Conclusión:** Se tiene evidencia estadística para rechazar que el valor de contenido de humedad no mejora considerablemente con la adición

de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

**Tabla 56.** Prueba de hipótesis Especifica Peso unitario

	Valor critico Tc	Muestra n	Valor de prueba Tp
Adición de policloruro de vinilo (PVC) al adoquín de concreto	-1.645	15	-0.761

**Nota:** Tabla de resultados de prueba de hipótesis. Elaboración propia (2021).

**Decisión:** Se acepta la hipótesis nula, porque  $T_p$  es mayor del  $T_c$ , es decir que el valor de prueba obtenido en el cálculo de la función pivotal está en la zona o región de aceptación.

**Conclusión:** Se tiene evidencia estadística para rechazar que el valor de peso unitario si mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para usos peatonal, Huancayo – 2021.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (a):**

Según Meza (2018), en su tesis “Propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017”, sostiene que el adoquín con 3% de plástico reciclado obtuvo la resistencia y los demás porcentajes superiores no lograron cumplir la resistencia. Para la investigación se evaluó la resistencia promedio a compresión del adoquín de concreto tipo I con espesor nominal de 40 mm con 2.5% de adición de policloruro de vinilo (PVC) a 28 días de edad es de 286.70 kg/cm<sup>2</sup> donde este valor no cumple la resistencia mínima establecido en la NTP 399.611, por ello el resultado se aproxima a 320 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión mínima dada por la normativa, por ello con una proporción menor de 2% de PVC si cumple el requisito mínimo ,pero concierne para una nueva investigación futura. Se concluye que los resultados o análisis son similares en nuestra investigación.

#### **5.2. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (b):**

Las dimensiones del adoquín de concreto tipo I con espesor nominal de 40 mm con 2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC) si cumple con la tolerancia dimensional máxima, porque se trabajó con un mismo proceso de moldeado y el molde para cada adoquín de concreto, pero en la longitud del adoquín de concreto de 5%,7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC) no cumple con la tolerancia dimensional máxima. Según Astopilco (2015), en su tesis “Comparación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de ladrillo de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca,2015” sostiene que resultados son favorables en las dimensiones y otras propiedades físicas del ladrillo con residuos de PVC

debido a los moldes únicos y con las mismas medidas. Con lo que se puede comprobar nuestra afirmación.

### **5.3. Discusión de resultados respecto a la hipótesis específica (c):**

La propiedad física del adoquín de concreto se discute lo siguiente:

- Según Astopilco (2018), en su investigación concluye que para el ensayo absorción los ladrillo con porcentajes de PVC presenta menor capacidad de absorber agua. Pero en la absorción del adoquín de concreto tipo I con espesor nominal de 40 mm con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC), lo cual no cumple con la norma NTP 399.611, siendo el porcentaje de 7.93% para el adoquín con 0% de PVC, donde la normativa indica una absorción máxima de 6% en promedio de tres unidades de adoquines de tipo I. Por ello es debido al proceso de elaboración del adoquín en específico la vibro compactación del moldeado. Por otra parte, en los demás porcentajes de adición del PVC según los resultados del laboratorio se muestra un incremento de absorción a medida se incrementa el aditivo (PVC) ya que el policloruro de vinilo de forma de viruta da mayor porosidad a las paredes del adoquín de concreto. Esta problemática es para una futura investigación. Por ello existe una controversia de resultados, donde se someterá a futuros estudios con diferente dosificación.
- El contenido de humedad del adoquín de concreto tipo I con dimensiones de 20cm x 10cm x 4cm con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC), donde la normativa NTP 399.604, no especifica las tolerancias o requisitos mínimos que debe cumplir, pero muestra la fórmula para tener conocimiento del contenido de humedad presentándose de los resultados de laboratorio de 81.67% al 0% de adición PVC,83% al 2.5% de adición PVC,75% al 5% de adición PVC,70% al 7.5% de adición PVC y 65.67% al 10% de adición del PVC, lo cual el PVC tiene la característica de no retener el agua por ser un termoplástico y su composición es por ello a medida se incrementa la adición del PVC existe menor contenido de



humedad del adoquín de concreto .Se destaca un favorecimiento para el factor de duración o vida útil del adoquín de concreto con el aditivo especialmente en zonas lluviosas, pero será realizar otra investigación para determinar esta característica.

- El peso unitario del adoquín de concreto tipo I con dimensiones de 20cm x 10cm x 4cm con 0%,2.5%,5%,7.5% y 10% de adición de policloruro de vinilo (PVC), donde la normativa NTP 399.604 no especifica tolerancias o requisitos mínimos, pero de acuerdo al resultado se definió que a mayor incremento de adición del policloruro de vinilo (PVC) existe una menor densidad o peso unitario del adoquín debido que el PVC es un material muy ligero debido a su composición química. De acuerdo a las especificaciones técnicas de los adoquines de concreto convencional presentan un peso de 1.800 kilogramos que en comparación a los resultados del laboratorio será favorable en el almacenamiento y transporte para el proceso constructivo.

#### **5.4. Discusión de resultados respecto a la hipótesis general:**

La hipótesis formulada con respecto a la adición del policloruro de vinilo (PVC) fue rechazada al obtenerse resultados que no cumplen con la normativa peruana NTP 399.611, donde se evaluó los ensayos de Resistencia a la compresión, Tolerancia dimensional, propiedades físicas del adoquín: Absorción, contenido de humedad, Peso unitario (Densidad) de cada muestra de adoquín de concreto con policloruro de vinilo (PVC) con porcentajes de 0%,2.5%,5%,7.5% Y 10% de este aditivo mencionado. Dado estos resultados fueron comparados con otras investigaciones que según Estrada Mendoza (2020), que sostiene que existe una mejora el uso del PVC en relación al concreto y otros, siempre en cuando se utilice dosificaciones con menores porcentajes. Lo que comprueba que la hipótesis cumplirá con dosificaciones menores de 2% lo cual será para futuras investigaciones.

## CONCLUSIONES

1. Se determina que para las adiciones de policloruro de vinilo (PVC) consideradas de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en adoquines de concreto de uso peatonal, los resultados de los ensayos de propiedades físicas y mecánicas, no cumplen con los valores mínimos establecidos en la Normativa Técnica Peruana 399.611.
2. Realizada la evaluación de resultados del promedio de tres unidades, se indica que ninguna de las adiciones de policloruro de vinilo (PVC) consideradas de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en adoquines de concreto de uso peatonal, cumplen con la resistencia mínima de compresión establecida por la NTP 399.611 ( $f'_c=320$  kg/cm<sup>2</sup>).
3. De acuerdo a los resultados obtenidos se establece que para la adición de 2.5% del policloruro de vinilo (PVC) se logra la tolerancia dimensional con un resultado de variación mínima, sin embargo en la longitud del adoquín de concreto de 5%, 7.5% y 10% de adición del policloruro de vinilo (PVC) no se cumple con la tolerancia dimensional máxima de acuerdo a los valores dados por la NTP 399.611, debido a la modificación de las propiedades y el proceso del moldeado del adoquín de concreto y el PVC.
4. Se logró determinar los resultados de las propiedades físicas del adoquín de concreto, en cuanto a la absorción del adoquín de concreto para los diferentes porcentajes de adición del policloruro de vinilo (PVC), de acuerdo a NTP 399.611 no cumplen, en cuanto al contenido de humedad del adoquín de concreto y al peso unitario, para los diferentes porcentajes de adición del policloruro de vinilo (PVC), la normativa NTP 399.604 no especifica tolerancias o requisitos mínimos, sin embargo de acuerdo al resultado se definió que a mayor incremento de adición del policloruro de vinilo (PVC) se produce una disminución de valores del contenido de humedad y un aumento en los valores del peso unitario.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a los bachilleres de ingeniería civil se realice la investigación de adoquines de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) con porcentajes menores al 2.5%, a fin de evaluar si los resultados obtenidos, cumplen con lo establecido en la Normativa Técnica Peruana 399.611.
2. A los estudiantes, bachilleres y profesionales de ingeniería civil, se recomienda evaluar otros ensayos a los adoquines de concreto con adición de policloruro de vinilo (PVC) para evaluar su resistencia a la intemperie.
3. Se hace recomendaciones a los profesionales, estudiantes de la ingeniería civil a realizar más investigaciones con referencia al uso del residuo del policloruro de vinilo (PVC) y otros materiales contaminantes al medio ambiente para otras estructuras y contribuir en la ingeniería y medio ambiente.
4. A la Universidad Peruana Los Andes, se le recomienda, remitir la presente investigación al Colegio de Ingenieros-Junín, a fin de que se difundan los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán García, F. F., & Cantos Cortez, S. F. (2018). Evaluación del diseño de pavimentos con adoquines de concreto en las parroquias pertenecientes a la administración zonal Quitumbre en el Sur de Quito. Casos de estudio; Calles pertenecientes a las parroquias Chillogallo y La Ecuatoriana. Tesis de Pregrado, Universidad Católica del Ecuador, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Quito.
- ALIBABA. (2022). Alibaba. com. Retrieved 08 30, 2022, from <https://spanish.alibaba.com/product-detail/good-price-PVC-polyvinyl-chloride-resin-1600215155988.html>
- Alvarez Castillo, S. (2007). Caracterización y aprovechamiento de residuos de las empresas primex (PVC) y basf (ABS): Aplicacion en mezcla plasticas. Tesis de maestria, Instituto Politecnico Nacional, Altamira.
- Alvitres Ipanaque, H., & Córdova Pedemonte, P. (2021). Diseño de pavimentaición con adoquines de concreto para el terminal de almacenamiento de contenedores de la planta logística Neptunia - Paita. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura, Escuela Profesional de Ingenieria Civil, Piura.
- Arapa Lizeth, L. (2016). Mocosopia optica de la gelacion del policloruro de vinilo. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de San Agustín , Facultad de ingeniería de procesos , Arequipa.
- Arévalo Gonzáles, V., & López Yarlequé, C. (2017). Diseño de una fábrica de adoquines de garbancillo residual en el departamento de Piura. Piura.
- Astopilco Valiente, A. J. (2018). Comparación de las propiedades físico - mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC. Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Escuela profesional de ingeniería civil, Cajamarca.
- Barrantes Villanueva, J., & Holguin Romero, R. (2015). Influencia del porcentaje de remplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de transito liviano. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

- Bazán Garrido, J. F. (2018). Efecto de sustitución de 15% y 20% del cemento por ceniza de hoja de pino "pinus radiata" en la resistencia de un concreto  $f'c=175/cm^2$ . Tesis pregrado, Universidad San Pedro, Facultad de ingeniera, Huaraz.
- Beltrán Armenta, U. L. (2020). Revisión de los factores que influyen en el desempeño del concreto hidráulico elaborado con adiciones de plástico reciclado. Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de Baja California, Mestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería, Mexicali.
- Bravo, S. (2001). Metodología de la investigación.
- Cabrera Barboza, L. (2014). Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014. tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Caceres, Q. S., & Belizario, G. (2021). Definición de cenizas volantes.
- Carrasco Díaz, S. (2016). Metodología de la Investigación.
- Castro Zenon, L. (2021). Metodología de la investigación.
- Castro, F. (2015). Resultados de dosificación de concreto. Universidad de Piura, Piura.
- Chryso. (2020, noviembre 1). Cenizas volantes.
- Cis, Laboratorio. (2021, agosto 20). fuerza de compresión del concreto.
- Concreto360. (n.d.). Ensayos de laboratorio. Retrieved from Definición de ensayos de laboratorio.
- Contreras Fajardo, R. (2016). peso unitario de los agregados y contenido de humedad . Los pesos Y el contenido de humedad, 8.
- Di Marco Moraoles, R. O. (2018). Diseño y elaboración de un sistema de adoquines de bajo costo y material reciclado para construcciones de Núcleos Rurales. ESAICA, 9.
- Esteban Montalvo, K. (2018). Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima.
- Estrada Mnedoza, L. A. (2020). Caracterización del uso de restos de PVC para mejorar la capacidad portante del CBR de un material granular tipo base,

- Cajamarca 2020. Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cajamarca.
- Fernandez Garcia , M. (2019). Analisis de las características físicas- mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional Tipo I. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes , Huancayo.
- Gaviria Uribe, A. (2020). La sal guia para el consumo. Bogotá.
- Giraldo Huertas, J. J. (2016). Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.
- Hidalgo Laguna, D. (2013). Concreto y sus compuestos.
- Hyperphysics. (2014).
- ICCG. (2020). Guía de instalación de adoquines de concreto. Instituto del cemento y del concreto en Guatemala, Guatemala .
- INDECOPI. (2016). Agua de la mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Lima.
- Masias Mollongo, K. (2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Tesis de pregrado, Piura.
- Méndez Álvarez, C. E. (2009). Metodología de la Investigación quinta edición. Mexico: Limusa.
- Meza Domínguez, Y. (2018). Propiedades físico - mecánicas de adoquines elaborados con plásticos reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza, Lurín - 2017. Tesis de Pregrado , Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima.
- MTC E204-2000. (2020). Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos .
- NTE E 060. (2011, febrero 9). norma tecnica de edificaciones E0.60 concreto armado.
- NTP 399.611. (2017). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements. Lima.
- Ortiz Urquijo, J. F., & Duran Moreno, J. B. (2019). Evaluación del comportamiento de residuo PVC utilizado como reemplazo parcial de agregados en concreto hidrapulico. Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Seccional del Alto Magdalena.

- Pacheco González, L. F., & Moreno Cárdenas, B. G. (2018). Análisis del Comportamiento Mecánico en Adoquines de Concreto Hidráulico con Sustitución de Agregado Fino por Grano de Caucho Reciclado en los Tamices N°8 al N°20 (2.36mm-0,85mm) y Adición de Polvo Fino de Microsílice. Tesis de Pregrado, Universidad de La Salle, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Bogotá.
- Ramírez , A., López, E., & Monomero, M. (2018). Planta de producción del cloruro de vinilo. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Revilla Velarde, J. (2018). Fabricación de tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U). Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de ingeniería de procesos, Arequipa.
- Rey Angulo, E. D. (2018). Propiedades físico - mecánicas de adoquines con polipropileno y caucho al 10% y 15% de reemplazo del agregado grueso, para su utilización de tránsito liviano en pavimentos articulados. Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cajamarca.
- Rivera López, G. (2018). Efecto del agregado en el diseño de mezcla del concreto, 41.
- Romero Perez, J. (2018). Resistencia de mortero con cemento sustituido en 5% y 10% por ceniza de hojas de pino (*pinus radiata*), san Luis Ancash. Tesis de Posgrado, Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, Huaraz.
- Ruiz Panduro, F. (2008). Resistencia del concreto. 68.
- Sanches Poma, L. (2011). Componentes del concreto. Retrieved from El concreto.
- Sanchez, E. P. (2008). el secado del concreto .
- Saravia PAlvarez, P. E., & Vejarano Ferrer, F. G. (2019). Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco - Santiago de Cao. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Trujillo.
- SENA. (2020). Manual para la fabricación de bloques y adoquines. Fondo Nacional de Formación Profesional para la Industria de la Construcción.
- Sierra Bravo, R. (2014). Técnicas de Investigación Social. Madrid.

- Tecnología de los plásticos . (2012, 10 31). Tecnología de los plásticos . Retrieved from <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/10/reciclado-de-pvc.html>
- tomas, s. (2018). Propiedades físicas y mecánicas del concreto.
- Vásquez Vélez, L. A. (2011). "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". Tesis Pregrado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, Ambato.
- Yapuchura Platero, R. (2019). Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando agregado de la natera Arunta - Tacna. Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna, Facultad de ingeniería, Tacna.
- Zanchetta. (2014). RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y TRACCIÓN EN EL CONCRETO USANDO LADRILLO TRITURADO COMO AGREGADO GRUESO .



## **ANEXOS**

**ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera la adición de policloruro de vinilo (PVC) incide en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?</p> <p><b>Problema(s) específicos:</b></p> <p>a) ¿Cómo varía la resistencia a la compresión con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo - 2021?</p> <p>b) ¿En qué medida mejora la tolerancia dimensional con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?</p> <p>c) ¿Cómo mejoran las propiedades físicas con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la incidencia de la adición del policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p><b>Objetivo(s) específico(s):</b></p> <p>a) Evaluar la variación de la resistencia a la compresión con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p>b) Analizar la mejora de la tolerancia dimensional con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p>c) Determinar la mejora de las propiedades físicas con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La adición del policloruro de vinilo (PVC) incide significativamente en los adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p><b>Hipótesis específico(s):</b></p> <p>a) La resistencia la compresión varía significativamente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p>b) La tolerancia dimensional mejora notablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p> <p>c) Las propiedades físicas mejoran considerablemente con la adición de policloruro de vinilo (PVC) en adoquines de concreto para uso peatonal, Huancayo – 2021.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Policloruro de vinilo (PVC).</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de adición policloruro de vinilo.</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente:</b> Adoquín de concreto.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la compresión.</li> <li>- Tolerancia dimensional.</li> <li>- Propiedades físicas del adoquín de concreto.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b> -Aplicada</p> <p><b>Nivel</b> - Explicativo</p> <p><b>Diseño</b> -Cuasiexperimental</p> <p><b>Técnicas</b> -Revisión de documentos -Observación directa</p> <p><b>Instrumento</b> - Mezcla patrón + adición de PVC - Formatos de ensayos</p> <p><b>Población</b> 75 adoquines de concreto.</p> <p><b>Muestra</b> Censal, 75 adoquines de concreto con la adición de policloruro de vinilo (PVC) con porcentajes de 2.5%,5%,7.5% y 10% y la muestra patrón (0%).</p>

**ANEXO N°02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>1. Variable Independiente</b>  Policloruro de vinilo (PVC)	Es un material termoplástico y rígido derivado a partir de cloruro de sodio y gas natural. Que se emplean en distintas maneras ya sean objetos flexibles y rígidos. Obteniendo de los materiales residuales de la sociedad para la reutilización como posible agregado para un elemento.	Reutilización de los residuos de policloruro de vinilo (PVC) para un diseño de mezcla de un adoquín de concreto. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de 0% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 2.5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 7.5% de policloruro de vinilo PVC.</li> <li>• Adición de 10% de policloruro de vinilo PVC.</li> </ul>	Dosificación	Adición de 2.5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 2.5% adición de PVC – (p,73)	Numérica
				Adición de 5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 5% adición de PVC – (p,73)	Numérica
				Adición de 7.5% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 7.5% adición de PVC – (p,74)	Numérica
				Adición de 10% de PVC	Mezcla patrón (convencional) + 10% adición de PVC – (p,74)	Numérica
<b>2. Variable Dependiente</b>  Adoquines de concreto	Unidad de concreto premezclado y vibro comprimido de forma prismática, cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar pavimentos o carpetas de rodamiento, como son calles y avenidas, plazas y andadores, cocheras, etc. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano. (Concretos SUPERMIX, 2021)	Determinar elementos que deben cumplir como mínimo los parámetros de controles de calidad. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de resistencia a la compresión.</li> <li>• Tolerancia dimensional máxima.</li> <li>• Propiedades físicas del adoquín de concreto</li> </ul> Siendo las propiedades físicas del adoquín de concreto lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Peso unitario</li> </ul>	Resistencia a la compresión	Ensayo de compresión simple	Formato de datos de registro – (p,70)	Numérica
			Tolerancia dimensional	Dimensiones del adoquín	Formato de datos de registro – (p,70)	Numérica
			Propiedades físicas del adoquín de concreto	Absorción	Formato de datos de registro – (p,71)	Numérica
				Peso unitario	Formato de datos de registro – (p,71)	
	Contenido de Humedad	Formato de datos de registro – (p,71)				

**ANEXO N° 03: CERTIFICADOS DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

# PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, CPT, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOP con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-JSD-INDECOP

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

### INFORME

EXPEDIENTE N° : 253-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 040-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI JHASMÍN AFARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : deysi.jhasmin@gmail.com  
 PROYECTO : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2022  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

CODIGO : NTP 400.016.2011  
 TITULO : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, 3a. ed.  
 COMITE : CTH 007: Agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón pretensado  
 TITULO (EN) : Aggregate. Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

### INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO: ANÁLISIS CUANTITATIVO MTC E209 - 2016 SULFATO DE MAGNESIO

CÓDIGO DE TRABAJO : P-246-2021  
 CANTERA : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8580155.24 E: 462881.64  
 MUESTRA : M1

FRACCIÓN		1	2	3	PERDIDAS (%): 1.658	
PASA	RETIENE	GRADACION ORIGINAL %	Peso de la Fracción Ensayada (g)	Peso Retenido después del Ensayo (g)	Perdida Total %	Perdida Corregida %
9.5 mm ( 3/8")	4.75 mm ( N° 4)	19.95	100	99.83	0.17	0.033
4.75 mm ( N° 4)	2.36 mm (N° 8")	20.38	100	99.26	0.74	0.151
2.36 mm (N° 8")	1.18mm (N° 16")	21.06	100	99.33	0.67	0.141
1.18mm (N° 16")	600 um (n° 30")	19.41	100	95.86	4.14	0.803
600 um (N° 30")	300 um (N° 50")	19.19	100	97.24	2.76	0.530
300 um (N° 50")	150 um (N° 100)	0.00	-	-	-	-
150 um (N° 100)		0.00	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>		<b>100</b>				<b>1.658</b>

HC-AC-011 REV.02 FECHA: 2021/09/11

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBEA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD | N°14 PERUANA INDECOP 07-004-2003

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la tra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
INFORME

DEPENDIENTE N° : 352-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 046-2022-AC  
PETICIONARIO : DEYSI HASMIN APARICIO ALVA  
AFILIACIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
CONTACTO DE PETICIONARIO : deysihasmin@gmail.com  
PROYECTO : ADOCIÓN DE POCULORURO DE VINILO (PVC) EN AGREGADOS DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
UBICACIÓN : DISTRITO DE HUACHIMAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

CÓDIGO : NTP 400.016:2011  
TÍTULO : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. 3a. ed.  
CONTENIDO : CTH 007: Agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón pretensado  
TÍTULO (EN) : Aggregate. Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

**INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO: ANÁLISIS CUANTITATIVO - MTC E 209-2016 NTP 400.016  
SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE TRABAJO : F-246-2021  
CANTERA : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8682035.24 E: 462881.64  
MUESTRA : MI

FRACCIÓN		PERDIDAS (%)					2.306	
PASA	RETENE	ORADACION ORIGINAL %	Peso de la Fracción Ensayada (g)	N° de Partícula	Peso Retenido después del Ensayo (g)	Pérdida Total %	Pérdida Corregido %	N° de Partículas
83 mm (2 1/2")	90 mm (2")	-	-	-	-	-	-	-
65 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	0.00	-	17	-	-	-	-
37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	0.00	-	22	-	-	-	-
25 mm (1")	19 mm (3/4")	59.05	1507	145	1493.45	2.489	1.470	66
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	26.80	670	172	654.30	2.367	0.642	-
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	14.05	353	677	326.50	1.361	0.194	-
9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	0.00	-	715	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>		<b>100</b>	<b>2610</b>		<b>2452.25</b>		<b>2.306</b>	

ANÁLISIS CUALITATIVO	NÚMERO DE PARTÍCULAS DESPUES DEL ENSAYO - SULFATO DE MAGNESIO						
	CICLO	N° DE PARTÍCULAS PREENSAYO	EN BUEN ESTADO	RAJADAS	DESMORCADA	FRACTURADA	ASTILLADA
II	1	-	-	-	-	-	-
	2	66	66	1	-	2	-
	3	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-

FRACCIÓN 3 75.3 mm - 30 mm  
FRACCIÓN 2 25 mm - 10 mm  
FRACCIÓN 1 20 mm - 7.5 mm  
FRACCIÓN 0 15 mm - 5 mm

FRACCIÓN 4 12.5 mm - 5 mm

FRACCIÓN 5 9.5 mm - 3.75 mm

FRACCIÓN 6 4.75 mm - 1.75 mm

FRACCIÓN 7 1.75 mm - 0.75 mm

FRACCIÓN 8 0.75 mm - 0.25 mm

FRACCIÓN 9 0.25 mm - 0.075 mm

FRACCIÓN 10 0.075 mm - 0.025 mm

FRACCIÓN 11 0.025 mm - 0.0075 mm

FRACCIÓN 12 0.0075 mm - 0.0025 mm

FRACCIÓN 13 0.0025 mm - 0.00075 mm

FRACCIÓN 14 0.00075 mm - 0.00025 mm

FRACCIÓN 15 0.00025 mm - 0.000075 mm

FRACCIÓN 16 0.000075 mm - 0.000025 mm

FRACCIÓN 17 0.000025 mm - 0.0000075 mm

FRACCIÓN 18 0.0000075 mm - 0.0000025 mm

FRACCIÓN 19 0.0000025 mm - 0.00000075 mm

FRACCIÓN 20 0.00000075 mm - 0.00000025 mm

FRACCIÓN 21 0.00000025 mm - 0.000000075 mm

FRACCIÓN 22 0.000000075 mm - 0.000000025 mm

FRACCIÓN 23 0.000000025 mm - 0.0000000075 mm

FRACCIÓN 24 0.0000000075 mm - 0.0000000025 mm

FRACCIÓN 25 0.0000000025 mm - 0.00000000075 mm

FRACCIÓN 26 0.00000000075 mm - 0.00000000025 mm

FRACCIÓN 27 0.00000000025 mm - 0.000000000075 mm

FRACCIÓN 28 0.000000000075 mm - 0.000000000025 mm

FRACCIÓN 29 0.000000000025 mm - 0.0000000000075 mm

FRACCIÓN 30 0.0000000000075 mm - 0.0000000000025 mm

FRACCIÓN 31 0.0000000000025 mm - 0.00000000000075 mm

FRACCIÓN 32 0.00000000000075 mm - 0.00000000000025 mm

FRACCIÓN 33 0.00000000000025 mm - 0.000000000000075 mm

FRACCIÓN 34 0.000000000000075 mm - 0.000000000000025 mm

FRACCIÓN 35 0.000000000000025 mm - 0.0000000000000075 mm

FRACCIÓN 36 0.0000000000000075 mm - 0.0000000000000025 mm

FRACCIÓN 37 0.0000000000000025 mm - 0.00000000000000075 mm

FRACCIÓN 38 0.00000000000000075 mm - 0.00000000000000025 mm

FRACCIÓN 39 0.00000000000000025 mm - 0.000000000000000075 mm

FRACCIÓN 40 0.000000000000000075 mm - 0.000000000000000025 mm

FRACCIÓN 41 0.000000000000000025 mm - 0.0000000000000000075 mm

FRACCIÓN 42 0.0000000000000000075 mm - 0.0000000000000000025 mm

FRACCIÓN 43 0.0000000000000000025 mm - 0.00000000000000000075 mm

FRACCIÓN 44 0.00000000000000000075 mm - 0.00000000000000000025 mm

FRACCIÓN 45 0.00000000000000000025 mm - 0.000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 46 0.000000000000000000075 mm - 0.000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 47 0.000000000000000000025 mm - 0.0000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 48 0.0000000000000000000075 mm - 0.0000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 49 0.0000000000000000000025 mm - 0.00000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 50 0.00000000000000000000075 mm - 0.00000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 51 0.00000000000000000000025 mm - 0.000000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 52 0.000000000000000000000075 mm - 0.000000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 53 0.000000000000000000000025 mm - 0.0000000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 54 0.0000000000000000000000075 mm - 0.0000000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 55 0.0000000000000000000000025 mm - 0.00000000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 56 0.00000000000000000000000075 mm - 0.00000000000000000000000025 mm

FRACCIÓN 57 0.00000000000000000000000025 mm - 0.000000000000000000000000075 mm

FRACCIÓN 58 0.000000000000000000000000075 mm - 0.000000000000000000000000025 mm

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Víctor Peña Luchas  
PROFESOR EN JEFE  
C.P. 10469

Email: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com) Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)  
Tel: 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483586 - 964966015  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroringenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroringenieros@gmail.com)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS SUELOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, CPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN GRAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/OSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS  
CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

**EXPEDIENTE N°** : 251-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 042-2022-AC  
**PETICIONARIO** : DEYSI JHASMÍN APARICIO ALVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : deysijhasmin@gmail.com  
**PROYECTO** : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**SULFATOS SOLUBLES EN AGREGADOS**

**NTP 339.178:2002 REV. 2015**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : P-246-2021  
**MUESTRA** : M1  
**UBICACIÓN** : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN DEPARTAMENTO DE JUNÍN, COORDENADAS: N: 8680155.24 E: 462981.64

**CONTENIDO : 57 ppm**

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Fecha de ensayo : 2021-12-03  
Temperatura Ambiente : 16.4 °C  
Humedad relativa : 58 %

MUESTRO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-007 REV.02 FECHA: 2021/09/11

  
INGENIERO CIVIL CON ESPECIALIDAD EN GEOTECNICA, S.A.C.  
**JEFE DE LABORATORIO**  
DR. VICTOR EDUARDO LUCAS  
INGENIERO CIVIL  
DIP. 75488

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPMs
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**INFORME DE ENSAYO**

EXPEDIENTE N° : 249-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 045-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI JHASHMIN APARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : deysi@uand.es  
 PROYECTO : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
 UBICACIÓN DEL PROYECTO : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE MUESTREO : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**NTP 339.132: 1999 (Revisada el 2019): MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (75 µm)**

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO : P-248-2021  
 CODIFICACIÓN DE MUESTRA : M-1  
 PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA : CANTEIRA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 9680155.24 E: 462981.64  
 CONDICIÓN DE MUESTRA : 62 COSTALES DE COLOR ANARANJADOS CON 60 kg.  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 02 DE DICIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 07 DE DICIEMBRE DEL 2021  
 MUESTRA PROPORCIONADA : PETICIONARIO

MÉTODO EMPLEADO	A
MUESTRA SUMERGIDA	S2
TIEMPO SUMERGIDO (min)	30

$$P = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100$$

M0 = 7987.5 g  
 M1 = 7826.5 g  
**2.0%**

P: Es el porcentaje de material más fino que el tamiz N°200 (75 µm).  
 M<sub>0</sub>: Es la masa de la muestra original seca al horno, g.  
 M<sub>1</sub>: Es la masa de la muestra seca al horno después del lavado y del tamizado en seco, g.

**CONDICIONES ENVIRONMENTALES Y REQUISITOS DEL MÉTODO EMPLEADO**

- CONDICIONES AMBIENTALES : 20 ± 1 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 60%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS TI Y CONCRETO  
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 2)

MUESTRO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO Y/O LABORATORIO.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, PROCEDENCIA Y UBICACIÓN DE MUESTRA, FECHA Y HORA DE MUESTREO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUJA. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 MC-AC-021 - REV.03 - FECHA: 2021/12/11  
 INFORME AUTORIZADO POR: MARY YÉSSICA ANGELES

MARY YÉSSICA ANGELES  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGENIERO CIVIL  
 CP: 13469

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ACRESCIDOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS CUÉBOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME**

EXPEDIENTE N° : 248 2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 046-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI JHASMEN APARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : delyj@uap.edu.pe  
 OSRA : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN AGREGADOS DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS  
A.- ENSAYO : PESO UNITARIO DEL AGREGADO DRUETO (M<sup>3</sup> 400.013)**

Tipo de agregado: **AGREGADO FINO** Muestra: **M1** PISO: **1.001**  
 Procedencia: **CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8690355.24 E: 482881.64**  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: **10/12/2021** FECHA DE CUMLINACIÓN DE ENSAYO: **10/12/2021**

**I. PESO UNITARIO SUELTO - MÉTODO C**

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg)	6.705	6.782	6.736
PESO DE RECIPIENTE (kg)	1.629	1.629	1.629
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	5.076	5.153	5.127
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	353	353	353
PESO APARENTE SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1792	1819	1810
PESO UNITARIO PROMEDIO	1807		

**II. PESO APARENTE COMPACTADO - MÉTODO A**

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (kg)	6.998	7.034	6.986
PESO DE RECIPIENTE (kg)	1.629	1.629	1.629
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	5.369	5.405	5.357
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	353	353	353
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	1695	1808	1891
PESO UNITARIO PROMEDIO	1898		

RESULTADOS FINALES	CANTIDAD	UNIDAD
PESO UNITARIO SUELTO SECO	1807	kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO	1898	kg/m <sup>3</sup>

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

TEMPERATURA AMBIENTE : 15,8 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 59%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS III Y CONCRETO

**OBSERVACIÓN: EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TH Y COMO SE RECIBIÓ.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-008 REV.02 FECHA: 2021/09/11

*(Firma manuscrita)*  
**INGENIERO CIVIL**  
 N° 10038

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
  - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
  - ENSAYOS EN ROCAS
  - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
  - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
  - ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
  - PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
  - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
  - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
  - EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME**

**EXPEDIENTE N° PETICIONARIO ATENCIÓN CONTACTO DE PETICIONARIO OBRA UBICACIÓN FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE EMISIÓN**

: 250-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 044-2022-AC  
 : DEYSI JHASMÍN APARICIO ALVA  
 : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 : [deysihasmin@gmail.com](mailto:deysihasmin@gmail.com)  
 : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
 : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**CÓDIGO TÍTULO COMITÉ TÍTULO (EN)**

: NTP 339.146:2000  
 : SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino  
 : CTN 005: Geotecnia  
 : Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate

**EQUIVALENTE DE ARENA**

**CÓDIGO DE TRABAJO MUESTRA UBICACIÓN**

: P-246-2021  
 : M1  
 : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8660155.24 E: 462881.64

**EQUIVALENTE DE ARENA : 60 %**

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arellita}} \times 100$$

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Fecha de ensayo : 2023-02-08  
 Temperatura Ambiente : 22,9 °C  
 Humedad relativa : 48%

Observación: Muestreo e identificación realizada por el Peticionario.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCirse SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO OPERATIVO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-016 REV.02 FECHA: 2021/09/11

*(Firma manuscrita)*  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 ROS VILCA RIVERA  
 INGENIERO CIVIL  
 INSC. N° 75469

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS DUREZAS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS IMPI. DEL. CPMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME

EXPEDIENTE N° : 247-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE DA7-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI PHASME APARICIO ALVA  
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : dyp@uniperu.edu.pe  
 PROYECTO : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN AGREGADOS DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

CÓDIGO DE TRABAJO: P-246-2021

A. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

Tipo de agregado: AGREGADO FINO Norma: MTC E 205 Pág 1 DE 2  
 Procedencia: CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8880155.24 E: 862881.64 Muestra: M-2

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PESO DE LA FOLIA	152.4
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FOLIA	922.4
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FOLIA + PESO DEL AGUA	921.85
PESO DEL AGUA	9.95
PESO DE LA ARENA SECA	490.85
VOLUMEN DE LA FOLIA	500.00
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA	2.58
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2.63
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.71
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.90%

B. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

Tipo de agregado: AGREGADO FINO Norma: MTC E 205  
 Procedencia: CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8880155.24 E: 862881.64 Muestra: M-1

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PESO DE LA FOLIA	152.6
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FOLIA	662.3
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FOLIA + PESO DEL AGUA	563.0
PESO DEL AGUA	509.6
PESO DE LA ARENA SECA	490.73
VOLUMEN DE LA FOLIA	500.00
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA	2.58
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2.63
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.71
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.88%

PROMEDIO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

ENSAYO	A	B	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.58	2.58	2.58
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2.63	2.63	2.63
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.71	2.71	2.71
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.90%	1.88%	1.89%

HC-AC-033 REV.02 FECHA: 2021/08/11

OBSERVACIÓN: Muestra recibida por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

ING. Víctor Hugo V. Rojas  
 INGENIERO EN PAV. CIVIL  
 N° 10439

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875800 - 964483588 - 964988015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGRÉGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DEL, CPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRAGADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGRÉGADOS Y CONCRETO**

**INFORME**

EXPEDIENTE N° : 247-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 047-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEVS. 3WASWIN APARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : dely3waswin@gmail.com  
 PROYECTO : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**PROPIEDADES FINCAS DE LOS AGRÉGADOS**

**CÓDIGO DE TRABAJO: P-246-2021**

**A. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGRÉGADO GRUESO**

Tipo de agregado: AGRÉGADO GRUESO Norma: MTC E 206 PÁG 2 DE 2  
 Procedencia: CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, Muestra: M-1  
 DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 988155.24 E: 462881.66

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5438
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA	4443
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA	3119
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	2323
PESO DE LA MUESTRA SECA	5262,5
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2,44
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2,59
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2,23
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	6,84%

**B. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGRÉGADO GRUESO**

Tipo de agregado: AGRÉGADO GRUESO Norma: MTC E 206  
 Procedencia: CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, Muestra: M-1  
 DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 988155.24 E: 462881.66

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5126
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA	440
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA	3118
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	472
PESO DE LA MUESTRA SECA	5203
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2,46
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2,60
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2,22
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	6,87%

**PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGRÉGADO GRUESO**

PRAYO	A	B	PROMEDIO
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2,44	2,46	2,45
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO	2,59	2,60	2,59
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2,23	2,22	2,22
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	6,84%	6,87%	6,85%

N: 00185 REV.02 FECHA: 2022/02/11

OBSERVACIÓN: Muestras recibidas por el Peticionario.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SIN VO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
**JEFES DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Víctor Díaz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 14684

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ADESGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, OPL, DPH
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN-SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO**

**INFORME DE ENSAYO**

**EXPEDIENTE N°** : 246-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 041-2022-AC  
**PETICIONARIO** : DEYSI JHASMÍN APARICIO ALVA  
**ATENCIÓN** : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
**CONTACTO DE PETICIONARIO** : deysijhasmin@gmail.com  
**PROYECTO** : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
**FECHA DE MUESTREO** : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
**FECHA DE EMISIÓN** : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA**

**NTP 339.177 2002 (revisada el 2015)**

**CÓDIGO DE TRABAJO** : P-246-2021  
**CODIFICACIÓN DE LA MUESTRA** : M1  
**UBICACIÓN DE LA MUESTRA** : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8680155.24 E: 462881.64  
**MUESTRA** : 02 COSTALES DE COLOR ANARANJADOS CON 60 kg.  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYO** : 4 DE DICIEMBRE DEL 2021  
**FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO** : 4 DE DICIEMBRE DEL 2021

**CONTENIDO** : 19 mg/kg

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES: NO APLICA

**CONDICIONES AMBIENTALES:**

TEMPERATURA AMBIENTE : 22,0 °C  
HUMEDAD RELATIVA : 54%  
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : ÁREA DE QUÍMICOS - AGUA POTABLE.

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN O INFORME DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS QUE SE ENCUENTRAN CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-013 - REV.02 - FECHA: 2021/09/11

ING. VICTOR PEREZ PACHECO  
INGENIERO CIVIL  
DIPLOMADO

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Tel. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964866015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS**

**SERVICIOS DE:**

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPH-S
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN-SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE SUELOS**

EXPEDIENTE N° : 245-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 020-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI JHASMEN APARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : deysjhasmen@gmail.com  
 PROYECTO : ADICIÓN DE POLICLOURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

**INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 01)**

**IMPUREZAS ORGÁNICAS - MTC E 213:2016**

CÓDIGO DE TRABAJO : P-246-2022  
 MUESTRA : M1  
 UBICACIÓN : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8580155.24 E: 462851.64

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGÁNICA N°
5	1
8	2
11	3 (estandar)
12	4
15	5

RESULTADO EN LA PLACA ORGÁNICA N° : **3**

HC-AP-016 REV.02 FECHA: 2021/09/11

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Fecha de ensayo : 2021-12-04  
 Temperatura Ambiente : 15,5 °C  
 Humedad relativa : 58%

MUESTRO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

  
 VICTOR PEDRO SALSILLAS  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Victor Pedro Salsillas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 70492



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPH-S
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO INFORME

EXPEDIENTE : 244-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 038-2022-AC  
 PETICIONARIO : DEYSI JHASMÍN APARICIO ALVA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DE PETICIONARIO : deysi.jhasmin@gmail.com  
 OBRA : ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE FEBRERO DEL 2022

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS MTC E212:2016

CODIGO DE TRABAJO : P-246-2021  
 DATOS DE LA MUESTRA : CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8680155.24 E: 462881.64  
 MUESTRA : M-1, N°16  
 FECHA DE ENSAYO : 03 DE DICIEMBRE DEL 2021  
 RESULTADO : 0.1

$$P = [(M - R) / M] \times 100$$

CONDICIONES AMBIENTALES:

TEMPERATURA : 15,2 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 64%

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CUENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-030 REV.02 FECHA: 2021/09/11

*[Handwritten signature]*  
 VICTOR PEDRO DUCENAS  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.T. 10489

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CENTAURO INGENIEROS LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO INFORME

EXPEDIENTE	: 243-2022-AC REEMPLAZA A EXPEDIENTE 040-2022-AC
PETICIONARIO	: DEYSI JHASMÍN APÁRCIO ALVA
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
CONTACTO DE PETICIONARIO	: <a href="mailto:deysi.jhasmin@gmail.com">deysi.jhasmin@gmail.com</a>
OBRA	: ADICIÓN DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA USO PEATONAL, HUANCAYO - 2021.
UBICACIÓN	: DISTRITO DE HUALHUAS, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN
FECHA DE RECEPCIÓN	: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021
FECHA DE EMISIÓN	: 02 DE FEBRERO DEL 2022

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS MTC E212:2016

CODIGO DE TRABAJO	: P-246-2021
DATOS DE LA MUESTRA	: CANTERA DE MITO, UBICACIÓN: DISTRITO DE MITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNIN, COORDENADAS: N: 8680155.24 E: 462881.64
MUESTRA	: M-1, 3/4"
FECHA DE ENSAYO	: 03 DE DICIEMBRE DEL 2021
RESULTADO	: 0.7

$$P = [(M - R) / M] \times 100$$

CONDICIONES AMBIENTALES:

TEMPERATURA	: 25,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	: 64%

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-030 REV.02 FECHA: 2021/09/11

  
CENTAURO INGENIEROS S.A.C.  
JEFE DE LABORATORIO  
MSc. VICENTE PEREZ ALONSO  
INGENIERO CIVIL  
CIP-70482

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
INFORME DE RESULTADOS

IDENTIFICANTE N° : 310-2021-AC-RES-PUNAJA A EXPERIMENTOS 001-2021-01  
 PETICIONARIO : DISTRITO FEDERAL APARCADO ALBA  
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
 CONTACTO DEL PETICIONARIO : [info@unla.edu.pe](mailto:info@unla.edu.pe)  
 PROYECTO : ADICIÓN DE RECUBRIMIENTO DE VIRDO (PVC) EN ADICIÓN DE CONCRETO PARA UNO PISTONAL, HUANCAYO - 2021  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNÍN  
 FECHA DE MUESTREO : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE EMISIÓN : 02 DE DICIEMBRE DEL 2021

METODO: ASTM C 136 / COMITÉ DE ESTÁNDARES TEST METHODS FOR THE ANALYSIS OF FINE AND COARSE AGGREGATES  
 PROPIEDAD FÍSICA DE LOS AGREGADOS  
 Norma LE-1

CÓDIGO DE TRABAJO: P-310-2021  
 TIPO DE AGREGADO : AGREGADO FINO  
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 02 DE DICIEMBRE DEL 2021  
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 02 DE DICIEMBRE DEL 2021  
 CÓDIGO DE MUESTRA : -ML  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : CANTERA DE NITO, UBICACIÓN DISTRITO DE NITO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE ICA, COORDENADAS: R 8880355.14 E 482881.84

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL : 1.18

Masa Total (g) :	7185.30
Tara (g) :	289.58
Masa (g) :	7185.00

CUMPLE NASK  
 RETENIDA COMO  
 MUESTRA

TAMIZ	ABERTURA DE TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
8 in.	125	-	-	-	100.0
4 in.	100	-	-	-	100.0
3 1/2 in.	90	-	-	-	100.0
3 in.	75	-	-	-	100.0
2 1/2 in.	63	-	-	-	100.0
2 in.	50	-	-	-	100.0
1 1/2 in.	37.5	-	-	-	100.0
1 in.	25	-	-	-	100.0
3/4 in.	19	-	-	-	100.0
3/8 in.	12.5	-	-	-	100.0
1/8 in.	6.3	-	-	-	100.0
No. 4	4.75	2.260.2	31.5	31.5	68.5
No. 8	2.36	1.177.0	16.4	47.8	52.2
No. 16	1.18	740.6	10.4	58.3	41.7
No. 30	0.6	555.6	7.7	66.0	34.0
No. 50	0.3	1281.0	17.9	83.9	16.1
No. 100	0.15	657.0	9.2	93.1	6.9
No. 200	0.075	100.8	1.4	94.5	5.5
Funda		71.8	1.0	95.5	-
<b>TOTAL</b>		<b>7.395.00</b>	<b>100.00</b>	<b>MÓDULO DE FINESZA</b>	<b>2.5</b>

TEMPERATURA AMBIENTE : 21.8 °C  
 HUMEDAD RELATIVA : 45%  
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELO DE Y CONCRETO  
 OBS. SE DEBERÁ TAMBIÉN CON MALLA 3/8" Y ELIMINAR TODO LO RETENIDO DE LA MALLA 3/8".

**ADVERTENCIA Y OBSERVACIONES REALIZADAS POR EL PETICIONARIO.**  
 LOS RESULTADOS DE EN SAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO TAL Y COMO SE PRECISA.  
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS ÚNICOS QUE SE USARON PARA EL CÁLCULO DE LOS RESULTADOS. ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y FECHA DE MUESTREO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE SER UTILIZADO COMO AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.  
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERÁN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

MC-AC-019 REV.02 FECHA: 2021/05/11

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
**INACAL DA - Perú**  
 Ing. Victor Peña Duzinas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 70482

Email: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com) Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)  
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875800 - 964483588 - 964966015  
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)  
 Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: [grupocentauroingenieros@gmail.com](mailto:grupocentauroingenieros@gmail.com)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN BARRAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, CPT, DPH-S
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS MSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

$R_{mm}$  = Resistencia a la compresión del mortero de dosificación, a los 28 días, medida en cubos de 5 cm. de arista (Mpa o kg/cm<sup>2</sup>).  
 $S$  = Desviación estándar (Mpa o kg/cm<sup>2</sup>)  
 $V$  = Varianza o coeficiente de variación (%)  
 Coef. = Factor dado en la tabla No. 9.2 que depende del número de ensayos obtenidos para calcular  $S$  o  $V$ , tomado del NSR108.

N° DE ENSAYOS	COEF.
≥ 30	1.00
25	1.03
20	1.08
15	1.18
< 15	Fórmula 9.3

Tabla No. 9.2 Coeficiente de modificación para la desviación estándar o para el coeficiente de variación<sup>1,2,3</sup>

Se puede interpolar entre el número de ensayos.

Nota: La resistencia a la compresión de dosificación del mortero de pega, se tomará como el menor valor obtenido al reemplazar en las fórmulas N° 9.1 y 9.3 o fórmulas N° 9.2 y 9.3.

$R'_{mm} = 432 \text{ kg/cm}^2$

CALCULO DE LA RELACION AGUA CEMENTO

La relación agua-cemento (A/C) requerida se debe determinar no sólo por los requisitos de resistencia, sino también por factores de durabilidad, retracción, etc. Puesto que distintos cementos, agua y agregado producen generalmente resistencias diferentes con la misma A/C, es muy conveniente encontrar la relación entre la resistencia y la A/C para los materiales que se usarán realmente. A falta de esta información, puede emplearse la figura No. 9.1 realizada para materiales locales teniendo en cuenta que entre más grueso sea el agregado fino (mayor módulo de finura), la curva de resistencia a la compresión vs. (A/C) tiende hacia la parte superior del rango señalado.

La ecuación para el límite superior (Arenas gruesas) es:

$$R_{\text{Cemento alta}} = \frac{666.57}{6.59^{A/C}} \quad (9.5)$$

La ecuación para el límite inferior (Arenas finas) es:

$$R_{\text{Cemento baja}} = \frac{851.12}{19.86^{A/C}} \quad (9.6)$$

Donde:

$R_{\text{Cemento alta}}$  = Resistencia a la compresión del mortero a los 28 días en kg/cm<sup>2</sup>  
 A/C = Relación Agua - Cemento en masa



INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Víctor E. No. 1000188  
 INDECOPI  
 2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUARIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

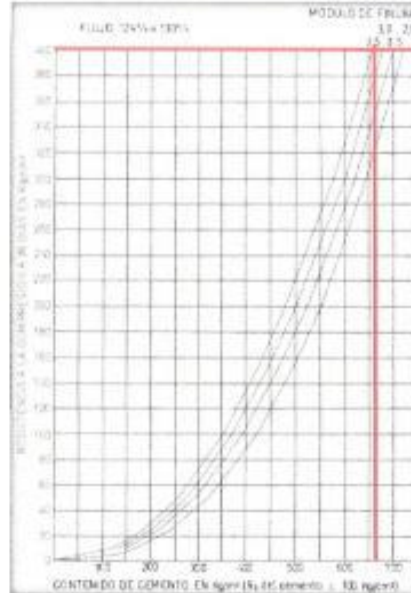


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Rc mortero 28 d	432 kg/cm <sup>2</sup>
Factor para arenas finas	
Factor numerador	666.57
Factor denominador	6.59
Operación	1.543
Objetivo	1.543 Valor
Relación agua/cemento	0.23
Comprobación	431.94

CÁLCULO DE CEMENTO

Gráfico 5. Determinación del contenido de cemento Mortero Húmedo



Cemento: 655 kg

CÁLCULO DE LA MASA DEL AGUA (corregida)

$$R^a/c = \frac{W_w}{W_c} \therefore W_w = R^a/c \cdot W_c$$

W w 183.47 kg

INGENIEROS EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
**JEFE DE LABORATORIO**  
 Ing. Víctor Poma Fuentes  
 INGENIERO  
 D.P. 7748

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA

Volumen absoluto de material a partir de un peso.

$$V_{mat} = \frac{W_{mat}}{GE_{mat} \cdot \gamma_w}$$

$$V_w = \frac{W_w}{GE_w \cdot \gamma_w}$$

$V_w = 0.183466561 \text{ m}^3$

CÁLCULO DE VOLUMEN DE CEMENTO POR METRO CUBICO

$V_c = \text{PESO DEL CEMENTO} / \text{PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO}$

$V_c = 0.2106 \text{ m}^3$

CÁLCULO DE VOLUMEN DEL AIRE

$V_a = 3.5 \%$   
 $V_a = 0.035 \text{ m}^3$

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LA LECHADA V.L. (m3)

$V.L. = V_c + V_w + V_a$   
 $V.L. = 0.429 \text{ m}^3$

CÁLCULO DE VOLUMEN DE LA ARENA

Luego el volumen de arena  $V_{ar}$  será:  
 $V_{ar} = 1 - V_c - V_{agua} - V_{aire}$

$V_{ar} = 0.571 \text{ m}^3$

CALCULO DE LA MASA DE LA ARENA m3  
 1472.98 kg

CALCULO DEL VOLUMEN EN CONDICIONES SUELTA  
 0.770 m3

DETERMINACIÓN DEL PESO DE LOS MATERIALES POR m3

UTILIZAREMOS LA FÓRMULA DE PESOS ABSOLUTOS:

$V_{arena} = 1 - V_{lechada}$   
 $V_{arena} = 0.571 \text{ m}^3$

*(Handwritten signature)*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Ing. Víctor Víctor Fuentes  
 CIP 10000

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS FÍSICO-MECÁNICOS DE SUELOS
- ENSAYOS EN APERTADOR PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN BOCAS
- ENSAYOS GERMADOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS OPT. DEL OPAS
- ESTUDES Y ENSAYOS RECIPROCE
- FORTIFICACIONES Y EXTRACCION SARMANTAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRASLADO DE MUESTRAS NBTB



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/OSD-INDECOPI

PESO DEL CEMENTO

Wc = 655.00 kg 15.41 BOLSAS

PESO DE LA ARENA

Wa = 1472.98 kg

PESO DEL AGUA

Ww = 319.53 L

CORRECCION POR ABSORCION

CALCULO DEL AGUA ABSORBIDA

$$W_{w\text{abs}} = W_{wa} + \left( \frac{W_{wa} \cdot a}{100} \right)$$

Ww abs = 36.08 L

Por lo tanto:

Ww mezcla = Ww + Ww abs

Ww mezcla = 319.53 L

RESUMEN FINAL

	Peso seco para 1 m <sup>3</sup> (kg)	Peso seco 1 bolsa (en kg)	Volumen 1 m <sup>3</sup> (en m <sup>3</sup> )	Parte por	Volumen pies/bolsa
CEMENTO	655.00	43.50	0.55	1.00	1.00
ARENA	1472.98	95.58	0.78	1.42	1.78
AGUA	319.53	14.24	0.22	0.40	0.50

INC-AC-004 REV.04 F0016: 2012/04/11