

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



**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL  
AGREGADO MORRÉNICO DE LA PRIMERA  
GLACIACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LAS  
PROPIEDADES DEL CONCRETO”**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. CHRISTIAM EDGAR CHURAMPI SANTANA.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

**ASESOR(ES):**

ING. JAVIER REYNOSO OSCANOVA

ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación es dedicado a mis padres y esposa porque siempre creyeron en mí y de manera especial se la dedico a mi hijo para quien espero ser un ejemplo a seguir.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por mi salud y siga adelante, también agradezco a la Universidad Peruana Los Andes por capacitarme en mi Carrera, también agradezco a la Ingeniera Janet Yéssica Andía Arias, gracias por apoyarme en la preparación de esta investigación.



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



*"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 0002**

Que, el (la) bachiller **CHURAMPI SANTANA, CHRISTIAM EDGAR** de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL AGREGADO MORRÉNICO DE LA PRIMERA GLACIACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO"**, la misma que cuenta con **109 Páginas** y que ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **28 %** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 11 de enero del 2020



  
Dr. Carlos Sánchez Guzmán  
Director de la Unidad de Investigación

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**  
**JURADO**

---

**Ing. DAYANA MARY MONTALVAN SALCEDO**  
**JURADO**

---

**Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**  
**JURADO**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**  
**SECRETARIO GENERAL**

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.2.    FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. <i>Problema General</i> .....	17
1.2.2. <i>Problema(s) Específico(s)</i> .....	18
1.3.    JUSTIFICACIÓN .....	18
1.3.1. <i>Practica o Social</i> .....	18
1.3.2. <i>Científica o teórica</i> .....	18
1.4.    DELIMITACIONES .....	19
1.4.1. <i>Espacial</i> .....	19
1.4.2. <i>Temporal</i> .....	21
1.4.3. <i>Económica</i> .....	21
1.5.    LIMITACIONES.....	21
1.5.1. <i>Económico</i> .....	21
1.5.2. <i>Temporal</i> .....	21
1.5.3. <i>Social</i> .....	21
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1.    ANTECEDENTES (NACIONALES E INTERNACIONALES).....	22
2.1.1. <i>Internacionales</i> .....	22
2.1.2. <i>Nacionales</i> .....	24
2.2.    MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.2.1. <i>Morrenas</i> .....	25
2.2.2. <i>La glaciación</i> .....	29
2.2.3. <i>Agregados</i> .....	31
2.3.    DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	42
2.4.    HIPÓTESIS.....	43
2.4.1. <i>Hipótesis General</i> .....	43
2.4.2. <i>Hipótesis Específica(s)</i> .....	43
2.5.    VARIABLES .....	43

2.5.1.	<i>Definición conceptual de la variable</i> .....	43
2.5.2.	<i>Definición operacional de la variable</i> .....	43
2.5.3.	<i>Operacionalización de la variable</i> .....	45
<b>CAPITULO III</b> .....		<b>46</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....		<b>46</b>
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	46
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	47
3.5.1.	<i>Población</i> .....	47
3.5.2.	<i>Muestra</i> .....	47
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.6.1.	<i>Observación:</i> .....	48
3.6.2.	<i>Recolección de Datos:</i> .....	48
3.6.3.	<i>Investigación geotécnica y pruebas de laboratorio.</i> .....	49
3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	77
3.8.	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS .....	77
<b>CAPITULO IV</b> .....		<b>78</b>
<b>RESULTADOS</b> .....		<b>78</b>
4.1.	RESUMEN DE RESULTADOS.....	78
4.2.	RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO .....	88
4.2.1.	<i>Comparación del asentamiento del concreto</i> .....	88
4.2.2.	<i>Comparación del peso unitario del concreto</i> .....	89
4.3.	RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO .....	90
4.3.1.	<i>Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 3</i> .....	90
4.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL DÍA 7 .....	92
4.5.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL DÍA 14 .....	95
4.6.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL DÍA 21 .....	97
4.7.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL DÍA 28 .....	100
<b>CAPITULO V</b> .....		<b>103</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....		<b>103</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	105
5.2.	RECOMENDACIONES .....	106
5.3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
<b>ANEXOS</b> .....		<b>109</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1: CRONOLOGÍA DE LAS GLACIACIONES</b> .....	31
<b>CUADRO 2: CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO</b> .....	39
<b>CUADRO 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....	45
<b>CUADRO 4: CLASIFICACIÓN DE LA ARENA POR SU MÓDULO DE FINURA</b> .....	51
<b>CUADRO 5: MTC – GRADACIÓN DE MUESTRAS DE ENSAYO</b> .....	62
<b>CUADRO 6: COLOR DEL LÍQUIDO DE LA MUESTRA DE ENSAYO</b> .....	64
<b>CUADRO 7: TAMICES NOMINALES</b> .....	65
<b>CUADRO 8: TAMAÑO TAMICES NORMALIZADO DE ABERTURA CUADRADO</b> .....	66
<b>CUADRO 9: TAMAÑO DE AGREGADO Y TAMIZ NORMALIZADO</b> .....	68
<b>CUADRO 10: TOLERANCIAS PERMISIBLES</b> .....	76
<b>CUADRO 11: PATRÓN DE FRACTURA</b> .....	76
<b>CUADRO 12: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO MTC E 205/206</b> .....	78
<b>CUADRO 13: PESO UNITARIO COMPACTADO Y PESO UNITARIO SUELTO ASTM C29/29M</b> .....	79
<b>CUADRO 14: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C-566</b> .....	79
<b>CUADRO 15: EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114</b> .....	80
<b>CUADRO 16: PASANTE POR LA MALLA N°200</b> .....	80
<b>CUADRO 17: ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES</b> .....	81
<b>CUADRO 18: IMPUREZAS ORGÁNICAS</b> .....	81
<b>CUADRO 19: DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO</b> .....	81
<b>CUADRO 20: SALES SOLUBLES EN AGREGADOS</b> .....	82
<b>CUADRO 21: SULFATOS EN AGREGADOS</b> .....	82
<b>CUADRO 22: PESO UNITARIO</b> .....	83
<b>CUADRO 23: ASENTAMIENTO SLUMP MTC E-705</b> .....	83
<b>CUADRO 24: DISEÑO DE MEZCLA TEÓRICO POR RESISTENCIA MÓDULO DE FINEZA</b> .....	84
<b>CUADRO 25: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM2 A DIFERENTES EDADES 3, 7, 14, 21 Y 28 DÍAS AGREGADO HUAMANCACA</b> .....	84
<b>CUADRO 26: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM2 A DIFERENTES EDADES 3, 8, 14, 21 Y 28 DÍAS AGREGADO MORRÉNICO DE LA PRIMERA GLACIACIÓN</b> .....	85
<b>CUADRO 27: RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE ROCAS SEDIMENTARIAS/CANtera HUAMANCACA</b> .....	86
<b>CUADRO 28: RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE ROCAS ÍGNEAS/CANtera HUAMANCACA</b> .....	87
<b>CUADRO 29: RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE ROCAS SEDIMENTARIAS/CANtera HUARI AGREGADO MORRÉNICO</b> .....	87
<b>CUADRO 30: RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DE ROCAS IGNEAS/CANtera HUARI AGREGADO MORRÉNICO</b> .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: UBICACIÓN SATELITAL CANTERA DE AGREGADO MORRÉNICO</b> .....	16
<b>FIGURA 2: IDENTIFICACIÓN DEL AGREGADO MORRÉNICO, IZQUIERDA AGREGADO FINO, DERECHA</b> AGREGADO GRUESO.....	17
<b>FIGURA 3: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b> .....	19
<b>FIGURA 4: UBICACIÓN DE LA CANTERA DEL AGREGADO MORRÉNICO Y CANTERA DE CONTROL</b> .....	20
<b>FIGURA 5: DEPOSICIÓN DE SEDIMENTOS EN LAS MORRENAS</b> .....	26
<b>FIGURA 6: MAQUETA DONDE SE APRECIA LAS DIFERENTES MORRENAS</b> .....	27
<b>FIGURA 7: DEPOSITO DE MORRENAS</b> .....	29
<b>FIGURA 8: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO</b> .....	52
<b>FIGURA 9: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> .....	54
<b>FIGURA 10: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b> .....	55
<b>FIGURA 11: EQUIVALENTE DE ARENA</b> .....	59
<b>FIGURA 12: MATERIAL QUE PASA POR LA MALLA N°200</b> .....	61
<b>FIGURA 13: ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES</b> .....	63
<b>FIGURA 14: DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO DEL AGREGADO GRUESO</b> .....	69
<b>FIGURA 15: ASENTAMIENTO DE CONCRETO (SLUMP)</b> .....	73
<b>FIGURA 16: PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO</b> .....	75
<b>FIGURA 17: AGREGADO MORRÉNICO DE CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA</b> .....	78
<b>FIGURA 18: DISEÑO DE MEZCLA POR MÓDULO DE FINEZA / RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM<sup>2</sup> A</b> DIFERENTES EDADES 3, 7, 14, 21 Y 28 DÍAS AGREGADO HUAMANCACA .....	85
<b>FIGURA 19: DISEÑO DE MEZCLA POR RESISTENCIA / RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM<sup>2</sup> A</b> DIFERENTES EDADES 3, 8, 14, 21 Y 28 DÍAS AGREGADO MORRÉNICO CANTERA HUARI.....	86

## RESUMEN

La investigación presento como problema general: ¿En qué medida los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen en las propiedades del concreto?, mientras que el objetivo general fue: Determinar la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto. Por lo cual la hipótesis general fue: Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen significativamente en las propiedades del concreto.

La investigación utilizo el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel es explicativo y el diseño fue experimental - cuasi experimental. La población corresponde a la cantera de Huari – Centro poblado de Huari, Provincia de Yauli La Oroya; de agregados morrénicos de la primera glaciación y la población de control es la cantera Yas de Huamancaca, Provincia de Huancayo; mientras que el tipo de muestreo fue intencional o de conveniencia de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico y corresponderá a la muestra de suelo morrénico seleccionado para prueba y muestra general convencional, el tamaño de muestras de prueba fue de 500 kg para el agregado morrénico de la cantera de Huari, asimismo nuestra cantera de control en Huamancaca fue de 500 kg.

Producto de esta investigación y luego de realizar los ensayos de laboratorio se llegó a la conclusión de que el agregado morrénico de la primera glaciación puede ser utilizado en la producción de concreto ya que alcanzo 154.67 % de la resistencia de prueba (210 Kg/cm<sup>2</sup>) a los 14 días de edad de los testigos de prueba.

**Palabras clave:** Agregado morrénico, primera glaciación, propiedades del concreto

## **ABSTRACT**

The research presented as a general problem: To what extent did the moraine aggregates of the first glaciation influence the properties of the concrete? while the general objective was: To determine the influence of the moraine aggregates of the first glaciation on the properties of the concrete. Therefore, the general hypothesis was: The properties of the moraine aggregates of the first glaciation significantly influence the properties of the concrete.

The research used the scientific method, the type of research was applied, the level is explanatory and the design was experimental - quasi-experimental. The population corresponds to the Huari quarry – Huari town center, Yauli La Oroya Province; of moraine aggregates from the first glaciation and the control population is the Yas de Huamancaca quarry, Huancayo Province; While the type of sampling was intentional or convenience according to the type of non-probabilistic sampling and will correspond to the morainic soil sample selected for testing and the conventional general sample, the test sample size was 500 kg for the morainic aggregate of the Huari quarry, likewise our control quarry in Huamancaca was 500 kg.

As a result of this research and after carrying out the laboratory tests, it was concluded that the morenic aggregate from the first glaciation can be used in the production of concrete since it reached 154.67% of the test resistance (210 Kg / cm<sup>2</sup>) at 14 days of age of the test witnesses.

**Keywords:** Morainic aggregate, first glaciation, concrete properties

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL AGREGADO MORRÉNICO DE LA PRIMERA GLACIACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO”, se recomienda utilizar el agregado morrénico de la primera glaciación para determinar el efecto sobre el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido, y así de esta manera generar conocimientos de como la correcta caracterización del agregado morrénico de la primera glaciación en la elaboración de concreto simple y concreto armado cumple con los parámetros básicos de calidad y resistencia . Por otro lado, se conocerá las características físicas y químicas de los agregados morrénicos de la primera glaciación cuyos estándares sean aceptables para la elaboración de concretos, que cumplan con los niveles óptimos en cuanto a las propiedades del concreto se refiera según la norma NTP 400.037 (Calidad de los agregados). Con él se pretende solucionar algunos de los problemas de incertidumbre acerca de los agregados morrénicos en este caso de la primera glaciación y su utilización en la producción de concreto, ya que el uso de agregados morrénicos pueden tener ventajas debido a la localización más cercana a proyectos de ingeniería que requieran la utilización de concreto y de esta manera reducir costos.

Para entender mejor esta investigación se ha estructurado en 5 capítulos con el siguiente contenido:

**El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:** Desarrolla el Planteamiento del Problema; Formulación y Sistematización del problema: Problema General, Problemas específicos; Justificación: Practica o Social, Metodológica; Delimitaciones: Espacial, Temporal, Económica; Limitaciones: De información, Económica; Objetivos: Objetivo general, Objetivos específicos.

**El Capítulo II: EL MARCO TEÓRICO:** Este capítulo trata los Antecedentes nacionales e internacionales, así como el Marco conceptual: Morrenas, primera glaciación, Agregados, Concreto, Cemento Agua, Diseño de investigación; de igual forma la Definición de términos; La Hipótesis: hipótesis general, hipótesis específicas; y para finalizar este capítulo de exponen las variables de la investigación.

**El Capítulo III:** METODOLOGÍA: Métodos de investigación, Tipos de investigación, niveles de investigación, Diseño de investigación, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Procesamiento de la información, análisis y técnicas de datos.

**El Capítulo IV:** Se desarrolla todos los ensayos con el análisis de los procedimientos para la caracterización, Calidad de Agregados del material morrénico de la primera glaciación se realizó bajo los parámetros de la Norma Técnica Peruana (NTP) y para el desarrollo del diseño de mezcla se basó mediante el método de finura.

**En El Capítulo V:** Se dan a conocer la discusión de los resultados para comparar el grado de correlación con los resultados obtenidos por investigadores tomados como antecedentes nacionales e internacionales.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años el incremento de la ejecución de obras de ingeniería civil y el uso de concreto en diferentes ciudades de la Región Junín, del Perú y del Mundo, paralelo a esto, la utilización de agregados de cantera también se ha intensificado considerablemente, generando en muchos casos la escasez de estos.

Este es un ejemplo internacional de la falta de agregado suficiente para el proyecto vial colombiano “Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca”, principalmente por la cantidad de material requerido para su desarrollo y posiblemente por la falta de recursos. Fuentes de agregados que cumplan con los requisitos mínimos de calidad, esto último porque hay objetos en condiciones suficientes, pero no están disponibles, o porque los parámetros geotécnicos de los agregados en el área de uso no cumplen con los requisitos mínimos de calidad, y finalmente porque el sitio existe y las propiedades recopiladas son suficientes. Como resultado, hubo reservas totales insuficientes para el desarrollo del proyecto (Capote González Norvey, 2018).

El agregado en el concreto, es un componente muy importante en los diseños de mezclas porque este material nos ayudara a tener la durabilidad y las resistencias requeridas a la compresión en las obras de ingeniería, sin embargo, dichas obras están ubicadas a lo largo de la geografía accidentada de nuestro Perú, hace que muchas veces que el uso de agregados extraído de los alveolos de los ríos en temas de traslado hasta la obra, puedan elevar los costos de ejecución de los proyectos.

Al extraer los agregados, no solo se puede entregar el material al mercado, sino también cumplir con los requisitos de calidad, por lo que se debe evaluar el proyecto de extracción durante el proceso de extracción para controlar la demanda del mercado

y las condiciones óptimas para el uso de agregados en concreto y proteger el medio ambiente en interacción.

El origen del agregado es una de las características importantes para estudiar la calidad del agregado y ser elegido por el consumidor. Generalmente los agregados de río son rocas sedimentarias de origen aluvial que poseen gran resistencia al desgaste.

En la región Junín existen canteras con acumulación de material de origen morrénico de la primera glaciación los cuales requieren una caracterización geotécnica tanto el agregado fino y grueso con diversos ensayos que exige la norma NTP 400.037 (Calidad de los agregados) para ser utilizadas en concretos “Existen una serie de canteras de origen morrénicos los cuales no cumplen con las características que nos propone la Norma E060 de Concreto armado, tanto el agregado fino y grueso al ser analizados de acuerdo con su intemperización, meteorización no cumplen con los estándares mínimos de algunos ensayos tales como abrasión de los Ángeles, durabilidad al sulfato de magnesio, equivalente de arena, entre otros” (Andía, 2019).

**Figura 1: Ubicación satelital cantera de Agregado Morrénico**



Fuente: Imagen Satelital (Google Earth)

Actualmente, en las ciudades de la Región Junín, el agregado morrénico de la primera glaciación no se utiliza para la construcción civil, sin embargo, los constructores interesados en este material desconocen su naturaleza, por lo que

producirá alta incertidumbre en la fabricación de concreto, porque no conocemos las características de sus componentes, no podemos saber si logrará la resistencia esperada. (Belito y Paucar, 2018)

Por lo tanto, el agregado morrénico se puede considerar como una alternativa para nuestro diseño de mezcla, ya que el agregado morrénico también tiene propiedades muy interesantes que pueden ser útiles para las mezclas de concreto.

**Figura 2: Identificación del agregado morrénico, izquierda agregado fino, derecha agregado grueso**



Fuente: Elaboración propia

## 1.2. Formulación y sistematización del problema

### 1.2.1. Problema General

¿En qué medida los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen en las propiedades del concreto?

### **1.2.2. Problema(s) Específico(s)**

- a) ¿Cuál es la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto en estado fresco?
- b) ¿En qué medida afecta los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto en estado endurecido?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Practica o Social**

La presente investigación se tiene por finalidad poder determinar como el uso de agregados morrénicos de la primera glaciación afectaría las propiedades del concreto por lo tanto con esta investigación se busca establecer hasta qué punto el agregado morrénico de la primera glaciación puede ser utilizado en la producción de concreto sin que este afecte las propiedades del concreto. Con la obtención de estos resultados se brindará información importante sobre las características de los agregados morrénicos de la primera glaciación para la elaboración de concreto simple y concreto armado. Por otro lado, se conocerá las características físicas y químicas de los agregados morrénicos de la primera glaciación cuyos estándares sean aceptables para la elaboración de concretos, que cumplan con los niveles óptimos en cuanto a las propiedades del concreto se refiera. Los agregados morrénicos de la primera glaciación no son utilizados en la producción de concreto por lo que esta investigación se justifica en el aporte de datos en cuanto a características geotécnicas y la influencia que estas generan en las propiedades del concreto.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La presente investigación busca de manera teórica y técnica establecer que el uso de los agregados morrénicos de la primera glaciación influye en las propiedades del concreto fresco y endurecido, existe solo una investigación del agregado morrénico de cantera en el Perú. Por otro lado, Andía (2019)

recomienda “analizar los agregados morrénicos de otras glaciaciones (primera y segunda glaciación)”, para verificar si este tipo de agregado influye positivamente en las propiedades del concreto.

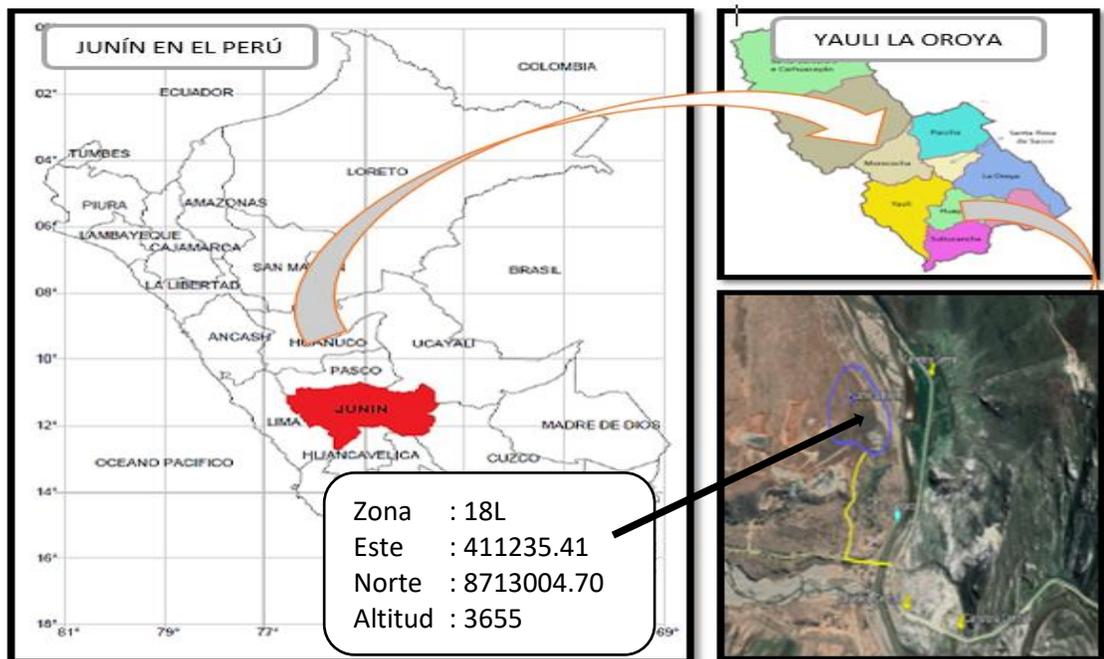
## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Espacial

La presente investigación se realizará en la Cantera Huari, del Centro Poblado de Huari en la Provincia de Yauli La Oroya, de la región Junín.

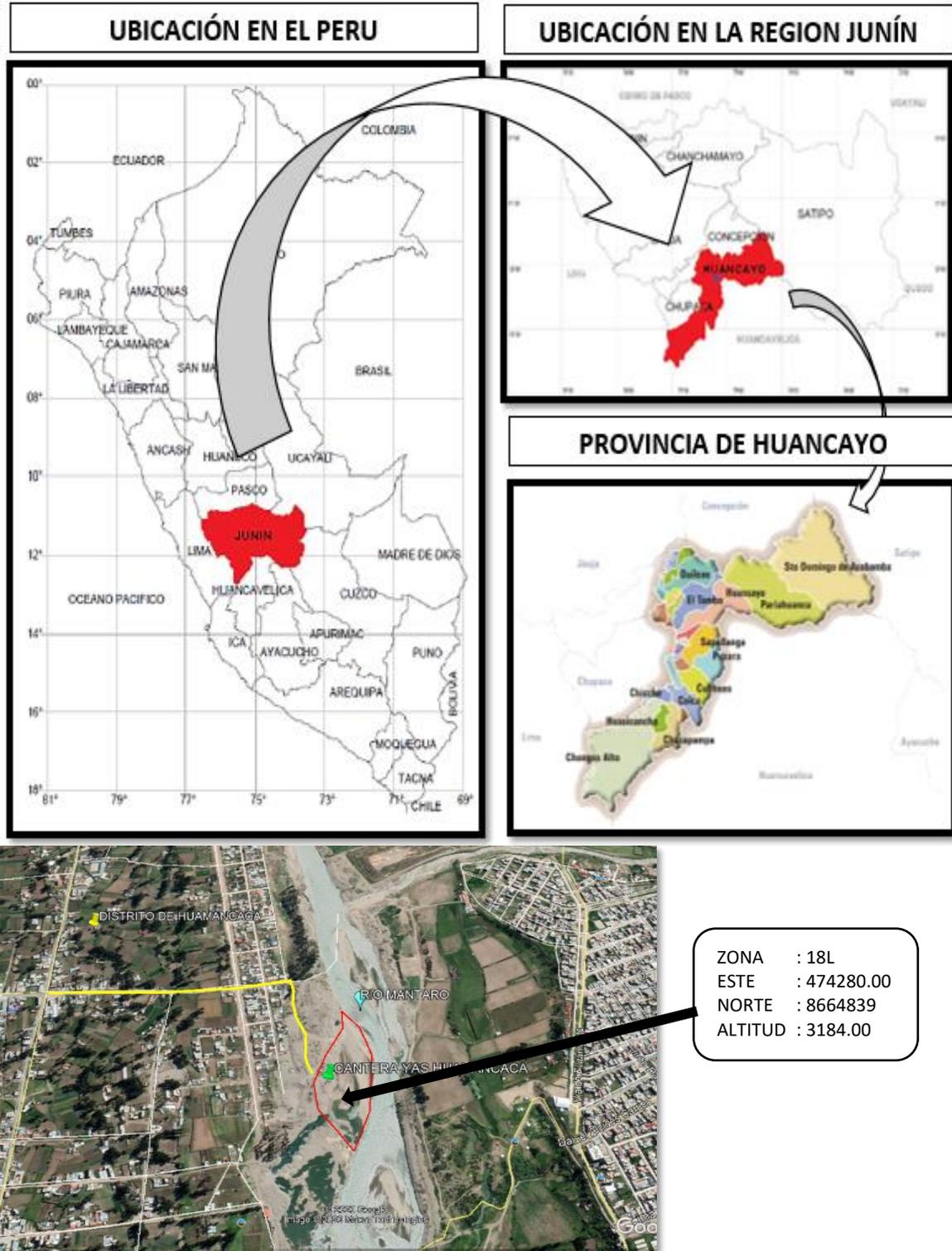
**PAÍS** : Perú  
**REGIÓN** : Junín  
**PROVINCIA** : Yauli la Oroya  
**CENTRO POBLADO** : Huari

*Figura 3: Plano de ubicación y localización*



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Ubicación de la cantera del agregado morrénico y cantera de control



Fuente: Elaboración propia

#### **1.4.2. Temporal**

El trabajo de investigación se realizó desde el mes de junio hasta setiembre del 2020.

#### **1.4.3. Económica**

La elaboración de este estudio de investigación está a cargo del tesista.

### **1.5. Limitaciones**

#### **1.5.1. Económico**

La falta de recursos económicos limitó la investigación para poder realizar más probetas ya que la falta de datos sobre la utilización de agregados morrénicos elevó el costo de laboratorio

#### **1.5.2. Temporal**

El tiempo limitado de desarrollo de la tesis no permitió realizar más ensayos para el concreto y determinar propiedades en estado endurecido por durabilidad, así como elaboración de otras pruebas para diseño a mayores fuerzas de resistencia a la compresión.

#### **1.5.3. Social**

No se tuvo acceso vehicular para extraer más volumen de muestra ya que el dueño de la cantera de Huari no accedió a quitar los candados que sujetaban una cadena que a su vez sostenía una tranquera que impedía el pase de la camioneta donde se trasladaría la muestra requerida.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto.

### 1.6.2. Objetivo(s) Específico(s)

- a) Evaluar la influencia de los agregado morrénicos de la primera glaciación afectan en las propiedades del concreto en estado fresco.
- b) Determinar si los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan en las propiedades del concreto en estado endurecido.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

##### 2.1.1. Internacionales

- Abril y Ramos, (2017) realizo el trabajo de grado titulada “Identificación de la Variación en la Resistencia del Concreto Debido al Origen del Agregado Grueso” planteo como **objetivo general** Comparo cómo dos agregados de diferentes fuentes afectan la resistencia a la compresión del concreto, los cuales presentaban características geológicas distintas. **Ejecuto** la descripción del agregado grueso e implementé la operación de prácticas en el laboratorio de la Universidad Católica de Colombia, y me referí a las normas técnicas de Colombia, como el contenido de humedad, la densidad y la tasa de absorción del agregado grueso y la prueba de masa unitaria. Como también realizo la granulometría para verificar el espacio entre las partículas de agregado y el tamaño de partícula de agregado grueso y agregado fino; para ensayo de asentamiento y compresión después del diseño de la mezcla. **Los resultados** que obtuvo fue que “la resistencia del concreto es afectada cuando se usan agregados gruesos de distinto origen, es decir que el uso de grava extraída de un depósito aluvial en el concreto contribuye a que soporte cargas superiores (3115 psi), a la

del diseño inicial a diferencia del material de origen montañoso que demostró ser menos resistente con 2652 psi, es decir no cumplió con el diseño de la mezcla”.

- Ferreira, (2015) desarrollo el trabajo de grado titulada “Caracterización Física de Agregados Pétreos para Concretos Caso: Cantera Dromos (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)” planteo como **objetivo general** La identificación y comparación de agregados de las canteras Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo) para determinar qué pétreo tiene las mejores propiedades físicas depende de su petrografía. **Plasmo** las siguientes pruebas para determinar la resistencia a la abrasión del agregado grueso utilizando el equipo de microdeval, el análisis del tamaño de partícula del suelo por el método de tamizado, el método para determinar las partículas planas, estiradas o planas y estiradas en el agregado grueso, el límite plástico y el índice de plasticidad son equivalentes al suelo y arena de agregado fino, el número de finos que pasan a través del tamiz de  $75\mu\text{m}$  (No. 200) en el agregado, la gravedad específica y la tasa de absorción del agregado fino, donde se realizó en la cantera Vista Hermosa (Mosquera), luego comparar las propiedades físicas obtenidas de la prueba, y aproximar las propiedades físicas y petrológicas. **Los resultados** obtenidos al comparar los resultados de las pruebas de las muestras de las dos canteras tienen propiedades físicas diferentes, esta es la base para determinar la calidad de los agregados y obtuvo los mejores resultados en las pruebas de laboratorio Mina Cemex (Apulo) de la cantera Vista Hermosa (Mosquera), por lo que se considera apta como agregado de concreto.

### 2.1.2. Nacionales

- Andía, (2019) desarrollo la tesis magistral titulada “Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto – Sapallanga – Huancayo - Junín” donde planteo como **objetivo general**: “determinar las características geotécnicas de los agregados morrénicos de cantera y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto”. **Realizo** el muestreo y tomas de Muestras del agregado morrénico de cantera para luego realizar ensayos de laboratorio tales como: ensayo de granulometría del agregado fino, ensayo de granulometría del agregado grueso, prueba de gravedad específica, prueba de gravedad específica de agregado fino y agregado grueso, prueba de gravedad específica de agregado grueso, prueba de resistencia a la abrasión ángel, etc., con el fin de determinar posteriormente la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. **Concluyo** que los “agregados morrénicos encontrados en la cantera Sapallanga – río Chaclas son redondeados, subredondeados e incluso subangulares y angulares, presentando diferentes grados de meteorización leve, medio y alto, estos agregados cumplen con los ensayos de calidad de los agregados Norma NTP 400.037:2003”.
- Belito, (2018) desarrollo el trabajo de tesis titulada “Influencia de Agregados de Diferentes Procedencias y Diseño De Mezcla Sobre La Resistencia del Concreto” donde planteo como **objetivo** general “determinar la influencia de los agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto”. **Determino** las propiedades físicas, mecánicas, químicas y mineralógicas de materiales de diferentes lugares obtenidos a través de diferentes ensayos de laboratorio, de igual forma, para el diseño de mezclas de hormigón también se utiliza el método ACI. **Concluyo** que según el análisis del método de varianza “(diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3) con una probabilidad de error del 0.00000000000002 %”, que uno

de los tratamientos (combinaciones de los agregados de diferentes procedencias en los diseños de mezcla  $f'c = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ .) tienen diferente efecto sobre la resistencia del concreto. Marco conceptual

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Morrenas**

“Conjunto de materiales (till) arrastrados y arrancados por el glaciar durante su discurso, que se va depositando en formas de líneas a lo largo del curso de este, suelen formar cordilleras de este material sedimentado que se denomina tillitas. El término, morrena, tiene origen francés y fue acuñado por los campesinos para referirse a los rebordes y terraplenes de derrubios encontrados cerca de los márgenes de glaciares en los Alpes franceses y se emplea fundamentalmente para referirse al aspecto morfológico del depósito. El material, que puede variar en tamaño desde rocas y peñascos hasta arena y arcilla, no está estratificado cuando es depositado por el glaciar, y no muestra ordenamiento o estructura de capas, solo depende de cómo fueron depositadas por el glaciar” (Rivera, 2005; p436).

#### **2.2.1.1. Evolución y formación**

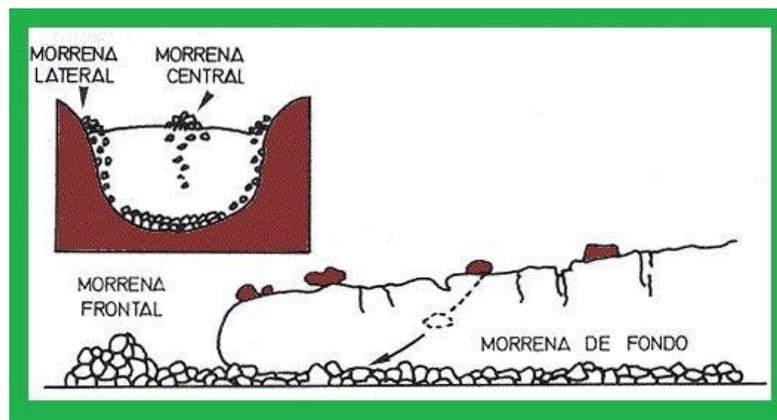
Debido a la acumulación de grandes cantidades de till se forman las morrenas, la cual es trasladado y depositado por hielo (glaciares). La transferencia de materiales se puede efectuar de tres formas (Rivera, 2005, p.437).

1. Sobre el hielo. Los fragmentos de roca consisten en material degradado y material que cayó en el glaciar para formar una morrena lateral. Cuando los dos glaciares convergen, las dos morrenas laterales convergerán para formar una morrena o morrena mediano. No se debe olvidar que las morrenas laterales tanto las morrenas son solo características temporales de la superficie del hielo. (Rivera, 2005, p.437)

2. El hielo. La sustancia transportada dentro del hielo se llama endoglaciario (Rivera, 2005, p.437).
3. Parte Inferior del hielo. La sustancia que se transporta al fondo del glaciar y realiza la mayor parte de la fricción se llama morrena subglaciario. (Rivera, 2005, p.437)

El hielo traslada fragmentos de rocas que son almacenados, cuando se derriten o fluyen debajo de los subglaciares, este depósito ocurre durante períodos en los que el hielo no avanza ni retrocede, y eventualmente forma una morrena de hielo. “Cuando el hielo retrocede se forman una serie de morrenas de retroceso, representando cada morrena un alto temporal en el retroceso. En caso de que el hielo avance a través de una morrena, los sedimentos pueden llegar a retroceder y plegarse, produciendo frecuentemente estructuras que parecen debidas a una deformación tectónica”. Lo cual estas formaciones se establecen como morrenas de empuje 1. (Rivera, 2005, p.438).

Al fondo la morrena es la capa de escombros descartada después de que la capa de hielo continúa en retroceso. La morrena(material) son sedimentos heterogéneos, que varían en tamaño desde la arcilla hasta los cantos rodados, y posteriormente son modificados y destruidos por la acción del agua debido al derretimiento del hielo. (Rivera, 2005, p.438).



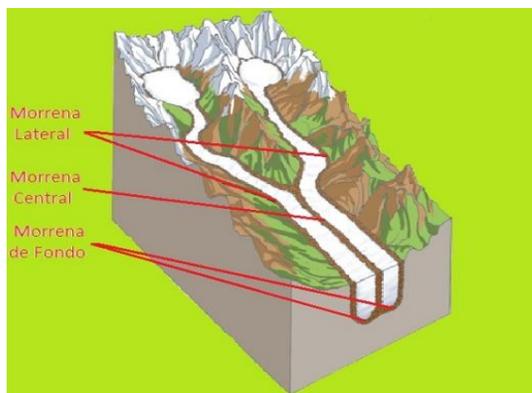
**Figura 5: Deposición de sedimentos en las morrenas**  
Fuente: <https://www.ecured.cu/Morrenas>

### 2.2.1.2. Clasificación

A la presente se clasifica de acuerdo a su formación:

- a) Morena (Morrena) lateral. Los depósitos de material fragmentado se encuentran en el borde del lecho del glaciar.
- b) Morena (Morrena) centrales: Los depósitos se encuentran en la coalición de las morrenas laterales, donde se ubican en el mismo valle dos glaciares.
- c) Morena (Morrena) de fondo: Los depósitos se sitúan debajo del hielo, en contacto con la base (sustrato).
- d) Morena (Morrena) Terminales/Frontales: Los depósitos de residuos similares a fragmentos se producen en el derretimiento de los glaciares.
- e) Morena (Morrena) de ablación: Las cosas que se han asentado en el lecho del glaciar. Presentan sustancias heterogéneas, pero la característica más típica es que hay grandes bloques dispersos a lo largo del camino, llamados bloques irregulares.

Las morrenas (morenas) de fondo puede ocupar un área grande, generalmente decenas de metros de espesor. Los terminales y los lados son más cortos, pero la potencia puede ser mayor. El primero marca las diferentes posiciones del frente glaciar durante el retroceso del glaciar; consisten en materiales transportados en el fondo y superficie o dentro del bloque glaciar. Por el contrario, el glaciar lateral contiene principalmente material del interior de los glaciares o trasladado por su superficie. (Rivera, 2005, p.439).



**Figura 6: Maqueta donde se aprecia las diferentes morrenas**  
**Fuente: <https://www.ecured.cu/Morrenas>**

### **2.2.1.3. Los tills (dinámica)**

“A lo que llamamos como till son a las acumulaciones de sedimentos que se van originando por el glaciar y su dinámica. También se les puede llamar drift o arrastre glaciar cuando se van formando conjuntos completamente heterogéneos que se generan en el glaciar. El till es el fragmento del drift glaciar que ha dejado depositado en el trayecto” (Rivera, 2005, p.154).

En los tills la arcilla que se encuentra después del movimiento y por su acumulación se hacen de forma esférica, donde sus características son diferentes a la composición de los tills. También se encuentran en cantos rodados, arena y grava. “Se les llama bolas de till. Estas bolas van rodando por el lecho de un arroyo y pueden ir sumando rocas a su composición. Esto lo que hace es que acabe terminando todo el trayecto cubierto de rocas” (Rivera, 2005, p.154).

Las esferas (bolas) de till a menudo se denominan bolas de till blindadas debido a que tienen más rocas. Todos los materiales llamados "till" se depositan en los extremos, lados, medio y fondo de la morrena. A medida que llega el momento del derretimiento, el glaciar comienza a disolverse, y los grupos de till son arrastrados y depositados en las dunas del río desde el glaciar. Es aún más evidente si se trata de un glaciar continental que comienza a derretirse. El till también puede contener ciertos depósitos aluviales hechos de minerales o gemas. Estos materiales han sido recolectados durante todo el recorrido del glaciar y han ganado un gran valor económico por su singularidad. Por ejemplo, esto sucede con los diamantes en Wisconsin, Indiana y Canadá (Rivera, 2005, p.154).

Las especialistas que buscan minerales como estos, se enfocan en rastrear la acumulación de till y los usan como guías para comprender la dirección del glaciar a medida que desciende de los cerros. La kimberlita es el depósito más popular, donde se pueden encontrar abundantes diamantes o diferentes tipos de minerales (Rivera, 2005, p,155).

Se ha dado casos que en varios lugares se ha encontrado los tills de forma cristalizada o solidificado. “Esto ocurre porque se han enterrado y, con la acción de la presión de las capas superiores se ha convertido en roca. A este tipo de roca se le conoce como tillita y es un tipo de roca sedimentaria” (Rivera, 2005, p.154)



**Figura 7: Deposito de morrenas**

**Fuente:**<https://www.meteorologiaenred.com/que-son-las-morrenas.html>

## **2.2.2. La glaciación**

“Una glaciación es un periodo de larga duración” Entre ellos, la temperatura de la tierra desciende y hace que el manto de hielo continental de los casquetes polares y los glaciares se expanda. Los glaciares se subdividen en edades de hielo, y el Würm es la última edad de hielo hasta ahora (Rivera, 2005, p.146).

### **2.2.2.1. La glaciación y sus tipos**

Se han utilizado tres tipos principales de glaciación como evidencia de su existencia pasada: geología, química y paleontología. (Rivera, 2005, p.146)

- **Geología** Se han descubierto varias evidencias geológicas, como rocas erosionadas (que se han eliminado y desgastado para formar patrones de glaciares en la etapa inicial, y que se han aplastado y formado polvo de roca), valles glaciares, bordes de glaciares y Horst,

fangosos Rocas, lluvia de hielo glacial, bosques de tambor, sedimentos masivos tills, llanuras aluviales, trenes de valles, lagos llanos y fiordos costeros. Es decir, las propias condiciones climáticas desde la Edad del Hielo han propiciado la aparición de los accidentes descritos anteriormente en orografía. Las edades de hielo continuas tienden a distorsionar y eliminar la evidencia geológica, lo que dificulta su explicación (Rivera, 2005, p.146).

- **Química.** Los ensayos químicos incluyen cambios en la proporción de isótopos en las rocas sedimentarias, núcleos de sedimentos marinos y núcleos de hielo (generalmente ubicados en la llamada nieve perpetua) durante las etapas de glaciaciones. (Rivera, 2005, p.146).
- **Paleontología.** La evidencia paleontológica consiste en que los fósiles generan cambios en la distribución geográfica; Durante la fase de glaciación, las materias adaptadas al frío migraron a latitudes más bajas, mientras que las materias que preferían climas más cálidos se suprimieron en la región ecuatorial. (Rivera, 2005, p.146).

#### **2.1.1.1.1. Glaciaciones conocidas en la Tierra**

“Los períodos que se han podido documentar a lo largo de la historia de la Tierra son cinco, encontrándonos actualmente en la última de ellas. Cuanto más tiempo haya transcurrido entre un episodio glacial y la actualidad mayor es la dificultad para estudiar y definir las fechas. Se utilizan distintos métodos que no siempre ofrecen los mismos resultados. Casi siempre se tienen en cuenta entre 4 y 5 glaciaciones” (Rivera, 2005, p.146).

**Cuadro 1: Cronología de las glaciaciones**

Glaciación	Inicio – Fin (Ma)	Periodo/s geológico/s	Era geológica	Eón
Cuaternaria	.58 – presente	Neógeno	Cenozoico	Fanerozoico
Karoo	360-260	Carbonífero y Pérmico	Paleozoico	
Andina-Sahariana	450-420	Ordovícico y Silúrico	Paleozoico	
Criogénico (o Sturtian-Varangian)	850-635	Criogénico	Neoproterozoico	Proterozoico
<b>Huroniana</b>	2400-2100	Sidérico y Riásico	Paleoproterozoico	

**Fuente:** <https://www.ecured.cu/Glaciaciones>

“La **primera glaciación** es conocida como Huroniana y se produjo hace 2400 y 2100 millones de años, con una duración aproximada de 300 millones de años y por tanto la más larga de todas” (Rivera, 2005, p.146).

### 2.2.3. Agregados

Consiste en la mezcla de varias arenas, gravas o piedras trituradas en estado original o no original. Suelen encontrarse en ríos y valles, y se depositan a partir de corrientes de agua o depósitos de rocas "ígneas o metamórficas" con entornos de especial calidad (Matamoro, 2016, p.30).

Son unidades de piedra natural, granuladas, sin forma y volumen definido, y suelen ser inertes. “Por su tamaño los agregados pueden clasificarse en finos y gruesos, determinado por el tamaño de mayor predominio usando como referencia un tamiz como límite”. Se conoce como agregado grueso o grava a cualquier material retenido por el tamiz No. 4; a la arena o agregado fino, al que pasan por un tamiz de 3/8 y son retenidos por el número de tamiz 200, las partículas más pequeñas que pasan los 200 entre 0.06 mm y 0,002 mm, son llamados limos y arcillas pequeña. (Belito, 2018, p.20).

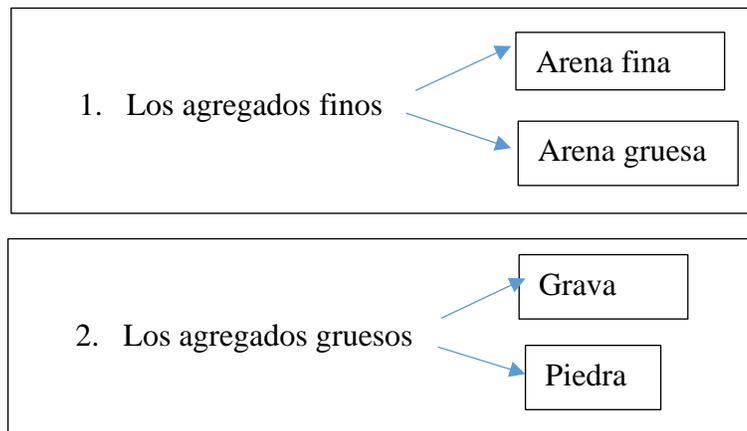
### 2.2.3.1. Ubicación de cantera

La información de los antecedentes geológicos y ambientales es el pilar para la investigación preliminar y el inventario del agregado. Por razones ecológicas se considerarán áreas protegidas, rutas de comunicación, suelos urbanizables, suelo agrícola, señal visual, entre otros. Así como la caracterización geológica, geotécnica y la tecnología del agregado en la zona seleccionada (Matamoro, 2016, p.31).

### 2.2.3.2. Clasificación según su procedencia

La clasificación pétreo del agregado se puede determinar, de acuerdo a la técnica empleada, así como su procedencia para su uso, se clasifica: (Belito, 2018, p.21).

- a) **El agregado Natural.** – “Son aquellos que se utilizan solamente después de una modificación de su distribución de tamaño” para acogerse a las necesidades de acuerdo a su utilización final, se dividen en: (Belito, 2018, p.21).



**Los Agregados Artificiales.** – “Son aquellos que se obtienen de la trituración de diferentes rocas de cantera o de las granulometrías de rechazo de los agregados naturales”. También son todos los materiales que cumplen con las propiedades establecidas como físicas y sean de la mejor calidad. (Belito, 2018, p.21).

### **2.2.3.3. Propiedades de los agregados**

- La Granulometría (análisis de tamaño de partículas), que se encuentra normado de acuerdo a la NTP 400.012 y ASTM C136.
- El Peso Unitario suelto y compacto, que se encuentra normado de acuerdo a la NTP 400.017 y ASTM C 29.
- Humedad (porcentaje), que se encuentra normado de acuerdo a la NTP 339.185 y ASTM C 535.
- El Peso específico y absorción, que se encuentran normados de acuerdo a la NTP 400.021; NTP 400.022; ASTM C 128 y ASTM C 127.
- La Resistencia de desgaste que determina la máquina de los ángeles, que se encuentra normado de acuerdo a la NTP 400.019; NTP 400.020; ASTM C131 y ASTM C535.

### **2.2.3.4. Concreto**

(Belito, 2018), detalla que el “concreto como una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua” te da especialmente una buena resistencia y así se puede obtener las propiedades establecidas.

EL CEMENTO+AGREGADO+AIRE+AGUA=EL CONCRETO

Así mismo menciona que “el cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo”. A veces se agregan ciertas sustancias (aditivos) para mejorar ciertas propiedades del concreto (Belito, 2018, p. 15).

El concreto es de suma importancia en la construcción en la ingeniería civil, sus elementos esenciales son: cemento, agregado y agua, su resistencia está basada de acuerdo a la relación y calidad de cada componente de la mezcla, así como de la situación de la humedad, temperatura y calidad de cada

agregado durante la producción, colocación, compactación y fraguado. Para ello, necesita saber: la fuente de agregado. (Belito, 2018, p. 15).

- El cemento de que origen y clasificación de acuerdo a su composición.
- Ver el lugar de origen del agua que se usara en el mezclado.
- Realizar el diseño de mezcla - ACI 211.
- Tener una resistencia promedio a la compresión con una buena mezcla de los materiales según su dosificación, peso y volumen.

Determinar la cantidad de los componentes del concreto para lograr los siguientes propósitos: el concreto vertido alrededor del encofrado y las barras de acero tiene suficiente trabajabilidad y consistencia sin excesiva segregación o filtración; de acuerdo a las condiciones de trabajo y requisitos de prueba de resistencia especificados en las NTP. (Belito, 2018, p. 16).

#### **2.2.3.5. Características del concreto**

(Belito, 2018), menciona que las propiedades del concreto variarán, dependiendo de si es concreto fresco o endurecido y se determinarán en un laboratorio con ensayos.

En el concreto frío se ve la resistencia según los cambios en la relación de agua-cemento "a / c". Así mismo se realizan probetas cilíndricas, y luego probarlas bajo compresión (Belito, 2018, p. 16).

En el concreto endurecido el ensayo de resistencia a la compresión sirve para determinar la resistencia. Por ello un concreto dócil es una mezcla que permite procesar la mezcla y colocarla uniformemente en el encofrado, y someterla a una adecuada compactación de sus ingredientes sin la existencia de segregaciones. (Belito, 2018, p. 16).

El concreto para que tenga la trabajabilidad deseada, debe tener suficiente sedimentación y gradación sin perder la igualdad y solidez. La habilidad de la

deformación del concreto fresco nos permite medir su solidez (Belito, 2018, p. 17).

Para el concreto endurecido, se realizan ensayos para verificar el grado de resistencia mediante probetas, donde se tiene que ver la resistencia del concreto de acuerdo a la resistencia a la compresión  $f_c$ , según sus especificaciones, el concreto se basa en una prueba de 28 días, y su resistencia se ve en la misma muestra y ensayo de los 28 días (Belito, 2018, p. 17).

#### **2.2.3.6. Componente de concreto**

El concreto endurecido tiene un diseño original dentro de su estructura, la estructura básica se determina por la reacción química de la relación entre el cemento y agua, que combina o agrupa los otros materiales que son el agregado grueso, agregado fino, aire y otros, el cemento tiene la capacidad de unir a los otros componentes y así llegar a la alta resistencia a la corrosión. También este debido a sus componentes inertes con sus propios rasgos hace que sea resistenten a las fuerzas a compresión, tracción y fuerza mecánica (Belito, 2018, p.17).

El concreto no tiene un diseño uniforme, por lo que no es isotrópico, es decir, no puede mantener las mismas capacidades en diferentes trayectorias. (Belito, 2018, p.17).

Cuando el cemento se encuentra en la fase plástica, así como también en la etapa de la elaboración, se añaden los diferentes ingredientes con una variabilidad particular, donde se puede apreciar que la mezcla de los diferentes ingredientes hace que en su ubicación final se encuentra endurecida (Belito, 2018, p.17).

### **2.2.3.6.1. Cemento**

“Es un conglomerante hidráulico que tiene la propiedad de endurecer y desarrollar resistencias mecánicas cuando se mezcla con agua”. Con la fermentación de materiales calcáreos y arcilla, y usando su mezcla finamente molida junto con yeso como regulador de la coagulación, se puede preparar el cemento Portland TIPO I, comúnmente utilizado en esta nación. (Belito, 2018, p. 18).

Según sus atributos y características, se pueden distinguir varios tipos. Sin embargo, cuando no se requieren las propiedades específicas de otros tipos de cemento, el cemento más comúnmente utilizado en la construcción de edificios es el cemento Portland Tipo I (Belito, 2018, p. 18).

El cemento es el componente más activo del concreto y suele tener un costo unitario más elevado. Por tanto, considerando que el comportamiento del concreto depende de la cantidad y calidad de sus componentes, la selección y uso correcto del cemento es fundamental para obtener económicamente las propiedades requeridas de una determinada mezcla. (Belito, 2018, p. 18).

Perú tiene los mercados en construcción, donde los usuarios pueden utilizar una variedad de cementos, y la mayoría de ellos tienen suficiente resistencia y durabilidad en trabajos normales. (Belito, 2018, p. 18).

La calidad del cemento dependerá del control interno de producción y del control externo de la fábrica, lo que reflejará el significado de calidad correspondiente. En cuanto a la composición, debe tener un bajo contenido en álcalis y un calor de hidratación moderado. Además, su calidad depende del cuidado que se tiene como el modo de almacenado y su tipo. (Belito, 2018, p. 18).

### **2.2.3.6.1.1. El Cemento Portland**

(Abanto Castillo, 2009), Se menciona que el cemento Portland es un producto de fácil obtención, que cuando se mezcla con agua, ya sea que se use solo en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la característica de reaccionar lentamente con el agua para formar aglomerados endurecidos. Esencialmente, es un Clinker finamente molido que se cuece a alta temperatura y contiene una cierta proporción de una mezcla de cal, alúmina, hierro y sílice.

### **2.2.3.6.1.2. Cemento portland (C.P.) y sus tipos**

- El C.P. Tipo I. Es de uso general, que se encuentra normado por (ASTM C 150-84).
- El C.P. Tipo II y II A. Es un cemento modificado, que se encuentra normado por (ASTM C 150-84).
- El C.P. Tipo III y III A. Es un cemento de resistencia alta, que se encuentra normado por (ASTM C 150-84).
- El C.P. Tipo IV. Es un cemento Portland de bajo calor, que se encuentra normado por (ASTM C 150-84).
- El C.P. Tipo V. es un cemento que tiene Resistencia a sulfatos, que se encuentra normado por (ASTM C 150-84).
- El C.P. Tipo IS e IS (MS) es un cemento Portland de alto horno (Cemento de escoria), que se encuentra establecido por (ASTM C 595-83).
- El C.P. Tipo IP, P y I (PM). Es un cemento de alta durabilidad, que está compuesto por puzolana natural, que se encuentra normado por (ASTM C 595-83a).

### 2.2.3.6.2. Tiempos del Fraguado

“Considerando que el fraguado es el proceso mediante el cual una pasta de cemento pasa del estado fluido al estado sólido, el proceso ha sido dividido en dos etapas: fraguado inicial y fraguado final para su correcto estudio” (Belito, 2018, p. 19).

“El fraguado inicial es cuando la masa empieza a perder plasticidad y el fraguado final es cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido” (Belito, 2018, p. 19).

### 2.2.3.6.3. El concreto y sus propiedades

El concreto tiene las siguientes propiedades, se detalla:

- **Trabajabilidad:** “Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones. No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia” (Abanto, 2009, p.47).
- **Estabilidad (consistencia):** “Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada” (Abanto, 2009, p.47).

#### **Ensayo de estabilidad (consistencia) del Concreto**

Según (Abanto, 2009, p.47), La prueba de consistencia (también llamada prueba de asentamiento o “slump test”) se usa para caracterizar el desempeño del concreto fresco. La prueba fue desarrollada por Duft Abrams; fue adoptada por AS1M en 1921 y finalmente revisada en 1978. Cuando se consolida una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, se mide el asentamiento de la mezcla después del desmoldeo. El comportamiento del concreto en la

prueba muestra su "uniformidad" - la capacidad de adaptarse fácilmente a una forma o molde.

**Procedimiento de Ensayo**

(Abanto, 2009, p.48), “El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente”.

(Abanto, 2009, p.48), “En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior”.

“La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar ·al término de la consolidación. Lleno) enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical” (Abanto, 2009, p.48).

El concreto recién vertido se asentará, y la diferencia entre “la altura del molde y la altura de la mezcla fresca” se llama slump. Se estima que no superará los 2 minutos desde el inicio hasta el final de la operación, y el proceso de desmolde no superará los 5 segundos. (Abanto, 2009, p.41).

**Cuadro 2: Clases de mezclas según su asentamiento**

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPARACIÓN
Seca	0'' a 2''	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3'' a 4''	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	>5''	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: (Abanto, 2009)

• **Peso Unitario:** (Riva, 2009, p.213), La densidad del concreto se define como la relación entre el volumen de sólidos y el volumen total de unidades cúbicas. También se puede entender como el porcentaje de un cierto volumen de concreto de material sólido. El peso unitario de concreto es la barra de acero de una muestra de concreto representativa. Expresado en kilogramos / metro cúbico.

Para agregados con alta porosidad, si se cumplen los requisitos de absorción, el peso unitario puede cambiar. Los cambios en las propiedades del hormigón afectarán el peso unitario y la densidad del hormigón de forma diferente. El peso unitario del agregado se puede cambiar para aumentar o disminuir el peso unitario del concreto sin afectar su densidad (Riva, 2009, p.213).

El peso unitario del concreto ligero preparado con agregado grueso natural o artificial de baja densidad específica puede ser de 480 a 1600 kg / m<sup>3</sup>. El peso unitario del hormigón pesado preparado con áridos gruesos naturales o artificiales de alta densidad específica puede aumentarse a 5000 kg / cm<sup>3</sup> (Riva, 2009, p.213).

Contenido de aire: Una gran cantidad de materiales que pasan el material No. 200 (74 um), especialmente aquellos en forma de arcilla, pueden reducir el contenido de aire en el concreto y forzar el uso de más agentes incorporadores de aire para obtener concreto (Riva, 2009, p.212).

(Riva, 2009, p.213), “El incremento de los tamaños menores del n°100 o n°200 en el agregado fino requiere un aumento en el dosaje del aditivo incorporados de aire para obtener el contenido de aire requerido y producir burbujas pequeñas y un mejor sistema aire-vacíos con un bajo factor de espaciamiento”. Por el contrario, si el material de la malla # 30 se aumenta

a # 50, la cantidad de aditivos incorporados por aire debe reducirse para obtener el mismo contenido de aire.

(Riva, 2009, p.213), “La angularidad de la arena no ha demostrado tener un efecto significativo sobre el dosaje de aditivo necesario en contenidos de aire menores del 8%”. Por tanto, debido a la presencia de materia orgánica, los aditivos reductores de aire se utilizan especialmente para obtener hormigón sin aire.

- Resistencia: La resistencia del concreto no se puede probar en condiciones plásticas, por lo que el procedimiento convencional es tomar muestras durante el proceso de mezcla y realizar pruebas de compresión después del curado. La resistencia a la compresión del hormigón es la carga máxima por unidad de área que la muestra puede soportar antes de fallar (fractura, falla) bajo compresión. (Abanto, 2009, p.50).

### **Estado fresco**

(Rivera,2012, p.205), “Al principio parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así conserva durante la colocación y compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son”:

- ✓ Trabajabilidad
- ✓ Consistencia
- ✓ Exudación
- ✓ Contenido de aire
- ✓ Peso unitario

### **Estado fraguado**

(Rivera, 2012, p.157), “Después el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando el concreto ya no está blando, se conoce como fraguado del concreto”.

La solidificación tiene lugar después de la compactación y durante el acabado. El concreto vertido es fácil de colocar, pero más difícil de terminar.

### **Estado endurecido**

(Rivera, 2012, p.126), “Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son”:

- Resistencia
- Durabilidad

“Para superar esta limitación se utiliza el acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno” (Rivera, 2012, p.126).

“Esta combinación es la que permite la masiva utilización del concreto armado en la construcción de edificios, puentes, pavimentos, presas, tanques, pilotes, etc.”, (Rivera, 2012, p.126).

### **2.3. Definición de términos**

**Morrena**, cualquier forma deposicional de origen glacial, independientemente de cual sea su morfología y de cuáles sean las características texturales del depósito.  
<https://es.wikipedia.org/wiki/G>.

**Glaciación**, Formación de glaciares en grandes superficies de la corteza terrestre. "a lo largo de la historia geológica de la Tierra ha habido varios períodos de glaciación".  
<https://es.wikipedia.org/wiki/G>.

**Depositas glaciares**, Son acumulaciones heterométricas de gravas angulosas, bloques guijarros y arenas dispuestas sin estratificación en una matriz de limo y arcilla, son masas de acumulación dejadas por los avances de la glaciación cuaternaria (Andía, 2019).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General

Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen significativamente en las propiedades del concreto.

### 2.4.2. Hipótesis Específica(s)

- a) Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente en las propiedades del concreto en estado fresco.
- b) Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

**Variable Independiente (X): Agregado morrénico de la Primera Glaciación.** - Materiales arrastrados y arrancados por el glaciar (primera glaciación que ocurrió entre 240 y 2.100 millones de años atrás) y se almacenó en línea recta durante todo el proceso. Su formación se debe a la acumulación de una gran cantidad de lluvia helada, que ha sido transportada y depositada por los glaciares. (GRIEM, 2015).

**Variable Dependiente (Y): Propiedades del concreto.** –Las propiedades del concreto tales como el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión se obtienen de la mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas (García, 2015).

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

**Variable Independiente (X): Agregado morrénico de la Primera Glaciación.** - La utilización de agregado morrénico de la primera glaciación no permitirá determinar el efecto en las propiedades del concreto en estado fresco

y endurecido. Se reemplazará al 100% un agregado convencional por el agregado morrénico.

**Variable Dependiente (Y): Propiedades del concreto. –**

El concreto es utilizado intensamente en la construcción de obras civiles. Se realizará el diseño de mezcla, con muestras en probetas de concreto luego de la caracterización de los agregados morrénicos, y los ensayos de asentamiento, peso unitario y rotura de probeta a edades de 3, 7, 14, 21, 28 días como corresponda.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

Cuadro 3: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
<b>Variable Independiente (X)</b> <b>Agregado morrénico de la primera glaciación</b>	Material glaciario heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son de aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.	Morfología del agregado	Tamaño del Agregado	Pulgadas
			Forma	Redondeadas Sub redondeadas Angulosas Subangulosa Mixto
			Abrasión de los Ángeles	Porcentaje
			Pasante de la malla N° 200	Gramos
		Calidad de los agregados	Equivalente de arena.	Porcentaje
			Granulometría.	Porcentaje
<b>Variable Dependiente (Y)</b> <b>Propiedades del concreto</b>	Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada concreto	Propiedades en estado fresco	Asentamiento	Pulgadas
			Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>
		Propiedades en estado endurecido	Ensayo de resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

La investigación utilizará el método científico, pues según Kerlinger (2009), este método realiza la investigación sistemática, controlada, empírica y crítica sobre proposiciones hipotéticas sobre la relación hipotética entre diversos fenómenos. El método científico en la presente investigación, permitirá evaluar de manera sistemática y controlada los efectos que tendrá la utilización de agregado morrénico sobre las propiedades del concreto.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada, por lo que se utilizaron conocimientos de las Ciencias de Ingeniería, con el fin aplicarlas en la determinación del beneficio de los agregados morrénicos de la primera glaciación (cantera Q g1 Ingemmet, Centro Poblado de Huari, provincia de Yauli la Oroya) para su uso en la elaboración concreto.

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es del tipo: explicativo, este tipo de investigación se distingue porque permite conocer las causas y efecto, en un determinado sector de la realidad.

#### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es de carácter cuasi experimental. se manipulará la variable independiente:

<b>GRUPO</b>	<b>ESTIMULO</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
<p align="center"><b><u>G1</u></b></p> <p>- Concreto Convencional</p>	<p align="center"><b><u>X</u></b></p> <p>- Sustitución de agregado por agregado morrénico de la primera glaciación</p>	<p align="center"><b><u>O1</u></b></p> <p>- Evaluación de las propiedades del concreto al sustituir el agregado convencional por el agregado morrénico de la primera glaciación</p>
<p align="center"><b><u>G2</u></b></p> <p>- Concreto Convencional</p>	<p align="center"><b>( - )</b></p>	<p align="center"><b><u>O2</u></b></p> <p>- Evaluación de las propiedades del concreto con agregado convencional</p>

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población de estudio de nuestra investigación es la cantera Q g1 Ingemmet, del Centro Poblado de Huari, Provincia de Yauli La Oroya de agregados morrénicos de la primera glaciación y la población de control es la cantera Yas de Huamancaca, Provincia de Huancayo.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra será intencional o de conveniencia de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico y corresponderá a la muestra de suelo morrénico seleccionado para prueba y muestra general convencional, el tamaño de muestras de prueba fue de 500 kg para el agregado morrénico de la cantera de Huari, asimismo nuestra cantera de control en Huamancaca fue de 500 kg.

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

#### 3.6.1. Observación:

Para obtener las características del agregado morrénico de la primera glaciación y ver los efectos de este sobre las “propiedades del concreto tanto en esta fresco y endurecido”, se consultó en la página oficial del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico INGEMMET la ubicación de las canteras de agregados morrénicos de la primera glaciación en el Centro Poblado de Huari de la Provincia de Yauli la Oroya, Región Junín para mediante ensayos de laboratorio se determinar el efecto en las propiedades del concreto.

#### 3.6.2. Recolección de Datos:

Para nuestra investigación tuvimos varias etapas como a continuación detallamos:

- **Fijación de la muestra en estudio.** - Se identificó y obtuvo 01 muestra de acuerdo con la estratificación por medio visual (material morrénico de la primera glaciación) que se encontró en la cantera de Huari – Centro Poblado de Huari, de igual manera se identificó una muestra de la cantera de control Huamancaca.
- **Toma de muestra y traslado del material.** - Una vez fijado el estrato correspondiente al depositario glaciar de la “primera glaciación” de la muestra Se tomaron muestras de los materiales de la cantera de agregados morrénicos, se identificaron por separado y luego se transfirieron al laboratorio.
- **Pruebas de laboratorio.** - Las pruebas de laboratorio están de acuerdo con “Normas Técnicas Peruanas y la Norma E 060”.
- **Registre los resultados de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo con los resultados de las pruebas de laboratorio.**
  - Registramos los resultados de resistencia a compresión de concreto de diferentes edades. Se ensayaron un total de 30 muestras, 3 de cada edad, y las edades de los ensayos fueron 3, 7, 14, 21 y 28 días.

- Con base en todos los resultados, se plantearon las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

### **3.6.3. Investigación geotécnica y pruebas de laboratorio.**

La investigación geotécnica se realizó en esta investigación consistió en identificar del mapa INGEMMET del cuadrángulo 24-1, donde encontramos la cantera Huari – Centro Poblado de Huari, pudiendo observar que a 120 del río Mantaro en la margen derecha del mismo hay depósitos de morrenas. Una vez determinados los depósitos de morrenas se llevó a cabo el trabajo INSITU donde colocamos los agregados morrénicos de la primera glaciación, luego se procedió a su selección de acuerdo con nivel de estratificación, del mismo modo, se realizó un estudio geológico y una inspección del área de estudio.

#### **3.6.3.1. Exploración de campo**

El muestreo y la toma de muestra implicaron la selección de agregados en función del nivel de estratificación del agregado evitando la contaminación de la muestra, de manera similar, para recolectar una muestra de agregado grueso, es necesario llenar en costalillos para asegurarse de que el agregado recolectado esté libre de impurezas, compuesto de rocas con un diámetro de 3 pulgadas y de 5 a 8 pulgadas antes de la identificación de la muestra. Para el agregado fino, primero fue identificado el tamaño de las partículas para cumplir con las especificaciones de agregado fino de concreto.

#### **3.6.3.2. Pruebas de Laboratorio**

##### **3.6.3.2.1. Granulometría del agregado fino:**

El análisis del tamaño de partículas implica separar y conocer el porcentaje de cada tamaño de grano. El agregado debe escalarse de acuerdo con su tamaño máximo y dentro de los límites establecidos por la norma “ASTM C-33-08”. Los equipos y accesorios utilizados son:

### **Equipos y accesorios:**

- 01 Balance de sensibilidad de 1 kg y 0,1 g
- 01 grupo de tamices de 203 mm (8 pulgadas) de diámetro, numeradas 4, 8, 16, 30, 50 y 100; y tapa inferior
- Bandeja y cápsulas de papel de aluminio
- Accesorios, como cepillos o cepillos de cerdas

### **Procedimiento**

- El material pasado se seca a través de un tamiz de 3/8 pulgadas.
- Después de que el material se seque, el material se cuarteara y la muestra representativa no debe ser inferior a 500 gramos.
- Los tamices deben colocarse en orden, con el tamiz de menor diámetro en la parte inferior y el tamiz de mayor diámetro en la parte superior, estos tamices deben apilarse de abajo hacia arriba.
- Se vierte los materiales secos y pesados en el tamiz No. 4 al No. 100, luego cierre la tapa y el tamizado. El tamizado se puede realizar usando un tamiz o manualmente. El tiempo de tamizado más corto debe ser de 10 minutos.
- Una vez finalizado el proceso de cribado, se mide el peso retenido en cada tamiz, teniendo cuidado de no perder materiales en el proceso.
- Se debe verificar que no exista material residual en ningún tamiz, para que no se modifiquen los datos de tamaño de partícula, y lo mejor es no usar cepillos de acero bajo ningún concepto porque cambiarán el tamaño de la abertura. Se pueden usar brochas o cerdas.
- El peso total restante debe ser igual al peso total de la muestra inicial y el peso final total no debe exceder el 2%.

Para encontrar el módulo de finura de la arena, se siguen los pasos a continuación:

- Se agrega el porcentaje acumulado retenido por el cuarto tamiz al tamiz número 100 y divide por 100. Se clasifica la arena de acuerdo con la tabla siguiente. Generalmente, para arena de hormigón con un módulo de finura de 2,2 a 3,2, se debe utilizar arena media.

**Cuadro 4: Clasificación de arena por su módulo de finura**

Tipo de arena	Módulo de finura
Gruesa	2,9 – 3,2
Media	2,2 – 2,9
Fina	1,5 – 2,2
Muy fina	1,5 – 2,2

Fuente: ASTM C-33-08

### **3.6.3.2.2. Granulometría del Agregado Grueso**

El análisis del tamaño de partículas implica separar y conocer el porcentaje de cada tamaño de grano. El agregado debe escalarse de acuerdo con su tamaño máximo y dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C-33-08. Los equipos y accesorios utilizados son los siguientes:

- 01 báscula 1 kg, sensibilidad 0,1 g.
- 01 juegos de cribas de 305 mm o 406 mm (12 pulgadas o 16 pulgadas) con aberturas de 9,51 mm, 12,7 mm, 25,4 mm, 38,1 mm, 50,8 mm, 46,00 mm y 76,1 mm (3/8 pulgadas, 1 pulgada), 1½ pulgadas, 2 pulgadas y 3 pulgadas).
- Bandejas, capsulas, brochas y cepillo de cerdas.

#### **Procedimiento**

- Se debe de secar el material a utilizar.
- Realizar un cuarteo para obtener una muestra representativa.
- De acuerdo con el orden de mayor a menor diámetro, las muestras se pesan y se tamizan en las cribas especificadas anteriormente, y las muestras retenidas en cada criba deben pesarse.
- Se registra el peso retenido de la misma manera que el agregado fino y calcule el porcentaje de retención parcial y acumulativa. El peso total debe ser coherente con el peso total de la muestra, que es inferior a 1 gramo.

**Figura 8: Granulometría Del Agregado Grueso**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.2. Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y del Agregado Grueso**

#### **a) Ensayo de peso específico del agregado fino:**

Después de sumergirlo en agua durante 24 horas, determine la gravedad específica del agregado fino.

#### **Equipos y Accesorios:**

- 01 báscula 1 kg, sensibilidad 0,1 gr. o 0.1% de la carga de prueba.
- Tamiz N° 4
- Molde cónico, diámetro inferior superior 40 mm, diámetro inferior 90 mm, altura 75 mm.
- Un ariete metálico con un peso de 340 gramos y una sección transversal de 25 mm.
- La temperatura media del horno debe ser de  $110 \pm 5$  ° C.
- Picnómetro

## Procedimiento

- La muestra se homogeneiza completamente, y luego el material se tamiza a través del tamiz No. 4, y luego se retira el material sobre el tamiz No. 4.
- Aproximadamente 1 kg de producto se seca en un horno a 110 ° C y luego se enfría a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas.
- Una vez enfriada la muestra, pesarla y repetir el secado hasta que alcance un peso constante. Luego, la muestra se cubre completamente con agua y se sumerge durante 24 horas.
- Luego de sumergir por un período de tiempo, verter con cuidado el agua para evitar la pérdida de polvo fino, y luego esparcir la muestra en la bandeja, iniciamos la operación de secar la superficie de las partículas, guiamos una cantidad adecuada de aire caliente sobre ella y continuamos removiendo para que el secado sea uniforme y continuamos secando hasta que las partículas se puedan tener un lujo libre.
- Fije el molde cónico firmemente sobre una superficie plana, vierta una cantidad suficiente de muestra en él a través del embudo y apisona suavemente con 25 golpes de varilla. Si el material puede permanecer vertical, levante con cuidado el molde verticalmente. La forma del molde, continúe secando la muestra, a menudo use un cono para probar hasta que la superficie se agriete, lo que indica que el agregado ha alcanzado el estado seco superficial.
- Introducir inmediatamente la muestra en el picnómetro, pelar primero 500 g de agregado fino, preparar como se describe anteriormente y agregar agua al 90% de su capacidad para eliminar el aire residual, hacer rodar el picnómetro sobre una superficie plana, En un baño de agua a 21 ° C y 25 ° C durante 1 hora, sacarlo del baño de agua y secar rápidamente su superficie. El peso total (picnómetro, muestra y agua) pesa alrededor de 0,1 g.
- Retirar el agregado fino del picnómetro y secarlo en un horno a una temperatura de 100 ° C-110 ° C hasta que tenga un peso constante. Enfriarlo a temperatura ambiente de 1 a 1½ horas, y finalmente determinar su peso seco.

**Figura 9: Peso específico y absorción del agregado fino**



Fuente: Elaboración propia

### **b) Peso específico del agregado grueso**

Después de sumergirlo en agua durante 24 horas, determine la gravedad específica del agregado grueso con un tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

#### **Equipos y Accesorios:**

- 01 balanza con una capacidad de 5000 g, una sensibilidad de 0,50 g y un peso máximo de 5000 g.
- Tamiz de 4,75 mm (n. ° 4).
- Molde cónico, diámetro base superior 40 mm, diámetro inferior 90 mm, altura 75 mm.
- Ariete metálico con un peso de 340 gramos y una sección transversal de 25 mm.
- La temperatura del horno es 100 ° -110 ° C.
- Probeta graduada de 500 ml.

#### **Procedimiento**

- Lave la muestra con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias.

- Después del lavado, las muestras se secaron en un horno a 110 ° C y se enfriaron a temperatura ambiente durante 1-3 horas.
- Luego de enfriar la muestra, se pesa y se repite el secado hasta obtener un peso constante y luego se sumerge en agua por 24 horas a temperatura ambiente.
- Después de sumergirlo por un período de tiempo, se toma una muestra de agua y las partículas se secan en un absorbente grande hasta que el agua de la superficie visible se elimina secando las piezas más grandes por separado. A continuación, determine el peso de la muestra cuando la superficie seca está saturada.
- A continuación, coloque la muestra en una canasta de metal y determine su peso cuando se sumerja en agua a una temperatura entre 21 y 25 ° C.
- Secar la muestra en un horno a 100 ° C-110 ° C, enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y medir su peso seco hasta obtener un peso constante.

**Figura 10: Peso específico y absorción del agregado grueso**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.3. Prueba del Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados Gruesos y Finos**

#### **a) Prueba del peso unitario suelto de los agregados gruesos y finos**

El método de prueba incluye determinar el peso unitario suelto de agregados finos y gruesos.

### **Equipos y Accesorios:**

- La balanza 01 es de 0,05 kg y la precisión es del 0,1% del peso de la muestra.
- 01 Molde
- Acero liso (una varilla) de 16 mm (5/8 pulgadas) de 60 cm de largo.
- Palets o contenedores.

### **Procedimientos**

- Primero determine el peso y el volumen del molde.
- Poner el material en el molde sin compactarlo.
- Una vez que el molde esté lleno, use una varilla para el tratamiento de la superficie.
- Utilice arena para pesar el molde instalado.

### **b) Prueba del peso unitario compactado de los agregados gruesos y finos:**

El método de prueba implica determinar el peso unitario compactado de los agregados finos.

### **Equipos y Accesorios:**

- La balanza 01 es de 0,05 kg y la precisión es del 0,1% del peso de la muestra.
- 01 Molde
- Acero liso (una varilla) de 16 mm (5/8 pulgadas) de 60 cm de largo.
- Palets o contenedores.

### **Procedimientos**

- Primero determine el peso y el volumen del molde.
- Dividir el material en tres capas de aproximadamente el mismo volumen y colocarlas en el molde, nivelar cada capa a mano y apisonar con 25 pasadas. Las varillas lisas se distribuyen uniformemente en cada capa.

- Al apisonar la primera capa, evite que la varilla golpee el fondo del molde. Al apisonar la capa superficial, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solo pase a través de la capa correspondiente.
- Una vez que el molde esté lleno, use un palito para nivelar la superficie.
- Pesar el molde para el material compactado.

#### **3.6.3.2.4. Pruebas de “Contenido de Humedad” de los Agregados Finos y de los Agregados Gruesos**

El método de prueba implica determinar el contenido de humedad de los agregados finos y gruesos

##### **Equipos y Accesorios:**

- La balanza 01 es de 0,05 kg y la precisión es del 0,1% del peso de la muestra.
- La temperatura del horno es de  $110^{\circ} + -5^{\circ} \text{C}$ .
- Envase.

##### **Procedimientos**

- Primero determine el peso del contenedor.
- Pesar el recipiente y la muestra.
- Métele en un horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 12 a 14 horas.
- Sacarlo del horno y pesarlo, registrar el primer peso.
- Regresar al horno hasta que el peso sea constante.

#### **3.6.3.2.5. Los Ensayos de PH**

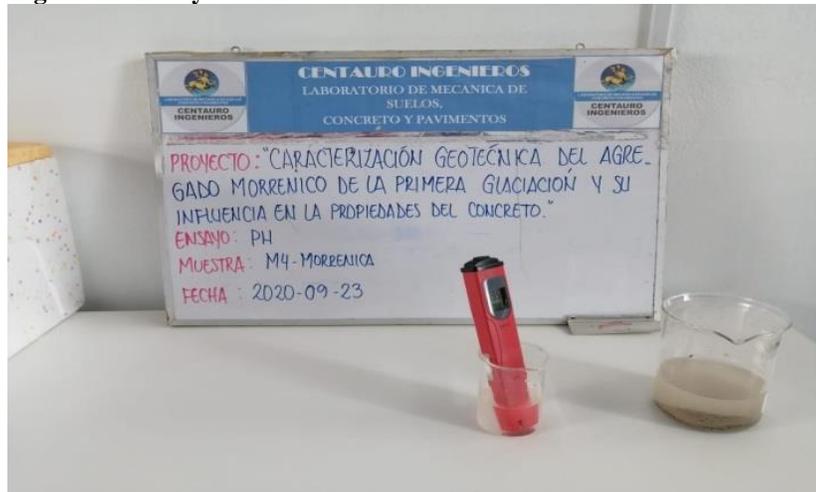
##### **Equipos y Accesorios:**

- Horno con una temperatura de  $103^{\circ}$  a  $110^{\circ}\text{C}$
- Vaso de precipitados de 80 ml a 1000 ml.
- Papel “Whatman” de 125 mm
- Agua destilada

## Procedimientos

- Separe 100 gramos de material pasando por un tamiz No. 10.
- Coloque los materiales en un vaso de precipitados de 1000 ml y agregue 300 ml de agua destilada.
- Hervir la alícuota durante 1 hora a una temperatura de 104° a 105°C.
- Decante la alícuota durante aproximadamente 1 hora.
- Colocamos una alícuota de la muestra en un vaso de precipitados de 80 ml y la filtramos con papel Whatman de 125 mm de diámetro.
- En la alícuota ya filtrada, agregamos (tira), cambiará de color según el valor de PH.
- Alícuotas, ya sean alcalinas o ácidas. Estas submuestras deben trabajar dentro del rango de pH de  $6 \leq \text{PH} \leq 8$ .
- Si la alícuota es  $> 6$ , agregue bicarbonato de sodio para ingresar al rango determinado en el estándar NTP.
- Si es menor de 8, use ácido nítrico para bajar el pH.

**Figura 11: Ensayo de PH**



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.2.6. Pruebas de Equivalentes de Arena

La prueba consiste en indicar las proporciones relativas de arcilla o suelo plástico fino y polvo en suelo granular y agregado fino que pasa a través de un tamiz N ° 4 (4,75 mm) en condiciones estándar.

### Equipos y Accesorios:

- 03 Probeta graduada de plástico acrílico transparente con tapón de goma.
- 01 tubería de riego.
- 01 equipo de pesaje vertical y conjunto sifón.
- 01 tamiz No. 4 (4,75 mm).
- 01 tanque cilíndrico puede medir aprox. Tiene un diámetro de 57 mm (2½ pulgadas) y una capacidad de 85 ml + -5 ml. 01 embudo de boca ancha.
- 01 reloj con lectura en minutos y segundos bandeja.

### Procedimiento

- Secado de la muestra obtenida.
- Cuarteo de la muestra, para la obtención de una muestra representativa.
- Tamizar por el tamiz N°4 (4,75mm) la muestra representativa para obtener de 1k a 1 ½ k de muestra pasante por la malla N°4.
- La muestra de 1k a 1 ½ k que pasa por la malla N°4, se hace secar en el horno a 110°C +- 5°C, por un tiempo de 24 horas.
- Pasado las 24 horas se retira del horno y se deja enfriar el material a temperatura ambiental, una vez enfriado el material se pone a pesar hasta obtener un peso constante de 0,01 gr.
- Preparar la muestra en una bandeja, humedeciendo con la ayuda de la pizeta hasta que la muestra sea trabajable (esto nos ayuda a no perder los finos).
- Pesar aproximadamente de 150 gr a 200 gr y ubicarlo en una capsula.

**Figura 12: Equivalente De Arena**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.7. Ensayo de Material que Pasa por la Malla 200**

Este método de ensayo consiste en la separación de partículas menores que 75  $\mu\text{m}$  (N° 200). Se efectúa por lavado con agua a través del tamiz N° 200 (75  $\mu\text{m}$ ).

#### **Equipos y Accesorios:**

- 01 juego de tamices de 425  $\mu\text{m}$  (N° 40) de diámetro de los números 60, 140 y 200;
- así como fondo y tapa.
- 01 balanza de 1 kg y 0.1 g de sensibilidad
- Horno
- 02 juegos de recipientes.
- Procedimiento
- Realizar el cuarteo para obtener una muestra representativa.
- Llevar al horno la muestra representativa para su secado a una temperatura de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta obtener un peso constante y que se pesa con una aproximación de 0.1 g.
- El peso de la muestra para determinar el contenido de humedad debe estar entre el 20% y 30% del peso del espécimen de ensayo.
- Una vez preparado la muestra, colocar a la malla superior (tamiz N°40).
- Lavar la muestra de ensayo a través de las mallas por medio de un corrido de agua.

El material puede ser ligeramente manipulado para facilitar el tamizado, teniendo cuidado que no se produzca pérdida de material.

- Continuar el lavado hasta que el agua que pasa a través del tamiz salga clara.
- Secar el material retenido y pesar.

**Figura 13: Material Que Pasa Por La Malla N°200**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.8. Ensayo de Abrasión de los Ángeles**

Sirve para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles.

#### **Equipos y Accesorios:**

- 01 máquina de los Ángeles
- 01 balanza de 1 kg y 0.1 g de sensibilidad
- 01 juego de tamices de 25,00 mm (1 pulgada) de diámetro de los números  $\frac{3}{4}$  de pulgada,  $\frac{1}{2}$  de pulgada,  $\frac{3}{8}$  de pulgada,  $\frac{1}{4}$  de pulgada, N ° 4, N ° 8 y N ° 12.
- El juego de bolas según el método siguiente es de aproximadamente 46,8 mm (1  $\frac{27}{32}$  pulgadas).
  - Métodos A: 12 esferas
  - Métodos B: 11 esferas
  - Métodos C: 8 esferas
  - Métodos D: 6 esferas
- Hornos

#### **Procedimientos**

- Divida el material en cuatro partes iguales para obtener una muestra representativa.

- Tamizar muestras representativas a través de la cuadrícula indicada en la Tabla 5 del MTC E 207 para seleccionar el método a ensayar de acuerdo al grado del material.
- Una vez seleccionado el método, pesaremos el material según el método seleccionado, ya sea A, B, C o D.
- Lavar el material a ensayar y secarlo en un horno a  $110^{\circ} + -5^{\circ} \text{ C}$  después del lavado.
- La muestra y el número de bolas se colocan en la máquina Angels.
- Programe la máquina para que gire 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 RPM.
- Una vez finalizado el procesamiento, extraiga la muestra a la bandeja.
- Continuamos revisando la malla No. 12, pesamos y registramos los materiales retenidos en la malla No. 12. Si el material está básicamente libre de recubrimiento y polvo, se pueden evitar los requisitos de lavado, pero siempre es necesario secar antes de probar. Por lo tanto, en el caso de pruebas de árbitros, se realizará una limpieza.
- Si además limpia el material que queda en la pantalla No. 12, séquelo en un horno o estufa respectivamente y observe el límite de temperatura de secado ( $110^{\circ} + -5^{\circ} \text{ C}$ ) hasta que la calidad sea constante.

**Cuadro 5: Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Grado de muestras de análisis**

Material del tamiz (abertura)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25.0 mm (1")	1 250 +- 25	--	--	--
25.0 mm (1")	19.0 mm (¾")	1 250 +- 25	--	--	--
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1 250 +- 10	2 500 +- 10	--	--
12.5 mm (½")	9.5 mm (3/8")	1 250 +- 10	2 500 +- 10	--	--
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (¼")	--	--	2 500 +- 10	--
6.3 mm (¼")	4.75 mm (N° 4)	--	--	2 500 +- 10	--
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	--	--	--	5 000
TOTAL		5 000 +- 10	5 000 +- 10	5 000 +- 10	5 000 +- 10

**Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – 2016**

**Figura 14: Abrasión De Los Ángeles**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.9. Ensayos de Impurezas Orgánicas**

Esta prueba se usa para determinar aproximadamente la presencia de impurezas orgánicas nocivas en agregados finos usados en concreto o mortero de cemento hidráulico.

#### **Los equipos, materiales e insumos a utilizar son:**

- Frasco graduado: un frasco de vidrio graduado incoloro con una capacidad nominal de aproximadamente 350 ml o 470 ml, una sección transversal ovalada y una tapa impermeable que es insoluble en el reactivo designado. La escala de la botella estará en milímetros, a menos que el usuario pueda calibrar y marcar esas escalas sin marcar.
- Reactivo de solución de hidróxido de sodio (3%): disuelva 3 partes en peso de reactivo de grado de hidróxido de sodio (NaOH) en 97 partes de agua.
- Solución estándar de referencia: disolver dicromato de potasio de grado reactivo ( $K_2Cr_2O_7$ ) en ácido sulfúrico concentrado (gravedad específica 1,84) en una proporción de 0,250 g / 100 ml de ácido.

- Al hacer comparaciones de colores, la solución debe estar fría, si es necesario, use calor moderado.

#### **A. Preparación del Ensayo**

- El matraz de medición se llena con aproximadamente 130 mililitros de la muestra de agregado fino que se va a analizar. El resto de las muestras se guardarán para uso futuro.
- La solución de hidróxido de sodio se añadió hasta que el volumen de agregados finos y líquido alcanzó un volumen de aproximadamente 200 ml.
- Cubra la botella, agite vigorosamente y luego déjela reposar durante 24 horas.

#### **B. Procedimiento Estándar**

- Procedimiento estándar: Después de reposar durante 24 horas, llene una botella de aproximadamente 75 ml con solución de referencia fresca y prepárela durante no más de 2 horas, como se muestra.
- Compare el color del sobrenadante en la muestra de prueba con el color de la solución estándar y registre si es más brillante, igual o más oscuro. Compare colocando las botellas cerca y mirándolas.

#### **C. Procedimiento Alternativo**

Para definir con mayor precisión el color del líquido de la muestra de prueba, se pueden usar 5 vidrios de colores estándar y se usan los siguientes colores:

**Cuadro 6: Color del líquido de la muestra de ensayo**

<b>COLOR GARDNER STANDARD N°</b>	<b>PLACA ORGÁNICA N°</b>
5	1
8	2
11	3 (standard)
13	4
16	5

**Fuente: NTP 400.037**

- Al utilizar este paso alternativo, no es necesario preparar una solución de color estándar.

- Si el color del sobrenadante es más oscuro que el color de referencia de la solución estándar o el vidrio estándar, se considerará que el agregado fino medido contiene impurezas orgánicas nocivas y se deben realizar pruebas adicionales antes de que se apruebe su uso en concreto.

### 3.6.3.2.9. Ensayo de Durabilidad al Sulfato de Magnesio

#### Equipos y Accesorios:

- Serie gruesa 2½, 2 pulgadas, 1½ pulgada, 1¼ pulgada, 1 pulgada, ¾ pulgada, 5/8 pulgada, 1/2 pulgada, 3/8 pulgada tamiz de 5/16 pulgada
- Serie fina No. 4, No. 5, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100.
- Recipiente para agregado inundado.
- Equilibrio 500 gr, sensibilidad 0,1 gr.
- El horno puede mantener una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$
- Solución de Sulfato de magnesio

#### Muestras de ensayo

- Agregado fino: pase el agregado fino probado a través del tamiz normalizado 9,50 mm (3/8”). La muestra es de un peso tal, que una vez tamizada queda por lo menos 100 g de material en cada uno de los tamices. Los pesos retenidos serán por lo menos de 5 % de la muestra tamizada, expresados en función de los siguientes tamices nominales:

**Cuadro 7: Tamices nominales**

Pasa el tamiz normalizado	Retenido sobre el tamiz normalizado
600 μm (N° 30)	300 μm (N° 50)
1.18 mm (N° 16)	600 μm (N° 30)
2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)
9.50 mm (3/8”)	4.75 mm (N° 4)

**Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – 2016**

**Agregado grueso:** El agregado grueso usado para las pruebas permanecerá en el tamiz estándar de 4.75 mm (No. 4). Este material será probado para agregado fino

de acuerdo con el procedimiento descrito. El peso de la muestra es tal que una vez tamizada, el número de muestras restantes de cada tamaño diferente permanecerá sin cambios (el peso restante es al menos el 5% de la muestra tamizada).

**Cuadro 8: Tamaño tamices normalizado de abertura cuadrado**

Tamaño (tamices normalizados de abertura cuadrada)	Peso en g.
<b>Consistiendo de:</b>	
9,5 mm (3/8") a 4.75 mm (N° 4)	300 +- 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1 000 +- 10
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 12,5 mm (1/2") a 9,5 mm (3/8")	300 +- 5
Material de 19,0 mm (3/4") a 12,5 mm (1/2")	670 +- 10
37.5 mm (1 1/2") a 19.0 mm (3/4")	1 500 +- 50
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 25.0 mm (1") a 19.0 mm (3/4")	500 +- 30
Material de 37.5 mm (1 1/2") a 25.0 mm (1")	1 000 +- 50
63.0 mm (2 1/2") a 37.5 mm (1 1/2")	5 000 +- 300
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 50.0 mm (2") a 37.5 mm (1 1/2")	2 000 +- 200
Material de 63.0 mm (2 1/2") a 50.0 mm (2")	3 000 +- 300
Para tamaños mayores se aumentara el tamaño del tamiz en incrementos de 25.00 mm (1") para cada fracción.	7 000 +- 1 000

**Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – 2016**

Cuando se analizan agregados que contienen cantidades significativas de agregados finos y gruesos, el porcentaje en peso del tamiz cuya escala es mayor a 9.5 mm (3/8) es mayor al 10%, y la escala de menos del 4% en peso es menor a 4, 75 mm (# 4) Analice las muestras por separado de acuerdo con los procedimientos para agregado fino y agregado grueso. Los resultados deben asignarse a las fracciones de agregado fino y agregado grueso respectivamente, y debe darse el porcentaje de agregado grueso y agregado fino en la escala inicial.

**Preparación de la muestra de ensayo:**

- **Agregado fino:** La muestra de agregado fino se lava completamente en un tamiz estándar de 300 µm (No. 50), se seca hasta un peso constante a 105 ° C o 110 ° C, y luego se divide en diferentes tamaños por tamizado, como

se muestra a continuación: Tamiz específico para tamizar y clasificar muestras.

- La muestra se selecciona entre las fracciones obtenidas de esta forma para que tenga 100 gramos después de ser completamente tamizada. (Por lo general, una muestra de 110 g es suficiente). El agregado fino adherido a la pantalla no se usa al preparar la muestra. Después del tamizado final, pese cada muestra de  $100 \pm 1$  g y colóquela en un recipiente aparte para su análisis.
- **Agregado grueso:** La muestra de agregado grueso se limpia a fondo y se seca hasta un peso constante a  $105^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ . Cuando la pieza de prueba consta de dos tamaños y se pesa dentro del rango de tolerancia, se divide en 5.2 secciones mediante un cribado completo. Se muestran diferentes tamaños. 5.2 y combinado con el peso total especificado.
- Registre el peso de la muestra de prueba y sus componentes. Obtenga el peso de muestra apropiado para cada fracción y colóquelo en un recipiente separado para analizar. Si el tamaño de la fracción es mayor que el tamiz estándar de 19,0 mm (3/4 de pulgada), se debe contar el número de partículas.

## **Cálculos e informe**

### **Cálculos**

- **Examen cuantitativo:**

Después de completar el último ciclo y enfriar la muestra a temperatura ambiente, se lavó cada parte para eliminar el sulfato de sodio o el sulfato de magnesio. El último lavado se realizará con agua destilada, y al reaccionar con cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) se podrá comprobar si el agua de lavado no contiene la sal anterior.

Después de eliminar el sulfato de sodio o el sulfato de magnesio, cada parte de la muestra se secó hasta un peso constante a  $105^{\circ}\text{C}$  o  $110^{\circ}\text{C}$  y luego se registró. El agregado fino se tamiza a través del mismo tamiz y luego se retiene en él antes de la prueba.

El agregado grueso se tamizará a través del tamiz que se muestra a continuación para seleccionar cada tamaño de partícula adecuado.

**Cuadro 9: Tamaño de agregado y tamiz normalizado**

Tamaño del agregado	Tamiz normalizado para determinar la pérdida
63 mm (2 ½") a 37.5 mm (1 ½")	31.5 mm (1 ¼")
37.5 mm (1 ½") a 19.00 mm (¾")	16.0 mm (5/8")
19.0 mm (¾") a 9.5 mm (3/8")	8.0 mm (5/16")
9.5 mm (3/8") a 4.75 mm (Nº4)	4.0 mm (Nº 5)

**Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – 2016**

El método y el tiempo para tamizar el agregado fino serán los mismos que para la preparación de la muestra. El tamizado del agregado grueso se realizará manualmente, y al mismo tiempo, se debe agitar completamente para asegurar que los materiales de menor tamaño pasen por los orificios del tamiz. No se debe utilizar ningún método de procesamiento adicional para romper las partículas y pasar a través de la pantalla. Pese y registre el material restante en cada cuadrícula. La diferencia entre cada una de estas cantidades y el peso inicial de la fracción ensayada es la pérdida de peso y se expresará como porcentaje del peso inicial utilizado.

- **Examen Cualitativo:** La inspección cualitativa de muestras mayores de 19,0 mm (¾ de pulgada) es la siguiente (Nota 4). Según el efecto de la prueba, las partículas de cada muestra se dividen en varios grupos. Registre el número de partículas que muestran cada tipo de acción. Puede provocar múltiples acciones. Generalmente, se pueden dividir en desintegración, agrietamiento, aplastamiento, rotura, pelado, etc. Aunque solo las partículas de más de ¾ de pulgada deben inspeccionarse cualitativamente, se recomienda inspeccionar la malla pequeña para determinar si hay signos de agrietamiento excesivo.

**Figura 15: Durabilidad Al Sulfato De Magnesio Del Agregado Grueso**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.10. Ensayo de Sales del Agregado Fino y del agregado grueso**

#### **Equipos y Accesorios:**

- Malla N°10
- Balanza analítica con una precisión de 0,1 mg
- Papel de filtro Whatman N ° 40
- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Cápsula de evaporación de platino de 100 ml
- Tablero de amianto
- Estufa de secado a 180 ° C
- Vaso de precipitados de 500 ml
- Reactivos químicos:
- Ácido nítrico

#### **Procedimiento**

- Pesar 100 g de la muestra a analizar (secada al aire a una temperatura que no exceda los 60 ° C o tamizada a través de un tamiz No. 10) en un vaso de precipitados de 500 ml.

- Agregar 300 ml de agua destilada y dejar reposar durante una hora.
- Filtrar la suspensión a través de papel de filtro Whatman No. 40 (si el filtrado está turbio, agregar 1 gota de ácido nítrico y filtrar nuevamente).
- Pese las cápsulas de platino.
- Agregue 25 ml a la cápsula de platino.
- Poner el horno a  $180\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta que se evapore durante al menos una hora.
- Repetir el ciclo de secado, secado y pesado hasta obtener un peso constante o hasta que el cambio de peso sea menor al 4% o 1 mg del peso anterior.
- Pesar las cápsulas de platino y las muestras restantes

#### **3.6.3.2.11. Ensayo de sulfatos del agregado fino y del agregado grueso**

##### **Equipos y Accesorios:**

- Tamiz número N ° 10
- Balanza analítica con una precisión de 0,1 mg
- Papel de filtro Whatman N ° 40
- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Botella de porcelana de 60 ml
- Tablero de amianto
- Estufa de secado a  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Vaso de precipitados de 500 ml

##### **Reactivos Químicos:**

- Ácido nítrico
- Cloruro de bario
- Nitrato de plata

### **Procedimiento: Método A (Método Gravimétrico)**

- Pesar 100 gramos de muestra agregada lista para el análisis (secar al aire o pasar por un tamiz No. 10 a una temperatura que no exceda los 60 ° C) y colocarlo en un vaso de precipitados de 500 ml.
- Agregar 300 ml de agua destilada y dejar reposar durante una hora.
- Filtrar la suspensión a través de papel de filtro Whatman No. 40 (si el filtrado está turbio, agregar 1 gota de ácido nítrico y filtrar nuevamente).
- Aspirar 30 ml de extracto de áridos.
- Calentar 5 ml de solución de cloruro de bario y luego agregar 30 ml de extracto agregado (esperar al menos 2 horas para el tiempo de precipitación).
- Pese papel de filtro Whatman No. 40 seco.
- Filtrar la solución diluida en el extracto agregado en papel de filtro Whatman No. 40 (el sedimento se lava con agua caliente y una gota de nitrato de plata).
- Pese el papel de filtro Whatman No. 40 húmedo.
- Introducir el papel de filtro húmedo en el horno a 800 ° C hasta que se quemé durante una hora.
- Pese papel de filtro quemado Whatman No. 40.

### **3.6.3.2.12. Ensayo de Carbonatación**

Esta prueba se utiliza para verificar si el hormigón ha pasado por un proceso de carbonización o está pasando por un proceso de carbonización y en qué medida.

#### **Aparatos:**

- Balanza analítica con una precisión de 0,1 mg
- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Vaso de precipitados de 250 ml

#### **Reactivos Químicos**

- Fenolftaleína al 5%.

### Procedimiento:

- Prepare una solución de fenolftaleína al 5% (5 g de fenolftaleína en 100 ml de isopropanol).
- Rocíe una solución de fenolftaleína sobre la muestra de concreto recién rota (si el color de la muestra de concreto impregnado se vuelve violeta oscuro, se considera no carbonizado, si el color no cambia, se considera carbonatado).

**Figura 16: Durabilidad Al Sulfato De Magnesio Del Agregado Grueso**



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.2.13. Asentamiento de concreto (SLUMP)

Este ensayo consiste en la determinación del asentamiento del concreto en el laboratorio y en el lugar.

#### Aparatos

- Molde (cono de Abrams) con espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono con diámetro de base inferior de 20 cm y de base superior 10 cm.
- Barra compactadora de acero liso de 16 mm y 60 cm de longitud

## Procedimiento

- Se coloca una muestra de concreto fresco compactada y varillada en un molde con forma de cono trunco sobre una superficie plana no absorbente se mantiene fijo pisando firmemente las aletas, el molde es elevado aprox. Entre 5 a 10 segundos evitando los movimientos laterales permitiendo al concreto desplazarse hacia abajo. La distancia entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se reporta como el asentamiento del concreto.

Figura 17: Asentamiento de concreto (SLUMP)



Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.2.14. Peso unitario del concreto en estado fresco

Este ensayo abarca la determinación de la densidad del concreto en estado fresco, se halló dividiendo la masa neta del concreto sobre el volumen del molde, la masa neta se calcula sustrayendo la masa del molde vacío de la masa del molde lleno de concreto.

## **Aparatos**

- Balanza con una exactitud de 0.1 lb (45 gr) o dentro del 0.3 % de la carga de prueba.
- Varilla recta de acero 5/8" (16 mm) de diámetro aproximadamente 24 pulgadas (600 mm) de longitud, el final de la barra termina en una punta redondeada hemisférica cuyo diámetro es de 5/8 pulgadas.
- Molde cilíndrico de acero u otro metal, de capacidad de 1/3 de pie cubico
- Maso de goma.

## **Procedimiento**

- La muestra se seleccionó según la ASTM c 172.
- Se seleccionó el tamaño del molde según el tamaño máximo nominal, la cual es de 1/3 de pie<sup>3</sup> y a continuación se determinó la masa del molde vacío.
- Se colocó el concreto dentro del recipiente en tres capas de aproximadamente igual volumen.
- Compactamos cada capa penetrando 25 veces con la varilla en forma de espiral, compactamos la segunda y tercera capa en todo su espesor, ingresando 1" (25 mm) en la capa anterior.
- Al terminar de compactar cada capa, se golpeó firmemente 12 veces en forma de cruz, para llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire.
- Enrasamos el molde, retirando el material sobrante en la última capa.
- Limpiamos el material sobrante alrededor del molde y determinamos la masa del molde más el concreto.

**Figura 18: Peso unitario del concreto en estado fresco**



Fuente: Elaboración propia

### **3.6.3.2.15. Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en muestras cilíndricas.**

#### **Aparatos:**

- Máquina de pruebas
- Bloque esférico superior
- Bloque esférico inferior
- Cabeza de bola
- Soporte
- Almohadilla

#### **Procedimiento:**

- Los cilindros deben probarse en condiciones húmedas.
- El cilindro se romperá dentro del tiempo permitido, dentro del rango de tolerancia permitido:

**Cuadro 10: Tolerancias Permisibles**

<b>EDAD DE ENSAYO</b>	<b>TOLERANCIA PERMISIBLE</b>
24 h	± 0,5 h ó 2,1%
3 d	± 2 h ó 2,8%
7 d	± 6 h ó 3,6%
28 d	± 20 h ó 3,0%
90 d	± 48 h ó 2,2%

**Colocación del espécimen:**

- Limpie la superficie de contacto de los módulos superior e inferior, la superficie de contacto de la muestra de prueba y la almohadilla. Coloque la muestra debajo del módulo inferior y el módulo de soporte del asiento de la bola (superior).
- Alinee con cuidado el eje de la muestra con el centro de empuje en la rótula del módulo de asiento de bola.
- Antes de probar la muestra, confirme que el indicador de carga sea cero y luego aplique la carga e incline suavemente la parte móvil del bloque de asiento esférico manualmente para que la superficie de apoyo quede paralela a la parte superior del asiento esférico. muestra.

**Velocidad de la carga**

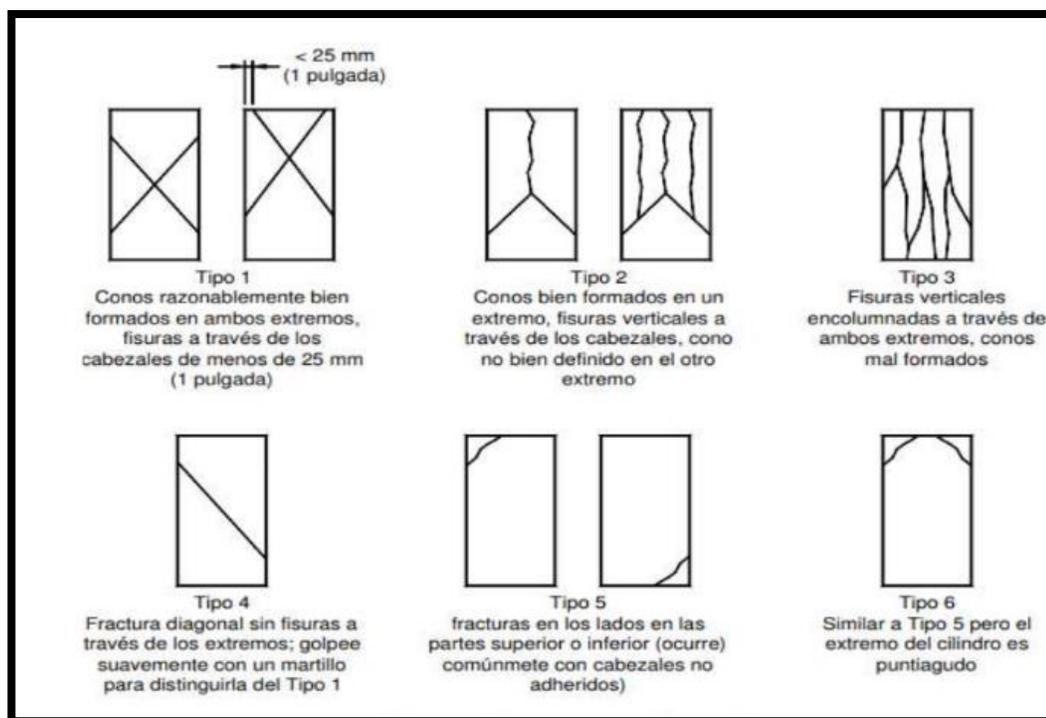
- Aplicar carga continuamente sin impacto.
- La velocidad de esfuerzo es de  $0,25 \pm 0,05$  MPa / s, que se mantendrá al menos durante la última mitad de la fase de carga esperada.
- Durante la primera mitad del proceso de aplicación de la etapa de carga esperada, se permite controlarlo a alta velocidad para que la muestra no soporte la carga de impacto.

**Registro de fractura**

- Registre la carga máxima alcanzada por la muestra durante la prueba y registre brevemente el tipo de fractura.
- Si el patrón de fractura no es uno de los patrones típicos que se muestran en la Figura 13, esboce y describa brevemente el patrón de fractura,

- Si la resistencia medida es menor que el valor esperado, verifique si la resistencia está rota.
- Sea específico y preste atención a la evidencia de aislamiento y la existencia de grandes huecos, y verifique si la decoración se realiza según NTP 339.037 o 339.216.

**Cuadro 11: Patrón de fractura**



### 3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizaron:

- ✓ Tablas dinámicas Excel
- ✓ Word que permitieron un mejor manejo de la información.

### 3.8. Técnicas y análisis de datos

- Tablas dinámicas Excel
- Word que permitirán un mejor manejo de la información
- Interpretación y correlación con estándares estipulados por la NTP

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Resumen de Resultados

Figura 19: Agregado morrénico de cantera Huari – Yauli la Oroya



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12: Peso específico y absorción del agregado MTC E 205/206

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	PESO ESPECIFICO (kg/m <sup>3</sup> )	ABSORCIÓN (%)
		MPROM	MPROM
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	2.48	1.80
	AGREGADO GRUESO	2.64	0.97
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	2.49	3.55
	AGREGADO GRUESO	2.52	3.07

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 12, el porcentaje de absorción de la muestra tanto del agregado fino y grueso de la cantera de control Huamancaca son de 1.80 % y 0.97 % respectivamente, mientras que la muestra del agregado fino y grueso de la cantera del agregado morrénico son de 3.55 % y 3.07% respectivamente y serán utilizados como factores corrección en el diseño de mezcla.

**Cuadro 13: Peso unitario compactado y peso unitario suelto ASTM C29/29M**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )
		MPROM	MPROM
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	1412	1693
	AGREGADO GRUESO	1367	1562
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	1345	1556
	AGREGADO GRUESO	1231	1483

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 13, muestra que el agregado de la cantera de control tiene un peso unitario suelto de 1412 Kg/m<sup>2</sup> y un peso unitario compactado de 1693 Kg/m<sup>3</sup> del agregado fino y; un peso unitario suelto de 1367 Kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1562 Kg/m<sup>3</sup> del agregado grueso. Así como la muestra de la cantera del agregado morrénico tiene un peso unitario suelto de 1345 Kg/m<sup>2</sup> y un peso unitario compactado de 1556 Kg/m<sup>3</sup> del agregado fino y; un peso unitario suelto de 1231 Kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compactado de 1483 Kg/m<sup>3</sup> del agregado grueso.

**Cuadro 14: Contenido de Humedad ASTM C-566**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	2.57
	AGREGADO GRUESO	0.40
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	5.68
	AGREGADO GRUESO	0.85

Fuente: Elaboración propia

**En el cuadro 14**, el contenido de humedad de la muestra tanto del agregado fino y grueso de la cantera de control Huamancaca son de 2.57 % y 0.40 % respectivamente, mientras que la muestra del agregado fino y grueso de la cantera del agregado morrénico son de 5.68 % y 0.85% respectivamente y serán utilizados como factores corrección en el diseño de mezcla.

**Cuadro 15: Equivalente de arena MTC E-114**

<b>CANTERAS</b>	<b>TIPO DE AGREGADO</b>	<b>EQUIVALENTE DE ARENA (%)</b>
<b>CANTERA HUAMANCACA</b>	AGREGADO FINO	83
<b>CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA</b>	AGREGADO FINO	68

Fuente: Elaboración propia

**De acuerdo al cuadro 15**, el resultado de la prueba de arena equivalente del árido fino en las dos canteras se puede concluir que se trata de un árido limpio por lo que se puede utilizar para preparar concreto.

**Cuadro 16: Pasante por la malla N°200 MTC E-202 - 2016**

<b>CANTERAS</b>	<b>TIPO DE AGREGADO</b>	<b>PASANTE DE LA MALLA N° 200 (%)</b>
<b>CANTERA HUAMANCACA</b>	AGREGADO FINO	0.46
<b>CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA</b>	AGREGADO FINO	1.72

Fuente: Elaboración propia

**Según el cuadro 16**, los resultados de la prueba Pasante realizada a través de la criba No. 200 mostraron que los agregados finos de la cantera Huari-Yauli la Oroya y los agregados finos de la cantera Huamancaca cumplieron con la normativa porque aportaron menos del 3% del material pasante por la malla No. 200.

**Cuadro 17: Abrasión de los Ángeles MTC E-207 - 2016**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	% DE DESGASTE
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	15.72
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	27.60

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 17, los resultados de la prueba de resistencia a la abrasión de los Angeles muestran que, en comparación con la cantera Huari-Yauli la Oroya (primera glaciación), las canteras de Huamancaca tienen menos desgaste de agregado, pero cumplen con la norma NTP 400.037 y requieren un desgaste no mayor a 50 %.

**Cuadro 18: Impurezas orgánicas MTC E-213 - 2016**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	PLACA ORGÁNICA N°
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	1-2
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	1

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 18, se puede verificar que los resultados de las impurezas orgánicas cumplen con los requisitos de la norma NTP 400.037.

**Cuadro 19: Durabilidad Al Sulfato De Magnesio MTC E-209 - 2016**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	% PERDIDAS
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	5.108
	AGREGADO GRUESO	0.356
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	8.354
	AGREGADO GRUESO	1.489

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 19, Según NTP 400.037, la pérdida de sulfato de magnesio en el agregado grueso es menos del 18% y la pérdida en el agregado fino es menos del 15%.

**Cuadro 20: Sales Solubles En Agregados NTP 339.152 REV. 2015**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	(%)	PPM
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	0.12	1200
	AGREGADO GRUESO	0.10	960
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	0.08	840
	AGREGADO GRUESO	0.18	1800

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 21: Sulfatos en agregados NTP 339.178:2002 REV. 2015**

CANTERAS	TIPO DE AGREGADO	(%)	PPM
CANTERA HUAMANCACA	AGREGADO FINO	0.03	339.04
	AGREGADO GRUESO	0.03	349.60
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	AGREGADO FINO	0.03	342.98
	AGREGADO GRUESO	0.03	347.55

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 21, El resultado de la prueba de sulfato es menor que el valor máximo (0.06%) especificado en la norma NTP 400.042.

**Cuadro 22: PH y Carbonatación NTP 339.073 y ASTM C-114 respectivamente**

Descripción de la cantera	T <sup>a</sup> (C <sup>a</sup> )	PH	Carbonatación	
			Exterior	Interior
CANTERA HUAMANCACA	18.20	13	No presenta	No presenta
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	18.30	12.36	No presenta	No presenta

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 22, tanto el concreto de la muestra de la cantera de control Huamancaca y la cantera de agregado morrénico Huari, tienen un PH igual a 13 y 12.36, es decir, extremadamente básico, por lo que ambos no presentan carbonatación.

**Cuadro 23: Peso Unitario de producción MTC E-714**

Descripción de la cantera	F'c Kg/cm2	Peso Unitario (kg/m3) prom.
CANTERA HUAMANCACA	210	2401.418
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	210	2348.582

Fuente: Elaboración propia

**Según el cuadro 23**, El peso unitario se traduce como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades dando como resultado 2401.418 kg/m<sup>3</sup> y 2348.582 Kg/m<sup>3</sup> correspondientes a las muestras de las canteras de Huamancaca y Huari.

**Cuadro 24: Asentamiento SLUMP MTC E-705**

Descripción de la cantera	F'c Kg/cm2	SLUMP de diseño (pulg)	SLUMP obtenido (cm)
CANTERA HUAMANCACA	210	3"- 4"	11.1
CANTERA HUARI – YAULI LA OROYA	210	3"- 4"	10.2

Fuente: Elaboración propia

**Según el cuadro 24**, el asentamiento del concreto correspondiente a la cantera de control de Huamancaca y cantera de agregado morrénico de la cantera de Huari es 11.1 cm y 10.2 cm respectivamente y están dentro del rango del SLUMP de diseño (3" y 4") cumpliendo también con el mínimo de ½" y el máximo de 9" como recomienda el Manual de ensayo de materiales MTC E-705.

**Cuadro 25: Diseño de mezcla teórico mediante módulo de finura**

Descripción de la cantera	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	F'cr Kg/cm <sup>2</sup>	R a/c	Cantidad de cemento kg/pe3	Cantidad de agua lt/pe3	Agregado fino kg/pe3	Agregado grueso Pie3/m <sup>3</sup>
Cantera Huamancaca	210	295	0.56	42.50	23.15	39.99	38.72
Cantera Huari – Yauli La Oroya	210	295	0.56	42.50	23.70	38.11	34.88

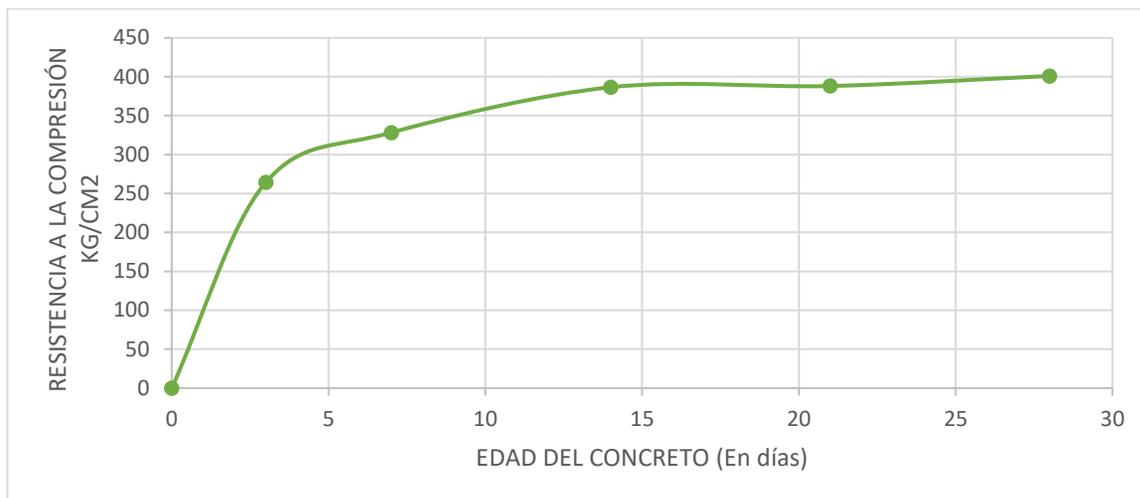
Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 26: Resistencia a la compresión kg/cm<sup>2</sup> a diferentes edades 3, 7, 14, 21 y 28 días agregado Huamancaca.**

Muestra	F'c Kg/cm <sup>2</sup>	Edad de ensayo de resistencia a la compresión del concreto ((kg/cm <sup>2</sup> ))				
		3 días	7 días	14 días	21 días	28 días
<b>1</b>	<b>210</b>	264.2	328.3	386.6	395.9	399.2
<b>2</b>	<b>210</b>	272.9	344.6	368.2	388.6	414.6
<b>3</b>	<b>210</b>	261.0	339.7	356.0	379.8	389.2
<b>Promedio</b>		<b>266.03</b>	<b>337.53</b>	<b>370.27</b>	<b>388.10</b>	<b>401.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 20: “Diseño de mezcla” por resistencia - módulo de fineza / Resistencia a la compresión kg/cm2 a diferentes edades 3, 7, 14, 21 y 28 días agregado Huamancaca**



Fuente: Elaboración propia

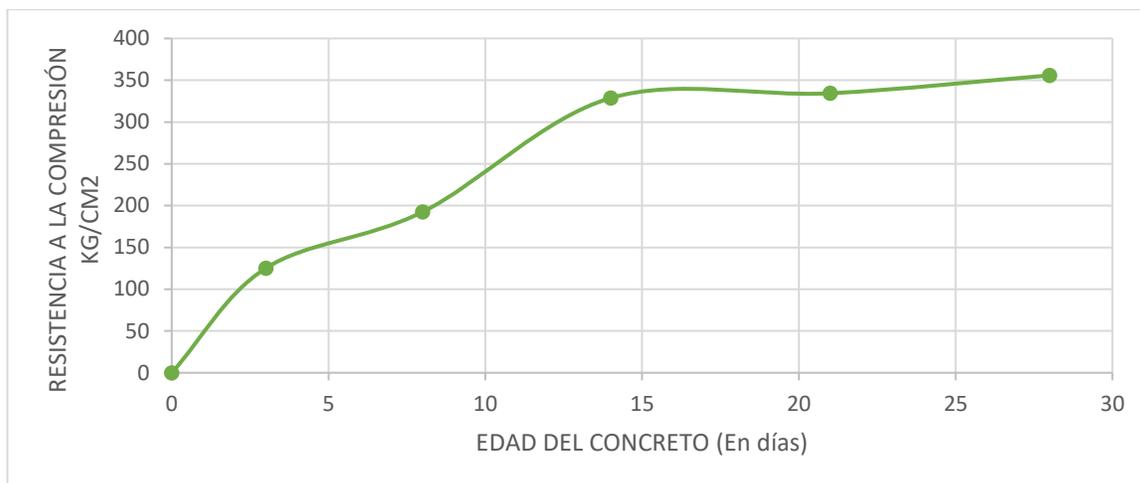
Se puede observar que luego de agregar la cantera, el concreto excede la resistencia de diseño luego de 14 días  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , Huamancaca – cantera de control.

**Cuadro 27: Resistencia a la compresión kg/cm2 a diferentes edades 3, 8, 14, 21 y 28 días agregado Morrénico de la primera glaciación.**

Muestra	F'c Kg/cm2	Edad de ensayo de resistencia a la compresión del concreto ((kg/cm2)				
		3 días	8 días	14 días	21 días	28 días
1	210	125.1	192.4	328.7	320.7	369.1
2	210	118.7	186.6	319.9	325.2	360.7
3	210	113.4	207.2	325.7	357.3	337.6
<b>Promedio</b>		<b>119.07</b>	<b>195.40</b>	<b>324.77</b>	<b>334.40</b>	<b>355.80</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 21: “Diseño de mezcla” por resistencia - módulo de fineza / Resistencia a la compresión kg/cm<sup>2</sup> a diferentes edades 3, 8, 14, 21 y 28 días agregado morrénico cantera Huari.**



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el concreto supera la resistencia de diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, con el agregado morrénico de la primera glaciación de la cantera Huari – Yauli la Oroya.

**Cuadro 28: Reconocimiento geotécnico de rocas sedimentarias/cantera Huamancaca.**

<b>CANTERA HUAMANCACA (Agregado Grueso)</b>				
<b>ROCA</b>	<b>MINERALES</b>	<b>ALTERACIÓN (H C I)</b>	<b>AMBIENTE</b>	<b>ORIGEN</b>
Caliza	Calcita Dolomita	Más de 50% no está alterada	Marino	Sedimentario Detritica Silicificada
Lutita Pizarrosas	Arcilla Cuarzo	No presenta alteraciones	Marino	Sedimentario Detritica Glaciar
Lutita arenosa	Arcilla Feldespatos	No presenta efervescencia	Marino	Sedimentario Detritica
Areniscas	Cuarzo Feldespatos	No presenta efervescencia	Marino	Sedimentario Detritica

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 29: Reconocimiento geotécnico de rocas ígneas/cantera Huamancaca.**

<b>CANTERA HUAMANCACA (Agregado Grueso)</b>		
<b>NOMBRE PETROGRÁFICO</b>	<b>MINERALES</b>	<b>ORIGEN</b>
Dacita	Hornblenda Plagioclasa Feldespatos	Ígneo Extrusivo
Riolita	Cuarzo Feldespatos Mica	Ígneo Extrusivo
Latita	Hornblenda Feldespatos potásico Piroxenos	Ígneo Extrusivo

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 30: Reconocimiento geotécnico de rocas sedimentarias/cantera Huari agregado morrénico.**

<b>CANTERA HUARI (Agregado Grueso)</b>				
<b>ROCA</b>	<b>MINERALES</b>	<b>ALTERACIÓN (H C I)</b>	<b>AMBIENTE</b>	<b>ORIGEN</b>
Limolita	Feldespatos Caolinita	No presenta efervescencia	Glaciar	Sedimentario Detritica
Margas	Arcilla Calcita	No presenta efervescencia	Aguas saladas	Sedimentario Detritica
Caliza beich	Calcita Dolomita	Menos del 30% no está alterada	Marino	Sedimentario Químico
Dolomía	Dolomita	Dolomitización	Marino	Sedimentario Químico
Areniscas	Cuarzo	No presenta efervescencia	Fluvial	Sedimentario Detritica
Dolomía	Dolomita	Dolomitización	Marino	Sedimentario Químico

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 31: Reconocimiento geotécnico de rocas ígneas/cantera Huari agregado morrénico.**

<b>CANTERA HUAMANCACA (Agregado Grueso)</b>		
<b>NOMBRE PETROGRÁFICO</b>	<b>MINERALES</b>	<b>ORIGEN</b>
Graniodorita	Cuarzo Feldespato potásico Hornblenda Micas	Ígneo Extrusivo
Andesita	Plagioclasa sódica Biotita (mica) Augita (Piroxenos)	Ígneo Extrusivo

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Resultados de las propiedades del concreto en estado fresco

### 4.2.1. Comparación del asentamiento del concreto

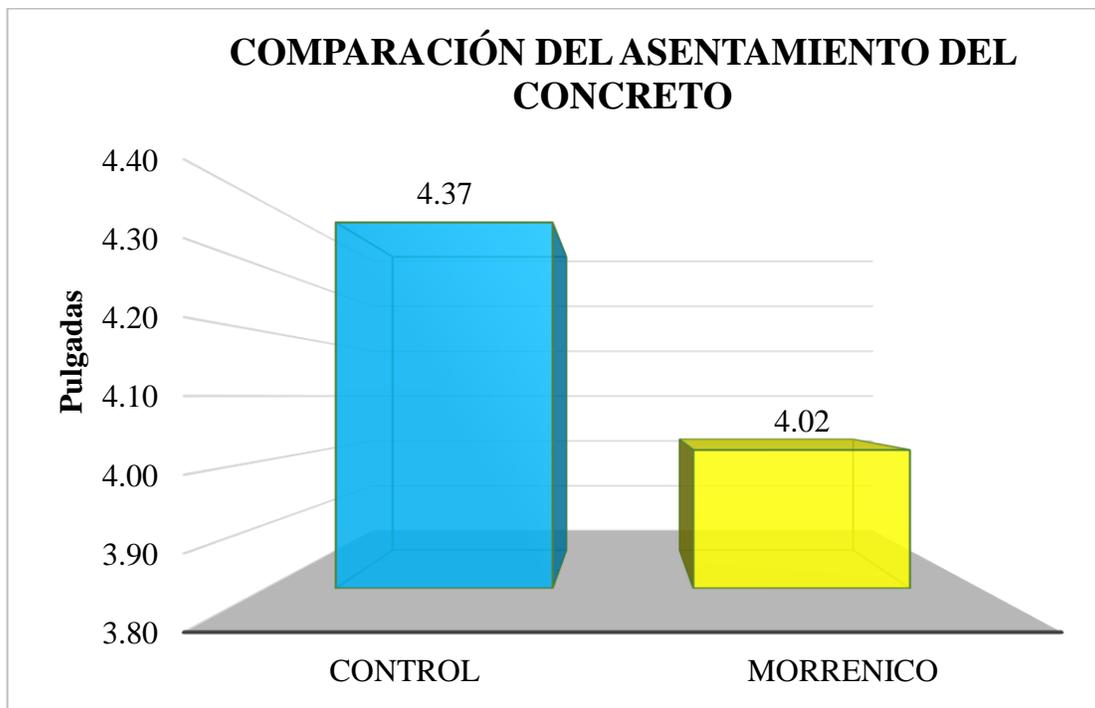


figura 22. Comparación descriptiva entre el valor del asentamiento del concreto del grupo control y del grupo del agregado morrénico

En la figura se aprecia que el asentamiento del concreto para el grupo control dio un valor de 4,37"; y para el agregado morrénico dio un valor de 4,02". Lo cual indica un mayor nivel para el grupo control. Sin embargo, ambos se ubican por encima del valor de diseño de 3" - 4".

#### 4.2.2. Comparación del peso unitario del concreto

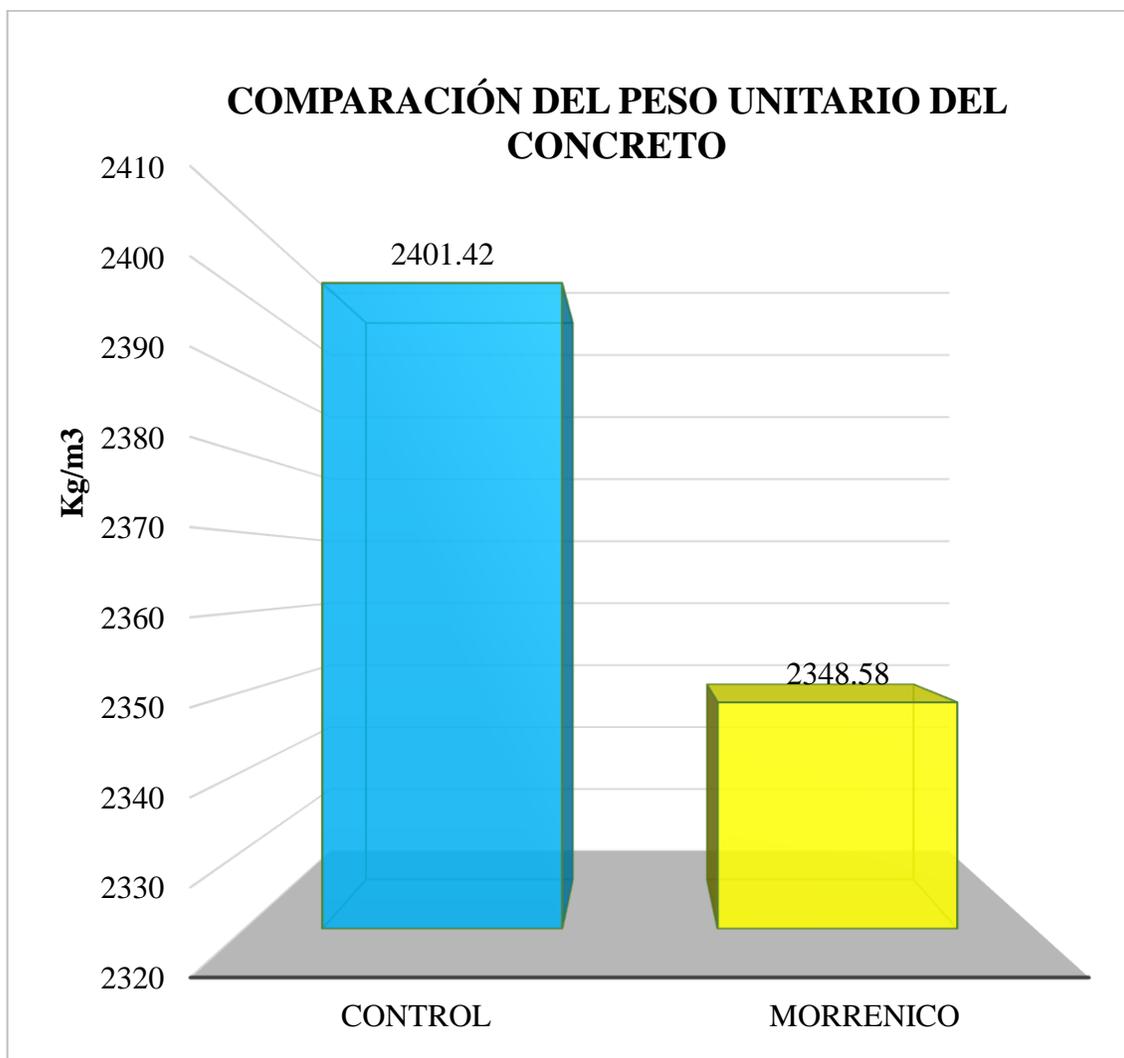


figura 23. Comparación descriptiva del peso unitario del grupo control y del grupo del agregado morrénico

En la figura se aprecia que el peso unitario del concreto para el grupo control dio un valor de 2401,42 Kg/m<sup>3</sup>; y para el agregado morrénico dio un valor de 2348,58 Kg/m<sup>3</sup>. Lo cual indica un mayor nivel para el grupo control.

A partir de dichos análisis descriptivos se observa que los agregados morrénicos de la primera glaciación no muestran afectar en las propiedades del concreto en estado fresco.

### 4.3. Resultados de las propiedades del concreto en estado endurecido

#### 4.3.1. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 3

##### Hipótesis de la prueba de normalidad

H1. No hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 3 de evaluación.

H0. Hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 3 de evaluación.

##### Nivel de significancia

0,05

##### Formas para interpretar

Si Sig. <0,05 se rechaza hipótesis nula (H0)

Si Sig. >0,05 se rechaza la hipótesis alterna (H1)

##### Estadístico de prueba

**Cuadro 32. Prueba de Shapiro Wilk entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 3**

	Identificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	Control	0,934	3	0,502
	Morrénico	0,997	3	0,896

## Interpretación

El resultado de la significancia (Sig.) fue Por encima del nivel de significancia de 0,05 tanto para el grupo control como para el grupo del agregado morrénico en el día 3. Por lo cual ambos grupos poseen distribución normal. Ello indica que para analizar la resistencia en tercer día de evaluación se debe utilizar la prueba paramétrica de T de Student de muestras independientes.

## Hipótesis

H1: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 3 de evaluación.

H0: Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 3 de evaluación.

## Nivel de significancia

0,05

## Formas para interpretar

Si el T es positivo: se rechaza la hipótesis alterna (H1)

Si el T es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula (H0)

## Estadístico de prueba

**Cuadro 33. Prueba de T de Student entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 3**

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,056	0,825	29,948	4	0,000	146,96667	4,90736	133,34164	160,59169
No se asumen varianzas iguales			29,948	3,990	0,000	146,96667	4,90736	133,32829	160,60505

## Interpretación

El T posee signo positivo de manera que se rechaza la hipótesis alterna; por lo cual se debe indicar que las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 3 de evaluación.

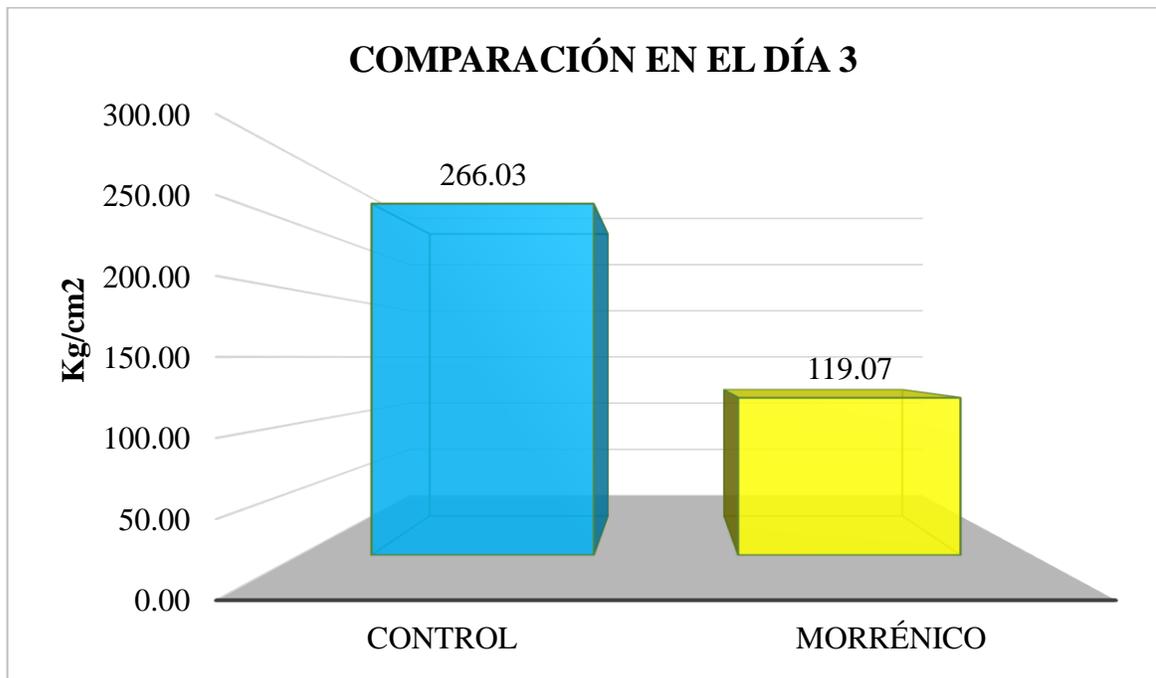


figura 24. Comparación descriptiva entre el promedio de resistencia del grupo control y del grupo del agregado morrénico en el día 3

En la figura se aprecia que realizando la comparación del promedio de las resistencias de cada grupo, se aprecia que el control tiene un valor de 266,03 kg/cm<sup>2</sup> y el agregado morrénico de 119,07 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual se aprecia un valor mayor por parte de las resistencias del grupo control. A su vez también supera la resistencia de diseño “ $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”.

### 4.4. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 7

#### Hipótesis de la prueba de normalidad

H1. No hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 7 de evaluación

H0. Hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 7 de evaluación

### Nivel de significancia

0,05

### Formas para interpretar

Si Sig. <0,05 se rechaza hipótesis nula (H0)

Si Sig. >0,05 se rechaza la hipótesis alterna (H1)

### Estadístico de prueba

**Cuadro 34. Prueba de Shapiro Wilk entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 7**

	Identificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	Control	0,950	3	0,568
	Morrénico	0,940	3	0,528

### Interpretación

El resultado de la significancia (Sig.) fue superior al nivel de significancia de 0,05 tanto para el grupo control como para el grupo del agregado morrénico, en el día 7. De manera que ambos grupos tienen distribución normal. Ello indica que para analizar la resistencia en séptimo día de evaluación se debe utilizar la prueba paramétrica de T de Student de muestras independientes.

### Hipótesis

H1: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 7 de evaluación.

H0: Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 7 de evaluación.

## Nivel de significancia

0,05

## Formas para interpretar

Si el T es positivo: se rechaza la hipótesis alterna (H1)

Si el T es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula (H0)

## Estadístico de prueba

### Cuadro 35. Prueba de T de Student entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 7

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,265	0,634	18,209	4	0,000	142,13333	7,80562	120,46144	163,80522
No se asumen varianzas iguales			18,209	3,791	0,000	142,13333	7,80562	119,98248	164,28418

## Interpretación

El T posee signo positivo por lo cual se rechaza la hipótesis alterna; de forma que se debe expresar que las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 7 de evaluación.

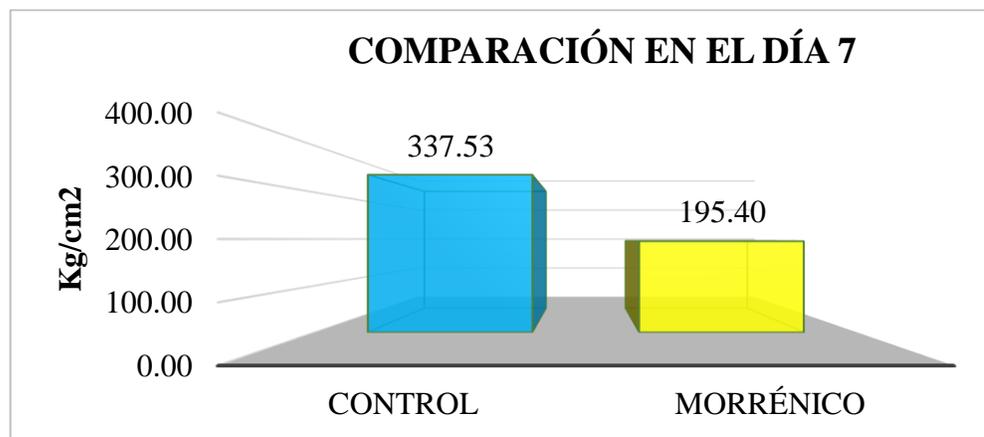


figura 25. Comparación descriptiva entre el promedio de resistencia del grupo control y del grupo del agregado morrénico en el día 7

En la figura se aprecia que realizando la comparación del promedio de las resistencias de cada grupo, se aprecia que el control tiene un valor de 337,53 kg/cm<sup>2</sup> y el agregado morrénico de 195,40 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual se aprecia un valor mayor por parte de las resistencias del grupo control. A su vez también supera la resistencia de diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.5. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 14**

##### **Hipótesis de la prueba de normalidad**

H1. No hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 14 de evaluación

H0. Hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 14 de evaluación

##### **Nivel de significancia**

0,05

##### **Formas para interpretar**

Si Sig. <0,05 se rechaza hipótesis nula (H0)

Si Sig. >0,05 se rechaza la hipótesis alterna (H1)

##### **Estadístico de prueba**

#### **Cuadro 36. Prueba de Shapiro Wilk entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 14**

	Identificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	Control	0,987	3	0,778
	Morrénico	0,967	3	0,653

##### **Interpretación**

El resultado de la significancia (Sig.) fue superior al nivel de significancia de 0,05 tanto para el grupo control como para el grupo del agregado morrénico, en el día 14. De forma que ambos grupos tienen distribución normal. Ello indica que para evaluar la resistencia en el

catorceavo día de análisis se debe emplear la prueba paramétrica de T de Student de muestras independientes.

### Hipótesis

H1: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 14 de evaluación.

H0: Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 14 de evaluación.

### Nivel de significancia

0,05

### Formas para interpretar

Si el T es positivo: se rechaza la hipótesis alterna (H1)

Si el T es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula (H0)

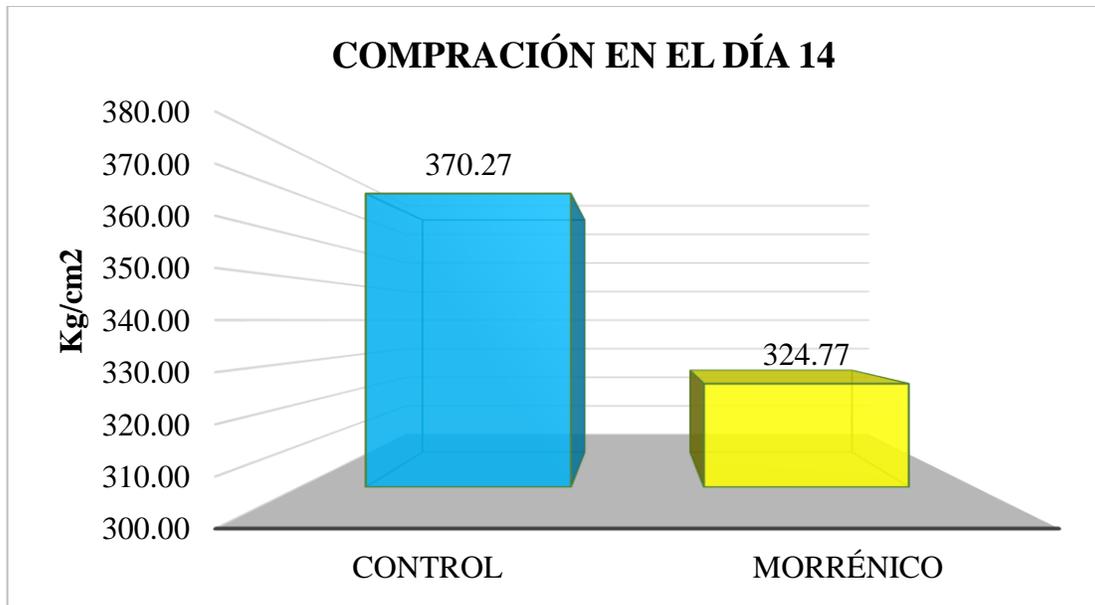
### Estadístico de prueba

**Cuadro 37. Prueba de T de Student entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 14**

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2,754	0,172	4,913	4	0,008	45,50000	9,26115	19,78693	71,21307
No se asumen varianzas iguales			4,913	2,335	0,028	45,50000	9,26115	10,65910	80,34090

### Interpretación

El T posee signo positivo de manera que se rechaza la hipótesis alterna; por lo cual se debe indicar que “las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación” no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 14 de evaluación.



**figura 26. Comparación descriptiva entre el promedio de resistencia del grupo control y del grupo del agregado morrénico en el día 14**

En la figura se aprecia que realizando la comparación del promedio de las resistencias de cada grupo, se aprecia que el control tiene un valor de 370,27 kg/cm<sup>2</sup> y el agregado morrénico de 324,77 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual se aprecia un valor mayor por parte de las resistencias del grupo control. Sin embargo, ambos grupos superan la resistencia de diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.6. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 21**

##### **Hipótesis de la prueba de normalidad**

H1. No hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 21 de evaluación.

H0. Hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 21 de evaluación.

##### **Nivel de significancia**

0,05

## Formas para interpretar

Si Sig. <0,05 se rechaza hipótesis nula (H0)

Si Sig. >0,05 se rechaza la hipótesis alterna (H1)

## Estadístico de prueba

**Cuadro 38. Prueba de Shapiro Wilk entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 21**

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO (kg/cm2)	Control	0,997	3	0,897
	Morrénico	0,841	3	0,216

## Interpretación

El resultado de la significancia (Sig.) fue superior al nivel de significancia de 0,05 tanto para el grupo control como para el grupo del agregado morrénico, en el día 21. Por lo cual ambos grupos poseen distribución normal. Ello indica que para evaluar la resistencia en veintiuno día de análisis se debe utilizar la prueba paramétrica de T de Student de muestras independientes.

## Hipótesis

H1: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 21 de evaluación.

H0: Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 21 de evaluación.

## Nivel de significancia

0,05

## Formas para interpretar

Si el T es positivo: se rechaza la hipótesis alterna (H1)

Si el T es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula (H0)

## Estadístico de prueba

### Cuadro 39. Prueba de T de Student entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 21

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	4,190	0,110	4,321	4	0,012	53,70000	12,42793	19,19455	88,20545
No se asumen varianzas iguales			4,321	2,636	0,030	53,70000	12,42793	10,86828	96,53172

## Interpretación

El T posee signo positivo de manera que se rechaza la hipótesis alterna; por lo cual se debe indicar que “las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación” no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 21 de evaluación.

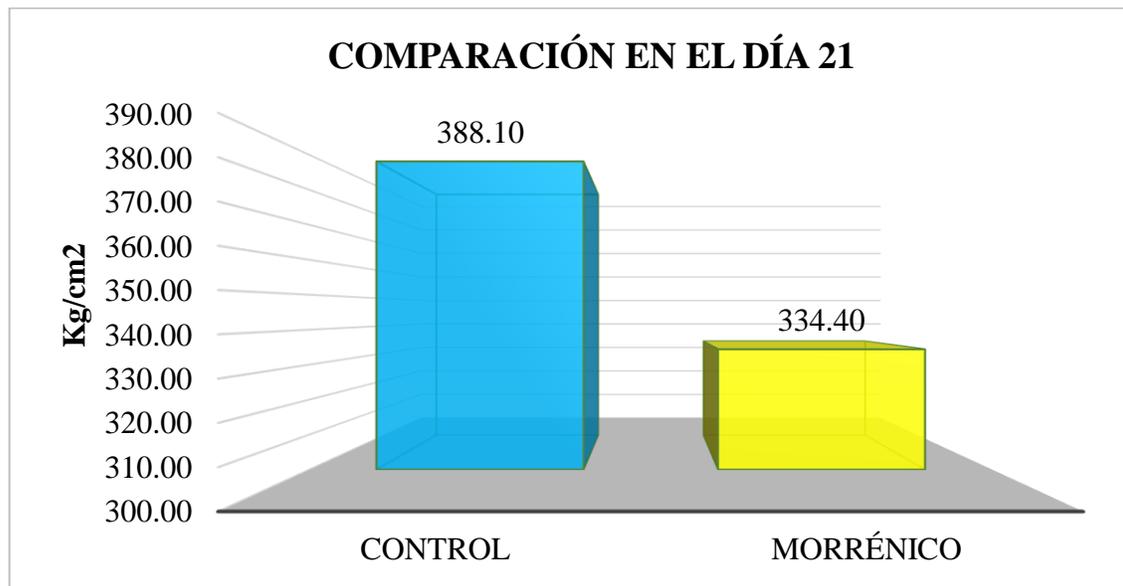


figura 27. Comparación descriptiva entre el promedio de resistencia del grupo control y del grupo del agregado morrénico en el día 21

En la figura se aprecia que realizando la comparación del promedio de las resistencias de cada grupo, se aprecia que el control tiene un valor de 388,10 kg/cm<sup>2</sup> y el agregado morrénico de 334,40 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual se aprecia un valor mayor por parte de las resistencias del grupo control. Sin embargo, ambos grupos superan la resistencia de diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.7. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión en el día 28

##### **Hipótesis de la prueba de normalidad**

H1. No hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 28 de evaluación.

H0. Hay distribución normal en los valores de esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup> del grupo analizado al día 28 de evaluación.

##### **Nivel de significancia**

0,05

##### **Formas para interpretar**

Si Sig. <0,05 se rechaza hipótesis nula (H0)

Si Sig. >0,05 se rechaza la hipótesis alterna (H1)

##### **Estadístico de prueba**

#### **Cuadro 40. Prueba de Shapiro Wilk entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 28**

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	Control	0,985	3	0,767
	Morrénico	0,932	3	0,497

##### **Interpretación**

El resultado de la significancia (Sig.) fue mayor que el nivel de significancia de 0,05 tanto para el grupo control como para el grupo del agregado morrénico, en el día 28. De forma que ambos grupos tienen distribución normal Ello indica que para analizar la resistencia en veintiochoavo día de evaluación se debe utilizar la prueba paramétrica de T de Student de muestras independientes.

## Hipótesis

H1: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 28 de evaluación.

H0: “Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación” no afectan significativamente “las propiedades del concreto en estado endurecido” en el día 28 de evaluación.

## Nivel de significancia

0,05

## Formas para interpretar

Si el T es positivo: se rechaza la hipótesis alterna (H1)

Si el T es negativo:  $\text{Sig.}/2 < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula (H0)

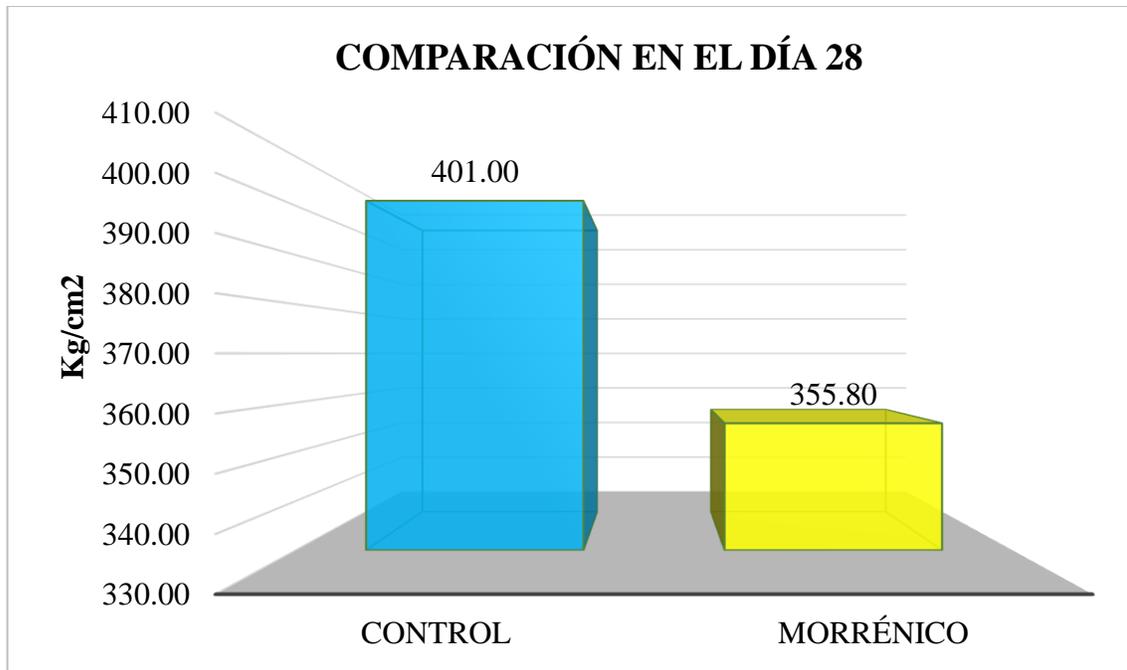
## Estadístico de prueba

### Cuadro 41. Prueba de T de Student entre la resistencia del grupo control y la del agregado morrénico en el día 28

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0,329	0,597	3,776	4	0,019	45,20000	11,96927	11,96799	78,43201
No se asumen varianzas iguales			3,776	3,785	0,022	45,20000	11,96927	11,21138	79,18862

## Interpretación

El T posee signo positivo de forma que se rechaza la hipótesis alterna; por lo cual se debe expresar que “las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación no afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido en el día 28 de evaluación”.



**figura 28. Comparación descriptiva entre el promedio de resistencia del grupo control y del grupo del agregado morrénico en el día 28**

En la figura se aprecia que realizando la comparación del promedio de las resistencias de cada grupo, se aprecia que el control tiene un valor de 401,00 kg/cm<sup>2</sup> y el agregado morrénico de 355,80 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo cual se aprecia un valor mayor por parte de las resistencias del grupo control. Sin embargo, ambos grupos superan la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

A partir del análisis comparativo en los días 3, 7, 14, 21, y 28 de evaluación se aprecia que “las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación” no afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo de investigación “**Identificación de la Variación en la Resistencia del Concreto Debido al Origen del Agregado Grueso**” elaborado por Abril y Ramos (2017) Cuyos resultados que obtuvo fue que cuando se utilizan agregados gruesos de distintas procedencias, la resistencia del concreto se verá afectada, es decir, el uso de grava extraída de sedimentos aluviales ayuda a soportar más de 3115 psi (Equivalente a 219 kg/cm<sup>2</sup>), al diseño original (210 kg/cm<sup>2</sup>) A diferencia de los materiales derivados de la montaña, este último tiene menor resistencia bajo una presión de 2652 psi (186 kg/cm<sup>2</sup>), es decir, no se ajusta al diseño de mezcla inicial. **En comparación con nuestro resultado** existen diferencias significativas ya que el resultado de la resistencia del concreto elaborado con agregado de la cantera de control (depósitos por arrastre de río) alcanzo una resistencia de 401 kg/cm<sup>2</sup> y la del agregado morrénico de la primera glaciación (depósitos glaciares) alcanzo una resistencia de 355.80 kg/cm<sup>2</sup>, ambos llegaron más allá de la resistencia del diseño inicial de “210 kg/cm<sup>2</sup>”.

En el trabajo de investigación “**Caracterización Física de Agregados Pétreos para Concretos Caso: Cantera Dromos (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)**” elaborado por FERREIRA (2015) los resultados que obtuvo al comparar los resultados de las pruebas de muestras de dos canteras, teniendo como resultado que sus propiedades físicas son diferentes: **Análisis Granulométrico** cuya curva granulométrica está dentro del rango estándar, en línea con el tamiz de ¾ pulgadas (19 mm) y No. 4 (2,36 mm), **El número de materiales finos que pasan a través del tamiz de 0.075 mm (No. 200)** se puede determinar que los materiales finos de la cantera Vista Hermosa pasan el 9.6% del tamiz No. 200, mientras que la mina Cemex informa que el porcentaje de materiales pasados es 3.36%, **determinar la resistencia a la abrasión del agregado grueso utilizando el aparato micro-deval** donde la cantera Vista Hermosa tiene un porcentaje de pérdida de masa general más alto en un 34.67% a

diferencia de la cantera de Cemex que tiene un 21.67 % de pérdida, **equivalente de arena** de suelos y agregados finos el comportamiento de la mina Cemex muestra un contenido de arena equivalente al 95% y la Cantera Vista Hermosa en un 63%, **gravedad específica y absorción de agregados finos** teniendo que la cantera Vista Hermosa tiene mayor tasa de absorción en 1.33%, las cuales fueron elaboradas en base a la norma I.N.V.E Norma Colombiana que a su vez se basan en las normas ASTM Y AASHTO en determinar la calidad del agregado, teniendo que comparada con la cantera Vista Hermosa (Mosquera), la mina Cemex (Apulo) tiene mejores resultados de pruebas de laboratorio, por lo que consideró apta como agregado de concreto. **En comparación con nuestro resultado** a los ensayos de **Pasante por la malla n°200** los resultados de la prueba Pasante realizada a través de la pantalla No. 200 mostraron que los agregados finos de la Cantera Huari – Yauli la Oroya y el agregado fino de la cantera Huamancaca cumplen con la normativa ya que los resultados arrojan menos del 3% la cantidad de material que pasa por el tamiz 200, “**Abrasión de los Ángeles**” los resultados de la prueba de resistencia a la abrasi3n de los Ángeles muestran que en comparaci3n con la cantera Huari-Yauli la Oroya (primer glaseado), las canteras de Huamancaca tienen menos desgaste agregado, pero cumplen con la norma NTP 400.037 que requiere que el desgaste no supere el 50%., **Equivalente de arena** el resultado de la prueba del equivalente de arena del agregado fino en las dos canteras puede concluir que es un agregado limpio para que pueda ser utilizado para preparar concreto., **Peso específico y absorci3n del agregado** el porcentaje de absorci3n de la muestra tanto del agregado fino y grueso de la cantera de control Huamancaca son de 1.80 % y 0.97 % respectivamente, mientras que la muestra del agregado fino y grueso de la cantera del agregado morr3nico son de 3.55 % y 3.07% respectivamente y ser3n utilizados como factores correcci3n en el dise3o de mezcla.

El trabajo de investigaci3n. “**Evaluaci3n geot3cnica del agregado morr3nico y su influencia en la resistencia a la compresi3n y durabilidad del concreto – Sapallanga – Huancayo – Jun3n**” elaborado por AND3A (2019) Cuyos resultados al dise3o por resistencia de los ensayos para determinar la “**resistencia a la compresi3n kg/cm<sup>2</sup>**” a la edad de **28 d3as** de los agregados morr3nicos de baja, mediana y alta intemperizaci3n encontrados en la cantera Sapallanga – r3o Chaclas fueron de **260 kg/cm<sup>2</sup>, 258 kg/cm<sup>2</sup> y 240 kg/cm<sup>2</sup>** , y cuyo

agregado cumple con la prueba de calidad del agregado Norma NTP 400.037. **Valores, muy similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación** ya que los resultados arrojados luego de los ensayos de resistencia a la compresión de concreto elaborado con agregado morrénico de la primera glaciación fue de 355 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

## 5.1. CONCLUSIONES

Se concluyó de la siguiente manera:

- Se constató que los agregados morrénicos de la primera glaciación extraídos de la cantera de Huari no afectan las propiedades del concreto en estado fresco. Según los ensayos de asentamiento y peso unitario del concreto elaborado.
- Los resultados han mostrado que el agregado morrénico de la primera glaciación obtenido de la cantera de Huari no afecta la resistencia a la compresión del concreto. De acuerdo con los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión de las muestras de concreto, se ha confirmado que el diseño de resistencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación (método del módulo de finura) a la edad de 28 días alcanza más del 100 % de la resistencia a la compresión. Para el diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>, se concluyó que el agregado de morrena de la primera glaciación no afectará significativamente la resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días
- Habiéndose realizado los ensayos de calidad de los agregados morrénicos de la primera glaciación de la cantera de Huari y los ensayos de compresión del concreto podemos verificar que estos pueden utilizarse en obras de ingeniería civil.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el diseño por durabilidad agregados morrénicos de la primera glaciación para verificar su efecto, ya que los resultados de carbonatación y resistencia a los sulfatos entre otros cumplen con los parámetros de calidad.
- Se recomienda realizar el diseño de mezcla para resistencias superiores a los 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Los agregados morrénicos se recomiendan para su uso en la producción de concreto si cumplen con las especificaciones de la norma NTP 400.037 y la resistencia de diseño.

### 5.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDÍA, J., 2019. *Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto – Sapallanga – Huancayo - Junín.*
- BELITO, G., 2018. *Influencia De Agregados De Diferentes Procedencias Y Diseño De Mezcla Sobre La Resistencia Del Concreto*
- BURGOS, A., DIEGO, M., 2019. *Comportamiento Geotécnico de Agregados Derivados de Rocas Lodosas y su Uso como Material para Terraplenes.*
- CABRINI, N., 2019. *Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-El Porvenir-Laredo). La Libertad).*
- GUTIÉRREZ, A., 2014. *Comportamiento Geotécnico de Agregados Derivados de Rocas Lodosas y su Uso como Material para Terraplenes*
- LEÓN, M., RAMÍREZ, F., 2010. *Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes.*
- HUARSAYA, M., 2017. *Evaluación Geológica Y Geotécnica Del Terreno De Fundación Y Canteras Prog. Km 25+470 Al Km 35+130. ” Autopista Puno – Juliaca*
- NTP 339.033 Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo (INDECOPI-CNB 13 de 09 de 2009).
- NTP 339.034, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (INDECOPI-CRT 25 de 01 de 2008).
- NTP 339.035, Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland (INDECOPI-CNB 20 de 02 de 2010).
- NTP 339.046, Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón, concreto (INDECOPI-CNB 26 de 09 de 2008).
- NTP 339.088, Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland, requisitos (INDECOPI-CRT 06 de 03 de 2006).

- NTP 339.185, Método de ensayo normalizado para contenidos de humedad total evaporable de agregados por secado (CNB-INDECOPI 07 de 08 de 2013).
- NTP 400.010, Extracción y preparación de las muestras (INDECOPI-CRT 24 de 01 de 2001).
- NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (INDECOPI.CRT 31 de 05 de 2001).
- NTP 400.013, Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones (INDECOPI-CRT 18 de 07 de 2018).
- NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (INDECOPI-CRT 21 de 04 de 1990).
- NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso (INDECOPI-CRT 16 de 05 de 2002).
- NTP 400.022, Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (CNB-INDECOPI 26 de 12 de 2013).
- NTP 400.024. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (CNB-INDECOPI 12 de 03 de 2011).
- NTP 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón, concreto (INDECOPI-CRT 27 de 02 de 2002).

## **ANEXOS**

- Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>P. General.</b></p> <p>¿En qué medida los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen en las propiedades del concreto?</p> <p><b>P. Específicos</b></p> <p>a) ¿Cuál es la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto en estado fresco?</p> <p>b) ¿En qué medida afecta los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto en estado endurecido?</p>	<p><b>O. General.</b></p> <p>Determinar la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación en las propiedades del concreto</p> <p><b>O. Específicos</b></p> <p>a) Evaluar la influencia de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan en las propiedades del concreto en estado fresco.</p> <p>b) Determinar si los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan en las propiedades del concreto en estado endurecido.</p>	<p><b>Antecedentes Internacionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abril y Ramos, (2017) realizo el trabajo de grado titulada "Identificación de la Variación en la Resistencia del Concreto Debido al Origen del Agregado Grueso"</li> <li>Ferreira, (2015) desarrollo el trabajo de grado titulada "Caracterización Física de Agregados Pétreos para Concretos Caso: Cantera Dromos (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo)"</li> </ul> <p><b>Antecedentes Nacionales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Andía, (2019) desarrollo la tesis magistral titulada "Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto – Sapallanga – Huancayo -Junín"</li> <li>Belito, (2018) desarrollo el trabajo de tesis titulada "Influencia de Agregados de Diferentes Procedencias y Diseño De Mezcla Sobre La Resistencia del Concreto"</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen significativamente en las propiedades del concreto.</p> <p><b>Hipótesis Específico</b></p> <p>a) Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación influyen significativamente en las propiedades del concreto en estado fresco.</p> <p>b) Las propiedades de los agregados morrénicos de la primera glaciación afectan significativamente las propiedades del concreto en estado endurecido...</p>	<p><b>Variable (X): Agregado morrénico de la Primera Glaciación.</b> -. La utilización de agregado morrénico de la primera glaciación no permitirá determinar el efecto en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se reemplazará al 100% un agregado convencional por el agregado morrénico</p> <p><b>Variable (Y): Propiedades del concreto.</b> –</p> <p>Las propiedades del concreto tales como el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión se obtienen de la mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas (García, 2015). a.</p>	<p><b>TIPO:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>MÉTODO:</b></p> <p>Científico</p> <p><b>NIVEL:</b></p> <p>Explicativa</p> <p><b>DISEÑO:</b></p> <p>Cuasi Experimental</p> <p><b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <p>El enfoque de la investigación será cuantitativo y cualitativo</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b></p> <p><b>Población:</b></p> <p>La población de estudio de nuestra investigación es la cantera Q g1 Ingemmet, del Centro Poblado de Huari, Provincia de Yauli La Oroya de agregados morrénicos de la primera glaciación y la población de control es la cantera Yas de Huamancaca, Provincia de Huancayo.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra será intencional o de conveniencia de acuerdo al tipo de muestreo no probabilístico y corresponderá a la muestra de suelo morrénico seleccionados para los ensayos, así como la muestra del agregado convencional, la cantidad de la muestra para los ensayos serán de 500 kg para el agregado morrénico de la cantera de Huari, asimismo nuestra cantera de control en será de 500 kg.</p>

- **Resultados de ensayos de laboratorio**