

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO  
ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA  
I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO-2019”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Ramirez Cortez, Juan Daniel

ASESORA: Boyanovich Ordoñez, Lili Tatiana

HUÁNUCO – PERÚ

2021

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Proyectos civiles  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2018-2019)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería Civil

**Disciplina:** Ingeniería Civil

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71848144

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41948561

Grado/Título: Maestra en gestión pública

Código ORCID: 0000-0003-1751-1336

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Davila Herrera, Percy Mello	Ingeniero civil	41050949	0000-0003-3299-4655

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

---

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:10 horas del día sábado 22 del mes de mayo del año 2021, mediante la plataforma Google Meet, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. JOHNNY P. JACHA ROJAS (Presidente)
- MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA (Secretario)
- ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA (Vocal)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 501-2021-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO-2019", presentado por el (la) Bachiller. JUAN DANIEL, RAMIREZ CORTEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 12:19 horas del día 22 del mes de mayo del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicado a nuestro Padre Celestial, quien, con sus tiempos perfectos, y su bendición sobre mi persona, hizo posible que este gran anhelo fuera posible, así como a la virgen Maria, mi madre.

A mis adorados padres, Edward Daniel Ramirez Bernal y Almira Cortez Rojas que siempre está velando por mi bienestar y acompañándome en cada peldaño del progreso en mi carrera profesional.



## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento más sincero a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que junto a mí caminaron en todo momento y siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para Dios, mis padres y mis hermanos. Muchas gracias a ustedes por demostrarme que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere”.

Mi gratitud, también a la Universidad de Huánuco – Facultad de Ingeniería – E.A.P. de Ingeniería Civil, a los docentes, por compartir su conocimiento durante el periodo universitario que me tocó recorrer.

Al Ingeniero Percy Mello Davila Herrera por sus conocimientos de hidráulica y presupuestos y a mi asesora la Ingeniera Lili Tatiana Boyanovich por su gran ayuda durante las consultas realizadas y a todos mis amigos de la universidad que también fueron parte de mi crecimiento, gracias por la confianza en mi persona.

<b>INDICE</b>	
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	VI
ÍNDICE DE FOTOS .....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPITULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. Descripción del problema .....	13
1.2. Formulación del problema .....	14
1.3. Objetivo general .....	15
1.4. Objetivos específicos.....	15
1.5. Justificación del problema .....	15
1.5.1. Justificación Social .....	15
1.5.2. Justificación Teórica.....	16
1.5.3. Justificación Práctica.....	16
1.6. Limitaciones de la investigación .....	16
1.7. Viabilidad de la investigación .....	17
1.7.1. Viabilidad operativa .....	17
1.7.2. Viabilidad Técnica .....	17
1.7.3 Viabilidad Económica.....	18
CAPITULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Antecedentes de la investigación .....	19
2.1.1. Antecedente Internacional.....	19

2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	20
2.1.3. Antecedentes Regionales .....	21
2.2. Bases teóricas .....	22
2.2.1. Tipos de muros de concreto armado utilizados en sótanos ....	22
2.2.2 Mecanismo de Degradación.....	24
2.2.3 Control y ensayos realizados en concretos.....	28
2.2.4 Clasificación de abertura (Microfisuras, Fisuras, Macrofisuras y Grietas).....	31
2.2.5 Técnicas de Reparación.....	33
2.2.6. Geosintéticos .....	37
2.2.7. Los Geosintéticos compuestos o geocompuestos .....	39
2.2.9. Análisis de suelo adyacente al geocompuesto.....	48
2.2.10 Metodología de diseño de geotextiles .....	55
2.2.11. Impacto de exposición en estructuras subterráneas .....	59
2.3 Definiciones conceptuales .....	61
2.4 Hipótesis .....	65
2.4.1 Hipótesis General.....	65
2.4.2 Hipótesis Especifica .....	65
2.5 Variables.....	66
2.5.1 Variables Dependientes .....	66
2.5.2 Variables Independientes.....	66
2.6 Operacionalización de variables .....	67
CAPÍTULO III.....	68
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
3.1 Tipo de Investigación.....	68
3.1.1 Enfoque.....	68
3.1.2 Alcance o nivel .....	68
3.1.3. Diseño .....	69
3.2 Población y muestra .....	69
3.2.1. Población .....	69
3.2.2. Muestra .....	70
3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	70

3.3.1 Para la recolección de datos (técnicas e instrumentos) .....	70
3.3.2 Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos) .....	71
3.3.3 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información. 72	
CAPÍTULO IV .....	73
RESULTADOS .....	73
4.1. Procesamiento de datos.....	73
4.1.1. Procesamiento de datos para la propuesta del geocompuesto (geosintético).....	73
4.1.2. Procesamiento de datos para la propuesta de la aplicación del grout (aditivo).....	78
4.2. Contratación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis.....	87
4.2.1 Prueba de hipótesis .....	87
4.2.2 Contratación de hipótesis .....	89
CAPÍTULO V .....	92
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
5.1. Contratación de resultados del trabajo de investigación.....	92
CONCLUSIONES .....	94
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	98
ANEXOS.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación por tamaño de abertura .....	32
Tabla 2 Función de los Geosintéticos .....	40
Tabla 3 Capacidad de flujo del geocompuesto .....	45
Tabla 4. Valores de $\phi$ y para diferentes tipos de suelos; C=0 .....	51
Tabla 5 Valores de factores de reducción preliminar recomendados para geocompuestos drenantes.....	59
Tabla 6. Exposición vs Impacto en la estructura .....	59
Tabla 7 Clasificación de calicata H=3.00 m .....	74
Tabla 8 Tabla de valores relativos de permeabilidad.....	75
Tabla 9 Datos para el diseño del geocompuesto.....	76
Tabla 10 Valores de capacidad de flujo para la presión en el muro de sótano .....	77
Tabla 11 Resumen del ensayo de esclerometría en los muros de concreto armado del sotano de la I.E.P. Cristo Rey .....	79
Tabla 12 Características del diseño patrón F'c=200 kg/cm <sup>2</sup> .....	81
Tabla 13 Proporcionamiento de materiales para un diseño con Hormigón .....	82
Tabla 14 Características del Sikadur-32 Gel .....	83
Tabla 15 Características del Sikagrout-110 .....	84
Tabla 16 Intervalos de resistencia a compresión de probetas sin aditivo	84
Tabla 17 Intervalos de resistencia a compresión de probetas con aditivo	85
Tabla 18 Prueba estadística de normalidad, diferencia de los datos.....	87
Tabla 19 Comprobación del cálculo de P-valor .....	88
Tabla 20 Estadísticas de muestras emparejadas sin aditivo y con aditivo. ....	88
Tabla 21 Correlación de muestras emparejadas .....	89
Tabla 22 Prueba de muestras emparejadas .....	89

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Muro de sótano en voladizo .....	22
Imagen 2 Muro de sótano simplemente apoyado .....	23
Imagen 3 Muro doblemente empotrado .....	23
Imagen 4 Sistema de muros pantalla utilizados en sótanos .....	24
Imagen 5. Agentes que afectan la durabilidad del concreto .....	25
Imagen 6 Principios físicos de transporte de fluidos y gases en el concreto armado.....	26
Imagen 7 Ensayos en concretos en estado fresco y endurecido.....	28
Imagen 8 Tamaño de abertura.....	32
Imagen 9. Procedimiento para controlar la fisura.....	33
Imagen 10 Geocompuestos para edificaciones .....	42
Imagen 11 Drenaje a ser diseñado través de la red de flujo.....	43
Imagen 12 Esquema de la prueba de transmisividad y permeabilidad plana .....	46
Imagen 13 Gradiente hidráulico en muro de contención(i) .....	47
Imagen 14 Gradiente hidráulico en muro de sotano (i) .....	47
Imagen 15. Diagrama de empuje activo .....	48
Imagen 16. Notacion para la presión activas de las ecuaciones.....	49
Imagen 17. Diagrama de empuje pasivo .....	50
Imagen 18. Notación para la presión pasiva de las ecuaciones .....	51
Imagen 19 Presión vertical .....	53
Imagen 20 Presión vertical adicionando sobrecarga .....	54
Imagen 21 Presión vertical de suelo en estructuras de sótano.....	54
Imagen 22 Presión horizontal de suelo en estructura de sótano .....	55
Imagen 23. Relaciones relativas de diferentes valores usados en la especificación de los geotextiles y literatura de los fabricantes .....	56
Imagen 24. Ley de evolución de costos, ley de sitter.....	60
Imagen 25 Registro de sondaje de calicata .....	73
Imagen 26 Curva de Permeabilidad.....	74
Imagen 27 Formula de Rankine.....	77
Imagen 28 Distribución de los muros de sótano evaluados en la I.E.P. Cristo Rey .....	79

Imagen 29 Dimensiones de probetas realizadas con aplicación de grout (aditivo) .....	82
Imagen 30 Evolución del concreto sin aplicación de aditivo .....	85
Imagen 31 Evolución del concreto con aplicación de aditivo .....	86
Imagen 32 Resistencia a compresión con la aplicación de aditivo vs sin la aplicación de aditivo.....	87

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto n° 1 Muros de sótano debilitado por filtraciones .....	110
Foto n° 2 Muro de concreto armado con presencia de escantillones de madera, generando grietas .....	110
Foto n° 3 Muro de sótano con presencia de filtración.....	111
Foto n° 4 Grietas presentes en los muros de sótano.....	111
Foto n° 5 Calicata n°1- detrás del muro de sótano .....	112
Foto n° 6 Calicata n°01 .....	112
Foto n° 7 Muro de sótano cara externa, muestra grietas pasantes .....	113
Foto n° 8 Ensayo de carga variable decreciente in situ .....	113
Foto n° 9 Medición de agua filtrada por el suelo.....	114
Foto n° 10 Equipo martillo Schmidt o Esclerómetro .....	114
Foto n° 11 Codificación de los muros del ensayo esclerométrico.....	115
Foto n° 12 Disparos con el equipo de Esclerometría.....	115
Foto n° 13 Ensayo de esclerometría.....	116
Foto n° 14 Pesado de los materiales para la elaboración de las mezclas de concreto .....	116
Foto n° 15 Engrasado de probetas .....	117
Foto n° 16 Mezclado en trompo pequeño de los materiales en el laboratorio de suelos UDH.....	117
Foto n° 17 Determinación del asentamiento de la mezcla fresca (slump) .....	118
Foto n° 18 Colocación de tubo en las probetas para simular la grieta... ..	118
Foto n° 19 Control de la temperatura en estado fresco .....	119
Foto n° 20 Varillado manual en 3 capas y engrasado .....	119
Foto n° 21 Proceso de curado de los especímenes cilíndricos de concreto .....	120
Foto n° 22 Aditivo de puente de adherencia Sikadur 32 gel .....	120
Foto n° 23 Retiro de la tubería pvc 1" para la aplicación del puente de adherencia sikadur 32 y luego el aditivo grout de alta resistencia .....	121
Foto n° 24 Aplicación del aditivo de puente de adherencia sikadur gel 32 .....	121
Foto n° 25 Sellado a un extremo de las probetas a aplicar el aditvio grout de alta resistencia .....	122



Foto nº 26 Foto de aditivo grout de alta resistencia sikagrout 110 .....	122
Foto nº 27 Dosificación según su ficha técnica otorgado por el fabricante .....	123
Foto nº 28 Adición de aditivo grout de alta resistencia a la probeta con fisura simulada .....	123
Foto nº 29 Se puede observar la autonivelación del aditivo grout de alta resistencia.....	124
Foto nº 30 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 7 días de curado .....	124
Foto nº 31 Testigos de concreto sin aditivo a los 7 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	125
Foto nº 32 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 7 días de curado.....	125
Foto nº 33 Testigos de concreto con aditivo a los 7 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	126
Foto nº 34 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 14 días de curado.....	126
Foto nº 35 Testigos de concreto sin aditivo a los 14 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	127
Foto nº 36 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 14 días de curado.....	127
Foto nº 37 Testigos de concreto con aditivo a los 14 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	128
Foto nº 38 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 28 días de curado.....	128
Foto nº 39 Testigos de concreto sin aditivo a los 28 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	129
Foto nº 40 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 28 días de curado.....	129
Foto nº 41 Testigos de concreto con aditivo a los 28 días de curado luego de realizar ensayo de rotura .....	130
Foto nº 42 Pesado y secado de muestras representativas de las probetas rotas ya ensayadas, para determinación de densidades húmedas y secas .....	130

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal elaborar una propuesta para mejorar la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, con el fin de cumplir su tiempo de vida útil a través de la aplicación de los geosintéticos y aditivos. Para ello, se evaluó desde un principio el muro de concreto armado que requiere ser reparado, utilizando ensayos no destructivos. Posteriormente se realizó el análisis del geosintético y aditivo, siendo ellos el geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 y el grout de alta resistencia SikaGrout 110. Todo este análisis y elaboración se desarrolló durante cinco meses de estudio. La metodología aplicada para llevar a cabo este estudio fue la observación directa y la inspección. Previamente se recolectaron los datos en formatos de laboratorio, y posteriormente se evaluaron mediante hojas de diseño y rotura de probetas mediante la prensa hidráulica. Desarrollando así, para la propuesta del geocompuesto, la clasificación del suelo y ensayo de permeabilidad in situ de carga variable sirviendo como dato para determinar el caudal a drenar por el suelo que en comparación con la capacidad de flujo de drenaje del geocompuesto al cual se le aplicaron factores de reducción, dan como resultado un drenaje superior demostrado mediante hojas de cálculo. Con respecto a la propuesta del grout de alta resistencia se optó como dosificación para las probetas, lo obtenido en el ensayo de esclerometría, elaborando dos tipos de probetas, unas sin presentar grieta y las otras con grieta que posteriormente se rellenaron con grout de alta resistencia, por medio del ensayo de compresión cilíndrica, las probetas reparadas obtuvieron mayor resistencia final. Al finalizar la propuesta de aplicación del geocompuesto y el grout de alta resistencia cumplió el objetivo principal.

**Palabras clave:** Geosintético, Aditivo, Muro de concreto armado.

## **ABSTRACT**

The aim of this research work is to develop a proposal to enhance the existing reinforced concrete structure in the basement of Cristo Rey private school. All this, in order to fulfil its lifespan with the implementation of geosynthetics and additives. To this end, the reinforced concrete wall requiring repair was evaluated from the outset, by using non-destructive testing. Subsequently, the analysis of the geosynthetic and additive was carried out. The elements analysed were the geocomposite MacDrain FP 2L 20.2 and the high-strength grout SikaGrout 110. All this analysis and elaboration was developed during five months of study. The methodology applied to carry out this study was direct observation and inspection. The data was previously collected in laboratory formats, and then evaluated using layout sheets and test piece breakage through the hydraulic press. Thus developing for the proposal of the geocomposite, the soil classification and variable load in situ permeability test that serve as data to determine the flow rate to drain through the soil which in comparison with the drainage flow capacity of the geocomposite to which reduction factors were applied, result in superior drainage proven by means of spreadsheets. With regard to the proposal of high-strength grout, the results of the sclerometer test were chosen as the dosage for the test pieces, developing two types, one without a crack and the other with a crack, which were later filled with high-strength grout, by means of the cylindrical compression test, the repaired test pieces got a higher final strength. On completion of the proposed application of the geocomposite and high-strength grout, the main objective was achieved.

**Keywords:** Geosynthetic, Additive, Reinforced concrete wall

## INTRODUCCIÓN

La autoconstrucción informal y poco uso de mano calificada, que actualmente llega al 70% en Lima Metropolitana, cifra pavorosa que trae como secuela una alta vulnerabilidad de las viviendas, a nivel nacional el porcentaje es un poco más o igual en Huánuco, no contamos con dicha información, pero seguramente las estadísticas son similares, por lo tanto, lo podemos tomar en cuenta, caso de la investigación hemos encontrado daños en el concreto armado de muro de sótano de la I.E.P. “Cristo Rey” observando problema de grieta y filtración presentando sobrecargas externas adyacentes al muro, así como la presión hidrostática presente en el suelo.

Es por ello que esta propuesta de mejoramiento, brindará a la estructura de concreto armado existente un mayor tiempo de vida útil con la aplicación de los geosintéticos y aditivos.

Como punto de partida la investigación posee una perspectiva funcional que justifica la mencionada propuesta, debido que se generó una solución integral que se verificará, a través de hojas de cálculo para la propuesta de geosintético y ensayos de compresión cilíndrica para la propuesta de aditivo.

La presente tesis posee un tipo de investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, de nivel explicativo. Así también cuenta con un diseño cuasi-experimental. Para recolectar, organizar y procesar los datos de laboratorio, fue necesario el uso de fichas y organigramas, así como el uso de programas de computadora como el office Microsoft Excel y el IBM SPSS versión 24.

Finalmente, cabe mencionar que tuvimos asesoramiento por parte de los proveedores de Sika y Maccaferri, adicionalmente los productos son fácilmente accesibles en el mercado peruano, los cuales vienen siendo usados con mayor frecuencia gracias a sus características.

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Descripción del problema

La autoconstrucción en el Perú data desde el año 1940 en la ciudad de Lima, generada en su mayoría por la excesiva migración de provincianos hacia la capital con la finalidad de buscar progreso y mejores condiciones de vida, estos determinaron la invasión y formación de barriadas, por ende tuvieron la necesidad de viviendas y debido a la poca concientización de seguridad y escasos recursos económico buscaron maneras para acceder a la vivienda a través de procesos de autoconstrucción, con poca o nula participación del estado, y de las que aún continúan, esto ha generado su densificación en el tiempo. “Actualmente la Cámara Peruana de la Construcción(Capeco) señala que autoconstruir una vivienda o adquirir una ya edificada formalmente, detalla que en el primer caso el costo podría resultar hasta 40% más caro, asimismo representa un riesgo mayor a la seguridad de la vivienda” (GESTIÓN, 2017). Teniendo en cuenta que el Perú presenta un alto riesgo de actividad sísmica pudiendo generar terremotos de gran magnitud que ocasionarían graves daños materiales y pérdidas humanas, es importante contar con un control a cargo de un profesional competente durante la planeación y ejecución de un proyecto, según “Javier Piqué del Pozo (Ex Ministro de Vivienda), incentiva a que los peruanos sigan normas establecidas para la construcción, creando conciencia sobre los riesgos que implicaría la autoconstrucción informal, que trae como consecuencia una alta vulnerabilidad de las viviendas cuando se produce un evento sísmico fuerte” (República, 2018). Agregó que a nivel nacional el porcentaje es un poco más o igual. En Huánuco no contamos con dicha información, pero seguramente las estadísticas son similares, por lo tanto, lo podemos tomar en cuenta, ya que el enfoque de esta investigación va dirigido a proponer la utilización de geosintéticos y aditivos para reparar los daños generados en el concreto armado de muro de sótano producido por filtraciones y la sub presión ejercida

por un suelo adyacente que se satura en tiempo de lluvias dichas fuerzas se aplican a la cara externa del muro debido a que durante la ejecución se obvio dichas fuerzas acompañado a malos procesos constructivos debido a que se realizó sin supervisión adecuada (autoconstrucción). Nuestro problema latente se encuentra en muro de sótano de la Institución Educativa Privada “Cristo Rey”-Amarilis-Huánuco, lo cual con mayor énfasis al tratarse de una infraestructura educativa no podemos permitir que sigan suscitándose problemas de filtraciones y debilitamiento de estos muros ya que ponen en riesgo la infraestructura en general.

En este caso hemos encontrado daños en el concreto armado de muro de sótano de la Institución educativa generados por la autoconstrucción y posteriormente causado por la exposición a la humedad dañando la estructura, los acabados y ambiente interno (humedad y crecimiento de moho,etc), se observaron problemas como: las grietas producidas por escantillones de madera y pvc dejados luego del vaceado de concreto. Dichos muros de sótano requieren subsanar dichos problemas para evitar su deterioro y brinden soporte adecuado a la estructura como fue diseñado ya que aumentará las cargas de servicio por qué se proyectará la ampliación de la estructura por la demanda estudiantil que año a año va en aumento. Descrito la problemática se considera que es necesario elaborar la propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos, el cual permitirá mejorar la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos, para mejorar la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco - 2019?

### **1.3. Objetivo general**

Elaborar una propuesta para mejorar la estructura de concreto armado existente para cumplir su tiempo de vida útil con la aplicación de los geosintéticos y aditivos; para el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco.

### **1.4. Objetivos específicos**

**OE1:** Evaluar el comportamiento de aditivos de mezcla cementicia de alta resistencia para fines de reparación, simuladas en probetas cilíndricas para determinar su resistencia a compresión.

**OE2:** Realizar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> obtenido del ensayo no destructivo, para elaborar probetas cilíndricas generando fisuras representativas que fueron reparadas con aditivos de mezcla cementicia de alta resistencia.

**OE3:** Realizar y evaluar el diseño del geosintético compuesto por un núcleo drenante formado por una geomanta tridimensional termosoldado entre dos geotextiles no tejidos en los puntos de contacto, siendo un geotextil no tejido con filtro agujado calandrado y el otro no tejido laminado con fines de impermeabilización para mejorar el muro de concreto armado.

**OE4:** Determinar el  $f'c$  promedio in situ del muro de concreto armado que requiere ser reparado, mediante un ensayo no destructivo (esclerometría).

### **1.5. Justificación del problema**

#### **1.5.1. Justificación Social**

La investigación brinda una propuesta innovadora para mejorar las estructuras de concreto armado post construcción que presenten filtración y

malos procesos constructivos, ya que servirá como una nueva opción de aplicación para el uso de posteriores investigaciones que presenten un problema similar como son los malos procesos constructivos y/o debilitación por filtración.

### **1.5.2. Justificación Teórica**

Debido a que no existe suficiente información de mejoramiento de estructuras de concreto armado en nuestra región, la presente investigación es una propuesta tecnológica nueva en el campo de la ingeniería civil, aplicando geosintéticos y aditivos para mejorar muros de contención en sótanos, los cuales se encuentran sometidos a sub presiones y presentan daños en el concreto armado, quedando un precedente de propuesta de aplicación que servirá para futuras investigaciones.

### **1.5.3. Justificación Práctica**

Desarrollaremos la propuesta teniendo como problema latente el debilitamiento del muro de concreto armado de la I.E.P "CRISTO REY" generado por malos procesos constructivos que a través del tiempo sigue agravándose. Con esta investigación comprobaremos el uso del aditivo y demostrar la efectividad del mismo, mediante ensayos con probetas reparadas por dicho material, y así generar una propuesta con geosintético para una solución integral evitando el detereoramiento del muro de concreto armado de sótano.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

El presente proyecto de investigación se limita en:

- No contar con pruebas de diamantina por el cual se optó realizar un ensayo no destructivo(esclerometria) para determinar la resistencia a compresión del muro de concreto armado debilitado.



- Las pruebas desarrolladas para este estudio serán aplicables en laboratorio en probetas cilíndricas las cuales tendrán el diseño de mezcla de concreto obtenido del ensayo no invasivo (esclerometría).
- El asesoramiento respectivo en tecnología de materiales innovadores como los geosintéticos y aditivos para mejoramiento post construcción de estructura de concreto armado es muy escaso ya que no hay especialistas del tema en el marco regional
- 

## **1.7. Viabilidad de la investigación**

### **1.7.1. Viabilidad operativa**

- Esta propuesta permitirá reparar muros de concreto armado que presentas daños por malos procesos constructivos y filtración de agua, mediante el uso de aditivos y geosintéticos.
- La propuesta de aplicación del aditivo será representada a través de probetas en las cuales se plasmarán los daños encontrados dentro de los muros, como las grietas, las cuales serán reparadas.
- El diseño del geosintético representa una solución permanente frente a aguas filtrantes y mejorará las condiciones de uso para el muro de concreto armado del sótano de la I.E.P “Cristo Rey”.
- Los materiales existen en el mercado.

### **1.7.2. Viabilidad Técnica**

- Se cuenta con las fichas técnicas de los aditivos y geosintéticos a utilizar.
- Se realizará hojas de cálculo respectivas para poder cuantificar las fuerzas que actúan en el muro y se realizará un ensayo no destructivo para poder determinar el esfuerzo a compresión insitu para así poder plasmar un antes y después, en el cual el aditivo se comprobara mediante la reparación de probetas cilíndricas y el geosintético se comprobara a través del diseño generado mediante hojas de cálculo, finalmente se determinará la factibilidad técnica de la propuesta para el

uso de aditivos y geosintéticos para el mejoramiento muros de concreto armado de la I.E.P. "Cristo Rey".

### **1.7.3 Viabilidad Económica**

- El investigador al adjudicarse los costó de la investigación, pudo realizar su principal objetivo sin muchos inconvenientes.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedente Internacional

Hernández Pérez (2009). Desarrollo la tesis *consideraciones para el análisis y evaluación de muros de sótano de concreto reforzado* en la Universidad de San Carlos de Guatemala en la ciudad de Guatemala. Su investigación nace debido a la utilidad de los sótanos en la ciudad y a la necesidad de poseer una construcción resistente y relativamente económica, en la mayoría de las construcciones en Guatemala se utiliza el concreto reforzado en muro de sótano. Por esa razón, su trabajo tuvo como finalidad nombrar los principios fundamentales para analizar y diseñar muros de sótano de concreto reforzado y brindar la metodología empleada para la evaluación técnica de muros de sótano existentes. Para lo cual fue útil para la investigación la teoría de la presión activa de tierra generada por subpresión del agua existente en el suelo , así como el incremento dinámico por sismo, se utiliza cuando el muro de sótano es independiente de la estructura total, también detalla que cuando el muro es parte de la estructura total, la tendencia a moverse es casi cero, por lo tanto, puede aplicarse la teoría de la presión lateral en reposo, teniendo presente que ahora el muro soporta parte del peso del resto de la estructura en forma de carga axial distribuida. Como resumen de su evaluación realizada a un muro de sótano, fue importante los estudios obtenidos preliminarmente en la visita de inspección como fueron: exposición a la intemperie, tiempo de vida actual de la estructura, la función actual que desempeña y para la cual fue diseñada considerando las sobrecargas externas adyacentes al muro, así como la presión hidrostática presente en el suelo, ya que de lo contrario se estaría obviando dichas cargas en la estructura poniendo en riesgo la misma durante o posteriormente a su construcción.

Pu Herrera (2010). Desarrollo la tesis de pregrado, *drenaje y protección de estructuras por medio de geocompuestos* en la Universidad de San Carlos

de Guatemala en la ciudad de Guatemala. La investigación tuvo como objetivo implementar un sistema drenante a base de geosintéticos usando al geocompuestos entre los otros tipos más, para la protección de estructuras, en la cual detalla las propiedades drenantes del geocompuesto y realiza una descripción del agua en el suelo, debido a que luego de la precipitación el agua puede tomar uno de varios caminos y su relación con los tipos de suelos. Luego realiza un análisis a largo plazo entre la capacidad de flujo en un geocompuesto y la relación de este con su espesor. Esta investigación me fue útil, ya que profundiza el estudio sobre el sistema de drenaje vertical de estructuras enterradas, en el cual el principal papel de los geocompuestos es el de eliminar la presión hidrostática, que crea empuje sobre la estructura enterrada, gracias a su capacidad drenante, evacuando de esta forma el agua del suelo, aclarando que la condición drenante estará sujeta al conjunto de cargas sobre el material de relleno el cual se deberá de evaluar atendiendo al diseño. Dicho sistema garantiza un filtrado permanente de agua y evita la pérdida de finos. Como conclusión, a mayor profundidad de soterramiento mayores presiones y en consecuencia la capacidad drenante del geocompuesto será menor, puesto que, con la presión de tierras el geocompuesto pierde espesor, y con ello sección drenante. Adicionalmente resalta la facilidad y rapidez de ejecución; por lo cual representa un sistema de drenaje y protección con ahorro en tiempo y costos indirectos.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Zapata y Calle (2019). Desarrollo la tesis *uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos* en la Universidad de Piura en la ciudad de Piura. Los investigadores tuvieron como objetivo evaluar alternativas de reparación para estructuras en las que se ha realizado el ensayo de extracción de núcleo diamantino, para lo cual luego que estuvieron en estado endurecido, se evaluaron la resistencia mecánica (resistencia a la compresión), adherencia y permeabilidad. Teniendo como antecedente útil para la investigación, la similitud en la cual se busca la reparación de estructuras de concreto armado con el uso de aditivos entre los cuales usan epóxico, mortero y sellador. Para realizar la investigación, se evaluó dicha reparación para estructuras con resistencias de

relaciones de agua y cemento de  $a/c=0.54$  y  $a/c=0.42$ , teniendo como diseño patrón para luego compararlos con los resultados y evaluar la eficacia de la reparación, se utilizaron tres diferentes materiales y/o productos los cuales fueron: el grout como material de relleno, el epóxico como puente de unión, y eventualmente el sellador como parte de una reparación especial. Donde realizaron varias combinaciones; teniendo como conclusiones que el grout como material de relleno utilizado fue el sikagrout cumplía con los requisitos de su resistencia, también evaluaron su adherencia con y sin material epoxico como puente de unión en el proceso de reparación, teniendo como mejor resultado la unión de concreto-grout en comparación con las formas de reparación restantes, siendo innecesario el uso del epóxico como puente de unión en una reparación realizada con grout.

Córdova Pérez (2016). Desarrollo la tesis *protección de un muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital el Carmen de Huancayo* en la Universidad Peruana los Andes en la ciudad de Huancayo. La investigadora describe la protección del muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital el Carmen de Huancayo para lo cual utiliza el geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2, siendo útil para la investigación el diseño del sistema de drenaje vertical, teniendo en consideración el empuje de tierras en estructuras enterradas y un caudal de diseño el cual está compuesto por la suma del caudal de infiltración y caudal sub superficial, donde el primero representa la necesidad de hacer un estudio hidrogeológico del terreno para determinar la complejidad de las infiltraciones y el caudal sub superficial el generado por efectos de lluvia siendo necesario realizar calicatas y conocer el tipo de suelo de relleno para garantizar la protección del muro de contención teniendo un beneficio más con la posibilidad de reutilizar las aguas subterráneas para riego y el consumo humano significando un referente al ahorro de este recurso hídrico.

### **2.1.3. Antecedentes Regionales**

No contamos con estudios realizados sobre este tema en mención, es por ello nuestra preocupación de desarrollar la investigación basada en la

propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos para otorgar una alternativa de reparación aumentando el tiempo de vida útil del muro de concreto armado post construcción. Esto brindará que nuestro mercado regional tenga más opciones aparte de la demolición y reconstrucción.

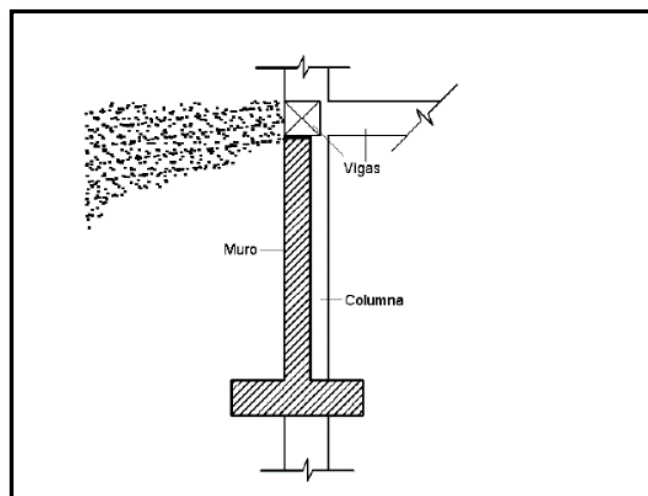
## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Tipos de muros de concreto armado utilizados en sótanos

#### ▪ Muro en voladizo

Para el diseño del muro en voladizo se considera que la forma en como trabaja es individualmente a la superestructura, respecto a sus características se podría considerar como un muro de contención porque su único apoyo será su propio cimiento. Para la determinación de sus dimensiones se realizará un análisis contra el volteo, deslizamiento, capacidad de carga, etc. Asimismo, su diseño dependerá de la particularidad de cada proyecto.

*Imagen 1 Muro de sótano en voladizo*

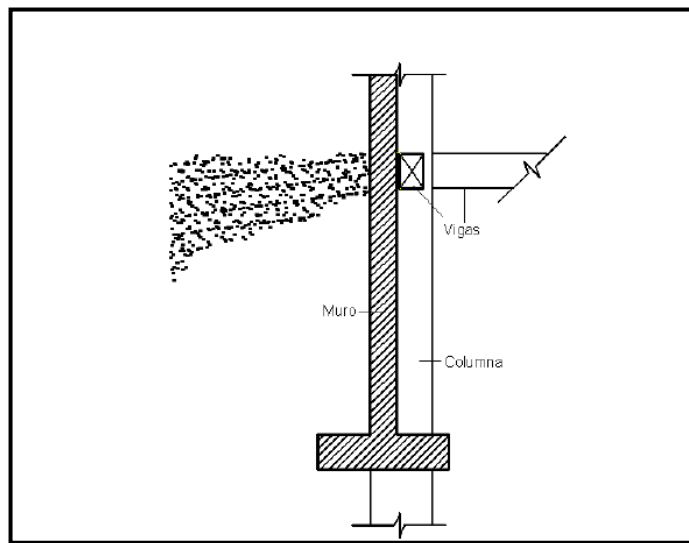


*Fuente: J. Calavera. Muros de contención y de sótano .1989*

#### ▪ Muro simplemente apoyado

Estos muros se caracterizan por el apoyo que existe entre su extremo superior y las vigas, donde se utilizan juntas especiales (imagen 2), adicionalmente también se coloca dichas juntas entre su extremo inferior y la cimentación propia de la estructura.

**Imagen 2** Muro de sótano simplemente apoyado

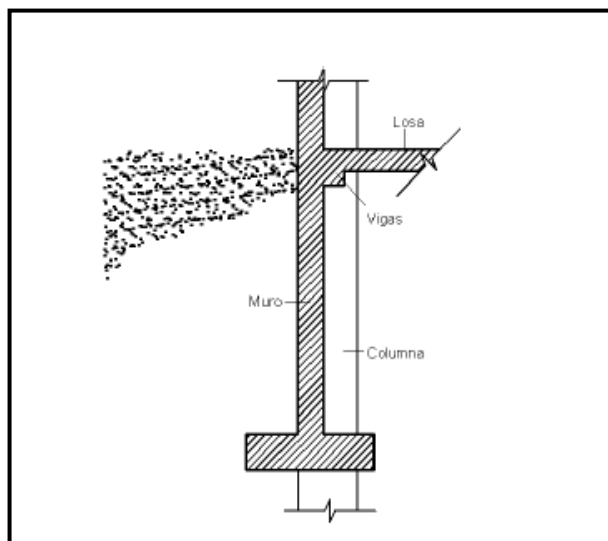


Fuente: J. Calavera. Muros de contención y de sótano .1989

▪ **Muro doblemente empotrado (muro en dos apoyos)**

Los muros doblemente empotrados forman parte de la superestructura, por lo cual se diseñan en conjunto, estos son empotrados en las vigas y en su propio cimiento (imagen 3). Es posible apoyarlo adicionalmente a las columnas del edificio, funcionando como una losa con dos direcciones en cuatro apoyos, es preciso recalcar que la carga a soportar será uniformemente variada y no uniformemente distribuida como en la losa común.

**Imagen 3** Muro doblemente empotrado



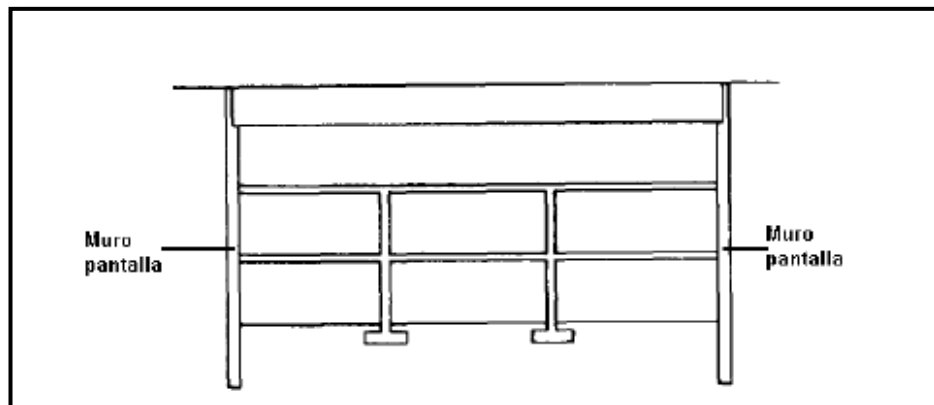
Fuente: J. Calavera. Muros de contención y de sótano .1989

### ▪ Otros tipos de muros

La elección del tipo de muro a usar, se ve influenciado por el diseño arquitectónico. Cuando se proyecta un edificio con marcos estructurales y posee un solo piso de sótano, se podrá diseñar los muros con anclajes especiales al marco, con el fin de transmitir una parte del empuje del suelo y así poder disminuir el espesor requerido del muro. Este análisis se puede realizar como el de una losa de cuatro apoyos con carga uniformemente variada o como crea conveniente el diseñador.

A partir de requerir más de dos niveles de sótanos no es recomendable utilizar muros de contención, debido a que representan un mayor costo ya que la magnitud del momento flector conllevaría a un aumento de su espesor y su área de acero; para ese caso en particular existe sistemas más económicos como son los muros pantalla (imagen 4).

**Imagen 4** Sistema de muros pantalla utilizados en sótanos



*Fuente: J. Calavera. Muros de contención y de sótano .1989*

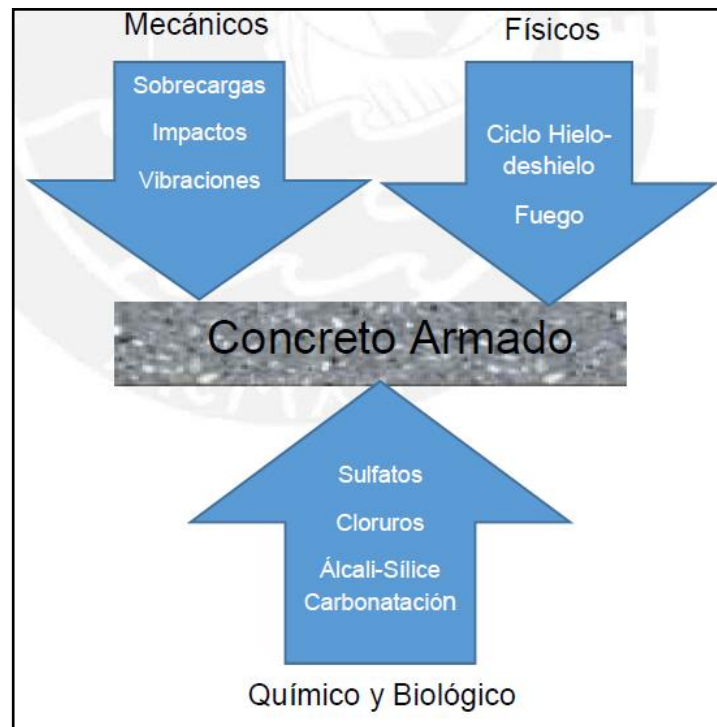
### 2.2.2 Mecanismo de Degradación

Los tipos de degradación en estructuras de concreto son clasificados en agentes mecánicos, físicos y biológicos. Dentro de los agentes mecánicos tenemos a las sobrecargas, los impactos y las vibraciones; respecto a los agentes físicos están las heladas, abrasión y el fuego; asimismo para los agentes biológicos son los microorganismos y químicos, aguas subterráneas agresivas y los sulfatos.



Los agentes que degradan al concreto se tendrán en cuenta en el planeamiento del proyecto, los poros dentro del concreto son un medio de transporte para gases o aguas con sustancias agresivas; lo que conlleva a la degradación y corrosión de armadura (Garcés et al, 2008).

**Imagen 5.** Agentes que afectan la durabilidad del concreto

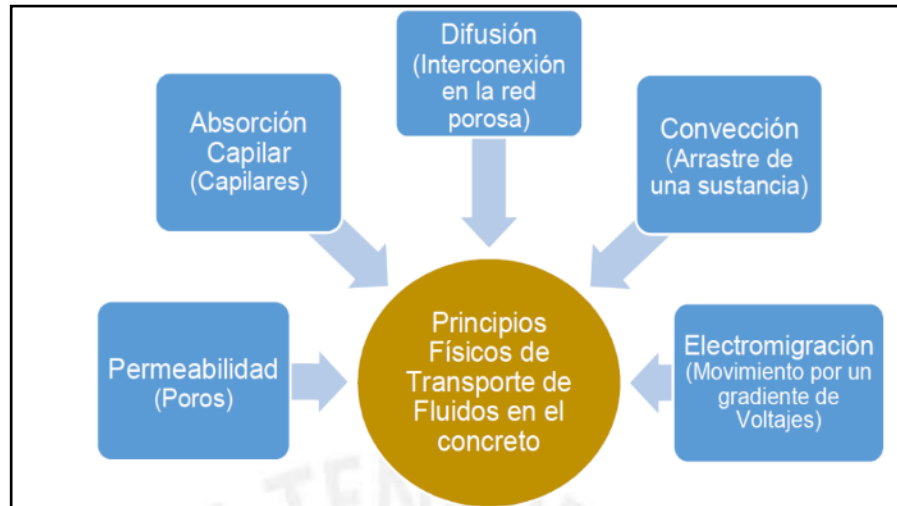


*Fuente: Quispe Napaga. Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones.2018*

Gran parte de la durabilidad del concreto se ve influenciada por la penetración de fluidos. Los líquidos usan la red porosa del concreto para degradarlo, su transporte puede usar principios físicos distintos (imagen 6). Estos principios actúan mediante la permeabilidad que es el movimiento de un líquido en presencia de un gradiente de presión como es el caso de estructuras en contacto con el agua. En el caso del concreto este debe estar saturado para poder medir la permeabilidad que se expresa en términos en m/s. La difusión corresponde al desplazamiento de un compuesto, ion, líquido etc. A través de un medio, debido a una agitación aleatoria a nivel molecular, relacionada con la existencia de un gradiente de concentración. La difusión se determina en general sobre concretos saturados. A través de este medio

continuo, tiene entonces lugar la difusión de una sustancia. (Quispe Napanga, 2018,pag.11)

**Imagen 6** Principios físicos de transporte de fluidos y gases en el concreto armado



*Fuente: Quispe Napanga. Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones.2018*

Aguirre y Mejía de Gutierrez (2013) señala que para comprender el deterioro del concreto primero se debe determinar el medio de transporte de los fluidos dentro de él, debido a que el concreto no es atacado por sustancias químicas secas y sólidas, sino sustancias químicas en solución que sobrepasan un porcentaje de mínimo de concentración y a su vez mediante la presión tienden a ser una solución agresiva dentro de él. Entre los mecanismos de deterioro tenemos:

- Ciclos de hielo-deshielo: Es resultado de la gradiente térmica que presenta diferentes países, donde la red capilar de concreto se ve saturado por el agua y cuando empieza a congelarse es necesario que la cavidad sufra una dilatación de 9% referente al volumen de agua generando microfisuras durante la fase sólida ciclo a ciclo, para mitigar este deterioro se debe controlar la baja relación de agua/cemento ( $a/c$ ) en la dosificación, aire incorporado y curado prolongado.
- Ataque por sulfatos: Son generados por el ácido sulfúrico es el resultado de la acción bacteriana sobre los sulfatos de sodio, potasio,

calcio y magnesio los cuales se encuentran naturalmente en el suelo o disueltos en el agua freática o subterránea. (Quispe Napanga, 2018,pag.12)

Sánchez (2001) describe que el ataque de los sulfatos en combinación con el hidróxido de calcio genera una reducción en el pH del sistema, lo cual genera una pérdida de la rigidez y resistencia seguida por la expansión y el agrietamiento, para prevenir el ataque sulfatos recomienda reducir la relación agua y cemento reduciendo su permeabilidad y adicionar cenizas volantes.

- Ingreso de cloruros: El deterioro generado al concreto se debe a la cristalización de sales en los poros interconectados, su grado de daño depende si existe una rápida o lenta tasa de reposición, si la tasa es lenta la cristalización de las sales generaran la expansión suficiente para causar descamación. Metha y Monteiro (2013)
- La carbonatación: Dentro de la pasta cementicia al efectuar el mezclado con todos los cuidados respectivos el valor del pH es de 13 sin embargo, cuando está presente la carbonatación este valor se aproxima a la neutralidad provocando corrosión de armaduras próximas a la superficie. Metha y Monteiro (2013)

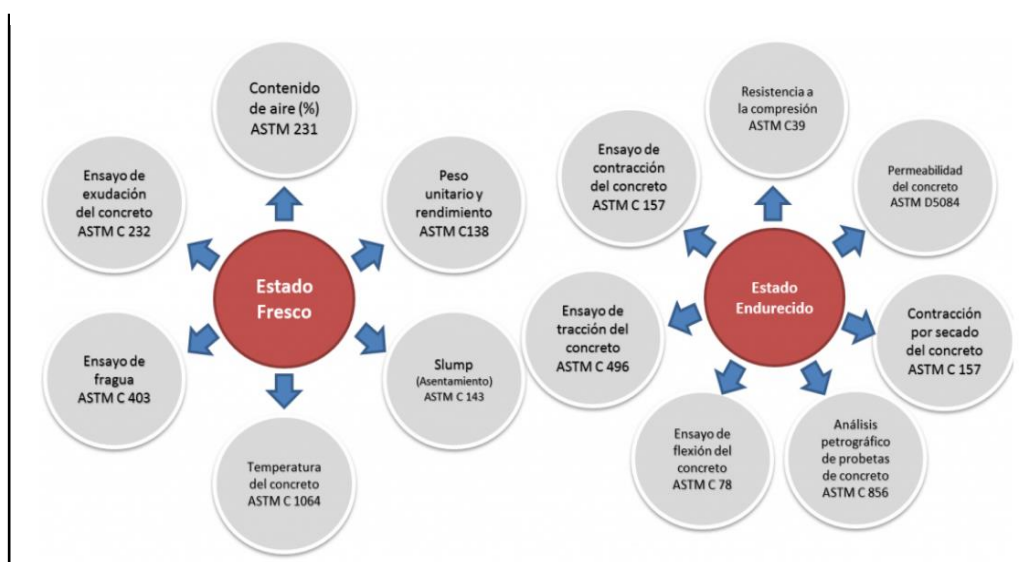
Jennings et al (2008) detalla que la carbonatación se produce siempre que la humedad relativa se mantenga entre el 50 y 75%, debido a que si es mayor al 75% la humedad presente en los poros restringe la penetración del CO<sub>2</sub>.

Metha y Monteiro (2013) explica que el agua dentro del concreto puede ser un aliado o un peligro para la edificación debido a que durante el proceso de mezcla , la mayoría del agua en el concreto (agua capilar y parte de agua absorbida) se pierde dejando vacíos, por lo cual recomienda que debe existe una dosificación idonea, buen uso de materias primas y un adecuado proceso constructivo.

## 2.2.3 Control y ensayos realizados en concretos

Existe diversos ensayos de control en el concreto que se efectúan es estado fresco y endurecido, esto es primordial para determinar su calidad y buen comportamiento frente a cargas de diseño.

**Imagen 7** Ensayos en concretos en estado fresco y endurecido



Fuente: GLEM Estudios y Proyectos EIRL. Recuperado de <https://glem.com.pe/ensayos-al-concreto-fresco-y-al-concreto-endurecido/>

### ▪ Descripción de los ensayos en estado endurecido

Los ensayos en estado endurecido son realizados en probetas de concreto fraguadas o en especímenes extraídos de un elemento de concreto, estos determinan la resistencia y/o otros parámetros de calidad.

#### ➤ Ensayos destructivos en el concreto:

Las propiedades que se determinan son inherentes al material, produciendo en ellos una alteración irreversible de su geometría dimensional o de su composición química, entre ellos tenemos:

- Ensayo de resistencia a compresión
- Ensayo de resistencia a la abrasión
- Ensayo de contenido de cloruros (si se analiza una sección de concreto)

- Ensayo del grado de carbonatación (si se analiza una sección de concreto)
- Ensayo a flexo tracción
- Ensayo a tracción indirecta
- Ensayo petrográfico
- Ensayo de permeabilidad
- Ensayo de humedad

➤ Ensayos no destructivos en el concreto:

Determinan la propiedad del concreto endurecido sin alterar sus dimensiones, ni sus características físicas, químicas o mecánicas. Estos ensayos no son tan exactos por lo cual se debe complementar con ensayos destructivos, sin embargo, estos ensayos son mucho más económicos y nos puede ayudar a tener un diagnostico preliminar de la estructura de concreto, entre los métodos tenemos:

**Caracterización:** Evaluación de características químicas, estructurales, mecánicas, físicas, etc.

**Defectología:** Detección de discontinuidades, deterioro por agentes ambientales, actividad corrosiva del acero de refuerzo, etc.

**Metrología:** Control de espesores, medidas de espesores de recubrimiento, niveles de llenado, etc. Hay distintos métodos de ensayos no destructivos para concreto, cada uno de ellos depende del parámetro que se desee controlar y las condiciones bajo las cuales se realice el ensayo, entre estos métodos tenemos:

- Ensayo de emisiones acústicas
- Ensayo de impacto acústico
- Prueba de carga
- Ensayo por absorción o difusión de isótopos radiactivos
- Método de madurez
- Ensayo de partículas magnetizables
- Ensayo radiográficos
- Ensayo de ultrasonido

- Ensayo de líquidos penetrantes
- Ensayo con esclerómetro
- **Ensayo utilizado para la evaluación de la investigación**

### **Evaluación del concreto por el esclerómetro**

Originalmente, fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. Sin embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentra, en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- Determinar niveles de calidad resistentes, cuando no se cuenta con información al respecto.
- Contribuir, conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de las estructuras.

El ensayo está normado en el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el reglamento normado es el MTC E 725.

La correlación que determina este ensayo es entre el esfuerzo a compresión y el número de rebote, para su verificación se recomienda que se realicen correlaciones entre ensayos de esclerometría vs ensayos de resistencia de las mismas probetas de las cuales se tomaron el número de rebote. Su norma americana es el ACI 228.1 R1 donde desarrollan la correlación y el uso de las relaciones para estimar las resistencias en la estructura, mediante el ensayo de esclerometría.

Procedimiento para realizar el ensayo:

En primer lugar, se debe diagnosticar la estructura a evaluar, luego se procede utilizando un escáner para determinar la posición del acero dentro del concreto ya que si llega a efectuar el ensayo sobre la armadura esto puede alterar la lectura del instrumento. Acto seguido se procede a limpiar la superficie para luego sostener el instrumento procurando que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Luego disparar el martillo contra la

superficie asimismo se debe de oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída y tomar lectura del número de rebote en la escala y registrarlo, aproximándolo al entero. Se debe tomar diez lecturas de cada estructura de ensayo están deben estar separados por más de 25 mm (1 pulgada). Luego de realizar los disparos observar la superficie si presenta impacto de ser aplastada o destrozada, se procede a anular las medidas tomadas. (Manual de Ensayo de materiales- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pag. 844)

Para el cálculo respectivo se debe de:

El ensayo será incorrecto si luego del promedio de las 10 lecturas, se tenga una diferencia de 6 unidades con cada lectura tomada, entonces será necesario realizar otro ensayo dentro del área de estudio en una ubicación distinta a la inicial.

Precisión y dispersión

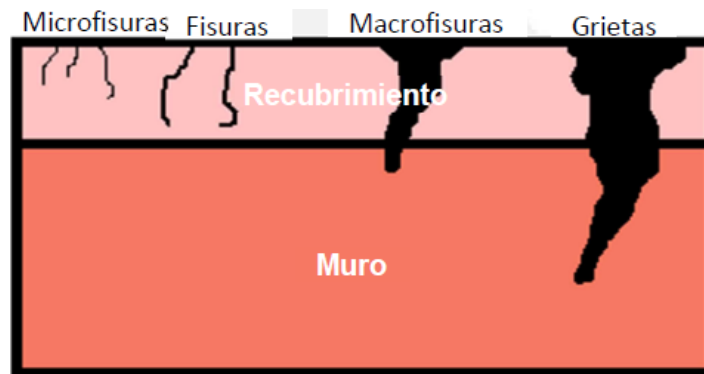
Según su precisión, para el ASTM E 177 la desviación estándar de las medidas es de 2,5 unidades y con respecto a la dispersión, este ensayo no puede evaluarse, desde el número de rebote sólo puede determinarse en términos de este método de ensayo.

#### **2.2.4 Clasificación de abertura (Microfisuras, Fisuras, Macrofisuras y Grietas)**

Las aberturas de las fisuras afectan el tema estético, impermeabilidad del concreto y corrosión de armadura, asimismo la fisura se distingue por su forma, trayectoria, abertura, movimiento entre otros. (Ottazzi 2004).

Es importante determinar la causa de origen de la abertura para así poder elegir la manera idónea para sellarla. Durante los procesos de fisuración existen dos etapas características: Cuando el espesor de abertura es menor a 0.05 mm, se considera como una microfisuración inicial y cuando la abertura es mayor una macrofisuración, Se puede observar en la imagen 8.

**Imagen 8** Tamaño de abertura



Fuente: Sika Argentina S.A.I.C

Según Quispe Napanga (2018), determina que no existe una norma universal para determinar cuál es el ancho máximo de abertura; para los requerimientos del ACI318S-2005, nos brinda una tabla para la clasificación de que, si es fisura o grieta en función de su abertura, se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1** Clasificación por tamaño de abertura

Clasificación	Abertura (mm)	Descripción
<b>Microfisuras</b>	<0.05	No son perceptibles al ojo humano y no tienen relevancia
<b>Fisuras</b>	$0,1 < e < 0,2$	No representan un peligro, dependiendo de las condiciones ambientales a las que se encuentre. Puede favorecer la corrosión
<b>Macrofisuras</b>	$0,2 < e < 0,5$	Pueden tener repercusiones estructurales de importancia
<b>Grietas</b>	0,5	Indicio de daño estructural

Fuente: Sika Argentina. 2015

▪ **Control de fisuración y Grietas**

Según Bernal (2005) las fisuras siempre están presentes en toda edificación por lo cual es vital observarlas y estudiarlas ya que cada una de ellas posee un origen y son producidas por alguna fuerza en especial, como

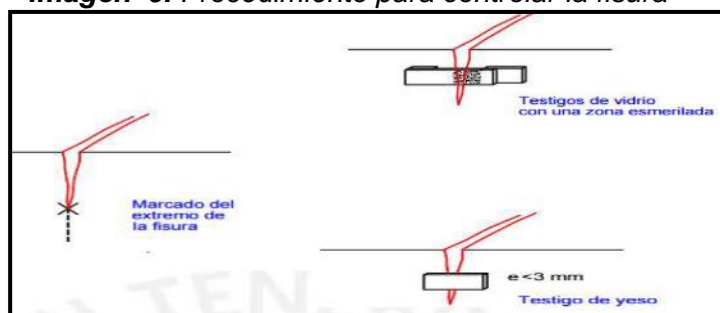


resultado de la observación y su estudio a detalle, existen dos clasificaciones bien definidas:

- Fisura o grieta muerta o estable (sin movimiento)
- Fisura o grieta viva o inestable (con movimiento)

Las fisuras y grietas muertas o estables, tienen la característica de que su ancho, profundidad y longitud no se modifiquen con el tiempo, estas fisuras o grietas son las más comunes y menos peligrosas en una edificación debido a que se generó un equilibrio de resistencias. Las fisuras y grietas vivas o inestables, tiene la característica de que su ancho, profundidad y longitud sea cambiante a través del tiempo, por lo general son producidas por causas mecánicas y éstas representan mayor peligro en una edificación, su deterioro causado en el concreto será proporcional al ancho de la abertura. Se utilizan testigos de yeso o de vidrio, para determinar si una fisura o grieta son vivas o muertas, estos testigos se colocan de forma transversal a la abertura y se realiza un seguimiento entre los 7 a 90 días en donde debido a su rigidez que presentan al mínimo movimiento generado por la fisura o grieta se romperán por lo cual se tendría una fisura o grieta viva, sin embargo, si no se rompe será una fisura o grieta muerta. (Elguero ,2004).

**Imagen 9.** Procedimiento para controlar la fisura



Fuente: fuente: Sika Argentina. 2015

### 2.2.5 Técnicas de Reparación

(Luz Zapata y Calle Sosa, 2019) Resaltan que en el Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón (Helene &Pereira, 2003), existe técnicas de reparación que dependerán de los daños presentados en la estructura los cuales pueden ser ocasionado por factores mecánicos, físicos, químicos o biológicos. Entre las técnicas se encuentran:

- Técnica estándar: Se usa para reparación de grandes y pequeñas superficies en condiciones normales.
  - Técnica Trepack: Se emplea en elementos en contacto con el agua, solo se realizará cuando no haya fuertes velocidades. Primero se realiza un relleno con paste de cemento, para luego proceder al enconfrado donde se llevará la mezcla de los áridos.
  - Técnica de proyección: Esta técnica se efectúa mediante vía seca o húmeda, generalmente con morteros y concretos proyectados y son realizadas en superficies grande con poco espeso por lo cual el concreto será más permeable y como consecuencia su durabilidad podrá verse afectada por la carbonatación del concreto
  - Técnica de inyección: Se realiza con morteros de cemento y resinas, son utilizados para reparar vías de agua y huecos dentro del concreto por lo cual es usual para obras de impermeabilización.
  - Técnica de imprimación: La importancia de está técnica es servir como un puente de unión entre un material antiguo y otro nuevo, se usa tanto en grandes como en pequeñas superficies, asimismo se puede utilizar de forma manual o por medios mecánicos.
  - Técnica de impregnación: Esta técnica es muy restringida, tiene como uso ser una fuente de unión y soporte para el material, se utiliza en superficie pequeñas y gran tamaño.
  - Técnica de aportación de materiales: Se usan materiales por lo general pre-fabricados los cuales brindan un aporte al material a mejorar. Por ejemplo; las láminas de fibra de carbono para reforzar o las láminas plásticas para impermeabilización.
- **Criterios para elegir la técnica de reparación:**
- Característica del daño: El daño de la estructura debe ser diagnosticada, teniendo un carácter lineal (fisuras), superficial (zonas tipo losa) o volumétrico (macizos).
  - Urgencia de Reparación. Existen estructuras que requieren soluciones optimas técnicamente de forma rápida y satisfactoria, pero algunas de estas soluciones demandan mayor tiempo.

- Accesibilidad a la zona a reparar: Refaccionar un daño en una estructura puede condicionar su técnica de reparación debido a la accesibilidad que ofrece la zona. (bajo el agua, difícil acceso, etc.)
  - Material empleado: Existe diferentes tipos de reparación, que se pueden utilizar en un mismo problema.
- **Materiales mayormente usados según el Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón (Helene & Pereira, 2003), y esos son:**
- Aditivos: Son aplicados al concreto en estado fresco y/o endurecido teniendo como finalidad modificar sus propiedades del concreto. Entre los aditivos más utilizados están aceleradores de fragua, los expansores y plastificantes.
  - Morteros poliméricos: Tienen como base el cemento portland posee propiedades de retracción compensada y son trixotrópicos debido a que se adiciona polímeros con una granulometría adecuada, su aplicación puede darse en superficies verticales e inclinadas.
  - Grouting de base cemento: El grout es un aditivo que presenta una alta resistencia inicial teniendo como base el cemento portland con áridos de granulometría adecuada, aditivos expansores y superplastificantes. Sus características son alta fluidez, baja retracción, alta impermeabilidad y buena adherencia, estos son usados en reparaciones que presentan acceso difícil o son estructuras con secciones densamente armadas.
  - Morteros de base epoxi: Estos están conformados por 3 componentes que son; la resina, áridos seleccionados y endurecedor. Presentan excelente resistencia a ácidos no oxidantes y álcalis, sin embargo, su resistencia térmica se ve limitada a los 70°C.
  - Morteros de base fenólica: Presentan resinas fenolformaldeido con filler estos son resistentes a mayoría de los ácidos minerales y soluciones de sales inorgánicas estos poseen una alta resistencia a medio ácidos con un pH de 0.7 a 9.0 y una resistencia térmica hasta los 175° C.
  - Morteros de base furánica: Están constituidos por una resina líquida, catalizador y filler. Son resistentes al álcalis y productos solventes tales

como gases, aceites, detergente y grasas ya que poseen un intervalo de pH de 1.0 a 13.0.

- Revestimientos monolíticos y FRP: Los revestimientos monolíticos están recubiertos por resinas de base estervinílica, epoxi poliéster, furánica o fenólica y compuestos internamente por una o más capas de mantas, tejido o fibras, como son de vidrio, poliéster o nylon. Los polímeros reforzados con fibra (FRP) generalmente suele ser materiales compuesto de fibras inorgánicas embebidas de resinas orgánicas.
- Tetrafluoreto de silicio: Mediante este tratamiento se brinda resistencia química ya que el concreto bajo la acción de tetrafluoreto de silicio con la reacción de silicatos, obstruyen los poros generando la capa superficial impermeable y protectora.
- Metasilicato de sodio o potasio: Son capas que presentan un espesor de 1 a 2 mm de solución de metasilicato de sodio y potasio los cuales se encarga de obstruir los poros sobre la superficie de hormigón, así hacerlo impermeable.

- **Materiales de reparación utilizados para la ejecución de la investigación**

#### **Aditivos de alta resistencia(grout)**

El grout posee características de ser un mortero fluido, con contracción mínima, no presenta segregación y consistencia idónea al ser colocado, asimismo, puede ser plástica o líquida dependiendo de la cantidad de agua que se agregue. Con respecto a su resistencia oscila dependiendo al tipo de grout entre los 450 a 700 kg/cm<sup>2</sup>, durante la preparación y colocación no debe superar los 30 minutos y es importante su curado durante las primeras 72 horas.

#### **Tipos de grout**

Según la **ASTM C1107 / C1107M - 17** Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink), 2017; el grout, está clasificado en

tres grados de acuerdo con el mecanismo de control de volumen exhibido por este luego de ser mezclado con agua.

Estos tres grados son:

- Grado A - Ajuste de volumen previo al endurecimiento: El control del volumen de la lechada se debe a la expansión antes de que se produzca el endurecimiento.

- Grado B - Ajuste de volumen posterior al endurecimiento: El control de volumen de la lechada es causado por la expansión después de endurecer la lechada.

- Grado C - Combinación de ajuste de volumen: El control de volumen de la lechada es causado por una combinación de ambos mecanismos (Grado A y Grado B).

### **Aplicación de grout**

En primer lugar, la aplicación de grout es utilizado para fisuras y/o grietas muertas o estables por sus beneficios que el mortero posee como su elevada resistencia, elevada cohesión y fluidez asimismo es resistente frente ambientes agresivos. La colocación se realizará sobre una superficie limpia y con los poros abiertos (Lijado previo), se vierte de arriba hacia abajo sobre un encofrado hermético lentamente para evitar la inclusión del aire, buscando la auto nivelación del grout condicionado por la gravedad. Es importante el fraguado durante 72 horas y el desencofrado como mínimo en elementos verticales pasado las 48 horas.

### **Epóxico**

Las resinas son polímeros termoestables que se generan a partir de la mezcla de resina y un catalizador, tienen las propiedades como adhesión, versatilidad, baja contracción, endurecimiento rápido, resistencia química y resistencia a la humedad.

Su uso en la construcción va en aumento debido a sus usos como: revestimientos protectores del concreto, revestimiento decorativo, revestimientos antideslizantes, adhesivos para cementar con materiales al

concreto endurecido y como unión entre concreto fresco y el endurecido. (El-Hawary, Al-Khaiat, & Fereig, 1998).

### **2.2.6. Geosintéticos**

Según la Norma ASTM12553/1999 los geosintéticos tiene componentes a base de polímeros sintético o natural, usados en contacto con el suelo o con otros materiales dentro del campo de la ingeniería civil. Entre la base de polímeros sintéticos más utilizados tenemos al polipropileno y poliéster, asimismo también encontramos a base de poliamida y polietileno.

#### **▪ Clasificación de los Geosintéticos**

La aplicación de los geosintéticos se viene diversificando debido a los diferentes tipos que existen entre ellos tenemos a los geotextiles, geomallas, geomembranas, georedes, geocompuestos, este último tiene funciones y características singulares dependiendo a la unión de dos o más geosintéticos.

##### **- Geotextiles**

Los geotextiles están conformados principalmente por polipropileno y poliéster, su fabricación se da en forma de tejida y no tejida, dependerá de la función a desempeñar, entre sus principales funciones está la de separación, filtración, drenaje, refuerzo y protección. Se utiliza en contacto con el suelo, piedras y otros materiales en ingeniería civil para aplicaciones geotécnicas.

##### **- Geomallas**

Las geomallas están fabricadas con polímeros resistentes poseen un conjunto de costillas conectadas con abertura de suficiente tamaño que permiten la trabazón de agregados con el objetivo de reforzamiento interno, mejoramiento de suelos y estabilización de subrasantes. Entre las geomallas se pueden clasificar en: biaxiales, multiaxiales y uniaxiales.

##### **- Geomembranas**

Las geomembranas es una barrera sintética de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado y aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos. Estas geomembranas son fabricadas de polímeros como el HDPE y el PVC los cuales permiten efectuar

uniones entre láminas por medio de fusión térmica o química sin alterar las propiedades del material.

– **Geoceldas**

Las geoceldas son estructuras tridimensionales producidas con polietileno de alta densidad soldadas mediante ultrasonido teniendo como principal función estructural, estabilización de talud debido a que permiten confinar materiales granulares y suelos.

– **Geomantas**

Las geomantas son fabricadas con polipropileno, poseen una estructura tridimensional, asimismo son permeables tiene como función de servir como revestimiento, estabilización de talud y drenaje. Poseen estabilización contra los rayos UV, debido a que su uso por lo general se da en la intemperie.

– **Geocompuestos**

Resultado de la unión de dos o más geosintéticos por medio de calor y/o técnica de adhesión, combinando sus características dan resultados satisfactorios a un problema específico, generando un gran rendimiento y resultando más económicas.

### **2.2.7. Los Geosintéticos compuestos o geocompuestos**

Según Piegari (2005) Los geocompuestos a su vez se subdividen en:

#### **Geocompuestos para drenaje (GCD)**

Son constituidos por la asociación en fase de producción de una geored (o geomanta) contenido entre dos capas de geotextil en forma de lámina o de tiras. La geored (o geomanta) tiene la función drenante y de separación y los geotextiles tienen una función filtrante. Algunas veces los geocompuestos para drenaje pueden ser fabricados con apenas un geotextil, asociado a una geored o geomanta, o también, para algunas exigencias puede ser constituido por un geotextil con función filtrante, por una geored o geomanta.

Esta posee función drenante y por una geomembrana con función de barrera. El espesor de los geocompuestos para drenaje es variable entre los 5 y los 30 mm. Cuando los geocompuestos para drenaje fueran sometidos a

la acción de cargas en el tiempo, es fundamental el estudio de su comportamiento.

### **Geocompuestos para refuerzo (GCR)**

Son estructuras producidas industrialmente, constituidas por un geotextil, que tiene la función de separación y una geogrilla extrudida con función de refuerzo.

### **Geocompuestos Bentoníticos (GCL)**

Son estructuras constituidas por productos Geosintéticos y productos minerales (arcilla bentonítica), o sea, consisten en una camada fina de arcilla contenida entre dos capas de geotextil o pegada a una geomembrana sintética.

### **Geocompuestos con Geomembranas (GCM)**

Son estructuras formadas por productos Geosintéticos de los cuales por lo menos uno de los componentes sea una geomembrana.

**Tabla 2** *Función de los Geosintéticos*

Función	Descripción	Productos
<b>Filtración</b>	Permitir el pasaje de los fluidos, reteniendo la migración de las partículas de suelo.	Geotextiles Geocompuestos
<b>Drenaje</b>	Facilitar el transporte de Fluidos	Georedes Geocompuestos
<b>Separación</b>	Evitar la mezcla de dos tipos de suelos diferentes o materiales diferentes.	Geotextiles Geocompuestos
<b>Protección</b>	Evitar daños a una estructura, a un material, a otro geosintético	Geotextiles Georedes Geocompuestos
<b>Impermeabilización</b>	Formar una barrera a los fluidos	Geomembranas Geocompuestos

Fuente: Piegari, 2005.



### ▪ **Aplicaciones de los Geocompuestos**

Según Piegari(2005), la aplicación de los geocompuesto son los siguientes:

- Drenaje para estructuras subterráneas

Los deterioros en obras subterráneas, sea el caso de muros de contención y sótanos por su contacto con el terreno natural presentan presencia de agua por filtración de aguas de lluvia generando daño sobre el concreto pudiendo ocasionar aumentos en los costos de mantenimiento y reducción de la seguridad. Como solución entre la estructura de concreto y el terreno que presente dichas características, se coloca un geocompuesto (geodren), con la función de drenar, impermeabilizar y reducir la carga adicional generado por el líquido brindando una solución económica y durable.

- Fundación de calles y carreteras

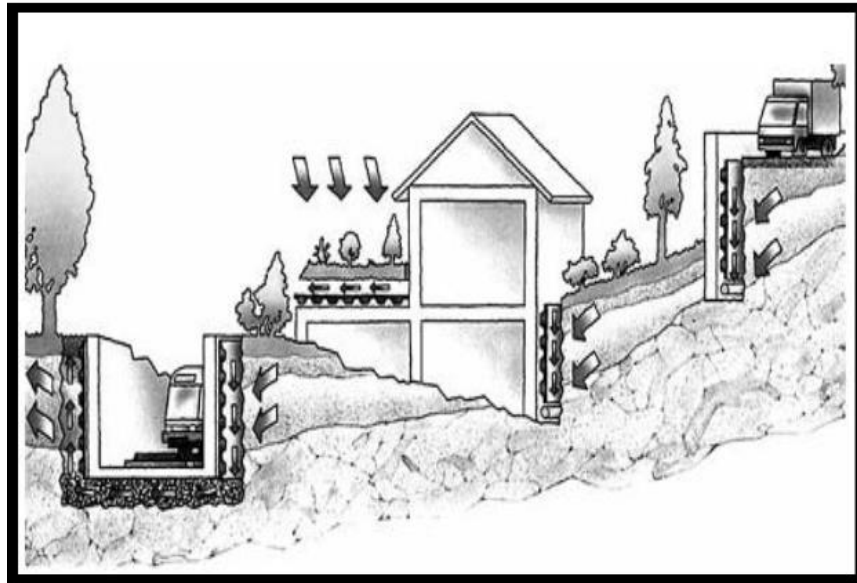
Tienen como función de refuerzo de sub bases o bases granulares, asimismo su función de separador realiza que haya una migración de suelos entre dos capas diferentes, previenen la acumulación de agua debido al drenaje que ofrece.

### ▪ **Aplicaciones de geocompuestos para la solución de problemas con estructuras enterradas**

Para la prevención de la filtración de agua se tratará desde dos frentes distintos

- Ejecución de un drenaje.
- Impermeabilización de la superficie en contacto con el agua.
- Ahora bien, este sistema puede ser de dos tipos:
- Drenaje vertical de estructuras enterradas.
- Drenaje horizontal

*Imagen 10 Geocompuestos para edificaciones*



Fuente: Folleto: BASF, the chemical Company.

- **Drenaje Vertical**

Como ya se menciona para la prevención de infiltración de agua en una edificación se requiere tanto la ejecución de un sistema compuesto por drenaje e Impermeabilización de la superficie en contacto con el agua, en este caso *drenaje vertical*, por lo que nos referimos a muros.

La protección del muro por su cara exterior (contacto con el terreno), adicionalmente estando el material sin contacto con la intemperie permitirá una durabilidad de sus componentes, durante la ejecución es indispensable el acceso a la cara externa, sin embargo, también se puede dejar como un encofrado perdido la aplicación de ciertos tipos de drenaje vertical caso de los geocompuestos. La impermeabilización se logrará mediante la aplicación de membranas.

- **SISTEMAS DE DRENAJE CON GEOCOMPUESTO MACDRAIN**

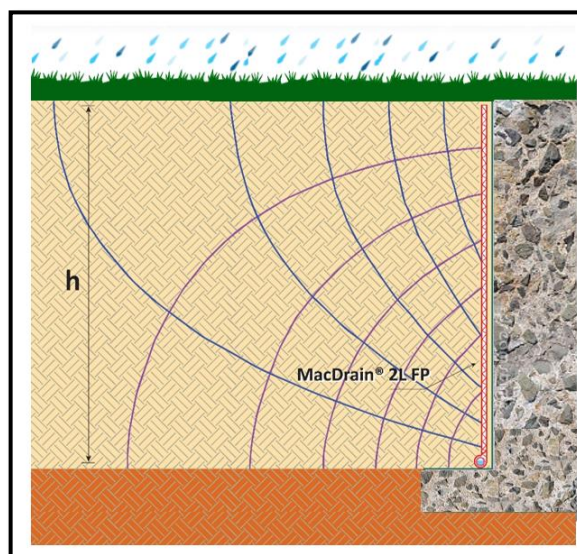
El drenaje vertical es un proceso esencial para el buen funcionamiento de las contenciones tipo cortina y muros de hormigón, estructuras ampliamente utilizadas en la construcción de los sótanos de los edificios, siendo que causar

problemas en su desempeño pueden provocar desde la aparición de manchas de humedad hasta la ruina de toda la obra.

Según el módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad Las consideraciones para aplicar el drenaje vertical en muros de concreto armado:

- El flujo se originará desde la parte superior del suelo de cobertura
- El suelo de la pared base se considera impermeable
- La condición saturada se considera para el cálculo
- Flujo obtenido por el método de red de flujo

**Imagen 11** Drenaje a ser diseñado través de la red de flujo



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

Según el módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016) La relación entre los canales de flujo y equipotenciales puede considerarse constante, incluso variando la altura del muro,  $(Nf / Nq) = 0,75$ , desde que las condiciones de contorno impuestas sean las mismas, es decir, el flujo se origina en la parte superior del suelo y el suelo de la base de la pared se considera impermeable entre los El caudal necesario del drenaje es calculado través del método de las redes de flujo, considerando la base impermeable y el flujo de cima para bajo, y suelo saturado, como ilustrado en la figura 11, siendo la misma situación del caso de investigación.

$$Q_{NECESSÁRIA} = k \cdot h \cdot \left( \frac{Nf}{Nq} \right)$$

Donde:

K= coeficiente de permeabilidad de suelo

h= altura de estructura

Nf=número de canales de flujo=6

Nq=número de pérdidas de carga unitária=8

- **Determinar la capacidad de flujo del Geocompuesto**

Según el módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016) el primer paso para esta verificación es la determinación de la tensión horizontal a la cual el geocompuesto estará sometido. Adoptase, a favor de la seguridad, un valor aproximado para el coeficiente de empuje activo ( $K_a$ ), el cual dependerá del ángulo de fricción del suelo y su peso específico saturado específicamente, obteniendo así la tensión horizontal aplicada.

Para lo cual existe una tabla generada en el laboratorio de Geosintéticos de Maccaferri de Jundiaé-SP, donde determinan la capacidad de flujo del geocompuesto, en función del gradiente hidráulico y su presión sometida del suelo.

**Tabla 3** Capacidad de flujo del geocompuesto

Capacidade de Vazão												
ASTM D 4716	Drenagem horizontal										Drenagem vertical	
Gradiente hidráulico Pressão	i = 0.01		i = 0.02		i = 0.03		i = 0.10		i = 0.50		i = 1.00	
	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m	l/s.m	l/h.m
10 kPa	0,64	2340	0,70	2556	0,77	2772	1,26	4536	2,17	7848	2,84	10224
20 kPa	0,23	828	0,29	1080	0,33	1224	0,74	2700	1,54	5544	2,17	7848
50 kPa	0,11	432	0,14	540	0,17	648	0,41	1476	0,85	3096	1,35	4860
100 kPa	0,04	144	0,05	180	0,06	216	0,12	432	0,26	936	0,41	1512
200 kPa	0,02	72	0,02	72	0,02	108	0,04	144	0,08	324	0,13	468

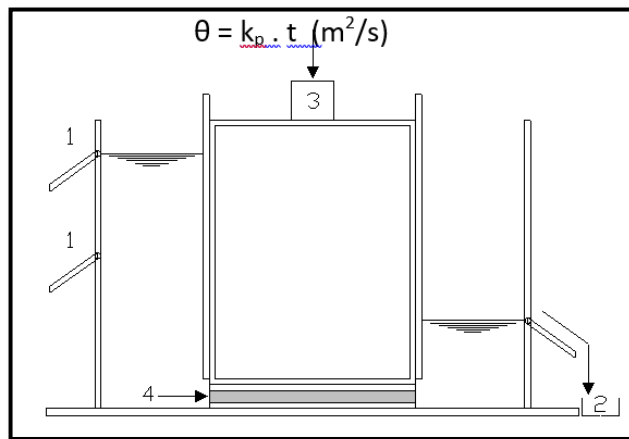
Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

En el laboratorio de Geosintéticos de Maccaferri de Jundiaé-SP, a través de la prueba de transmisividad, es posible simular estas condiciones de campo y predecir cuál será el flujo del geocompuesto cuando se someta a estas condiciones, lo cual se realiza con la ayuda de equipos especialmente desarrollados para esta evaluación, que se describen brevemente a continuación.

La prueba consiste en el paso de agua a lo largo de un espécimen geosintético, y la medición de este flujo en función de una fuerza normal aplicada a este elemento, ya que a medida que el geosintético se comprime, su flujo plano disminuye.

La transmisividad ( $\theta$ ) se expresa como el producto de la permeabilidad en el plano del geosintético por su espesor ( $t$ ), bajo una cierta tensión de confinamiento normal.

**Imagen 12** Esquema de la prueba de transmisividad y permeabilidad plana



Donde:

1. Registros de control de gradiente
2. Recipiente de recogida de agua
3. Sistema de aplicación de tensión vertical
4. Muestra

Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

### Gradiente Hidráulico(i)

Relación entre la pérdida de carga hidráulica ( $\Delta H$ ) y la unidad de distancia del flujo ( $\Delta L$ )

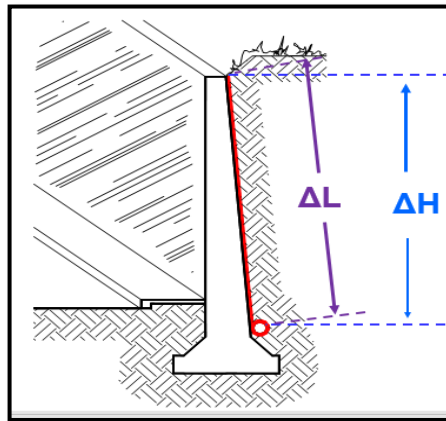
$$i = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Donde:

$\Delta H$  = diferencia en los niveles de agua dentro y fuera de un sistema de drenaje

$\Delta L$  = longitud que debe recorrer el líquido dentro de ese sistema

**Imagen 13** Gradiente hidráulico en muro de contención(i)



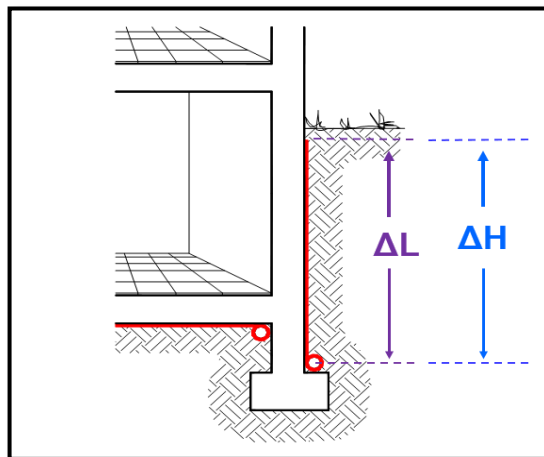
Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

$$\text{Gradiente Hidráulico} = \Delta H / \Delta L$$

$$200 \text{ cm} / 225 \text{ cm} \approx 0,9$$

$$i = 0,9$$

**Imagen 14** Gradiente hidráulico en muro de sótano (i)



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

$$\text{Gradiente Hidráulico} = \Delta H / \Delta L$$

$$200 \text{ cm} / 200 \text{ cm} = 1$$

$$i = 1$$

## 2.2.9. Análisis de suelo adyacente al geocompuesto

### Presión lateral de tierra

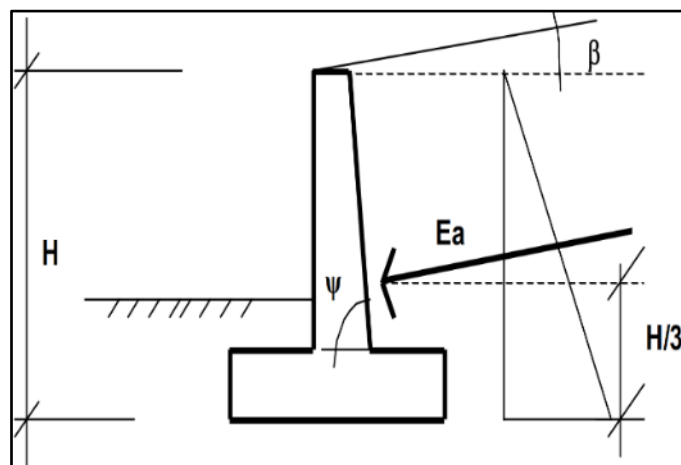
*Braja M. Das (2013)*, describe que los muros de contención, mamparas y muros de sótano son estructuras de retención que aparte de soportar las cargas de servicio, deben equilibrar la fuerza lateral generada por la contención del suelo circundante, para lo cual es necesario realizar un diseño adecuado teniendo un conocimiento de cómo actúan la presión lateral de tierra, éstas se dividen en dos categorías principales, ellas son:

- Presión activa
- Presión pasiva

#### ▪ Empuje activo:

*Torres Belandria, (2008)* describe que este tipo de empuje es cuando la estructura se desplaza o gira hacia el exterior, el terreno se descomprime, presenta un valor mínimo respecto a los otros empujes de terreno, es aplicada en el tercio inferior de la altura.

**Imagen 15.** Diagrama de empuje activo



Fuente: *Torres Belandria, (2008)*

### Presión activa de tierra de rankine para terraplén inclinado

Según *Braja M. Das, (2004)* menciona lo siguiente:



Suelo granular: Si el relleno de un muro sin fricción es un suelo granular y se eleva con un ángulo con respecto a la horizontal, el coeficiente de presión activa de tierra se expresa en la forma:

$$K_a = \cos \alpha * \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

Donde:

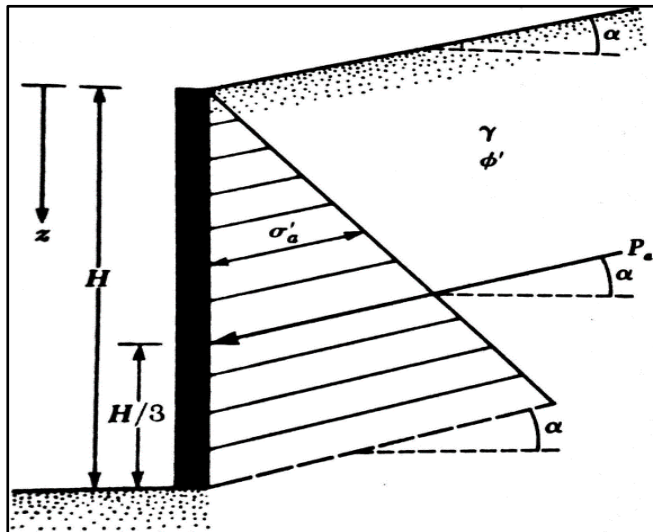
$K_a$ ; es el coeficiente de presión activa.

$\phi$  = ángulo de fricción del suelo

A cualquier profundidad  $z$ , la presión activa de Rankine se expresa como

$$\sigma'_a = \gamma * z * K_a \dots \dots \dots (1.8)$$

**Imagen 16.** Notacion para la presión activas de las ecuaciones



Fuente: Braja M. Das (2004).

La fuerza total por unidad de longitud del muro es

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * K_a$$

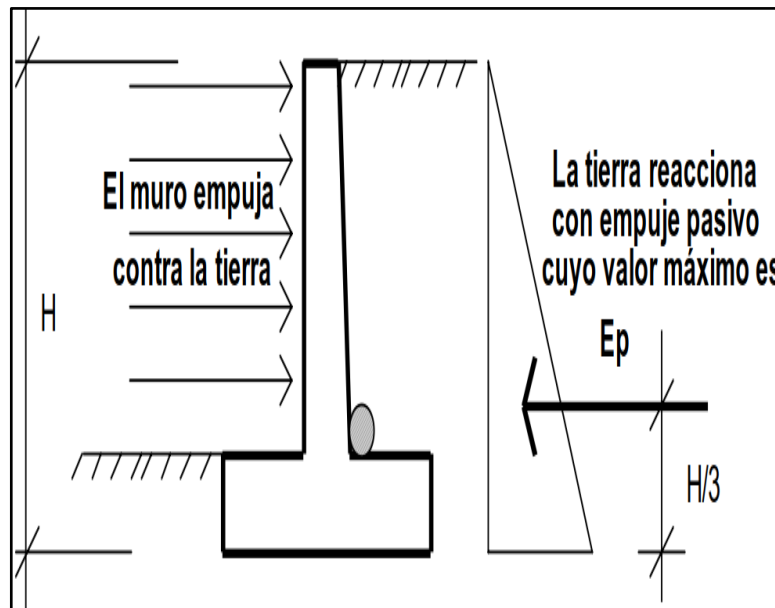
Obsérvese que es este caso, la dirección de la fuerza resultante,  $E_a$ , esta inclinada un ángulo  $\alpha$  con la horizontal y cruza el muro a una distancia de  $H/3$  desde la base del muro.

- **Empuje pasivo:**

*Torres Belandria, (2008)* define que esto se ocasiona cuando el muro o estribo empuja contra el terreno debido a que la tierra es comprimida en la dirección horizontal originando el empuje pasivo, estos se utilizan para equilibrar estructuras contra el deslizamiento.

$K_p$ ; es el coeficiente de presión pasiva.

**Imagen 17.**Diagrama de empuje pasivo



Fuente: Torres Belandria, (2008)

**- Presión pasiva de tierra de rankine: relleno inclinado**

Según *Braja M. Das, (2004)* menciona lo siguiente:

**Suelo granular**

Para un muro de contención vertical sin fricción (figura 1.18) con un relleno granular ( $c = 0$ ), la presión pasiva de Rankine a cualquier profundidad se determina de manera similar a como se hizo en el caso de la presión activa. La presión es:

$$\sigma'_p = \gamma * z * K_p \dots \dots (1.9)$$

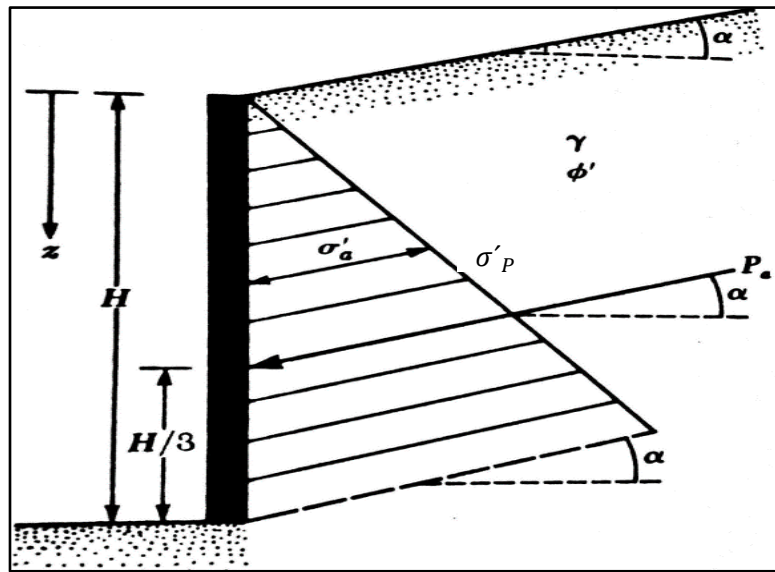
Y la fuerza pasiva es :

$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 * K_p$$

Donde: 
$$K_p = \cos \alpha * \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}$$

Igual que en el caso de la fuerza (empuje) activa, la fuerza resultante,  $E_p$ , esta inclinada a un ángulo  $\alpha$  con la horizontal y cruza el muro a una distancia de  $H/3$  desde la base del muro.

**Imagen 18.** Notación para la presión pasiva de las ecuaciones



Fuente: Braja M. Das, (2004).

Según *Torres Belandria, (2008)* especifica que dependiendo del tipo de suelo y su estado de humedad el ángulo  $\phi$  y el peso específico ( $\gamma$ ) y de los suelos serán variables. En la tabla 4 se representa valores de  $\phi$  y  $\gamma$ , para suelos desprovistos de cohesión asimismo son valores válidos para aplicaciones prácticas.

**Tabla 4.** Valores de  $\phi$  y  $\gamma$  para diferentes tipos de suelos;  $C=0$

Clase de Material	$\phi$	$\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )
Tierra de terraplenes, seca	35° a 40°	1.400
Tierra de terraplenes, húmeda	45°	1.600
Tierra de terraplenes, saturada	27°	1.800

<b>Arena seca</b>	35°	1.600
<b>Arena húmeda</b>	40°	1.800
<b>Arena saturada</b>	25°	2.000
<b>Gravilla seca</b>	35° a 40°	1.850
<b>Gravilla húmeda</b>	25°	1.860
<b>Grava de cantos vivos</b>	45°	1.800
<b>Cantos rodados</b>	30°	1.800

Fuente: Torres Belandria, (2008)

### Método de rankine en suelos con cohesión y fricción.

Según Braja M. Das, (2004) describe las siguientes fórmulas para determinar las presiones en los suelos que son, cohesivos y friccionantes:

a.) Para El Estado Activo:

$$\sigma_a = (\gamma_s * H_T * K_a) - 2C * \sqrt{K_a}$$

b.) Para El Estado Pasivo:

$$\sigma_{p_s} = (\gamma_s * Z * K_p) + 2C * \sqrt{K_p}$$

### Ecuación para encontrar el $\phi$ equivalente para un suelo

#### GRANULAR.

Según Juan E. Ortega García, (2015), describe la siguiente fórmula para encontrar el  $\phi$  equivalente para un suelo granular

$$\sigma_a = (\gamma_s * H_T * K_a) - 2C * \sqrt{K_a} = (\gamma_s * H_T * K'_a)$$

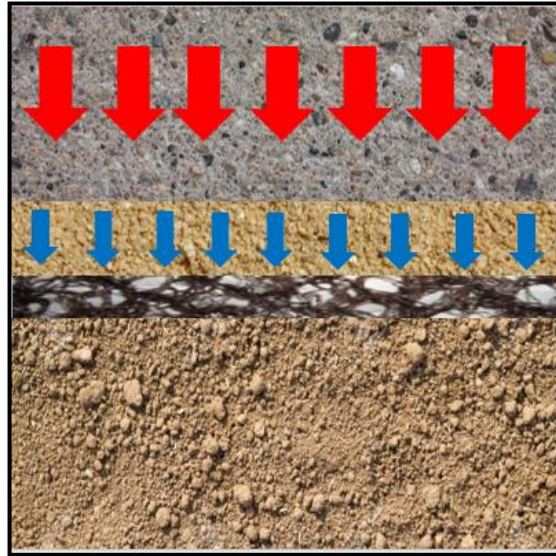
$$K'_a = \frac{(\gamma_s * H_T * K_a) - 2C * \sqrt{K_a}}{(\gamma_s * H_T)}$$

$$\phi' = \cos^{-1} \left( \sqrt{(\cos \alpha)^2 - \left( \frac{(\cos \alpha) - K'_a}{\frac{K'_a}{\cos \alpha} + 1} \right)^2} \right)$$

**Presión sobre los geocompuesto usado horizontalmente o verticalmente influyen a la capacidad de flujo.**

Cargas actuantes sobre el geocompuesto aplicado de forma horizontal:

*Imagen 19 Presión vertical*



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

La fórmula para calcular la presión ejercida por el suelo, se expresada por la siguiente ecuación:

$$P = (\gamma_s \cdot h_s) + (\gamma_c \cdot h_c)$$

Donde:

$\gamma_s$ =peso específico de suelo

$h_s$ =altura de suelo

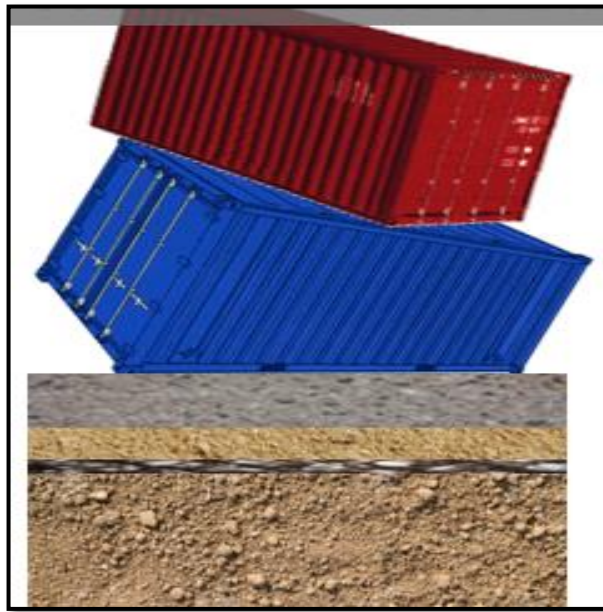
$\gamma_c$ =peso específico de concreto

$h_c$ =altura de obra de concreto (espesor)

Si existiera sobrecarga puntual o distribuida (imagen 20), la capacidad de flujo del geocompuesto se ve disminuida y por lo tanto la expresión de la ecuación para la presión de suelo es la siguiente:

$$P = (\gamma_s \cdot h_s) + (\gamma_c \cdot h_c) + (\text{Sobrecarga})$$

**Imagen 20** Presión vertical adicionando sobrecarga



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

- **Presión sobre los geocompuesto usado horizontalmente o verticalmente influyen a la capacidad de flujo.**

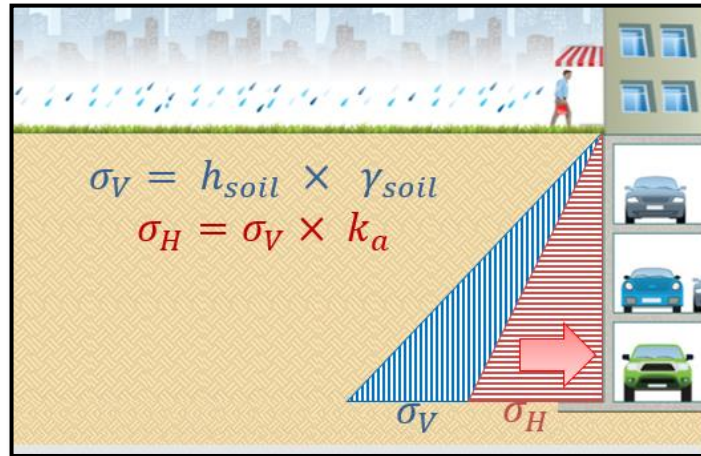
En el módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016), nos indica la presión de suelo a la que está afectada el geocompuesto al utilizar en una estructura enterrada como el caso de una obra de sótano es igual a la presión vertical multiplicada por un coeficiente de empuje activo de suelo el cual influirá en la capacidad de flujo del geocompuesto.

**Imagen 21** Presión vertical de suelo en estructuras de sótano



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

**Imagen 22** Presión horizontal de suelo en estructura de sótano



Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

### 2.2.10 Metodología de diseño de geotextiles

Desde la aparición de los geosintéticos como nuevos materiales a emplear en la ingeniería geotécnica, se han desarrollado distintas metodologías de diseño las cuales pueden clasificarse en:

#### ▪ Diseño por especificaciones

En la actualidad cada fabricante obtiene el valor de las propiedades de su producto, utilizando las normativas que rigen el país donde esté ubicado; esto

Geosoft PAVCO (2009) debido a que cada país donde esté ubicado el proyecto posee su propia normativa hace imposible regular sus propiedades, sin embargo, existe dos organismos American Association of State Highway and Transportation (AASHTO); la American Building Contractors (ABS) y la American Road Builders and Transportation Association (ARBTA), buscan unificar todas las propiedades de estos materiales, depende al área en donde serán usadas, entre ellas:

- Separación
- Separación y estabilización



- Filtración
- Control de Erosión
- Control de sedimentos
- Control de la reflexión de grietas

Por lo general los fabricantes lista los valores promedios por lote o el valor mínimo promedio de las propiedades de los rollos, sin embargo esto no cumpliría con los parámetros propuestos por los dos organismos citados, haciendo una comparación bajo diferentes criterios, debido a que el valor promedio es el resultado de los ensayos hechos por el fabricante bajo una propiedad en particular a su histórico de producción en cambio lo anterior es un recopilación de miles de ensayos realizados a lo largo de varios meses o años de producción para un tipo de geotextil, de esta forma el valor promedio de lote es considerablemente más alto que el valor mínimo, se puede observar en la imagen 23 en donde el valor intermedio entre estos dos extremos es el valor mínimo promedio del rollo o MARV. El MARV es el valor probablemente la resta de dos desviaciones estándar que el promedio del lote. Esto brinda un 95% de confiabilidad y valores menores MARV no sería una preocupación ya que los valores estarían por encima de los requeridos.

**Imagen 23.** Relaciones relativas de diferentes valores usados en la especificación de los geotextiles y literatura de los fabricantes

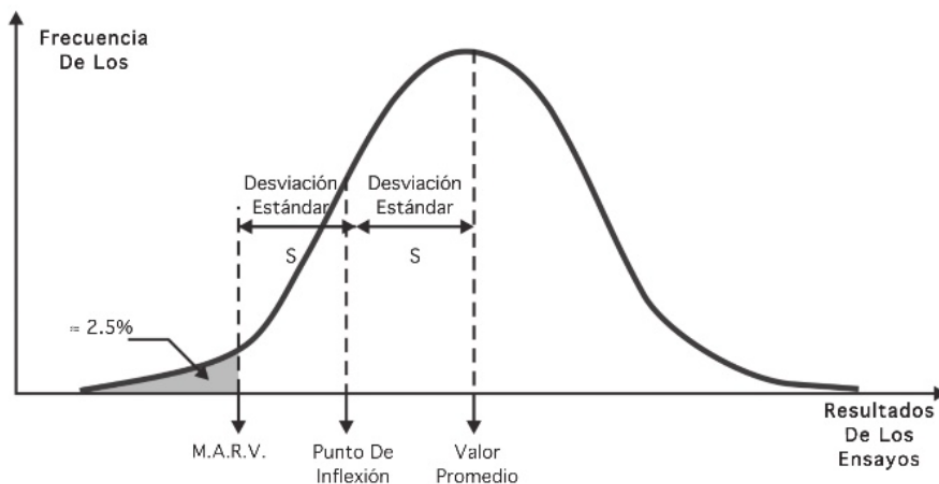


Figura 3.1 Relaciones relativas de diferentes valores usados en la especificación de los Geotextiles y la literatura de los fabricantes.

*Fuente: Manual de diseño con geosintéticos-Geosoft PAVCO (2009)*



Como conclusión el diseño por especificaciones debe ser comparado bajo el mismo criterio, como resultado los valores promedios de los fabricantes deben ser reducidos con dos variaciones estándares (representa el 5 al 20%), dando un margen de seguridad para el uso de cada tipo de geosintético.

▪ **Diseño por función**

Para el diseño por función del geosintético se determina aspectos cualitativos y cuantitativos. Para algunas estructuras se requieren más de dos funciones por lo cual será recomendable que un geosintético desarrolle funciones en simultáneo, se vela por la fabricación y la buena instalación en obra siendo importante la supervisión cuidadosa si se desea conseguir sus características esperadas.

Por el criterio de función se requiere poseer un factor de seguridad el cual se obtiene al dividir el valor admisible perteneciente a la función que se desea evaluar del geosintético entre el valor requerido en dicha propiedad.

$$fs = \frac{\text{valor admisible}}{\text{valor requerido}}$$

Si el valor del factor de seguridad es mayor a 1, el geosintético seleccionado es el ideal. En conclusión, los pasos para un diseño por fusión sería los siguientes:

- a) Analizar la aplicación del geosintético considerando los materiales que van a estar en contacto con él.
- b) Según el requerimiento del proyecto se considerará un factor de seguridad adecuado.
- c) Especificar la función primaria del geosintético.
- d) Calcular numéricamente el valor de la propiedad requerida del geosintético basándose en su función primaria.
- e) Obtener el valor de la propiedad permisible por ensayo.
- f) Calcular el factor de seguridad como cociente del valor de la propiedad permisible entre el valor de la propiedad requerida.
- g) Comparar el factor de seguridad obtenido con el deseado.

- h) Si el factor de seguridad no es aceptable, reiniciar el proceso con un geosintético de características superiores.
- i) Si el factor de seguridad es aceptable, comprobar si otras funciones del geosintético pueden ser críticas o relevantes y escoger el más completo.

▪ **Factores de reducción aplicados a los geocompuestos**

Todo proyecto de ingeniería que contemple el uso de productos geosintéticos debe prever una adopción de Factores de Reducción relacionados con el desempeño de estos materiales en el largo plazo.

Los factores de reducción se aplican a los valores del índice correspondientes a los resultados mínimos obtenidos en las pruebas de laboratorio convencionales. Los valores del índice, también llamados propiedades nominativas, se utilizan en las especificaciones y en el mismo proyecto, con el fin de facilitar la comparación y selección de los productos más adecuados para una aplicación específica.

Como propuesto por Koerner (1998), el caudal admisible ( $Q_{adm}$ ) es calculado reduciendo el caudal del geocompuesto  $Q_{Geo}$  (obtenido por el test de transmisividad) por un Factor de Reducción Global FR calculado a partir de los Factores de Reducción parciales considerados para el material, debido al tipo de aplicación del geocompuesto de drenaje, como se ilustra por la ecuación abajo:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{Geo}}{FR} = \frac{\text{Drenaje del Geocompuesto}}{FR_{Intrusión} \times FR_{Fluidez} \times FR_{Obstrucción Química} \times FR_{Obstrucción Biológica}}$$

Estos Factores de Reducción pueden variar de acuerdo con las características de cada material, caso de los factores de intrusión y *creep*, y con propiedades del medio circundante, caso de los factores de colmatación química y biológica en acuerdo con lo presentado en la tabla 8.

**Tabla 5** Valores de factores de reducción preliminar recomendados para geocompuestos drenantes.

Aplicación	FrINTRUSIÓN		FrCREEP		FrCOLM_QUIM		FrCOLM_BIO	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
<b>Canchas deportivas</b>	1,0	1,2	1,0	1,5	1,0	1,2	1,1	1,3
<b>Losas de concreto</b>	1,2	1,4	1,0	1,2	1,0	1,2	1,1	1,3
<b>Muros de contención</b>	1,3	1,5	1,2	1,4	1,1	1,5	1,0	1,5
<b>Colchones drenante</b>	1,3	1,5	1,2	1,4	1,0	1,2	1,0	1,2
<b>Drenaje de carreteras</b>	1,2	1,8	1,5	3,0	1,1	5,0	1,0	1,2

Fuente: "Designing with Geosynthetics" ,KOERNER (1999)

### 2.2.11. Impacto de exposición en estructuras subterráneas

La vida útil de una estructura subterránea se ve influenciada negativamente por este tipo de exposiciones, las cuales se pueden observar en la tabla 6

**Tabla 6.** Exposición vs Impacto en la estructura

Exposición		Impacto en la estructura
<i>Entrada de agua</i>		Daña la estructura, los acabados, contenidos y el ambiente interno. Pérdida de aislamiento térmico y corrosión del acero de refuerzo
<i>Sustancias agresivas</i>	<i>químicas</i>	Dañan el concreto, corrosión del acero de refuerzo
<i>Fuerzas estáticas desiguales</i>		Fisuración estructural
<i>Fuerzas dinámicas</i>		Fisuración estructural
<i>Variaciones de temperatura</i>		Condensación, delaminación o agrietamiento del concreto
<i>Penetración de gas</i>		Penetración de gas y exposición de los ocupantes
<i>Hongos/ ataque bacteriano</i>		Daña el sistema de impermeabilización, acabados o contenidos

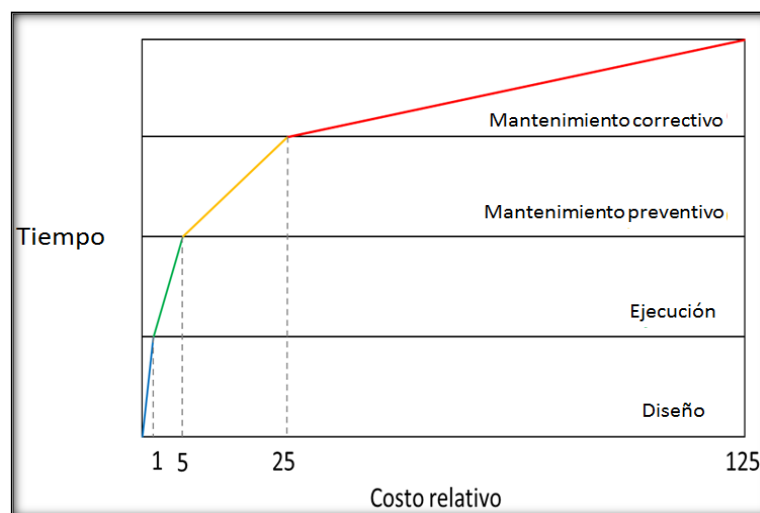
Fuente: Soluciones Sika para impermeabilización .2015

- **Causantes para rehabilitar estructuras de concreto armado**

El concreto armado (concreto + acero) ha demostrado ser la mejor combinación de materiales frente a comportamientos sísmicos en las edificaciones gracias a sus propiedades tanto físicas y mecánicas. Sin embargo al estar expuestas al intemperismo e otros factores tanto pre como post construcción puede provocar lesiones en una estructura, pueden ser variadas y estar relacionadas con la ejecución, materiales y con el uso o explotación de la estructura, para lo cual se requiere establecer un diagnóstico, con el cual dar una alternativa las cuales pueden ser reforzamiento, reparación y restauración, el primero se refiere a aumentar la capacidad resistente de un elemento, la reparación son acciones necesarias para restituir la capacidad resistente al daño generado en la estructura y por último la restauración en poner en uso edificaciones antiguas.

Es importante detectar las fallas, deterioros o problemas presentes en las estructuras de concreto tempranamente, ya que se podrá realizar intervenciones oportunas teniendo como beneficio ser más duraderas, efectivas y económicas. Se puede observar la imagen 24, La ley de Sitter donde se estima los costos relativos de reparación según su tiempo de intervención en cada etapa constructiva del proyecto (Helene, 2003)

**Imagen 24.** Ley de evolución de costos, ley de Sitter



Fuente: Helene (2003)

### 2.3 Definiciones conceptuales

**Aditivos para concreto:** Se refiere de componentes o materiales que al añadirse al concreto logran modificar o alcanzar ciertas características y propiedades, las mismas que pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica. (Hanses, 2015) Se distingue entre dos grupos diferentes:

- Tipo I: Aditivos de hormigón casi inactivos (polvo de piedra, pigmento) (Hanses, 2015)
- Tipo II: Aditivos de hormigón hidráulico puzolánicos o latentes (cenizas volantes, sílice, polvo, etc.) (Hanses, 2015)

**Angulo de fricción:** Es la propiedad que representa el coeficiente de rozamiento de materiales granulares y está íntimamente relacionado con el ángulo de reposo (máximo ángulo posible para la pendiente del conjunto de dicho material). Dicho ángulo puede variar debido a factores como tamaño de granos, forma de granos, distribución de tamaño de granos y densidad (Chavéz,2014).

**Caudal:** Se puede definir el caudal como la cantidad o volumen de un fluido que pasa por un determinado punto o sección de un riachuelo, río, mina o pozo o tubería, mejor dicho, por una corriente de agua en una unidad de tiempo. (Fundamentos en el tratamiento del agua potable, s.f.)

**Cohesión:** Es un indicador que mide la capacidad de unión, adherencia o cementación entre partículas de suelo, por lo tanto, representa su resistencia al cortante. Se puede observar, que en los suelos granulares sin ningún tipo de cementante, donde las partículas claramente no presentan adherencia ya que se encuentran sueltas, la cohesión es "0" y se denominan suelos no cohesivos. (Chavéz,2014).

**Concreto Armado:** Se trata del concreto simple en el cual se incrustan armaduras de acero para que puedan trabajar conjuntamente y lograr una resistencia requerida. Este diseño se elabora con la finalidad de dar al concreto, un refuerzo que pueda soportar los esfuerzos a tensión y tracción e incluso incrementar aumentar la resistencia a la compresión. (Abanto, 2009).

**Concreto Estructural:** Es el concreto simple, que es diseñado específica y estrictamente para alcanzar cierta resistencia, calidad y durabilidad requerida. Este diseño puede requerir el uso de aditivos que deberán ser dosificados correctamente. (Abanto, 2009).

**Drenaje:** Se denomina así, a la acción de drenar, desalojar o remover un líquido acumulado en determina superficie, esta acción puede darse por medios naturales o artificiales. (Facultad de agronomía, s.f.)

**Drenaje superficial:** Se habla de drenaje superficial cuando se remueve el exceso de agua acumulado por inundación o encharcamiento, en terrenos planos e irregulares y con suelos poco permeables, ya que estas inundaciones saturan la parte superior del suelo alterando así sus propiedades y característica. Su importancia radica en evitar que el agua permanezca inundando dicha superficie por mucho tiempo, por lo que se observan mayores problemas en zonas húmedas, cuando se rebasa la capacidad natural de drenaje de los suelos, ya sea superficial, interna o ambas (secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, s.f.)

**Empujes de tierra:** La presión que ejerce la tierra sobre un muro aledaño, puede variar según la deformabilidad de éste. Según el valor del empuje, podemos identificar tres tipos que son: (Calavera, 1989).

- Empuje en reposo. Se habla de éste, cuando el muro y el terreno sobre el cual se asienta tienen una deformación prácticamente nula.
- Empuje Activo. Es el mínimo valor posible del empuje. Se genera cuando el muro se desplaza y permite la expansión lateral del suelo lo que produce una falla por corte del suelo retenido y se crea una cuña, disminuyendo el valor del empuje en reposo.
- Empuje Pasivo. Es el máximo valor que puede alcanzar el empuje. Se da cuando, reforzado por otras fuerzas, el muro logra empujar al relleno generando una falla mediante una cuña mucho más amplia.

**Escorrentía:** Es un proceso en el cual el agua de la precipitación a través de una red de drenaje o corriente encuentra su camino hasta alcanzar o alimentar la red fluvial de una cuenca. (Hidrología I-ciclo hidrológica, s.f.).

## **Tipos de escorrentías dependiendo de su procedencia:**

### **a) Escorrentía Superficial o Directa:**

La Escorrentía Superficial o Directa es la precipitación que discurre por la superficie del terreno debido a la acción de la gravedad y que nunca llega a infiltrarse en el suelo, esta precipitación no sufre pérdidas debido a las características topográficas del terreno ni a procesos como evapotranspiración. Se genera luego de que la primera precipitación haya humedecido y saturado la superficie del suelo, una vez que la capacidad de infiltración del suelo es superada por la intensidad de la precipitación, se genera una película o lámina de agua que gracias a las características del terreno y la gravedad se trasladan hasta incorporarse a la red de drenaje, donde se junta con los otros componentes que constituyen la escorrentía total. Además se trata del tipo de escorrentía más rápida. (Hidrología I-ciclo hidrológica, s.f.).

### **b) Escorrentía Hipodérmica o Subsuperficial:**

Es el tipo de escorrentía que sucede debajo del suelo, en el cual el agua de precipitación se infiltra en su superficie y circula a través de él por los horizontes superiores del terreno hasta que vuelve a fluir al exterior como manantial e incorporarse a microsurcos superficiales que la conducirán a la red de drenaje. (Hidrología I-ciclo hidrológica, s.f.)

### **c) Escorrentía Subterránea:**

Este tipo de escorrentía también sucede debajo del suelo, pero a diferencia de la anterior, ésta sucede a nivel freático. Se trata del agua de precipitación que se infiltra a niveles mucho más profundos que la superficie donde circula, por lo que, tarda más tiempo hasta alcanzar una red de drenaje. (Hidrología I-ciclo hidrológica, s.f.)

**Estabilidad:** En geología, se llama estabilidad a la propiedad que le proporciona seguridad a la masa de tierra ante la falla o movimiento (Matteis,2003).

**Factor de Seguridad (F.S):** se trata del indicador que mide la posibilidad de ocurrencia de cualquier tipo de falla al momento del análisis. (Chávez, 2014).

**Geocompuestos:** Un geocompuesto es el resultado de juntar a través de procesos físicos, uno o más geosintéticos con la finalidad de aumentar las propiedades de cada una de las capas logrando así, un mejor funcionamiento. (Briaud, 2013)

**Geocompuesto de drenaje:** Este geocompuesto que incorpora geosintéticos de dos tipos, el drenante y el filtrante. Estos elementos combinados conducen el agua infiltrada y evitan su colmatación y consecuente pérdida de flujo. Pueden ser usados en aplicaciones horizontales o verticales. (Grupo TDM,2013)

**Grout:** Es una pasta o mortero especializado diseñado con el fin de rellenar espacios en estructuras, logrando la continuidad de dicho elemento. Esta pasta debe garantizar una contracción mínima, sin segregación, además que se caracteriza por ser fluida y con una consistencia necesaria para ser colocado. (SIKA,2010)

**Infiltración:** Esta característica podría definirse como la capacidad que tiene un líquido para abrirse paso o introducirse en la superficie del suelo. Si bien es cierto están relacionados, no debe confundirse con la percolación que viene a ser la capacidad de este líquido para moverse dentro del suelo, por lo que, se convierten en procesos similares pero continuos. (Wendor; 1989).

**La precipitación:** Está definida como toda forma de hidrometeoro que pasando por procesos de condensación caen de la atmósfera y llegan a la superficie terrestre, este proceso es parte importante del ciclo del agua. Puede ser en forma de:

- Las lluvias,
- Las granizas,



- Las garúas
- Las nevadas

Por lo tanto, la precipitación es la fuente principal de abastecimiento de agua por lo que su estudio, medición y análisis constituyen el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua. (Villon, 2011).

**Muro de Contención:** Es un elemento estructural diseñado para soportar esfuerzos laterales generados por el terreno adyacentes, que pueden estar constituidos de suelo natural o de relleno natural. (Arauz ,2018)

**Suelos:** El suelo es un elemento natural que conforma la superficie de la tierra, se trata de un mineral producto de una mezcla compleja estructurada por diferentes tipos de materiales e influenciados por distintos factores actuantes en determinados lapsos de tiempo y que se encuentra en constante cambio. (Matteis,2003)

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis General

**H1:** La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

**H0:** La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos no mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

### 2.4.2 Hipótesis Específica

**H1:** La propuesta de aplicación de geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 mejora la capacidad de flujo simulado en la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

**H0:** La propuesta de aplicación de geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 no mejora la capacidad de flujo simulado en la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

**H1:** La propuesta de aplicación del aditivo Sikagrout-110 en especímenes cilíndricos con fines de reparación mejora la resistencia a la compresión del concreto dosificado.

**H0:** La propuesta de aplicación del aditivo Sikagrout-110 en especímenes cilíndricos con fines de reparación no mejora la resistencia a la compresión del concreto dosificado.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1 Variables Dependientes**

Propuesta de mejoramiento aplicando geosintéticos y aditivos

### **2.5.2 Variables Independientes**

Deficiencia constructiva en el muro de concreto armado de sótano.

## 2.6 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidades de medida
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Deficiencia constructiva en el muro de concreto armado de sótano</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Evaluación de la clasificación y permeabilidad del suelo in situ</li> <li>➤ Evaluación de la resistencia a compresión del muro de concreto armado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Clasificación mediante S.U.C.S. y AASHTO</li> <li>➤ Coeficiente de permeabilidad</li> <li>➤ Ensayo de Esclerometría o prueba de rebote de martillo Schmidt (NTP 339. 181)</li> <li>➤ Coeficiente de presión activa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ % de suelo que pasa las aberturas en mm.</li> <li>➤ LL(%)</li> <li>➤ LP(%)</li> <li>➤ IP(%)</li> <li>➤ cm/s</li> <li>➤ Resistencia a Compresión del concreto Kg/cm2</li> <li>➤ <math>\phi^\circ</math></li> <li>➤ <math>\delta</math> (KN/m3)</li> <li>➤ (KPa)</li> <li>➤ unidades</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Propuesta de mejoramiento aplicando geosintéticos y aditivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinación de la capacidad de flujo</li> <li>➤ Diseño de mezcla</li> <li>➤ Propiedades del concreto y aditivo</li> <li>➤ Evaluación de probetas de concreto con y sin aditivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flujo del geocompuesto</li> <li>➤ Análisis Granulométrico</li> <li>➤ Pesos unitarios y específicos de los materiales</li> <li>➤ Selección de asentamiento</li> <li>➤ Tamaño máximo de agregado global</li> <li>➤ Contenido de agua y aire</li> <li>➤ Determinación de la relación a/c</li> <li>➤ Modulo de fineza</li> <li>➤ Trabajabilidad y nivel de consistencia</li> <li>➤ Temperatura de la mezcla</li> <li>➤ Curación de testigos</li> <li>➤ Ruptura de probetas por máquina compresora</li> <li>➤ Resistencia mecánica de las probetas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gradiente hidráulico(i)</li> <li>➤ Presión actuante(kPa)</li> <li>➤ Caudal de drenaje (l/h.m)</li> <li>➤ Pulgadas</li> <li>➤ Kg/m3</li> <li>➤ Pulgadas</li> <li>➤ Pulgadas</li> <li>➤ Lt y %</li> <li>➤ -</li> <li>➤ -</li> <li>➤ Pulgadas</li> <li>➤ <math>^\circ\text{C}</math></li> <li>➤ Días</li> <li>➤ Kg-f</li> <li>➤ Kg/cm2</li> </ul>

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación de acuerdo a las variables planteadas, el objetivo general y objetivos específicos del estudio es de tipo aplicada tal como lo sostienen (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 2014), cuando menciona que la investigación aplicada “se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven [...] le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad”. Asimismo, afirma que la investigación aplicada “tiene propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad”.

En base a esta definición la investigación será de tipo aplicada.

##### 3.1.1 Enfoque

El estudio tendrá un enfoque cuantitativo, porque “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. (Hernández, R., Fernández, C, 2014). Asimismo, la recolección de datos será de forma numérica, estandarizada y cuantificable, donde el análisis de información e interpretación de resultados permitirá fundamentar la comprobación o refutar la hipótesis del investigador, los datos serán obtenidas del área de estudio.

##### 3.1.2 Alcance o nivel

La presente investigación de acuerdo a (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio 2014, pág. 95). El nivel explicativo va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de las relaciones entre conceptos; es decir esta dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés

se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por que se relacionan dos o más variables. Bajo este análisis la investigación corresponde al nivel explicativo ya que se buscará responder la causa del evento (Muro vulnerable) con el fenómeno físico (pérdida de durabilidad). Asimismo, se centrará en explicar las razones y consecuencias de las variables concreto armado aplicando geosintéticos y aditivos.

### **3.1.3. Diseño**

Según Hernández, et. al (2014), indican que los diseños constituyen al esbozo de un plan que se relaciona con las preguntas, la tipología de variables y la manera que serán controladas, manejadas, analizadas y medidas (p. 120).

Para el siguiente estudio, se considera al tipo experimental (específicamente, una cuasi - experimental), debido que para realizar la propuesta manipularemos una de las variables intencionalmente y así analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre otra. Cabe indicar que este tipo de investigaciones tienen un solo grupo al que se le asigna un pre y pos test para que se reafirme el manejo sobre la muestra. En este caso, el objetivo es manejar la variable geosintéticos y aditivos como agregado para que genere un impacto positivo en la durabilidad del muro de concreto armado.

De manera gráfica, el diseño se simboliza de la siguiente manera:

**GE: O1\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ O2**

En donde

O1: Medición de un grupo antes

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental

O2: Medición de un grupo después

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

Con respecto a la población (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2006, págs. 236-237), menciona que es el “conjunto de todos los elementos (unidades de

análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”.

En ese sentido para el estudio de la propuesta de aplicación de geosintético fue obtener datos del suelo donde la población fue mi calicata (alto:3.05m x largo:2.00m x ancho:1.50 m) y para la aplicación de aditivos mi población estuvo constituida por 18 probetas, de las cuales 9 tenían la aplicación con grout de alta resistencia y las restantes sin la aplicación, con la finalidad de obtener una propuesta de mejoramiento de muro de concreto armado para el sótano de la I.E.P. “CRISTO REY”, distrito de Amarilis, Huánuco.

### **3.2.2. Muestra**

Para Hernández, et al. (2014) la muestra se considera como un subconjunto de la población, objetos u otros y que reportan información relevante, para lo cual se tiene que definir correctamente y debe ser un subconjunto representativo. (p.173)

En ese sentido para el estudio de la propuesta de aplicación de geosintético fue obtener la clasificación de suelo donde la muestra estuvo dada por 15 kg por estrato y para la aplicación de aditivos mi muestra estuvo constituida por 18 probetas, de las cuales 9 tenían la aplicación con grout de alta resistencia y las restantes sin la aplicación, con la finalidad de obtener una propuesta de mejoramiento de muro de concreto armado para el sótano de la I.E.P. “CRISTO REY”, distrito de Amarilis, Huánuco.

## **3.3 Técnicas e instrumento de recolección de datos**

### **3.3.1 Para la recolección de datos (técnicas e instrumentos)**

“La técnica de la observación resulta una técnica útil para el analista en el proceso de investigación, pues consiste en observar la situación cuando se desarrolla un determinado trabajo (...). El propósito de la observación es múltiple, pues permite al analista determinar que se está haciendo, cómo se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, donde se hace y porqué se hace (...), también es una técnica valiosa para recopilar datos que impliquen relaciones”. (Lebet, Gabriel, 2013)

Para la recolección de datos en la presente investigación se empleó en un primer momento la técnica de la observación, puesto que se presentó problemas en el muro de sótano de concreto armado en la I.E. “Cristo Rey” Huánuco, teniendo que proponer una propuesta de solución, se tuvo que realizar una calicata en el suelo in situ al muro más afectado, luego se procedió a realizar un estudio de esclerometría el cual nos brindaría un dato demostrativo del deterioro del muro por las filtraciones de agua existentes en él. Se tuvo la necesidad de usar fichas para los controles de permeabilidad del suelo in situ y para la realización de la prueba esclerométrica, así determinamos las condiciones actuales a la cual daría solución nuestra propuesta de mejoramiento.

Por otro lado ya insertados en el laboratorio proponemos mediante probetas de concreto un daño simulado en donde probamos la efectividad del uso del aditivo como propuesta de mejoramiento realizando formatos de granulometría, módulo de fineza, pesos unitarios y específicos, tamaño máximo del agregado grueso, densidad y absorción, equivalente de arena, densidad de cemento, humedad de agregados, etc. Y al momento de elaborar las probetas realizamos formatos donde anotamos la trabajabilidad (slump) de la mezcla, peso volumétrico fresco, temperatura, fraguado, curado y finalmente los valores que arroje la prensa hidráulica al momento de realizar la rotura de probetas que fueron aplicado grout como material sellante a las grietas simuladas y otros sin la aplicación del grout. Para el caso de la aplicación del geocompuesto planteado en la propuesta acudimos al asesoramiento del fabricante que median programa evaluamos la funcionalidad del geocompuesto, para lo cual se ingresó los datos arrojados por el ensayo de permeabilidad in situ y la clasificación de la calicata.

### **3.3.2 Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos)**

Para la propuesta del grout fue necesario emplear en un primer momento hojas de cálculo, en las cuales, mediante histogramas curvas de frecuencia, líneas de tendencia, cuadros de datos y cuadros de resumen, podrán apreciarse de manera clara la forma en cual se comportan las probetas reparadas con el aditivo y otras sin el aditivo propuesto, para las edades de 7,

14 y 28 días. De la misma forma y mediante cuadros estadísticos en el programa IBM SPSS versión 24, podremos visualizar los datos que se arrojen.

Para la propuesta del geocompuesto fue necesario emplear en un primer momento hojas de cálculo, curvas de frecuencia, líneas de tendencia, cuadros de datos y cuadros de resumen, podrán apreciarse de manera clara la forma en cual se comportará el geocompuesto en las condiciones presentes en el suelo in situ al muro de concreto armado de sótano, brindándonos resultados de su futuro comportamiento de la propuesta con geocompuesto.

### **3.3.3 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

Para el procesamiento de la información acarreada tanto para la propuesta de aplicación del grout (aditivo) y geocompuesto (geosintético), se utilizó el programa Microsoft Excel, en donde se podrá corroborar la funcionabilidad para la propuesta de mejoramiento. Con respecto con el geocompuesto se tuvo apoyo del fabricante se realizó la simulación del uso del geocompuesto en su hoja de cálculo de diseño para lo que brinde datos del suelo in situ y el ensayo de permeabilidad, ahora con respecto del grout en cuanto a la estadística y la prueba de contrastación de hipótesis, fue necesario el uso del programa IBM SPSS versión 24, para que al ingresar los valores de esfuerzos absolutos a los 28 días de cada tipo (resistencia a la compresión), por medio de la prueba de normalidad y posteriormente mediante la prueba de t student para muestras relacionadas, se comprobará que lo que se está presentando en los gráficos anteriormente descritos (en Microsoft Excel), está resultando funcional.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento de datos

##### 4.1.1. Procesamiento de datos para la propuesta del geocompuesto (geosintético)

- **Ensayo de clasificación de suelos in situ en el muro de concreto armado de sótano la I.E.P. Cristo Rey**

Se procedió a hacer una calicata con una profundidad de H=3.00 m, para poder tomar la muestra para su análisis correspondiente, donde determinamos la clasificación tanto por AASHTO y SUCS, nuestra calicata presento 3 estratos (imagen 24)

**Imagen 25** Registro de sondaje de calicata

PROF.	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUCS	SIMBOLOGÍA
0.00				
0.18	<b>M-0</b>	Suelo disturbado/Material de relleno	<b>PT</b>	
0.37				
0.55				
0.73				
0.91				
1.10	<b>M-1</b>	Arena limo arcillosa con grava	<b>SC-SM</b>	
1.28				
1.46				
1.64				
1.83				
2.01				
2.19				
2.37				
2.56	<b>M-2</b>	Grava pobremente gradada con arena	<b>GP</b>	
2.74				
2.92				
3.10				

Fuente: Informe técnico -LABOROTEC (2019)

**Tabla 7** Clasificación de calicata H=3.00 m

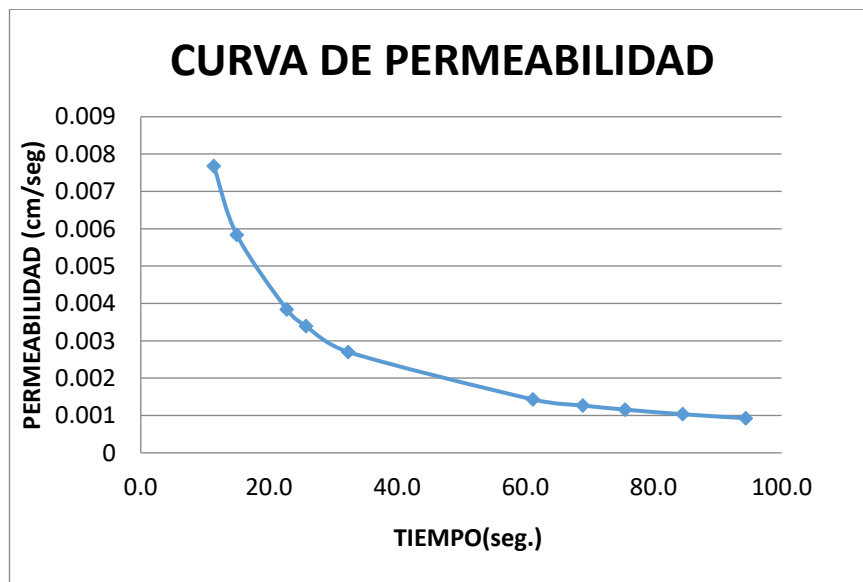
ESTRATO	H (m)	Descripción de suelo	CLASIFICACIÓN	
			SUCS	AASHTO
M-0	0.40	Suelo disturbado/material relleno	PT	A-8
M-1	1.45	Arena limo arcillosa con grava	SC-SM	A-2-4
M-2	1.15	Grava probremente gradada con arena	GP	A-1-a

Fuente: Informe técnico -LABOROTEC (2019)

▪ **Ensayo de permeabilidad in situ de carga variable decreciente en él muro de concreto armado de sótano la I.E.P. Cristo Rey**

El suelo con mayor presencia fue la arena limo arcilloso, entonces fue el que optamos para el criterio del diseño del geocompuesto como alternativa de solución, luego se procedió a realizar el ensayo de permeabilidad in situ de carga variable decreciente, teniendo como resultado según lo detalla la imagen 25.

**Imagen 26** Curva de Permeabilidad



Fuente: Informe técnico -LABOROTEC (2019)

Por lo tanto se toma el promedio de los resultados de permeabilidad(cm/seg), teniendo como resultado una permeabilidad de 0.00292 cm/seg, según el informe técnico-LABOROTEC (2019) que se puede visualizar en el anexo VI.III , según la tabla 8 se puede demostrar que de

acuerdo a nuestra permeabilidad nos encontramos con un suelo típico arena o arena fina, pero como resultado de nuestra exploración de calicata es una arena limo arcillosa, consideraremos para nuestro suelo una moderada permeabilidad.

**Tabla 8** Tabla de valores relativos de permeabilidad

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/seg)	Suelo típico
Muy permeable	$>1 \cdot 10^{-1}$	Grava gruesa
Moderadamente permeable	$1 \cdot 10^{-1}$ a $1 \cdot 10^{-3}$	Arena, arena fina
Poco permeable	$1 \cdot 10^{-3}$ a $1 \cdot 10^{-5}$	Arena Limosa, arena sucia
Muy poco permeable	$1 \cdot 10^{-5}$ a $1 \cdot 10^{-7}$	Limo y arenisca fina
Impermeable	$<1 \cdot 10^{-7}$	Arcilla

Fuente: Terzaghi K. y Peck R. (1980)

▪ **Propuesta de aplicación de geocompuesto Macdrain para él muro de concreto armado de sótano de la I.E.P. Cristo Rey**

Como condición del diseño, se utiliza un trazo de red de flujo para la determinación del caudal máximo que percolará a través del suelo hasta el sistema de drenaje vertical, demostrando que el uso del geocompuesto MacDrain es recomendable por su alta capacidad de flujo que permite realizar el drenaje. Comenzamos con la condición de que el flujo se origina en la parte superior del suelo y el suelo de la base de la pared se considera impermeable, entonces así determinamos el caudal total que drenará el geocompueto para eso usamos al formula  $Q_{drem}$  (parte posterior del muro)

$$Q = K \cdot h \cdot \left( \frac{N_f}{N_q} \right)$$

Donde:

- K= coeficiente de permeabilidad del suelo
- h= Altura de la estructura
- $N_f$ =Número de canales de flujo

- $N_q$ =Número de pérdidas de carga unitaria

Por lo tanto, en nuestro caso de investigación usaremos los siguientes datos obtenido anteriormente de nuestra clasificación de suelos y ensayo de permeabilidad, siendo los siguiente:

**Tabla 9** Datos para el diseño del geocompuesto

Descripción	Simbolo	Dato
Altura de drenaje	h	2.95 m
Tipo de suelo a drenar	-	arena limosas
Permeabilidad del suelo	k	$0.29 \times 10^{-6}$ m/s
Evidencia de contaminación química	-	No
Ángulo de fricción de suelo	$\phi$	23° a 33°
Peso específico del suelo	kN/m <sup>3</sup>	20
Sobrecarga aplicada en superficie	kPa	vehículo leves 5 a 10 kPa
Posibilidad de proliferación de hongos o bacterias	-	no
Número de canales de flujo	$N_f$	6
Número de pérdidas de carga unitaria	$N_q$	8

Fuente: Informe técnico – MACCAFERRI (2020)

Por lo tanto, el caudal a drenar en la parte posterior del muro es:

$$Q_{drem} = 0.29 \times 10^{-6} \times 2.95 \times \frac{6}{8} = 0.00000641 \frac{m^3}{s} \cong 0.0641 \frac{l}{s} \cdot m$$

Ahora calculamos la capacidad de flujo del geocompuesto MacDrain, determinamos la tensión horizontal a la cual el geocompuesto estará sometido, usamos la fórmula de presión horizontal:

$$P_h = h_s \times \gamma_{suelo} \times K_a$$

Para determinar el  $K_a$  (coef. De presión activa), según módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016) debido a que se está calculando para muros de contención se usaría la fórmula de Rankine o Coulomb como figura en la imagen 26.

**Imagen 27 Formula de Rankine**

$$k_a = \frac{\sigma_a}{\sigma_v} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

Por lo tanto, como  $K_a=0.36$ , teniendo como tensión horizontal aplicada:

$$P = ((\gamma \times h) + sobrecarga) \times k_a = \left( \left( 20 \frac{kN}{m^3} * 2.95 m \right) + 10Kpa \right) * 0.36$$

$$= 24.84 kpa \cong 25 Kpa$$

En las especificaciones técnicas del MacDrain FP (Tabla 3), encontrándose los valores para gradiente hidráulico igual a 1 (drenaje vertical)

**Tabla 10** Valores de capacidad de flujo para la presión en el muro de sótano

Presión (Kpa)	Flujo (l/s)/m
20	2.17
50	1.35

Fuente: módulo 3 Maccaferri- Gradiente hidráulico, presión y transmisividad (2016)

Haciendo la interpolación para cuando la presión sea 25 Kpa, se obtiene como resultado una cap. De flujo de 2.033 (l/s)/m.

Conforme a lo propuesto por Koerner (1998), el caudal admisible entonces se calcula dividiendo este valor por un factor de reducción (FR), según el tipo de aplicación del geocompuesto drenante según indica la tabla 5, tenemos lo siguiente:

- FR intrusión: 1.3
- FR fluidez: 1.2
- FR colmatación química: 1.2
- FR colmatación biológica: 1.3

Por lo tanto, FR total del proyecto viene a ser dado por la multiplicación de los sub factores de reducción mencionados para el geocompuesto siendo 2.5; por lo tanto el caudal admisible sería:

$$Q_{adm} = \frac{Q}{FR}$$

Siendo el  $Q_{adm} = 0.835$  (l/s)/ m, luego para contrastar se divide el caudal admisible por el caudal requerido, alcanzando un factor de seguridad para el sistema de drenaje de la obra teniendo que ser mayor a 1.

$$FS = Q_{adm} / Q_{drem} = 13.02 > 1$$

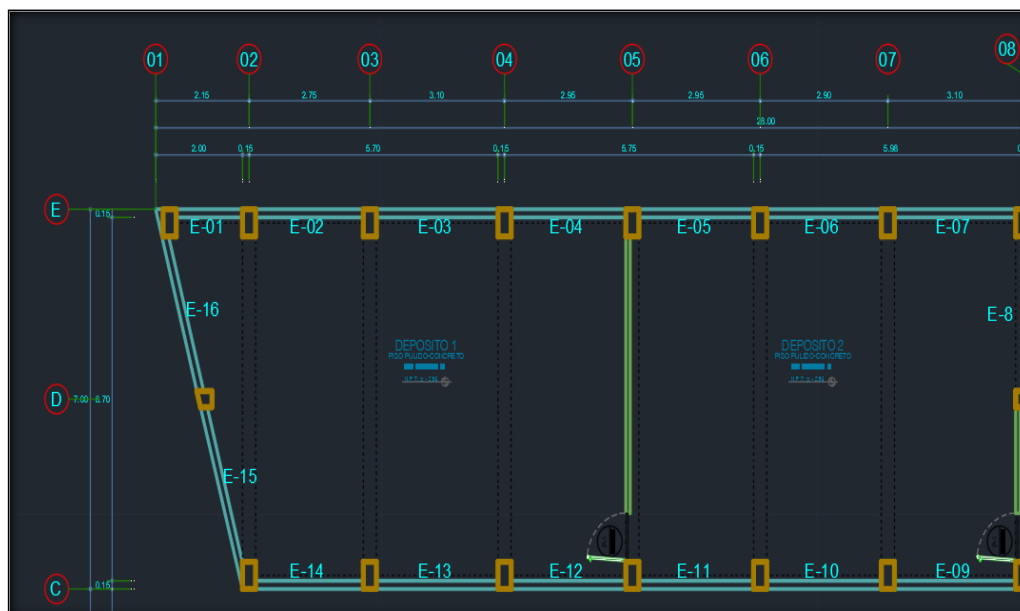
Se puede observar que presenta una capacidad de flujo del geocompuesto muy superior a la cantidad de agua que el suelo puede conducir, satisfaciendo todas las necesidades técnicas impuestas al proyecto en cuestión, asegurando un sistema de drenaje vertical eficiente y proveyendo una propuesta de mejoramiento confiable.

#### **4.1.2. Procesamiento de datos para la propuesta de la aplicación del grout (aditivo)**

- **Ensayo de Esclerometría en los muros de concreto armado de sótano de la I.E.P. Cristo Rey**

Se procedió a la evaluación en campo, realizando un ensayo de esclerometría de tipo no destructivo, la distribución de los muros analizados se detalla en la figura 27.

**Imagen 28** Distribución de los muros de sótano evaluados en la I.E.P. Cristo Rey



*Fuente: Elaboración propia*

El resumen de los ensayos de esclerometría realizados, sirvió como punto de partida para elegir el diseño de mezcla de concreto existente resultado del promedio de los esfuerzos a compresión tomados de los muros de concreto del sótano de la I.E.P Cristo Rey.

**Tabla 11** Resumen del ensayo de esclerometría en los muros de concreto armado del sotano de la I.E.P. Cristo Rey

ESTRUCTURA	EJE	IDENTIFICACION	FECHA	F <sup>c</sup> PROYECTADA	F <sup>c</sup> DEL ENSAYO
MURO DE CONCRETO	EJE E (1-2)	E-01	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	181.10 kg/cm <sup>2</sup>
MURO DE CONCRETO	EJE E (2-3)	E-02	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	208.60 kg/cm <sup>2</sup>
MURO DE CONCRETO	EJE E (3-4)	E-03	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	202.10 kg/cm <sup>2</sup>

<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE E (4-5)	E-04	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	199.20 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE E (5-6)	E-05	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	204.70 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE E (6-7)	E-06	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	201.30 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE E (7-8)	E-07	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	206.20 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE E-D'	E-08	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	210.50 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (7-8)	E-09	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	214.20 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (6-7)	E-10	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	198.90 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (5-6)	E-11	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	203.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (4-5)	E-12	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	212.30 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (3-4)	E-13	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	212.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C (2-3)	E-14	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	186.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE C - D	E-15	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	182.60 kg/cm <sup>2</sup>
<b>MURO DE CONCRETO</b>	EJE D-E	E-16	13/11/2019	210 kg/cm <sup>2</sup>	180.20 kg/cm <sup>2</sup>
<b>PROMEDIO</b>					<b>200.18 kg/cm<sup>2</sup></b>

*Fuente: Informe técnico del ensayo de esclerometria-LABOROTEC (2019)*

Se puede observar que el diseño promedio de los muros evaluados es inferior al diseño propuesto para su ejecución, el cual fue de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , debido a que el tiempo de la estructura en uso viene siendo 7 años nos da



indicios claros de que las filtraciones presentadas están generando un deterioro contraproducente que de no recibir un tratamiento externo podría llegar al colapso. Como propuesta de reparación realizamos probetas con un diseño de mezcla de  $F'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> simulando grietas en las probetas las cuales fueron rellenas con grout, previo uso de un epóxico el cual sirve como puente de adherencia y otro grupo sin la simulación de grietas ni la aplicación de grout.

- **Diseño de Mezcla para concreto de  $F'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>, con y sin aplicación de grout como propuesta de mejoramiento**

**Tabla 12** Características del diseño patrón  $F'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>

<b>CEMENTO:</b>	Tipo:	Cemento tipo I	-	Temperatura normal
	Marca:	Cemento Andino S.A.	-	-
	Gravedad Específica (Pe)		3.15 gr/cm <sup>3</sup>	Promedio
<b>AGUA</b>	Control del pH		7	Neutro
	Densidad de masa del agua		1.000 gr/cm <sup>3</sup>	A temperatura 23°C
	Sólidos en suspensión		NP	No presenta
<b>AGREGADOS</b>	Descripción	Agregado Global		
	Tamaño máximo:	1.5"		
	Tamaño nominal máximo:	1"		
	Peso unitario varillado seco:	1802.37 kg/m <sup>3</sup>		
	Peso unitario suelto seco:	1720.32 kg/m <sup>3</sup>		
	Densidad de masa	2663.33 kg/m <sup>3</sup>		
	Peso específico seco:	2.6		
	Módulo de fineza:	21.11		
	Absorción:	0.92%		
	Humedad natural:	1.12%		

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla 12 las características de los materiales intervinientes en el posterior diseño de mezcla. El cemento arrojó una gravedad específica de valor 3.152 gr/cm<sup>3</sup>, el agua a su vez contiene una densidad de 1.00 gr/cm<sup>3</sup> a temperatura ambiente, sin presencia de sólidos en suspensión. Mientras

que los agregados, se usó el hormigón, arrojaron los valores que se aprecian, de los ensayos de humedad, potencial de hidrógeno (ph), granulometría (tamaño máximo, tamaño nominal máximo y módulo de fineza), pesos unitarios secos (suelos y varillados), densidades relativas (densidad de masa, peso específico seco y absorción) y equivalente de arena.

Las proporciones para la realización de las probetas  $F'c= 200 \text{ kg/cm}^2$  fueron las siguiente:

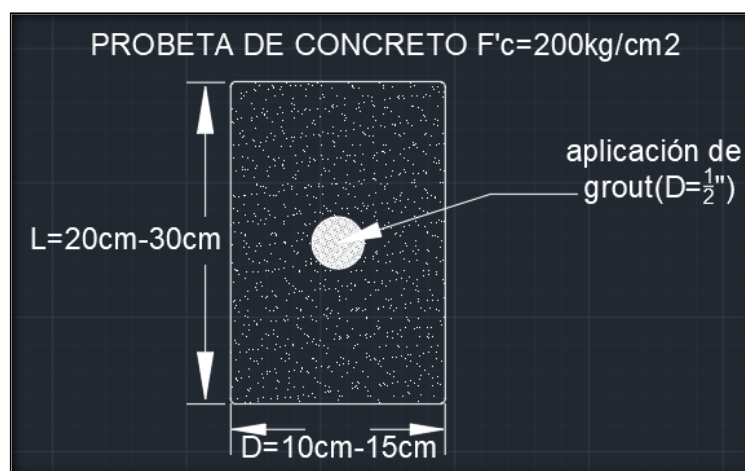
**Tabla 13** Proporcionamiento de materiales para un diseño con Hormigón

Dosificación	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	Proporción	Peso (kg/bolsa)	Volumen (pie <sup>3</sup> /bsa)
<b>Cemento</b>	409.48	1.00	42.50	1.00
<b>Hormigón</b>	1743.35	4.26	230.75	4.26
<b>Agua</b>	186.43	0.46	19.35	19.35 lt

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 muestra las proporciones que arrojó el diseño de mezcla para un concreto  $F'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , usado para la realización de 18 probetas de las cuales 9 de ellas iban a presentar una abertura el cual simularía la grieta, presentadas en los daños observados en el muro de sótano de concreto armado existente en la I.E.P Cristo Rey.

**Imagen 29** Dimensiones de probetas realizadas con aplicación de grout (aditivo)



Fuente: Elaboración propia

- **Diseño para la dosificación del grout antes de la aplicación a la probeta para el ensayo de compresión**

Para llevar a cabo la investigación de la alternativa de mejoramiento, se optó dejar los orificios pasantes a la probeta de concreto con un tubo de pvc de ½” totalmente engrasadas para que sea rápida su extracción. Procedimos a aplicar Sikadur-32 Gel, ya que sirve como un adhesivo estructural entre concretos frescos con concreto endurecidos, sirviendo como un puente de adherencia, la descripción del producto obtenido de la ficha técnica del proveedor se detalla en la tabla 14

**Tabla 14** Características del Sikadur-32 Gel

Densidad	Proporción parte A y B	Rendimiento	Resistencia a la adherencia	Resistencia a la tensión
1,6 kg/dm <sup>3</sup>	2:1	0.3-0.5 kg/m <sup>2</sup>	> 13 MPa	14.050 kgf

Fuente: Ficha técnica Sika (2015)

La presentación del Sikadur-32 Gel viene en dos presentaciones una de 1 kg y otra de 5 kg, en ambas vienen conformadas por dos partes A y B, las cuales según el fabricante Sika para el proceso de mezclado se vierte ambas partes en un recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea, evitando el aire atrapado. Tiempo de duración de la mezcla idónea para servir como puente adherencia con el aditivo grout y/o el concreto fresco es de 25 minutos como máximo.

Luego de aplicar el puente de adherencia Sikadur-32, se realizó la mezcla del aditivo Sikagrout-110, la cual es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, siendo un aditivo de avanzada tecnología exentos de cloruros, sus características son las altas resistencias mecánicas, buena capacidad de escurrimiento, rápida puesta en servicio y una exudación con la expansión controlada.

**Tabla 15** Características del Sikagrout-110

<b>Densidad</b>	<b>Resistencia a la compresión en 24 horas</b>	<b>Resistencia a la compresión en 28 días</b>	<b>Fluidez (Norma ASTM C-230)</b>
1.65 Kg/L	≥200 Kgf/cm <sup>2</sup>	≥600 Kgf/cm <sup>2</sup>	>150%

Fuente: Ficha técnica Sika (2015)

Para la aplicación el fabricante se debe mezclarse con 3,0 – 3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg. En el cual se debe agregar inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado. Para la realización de esta investigación usamos una consistencia Plástica para lo cual usamos 3,2 litros por bolsa de 30kg, teniendo en cuenta que depende a la característica de la reparación y del daño presente sea fisura y/o grieta, la consistencia puede ser desde fluida, plástica y seca.

- **Ensayo de compresión cilíndrica a las probetas de concreto sin la aplicación del aditivo**

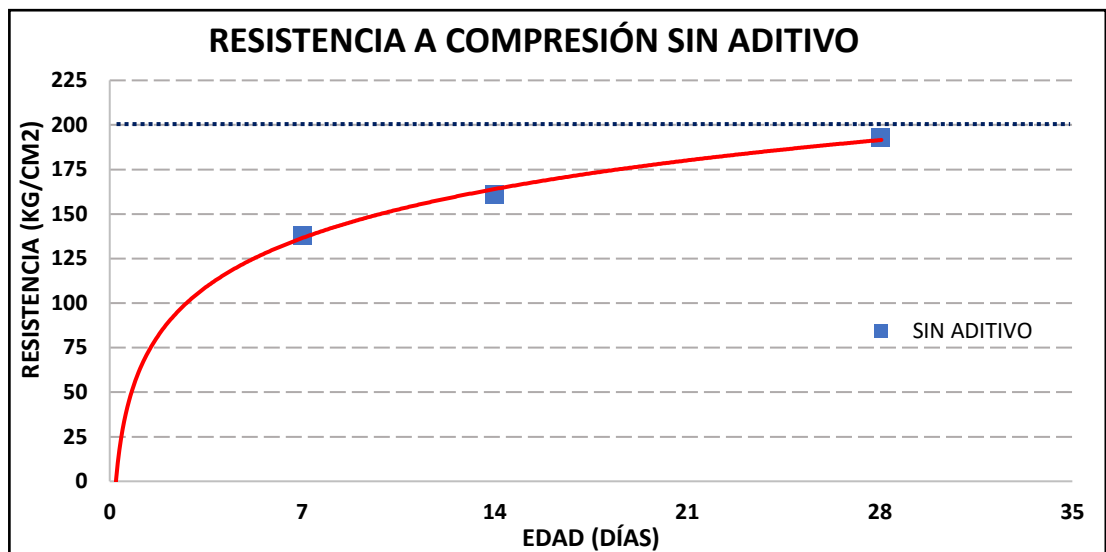
**Tabla 16** Intervalos de resistencia a compresión de probetas sin aditivo

<b>DISEÑO SIN APLICACIÓN DE ADITIVO</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>0</b>	0
	<b>7</b>	$137.76 \leq f_c \leq 138.99$
	<b>14</b>	$160.26 \leq f_c \leq 165.39$
	<b>28</b>	$191.21 \leq f_c \leq 198.12$

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de los 9 especímenes cilíndricos sin aditivo. Estos se realizaron a las edades de 7,14 y 28 días.

**Imagen 30** Evolución del concreto sin aplicación de aditivo



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la resistencia a compresión durante la línea de tiempo, el día 28 se obtuvo un promedio de 193 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa un 96% del total según el diseño de mezcla de  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup>.

- **Ensayo de compresión cilíndrica a las probetas de concreto con la aplicación del aditivo**

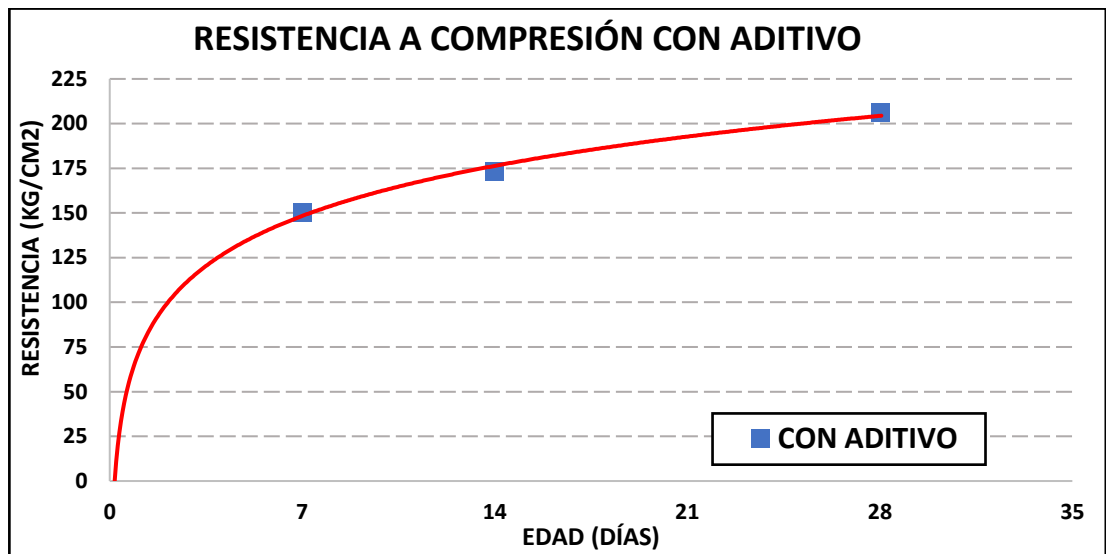
**Tabla 17** Intervalos de resistencia a compresión de probetas con aditivo

DISEÑO CON APLICACIÓN DE ADITIVO	EDAD (días)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
	0	0
	7	$149.73 \leq f'c \leq 153.6$
	14	$172.52 \leq f'c \leq 176.66$
	28	$205.02 \leq f'c \leq 210.35$

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17 muestra los intervalos de resistencia entre los que se hallaron el promedio de los 9 especímenes cilíndricos sin aditivo. Estos se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días.

**Imagen 31** Evolución del concreto con aplicación de aditivo



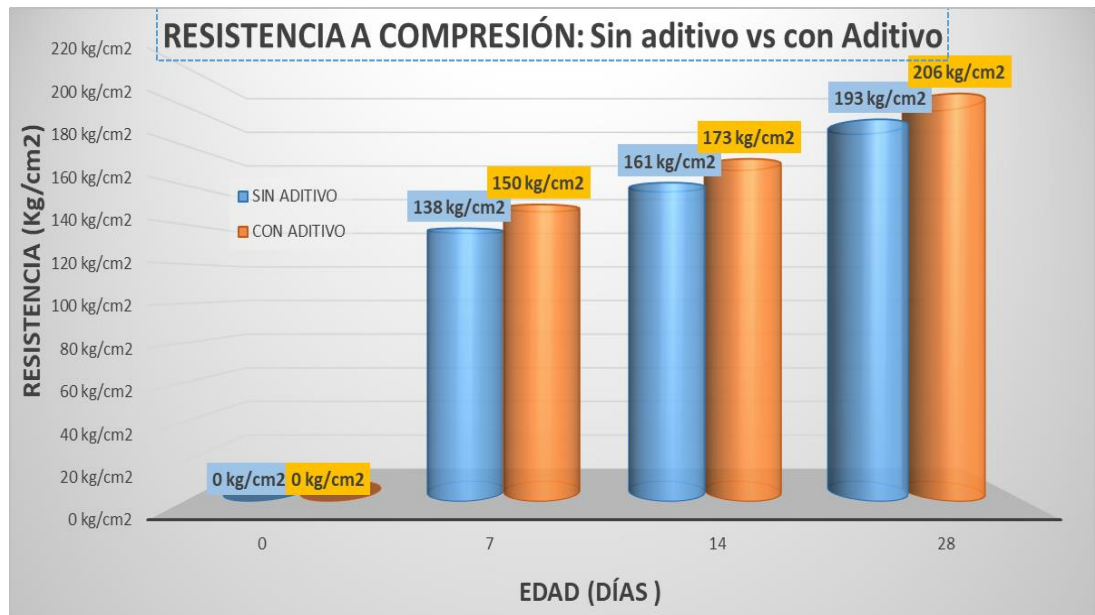
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar la resistencia a compresión durante la línea de tiempo, el día 28 se obtuvo un promedio de 206 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa un 103% del total según el diseño de mezcla de F'c=200 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Análisis comparativo de las resistencias a compresión de probetas con y sin aplicación de aditivo (grout)**

Al realizar la comparación de la rotura de probetas, podemos observar, que el diseño patrón, sin la aplicación de aditivo que fue tomado como el diseño experimental base (tabla 12) luego de la rotura a los 28 días el resultado fue inferior en 7 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente. Por lo contrario en las probetas la cuales tuvieron intervención del aditivo(grout), tomado como propuesta de mejoramiento como resultado se obtuvo un valor mayor diseño patrón en 6 kg/cm<sup>2</sup>. Es por ello que se concluye que la aplicación de aditivo con referencia al diseño patrón llega a ser superior, brindando una solución como propuesta de mejoramiento para el muro de concreto armado, debido a que su relación en porcentaje viene a ser superior en 3% al diseño patrón y 6% con relación a las probetas en las cuales no se utilizó la aplicación de aditivo.

**Imagen 32** Resistencia a compresión con la aplicación de aditivo vs sin la aplicación de aditivo



Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Contrastación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis

### 4.2.1 Prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de Hipótesis será necesario determinar el procedimiento estadístico a utilizar y además sabiendo que la variable es numérica, resulta prioritario llevar a cabo la prueba de normalidad de datos, verificando que se esté obedeciendo a una estadística paramétrica.

**Tabla 18** Prueba estadística de normalidad, diferencia de los datos

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sin aditivo	,191	9	,200*	,859	9	,095
Con aditivo	,194	9	,200*	,863	9	,102

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 24

En la tabla anterior se observa que, existen dos pruebas de normalidad como Kolmogorov-Sminorv que es para muestras grandes mayores a 30 individuos y Sharpiro-Wilk para muestras pequeñas menores a 30 individuos, dado que el número de individuos de la investigación es menor a 30 analizaremos la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que se encuentra en la tabla 18.

De acuerdo al criterio para determinar la Normalidad:

- P-valor  $\geq \alpha$  entonces los datos provienen de una distribución Normal.
- P-valor  $< \alpha$  entonces los datos NO provienen de una distribución Normal.

**Tabla 19** Comprobación del cálculo de P-valor

P-Valor (sin aditivo) = 0.95	>	$\alpha = 0.05$
P-Valor (con aditivo) = 0.102	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia

En ninguna variable el p-valor supera el valor de significancia, entonces consideramos que los datos provienen de una distribución normal, por lo que es oportuno la aplicación de procedimientos paramétricos en su análisis. El que se ajusta según la hipótesis planteada es la t de Student para muestras relacionadas. Como se muestra en la tabla N°20.

**Tabla 20** Estadísticas de muestras emparejadas sin aditivo y con aditivo.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Sin aditivo	165.67	9	24.9849	8.3283
	Con aditivo	178.2233	9	24.70093	8.23364

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 24

En la tabla n° 20 se observa que, el valor de la media incrementó de 165.67 a 178.2233.



**Tabla 21** Correlación de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Sin aditivo y con aditivo	9	,995	,000

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 24

Como se puede observar en la tabla anterior, existe una fuerte relación entre las dos cantidades de la muestra.

**Tabla 22** Prueba de muestras emparejadas

Muestra	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior			
Sin aditivo – con aditivo	12	2.54105	.84702	14.50656 10.60011	14.821	8	,000

Fuente: Programa estadístico SPSS versión 24

#### 4.2.2 Contrastación de hipótesis

- Contrastación de Hipótesis Especificas

H1: La propuesta de aplicación de geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 mejora la capacidad de flujo simulado en la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

H0: La propuesta de aplicación de geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 no mejora la capacidad de flujo simulado en la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

$$FS = Q_{adm} / Q_{drem} = 13.02 > 1$$

Como se puede observar en el resultado del factor de seguridad para la aplicación del geocompuesto se presenta una capacidad de flujo superior a la cantidad de agua que el suelo puede conducir, satisfaciendo todas las

necesidades técnicas impuestas al proyecto en cuestión. Por lo que este resultado es determinante para aceptar la hipótesis alternativa que es: La propuesta de aplicación de geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 mejora la capacidad de flujo simulado en la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

En cuanto a la otra contrastación de hipótesis:

H1: La propuesta de aplicación del aditivo Sikagrout-110 en especímenes cilíndricos con fines de reparación mejora la resistencia a la compresión del concreto dosificado.

H0: La propuesta de aplicación del aditivo Sikagrout-110 en especímenes cilíndricos con fines de reparación no mejora la resistencia a la compresión del concreto dosificado.

En la tabla n°22 de muestras emparejadas se puede mostrar que la significancia lateral es menor al porcentaje de error. Demostrando así que existe una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras con aditivo y sin aditivo, dando por válido la hipótesis alternativa, la cual es: La propuesta de aplicación del aditivo Sikagrout-110 en especímenes cilíndricos con fines de reparación mejora la resistencia a la compresión del concreto dosificado.

- Contrastación de Hipótesis General

H1: La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

H0: La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos no mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

Basándonos en las anteriores contrastaciones de hipótesis específicas en donde se aceptan en ambos casos la hipótesis alternativa y al cumplirse

este requisito dan como resultado la aceptación de la hipótesis alternativa general la cual es: La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.

Llegando así a demostrar que se ha cumplido el objetivo más importante que era elaborar una propuesta para mejorar la estructura de concreto armado existente para cumplir su tiempo de vida útil con la aplicación de los geosintéticos y aditivos; para el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, obteniendo el resultado esperado por el investigador.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Contrastación de resultados del trabajo de investigación

En el caso de la presente tesis, elaboración de una propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos, el cual permitirá mejorar la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, a partir de los resultados que validan esta hipótesis alternativa general demuestra aceptación y relación en la contrastación de conclusiones con los siguientes autores:

Hernández Pérez (2009) en su tesis *consideraciones para el análisis y evaluación de muros de sótano de concreto reforzado* en donde concluye que para la evaluación realizada a un muro de sótano, es preciso analizar los estudios obtenidos preliminarmente en la visita de inspección: exposición a la intemperie, tiempo de vida actual de la estructura, la función actual que desempeña y para la cual fue diseñada considerando las sobrecargas externas adyacentes al muro, así como la presión hidrostática presente en el suelo.

Pu Herrera (2010). Con el desarrollo de la tesis de pregrado, drenaje y *protección de estructuras por medio de geocompuestos*, concluye que a mayor profundidad de soterramiento mayores presiones y en consecuencia la capacidad drenante del geocompuesto será menor, puesto que, con la presión de tierras el geocompuesto pierde espesor, y con ello sección drenante. Adicionalmente resalta la facilidad y rapidez de ejecución; por lo cual representa un sistema de drenaje y protección con ahorro en tiempo y costos indirectos.

Zapata y Calle (2019) en el desarrollo de la tesis *uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos* donde realizaron varias combinaciones; teniendo como conclusiones que el grout como material de relleno utilizado fue el sikagrout cumplía con los requisitos de su resistencia, también evaluaron su adherencia con y sin

material epoxico como puente de unión en el proceso de reparación. Teniendo buenos resultados con la reparación usando como aditivo al sikagrout.

Córdova Pérez (2016) en su tesis *protección de un muro de contención mediante un sistema de drenaje con geocompuestos en el hospital el Carmen de Huancayo* la investigación concluye que para la protección del muro de contención, se empleara un adecuado sistema de drenaje con geocompuesto; por ello se determinó emplear el MacDrain FP 2L 20.2, ya que las propiedades de este producto nos garantiza un correcto funcionamiento y desempeño del material; estas a su vez garantizan la protección de la estructura.

## CONCLUSIONES

- Para determinar el debilitamiento generado en el muro de sótano es preciso analizar durante la visita de inspección lo siguiente: exposición a la intemperie, tiempo de vida actual de la estructura, la función actual que desempeña y las sobrecargas actuantes.
- En la investigación optamos para determinar la resistencia del concreto de muros de sótano in situ mediante ensayos no destructivos, como el ensayo de esclerometría, dando como resultado su reducción en la resistencia del concreto con la cual se diseñó la edificación que posee una antigüedad de 7 años, brindándonos una inspección más completa.
- Para la formulación de la propuesta de mejoramiento con respecto al geosintético se analizó el geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2 perteneciente a la marca Maccaferri, para el cual fue conveniente la realización de un estudio de suelos y ensayo de permeabilidad in situ de carga variable que nos determinaron el caudal a drenar por el suelo y se obtuvo como conclusión que el caudal admisible perteneciente al geocompuesto es 13 veces superior, inclusive se adicionaron factores de reducción para garantizar un adecuado sistema de drenaje vertical en estructuras enterradas como el caso de la investigación.
- En la investigación la razón para evaluar el geocompuesto MacDrain FP 2L 20.2, fue debido a que la calle adyacente al muro de sótano no se encuentra pavimentada, entonces se estaría aportando una alternativa de uso para muros de sótano de edificaciones que no cuenten con áreas pavimentadas o estén en zonas no urbanas presentando sobrecargas externas adyacentes al muro, así como la presión hidrostática presente en el suelo, esta propuesta aliviaría las sobrecargas mediante el sistema de drenaje vertical propuesto siendo algo favorable para un mayor tiempo de vida útil del muro de sótano.
- Se evaluó para la propuesta de mejoramiento con el aditivo SikaGrout 110 perteneciente a la marca Sika del tipo grout de alta resistencia el cual, si genera la mejora del concreto con respecto a las probetas

hechas con el diseño patrón proyectado, pues mediante ensayos en laboratorio a las propiedades del concreto endurecido a los 7,14 y 28 días de curación, el que obtuvo el mejor nivel de resistencia final, fue las probetas reparadas con el SikaGrout 110 previa colocación del puente de adherencia Sikadur 32, siendo su relación en porcentaje superior en 3% al diseño patrón y 6% con relación a las probetas en las cuales no se utilizó la aplicación de aditivo.

- Luego de realizar la aplicación del puente de adherencia previa reparación con el grout SikaGrout 110, se infiere que no es tan sencilla su uso puesto a que se debe tener cuidado en la forma en la que se coloca ya que para obtener los resultados esperados no se muestra un procedimiento específico en sus respectivas hojas técnicas.
- La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos en muros de concreto armado de sótano desarrollada en la presente investigación, alcanzará su fin de mejorar la estructura brindándole mayor tiempo de vida útil, siendo una alternativa de solución de rápida puesta en marcha debido a su fácil colocación, los productos se encuentran en el mercado peruano.

## RECOMENDACIONES

- En estructuras de concreto armado se deben identificar fisuras o grietas muertas o vivas, siendo el procedimiento adecuado antes de su reparación. Para diferencias entre ambos se debe colocar un testigo de yeso o vidrio en un periodo de 7 días a dos meses de forma transversal a la fisura o grieta, ya que si se rompe estaremos frente a un tipo de fisura o grieta viva y si no se rompiera estaría frente a una grieta o fisura muerta, siendo necesario para optar por la mejor técnica de mejoramiento.
- Caso de la investigación analizamos grietas muertas las cuales optamos por usar el aditivo grout, se recomienda a que antes de la colocación como material de relleno se aplique el aditivo de puente de adherencia, esto brindará una buena adherencia entre el concreto antiguo y concreto nuevo en este caso el grout, teniendo en consideración la ficha técnica brindado por el fabricante.
- Para obtener un funcionamiento adecuado del sistema de drenaje con geocompuesto, y lograr una óptima protección del muro de concreto armado que servirá para el mejoramiento de tiempo de vida útil, se recomienda tomar en cuenta los estudios de la presente investigación, ya que este contiene cálculo de caudal, estudio de mecánica de suelos, diseño de geocompuesto, entre otros.
- La utilización del geocompuesto a su vez es un aporte a la conservación del medio ambiente, ya que este recolecta agua para ser reutilizadas en riego o consumo humano, siendo tema para futuras investigaciones significando un aporte referente al ahorro de este recurso hídrico.
- Se recomienda emplear la propuesta de mejoramiento con geosintéticos y aditivos desarrollada en la investigación ya que mejorará el tiempo de vida útil brindando una adecuada protección a cualquier muro de concreto armado de sótano que presente las condiciones deficientes expuestas.
- Recomendamos a futuras investigaciones proponer esta nueva alternativa de solución en los muros de concreto armado que presentan grietas y/o algún otro debilitamiento expuesto, con la finalidad de



obtener un mejoramiento en la vida útil de la estructura de concreto armado a su vez de darle el nivel de seguridad para los usuarios y/o uso que le den al sótano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A. y. (2013). *Durabilidad del hormigón armado expuesto a condiciones agresivas*. Materiales de Construcción, vol. 63, número 309, pp. 07-38.
- Béjar, M. V. (2011). *Cálculos hidrológicos e hidráulicos en cuencas hidrográficas*.
- Briaud, J.-L. (2013). *Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils*. United States of America: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Chancsanampa Pacheco, P. (2013). *“Diseño y aplicación de geotextiles y geomembranas en plantas de tratamiento de aguas residuales”*. Huancayo.
- Elguero, A. (2004). *Patologías elementales*. Argentina: Nobuko.
- Garcés, P. M. (2008). *Corrosión de armaduras de hormigón armado*. España: Editorial Club Universitario .
- GESTIÓN. (26 de Septiembre de 2017). Obtenido de <https://gestion.pe>
- Gómez, M. (junio de 2002). Bases para la revisión crítica de artículos médicos. *Rev Mex Pediatr* , 68(4), 152-159.
- Hanses, K. a. (2015). *Basics Concrete Construction*. Walter de Gruyter GmbH.
- Hernández Pérez, D. I. (2009). *“Consideraciones para el análisis, diseño y evaluación de muros de sótano de concreto reforzado”*. Guatemala.
- Janet Carmen Luz Zapata Castro, C. E. (2019). *Uso de epóxico, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos*. Piura (2019): Universidad De Piura.
- Jennings, H. y. (2008). *Characterization and modeling of pores and surfaces in cement paste: correlations to processing and properties*. Japón: Journal of Advanced Concrete Technology.
- Joisel, A. H. (1981). *Fisuras y grietas en morteros y hormigones: sus causas y remedios*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- Metha, P. y. (2013). *Concrete: Microstructure, Properties and Materials*. Tercera edición. California: McGraw- Hill.
- Ottazzi, G. (2004). *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado*. Lima: Tesis de maestría en Ingeniería Civil.

- Quispe Napanga, K. G. (2018). *“Aplicación de técnicas sostenibles de reparación de la fisuración del concreto armado en edificaciones”*. Lima.
- Ramírez Fandiño, F. L. (2016). *“Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios”*. Bogotá-Colombia.
- República, L. (18 de Mayo de 2018). *Autoconstrucción informal en Lima llega al 70%, advierte ministro de Vivienda*. Obtenido de <https://larepublica.pe>
- Rodriguez, O. (2008). *Morteros; Guía general*. Madrid: Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero.  
<https://books.google.com.pe/books?id=DTCfThlgAHYC&pg=PA40&dq=fisuracion+por+retraccion+plastica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiiM2moajMAhVFmx4KHaphCtwQ6AEIGjAA#v=onepage&q=fisuracion%20por%20retraccion%20plastica&f=false>.
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá: Quinta edición, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Trub, U. (1977). *Superficies de hormigón visto*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados  
<https://books.google.com.pe/books?id=1Tn7S0Z0NpUC&pg=PA21&dq=Superficies+de+hormigo%CC%81n+visto&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3i4ejlPTLAhWLIR4KHRYDyUQ6AEIGjAA#>

# **ANEXOS**

---

# **ANEXO I**

---

## **RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 1012-2019-CF-FI-UDH**

Huánuco, 07 de Octubre de 2019

Visto, el Oficio N° 937-2019-C-EAPIC-FI-UDH del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente a **Juan Daniel, RAMÍREZ CORTEZ**, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

**CONSIDERANDO:**

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2976-19, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Juan Daniel, RAMÍREZ CORTEZ** ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 937-2019-C-EAPIC-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 07 de octubre del 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

**SE RESUELVE:**

**Artículo Único.** - APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P CRISTO REY, DE AMARILIS, HUÁNUCO - 2019” representado por **Juan Daniel, RAMÍREZ CORTEZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*[Signature]*  
Ing. JHONY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*[Signature]*  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA (EJ) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

# **ANEXO II**

---

## **RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR**

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 505-2019-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de mayo de 2019

Visto, el Oficio N° 417-2019-C-EAPIC-FI-UDH presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1269-19, del estudiante **Juan Daniel, RAMIREZ CORTEZ**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita cambio de Asesor de Tesis.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1269-19, presentado por el (la) **Juan Daniel, RAMIREZ CORTEZ**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 519-2018-D-FI-UDH, de fecha 30 de Mayo de 2018, en la cual se designa como Asesor de Tesis del estudiante **Juan Daniel, RAMIREZ CORTEZ** al Ing. Edwin Agustín Almerco Palacios, el mismo quien no tiene vincula laboral con la universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### **SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.- DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 519-2018-D-FI-UDH, de fecha 30 de Mayo de 2018.

**Artículo Segundo.- DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del estudiante **Juan Daniel, RAMIREZ CORTEZ** a la Ing. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Rios  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería - EAPIA- Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.  
BCR/JPJR/nto



# **ANEXO III**

---

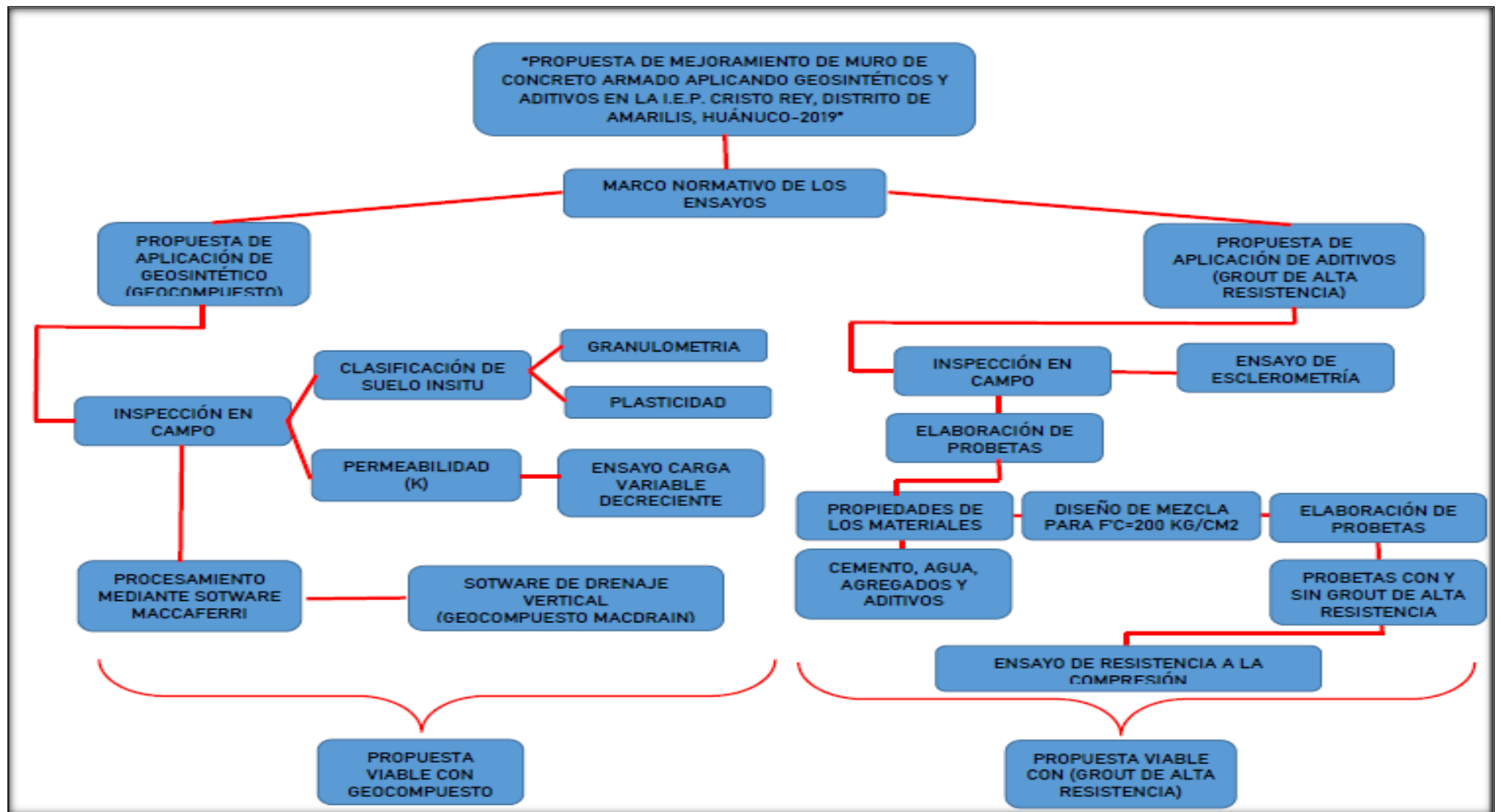
## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TESIS: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P "CRISTO REY", DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO-2019"				
PROBLEMA GENERAL	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	MÉTODOLOGIA
¿De qué manera influye la propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos, para mejorar la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco - 2019?	<b>variable Independiente:</b> Deficiencia constructiva en el muro de concreto armado de sótano	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluación de la clasificación y permeabilidad del suelo in situ</li> <li>✓ Evaluación de la resistencia a compresión del muro de concreto armado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clasificación mediante S.U.C.S. y AASHTO</li> <li>✓ Coeficiente de permeabilidad</li> <li>✓ Ensayo de esclerometría o prueba de rebote de martillo Schmidt (NTP 339.181)</li> <li>✓ Coeficiente de presión activa</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicativa</p> <p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Alcance</b> Nivel Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> Según Hernández, et. al (2014), indican que los diseños constituyen al esbozo de un plan que se relaciona con las preguntas, la tipología de variables y la manera que serán controladas, manejadas, analizadas y medidas (p. 120).</p> <p>Para el siguiente estudio, se considera al tipo experimental (específicamente, una cuasi - experimental), debido que para realizar la propuesta manipularemos una de las variables intencionalmente y así analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre otra. Cabe indicar que este tipo de investigaciones tienen un solo grupo al que se le asigna un pre y pos test para que se reafirme el manejo sobre la muestra. En este caso, el objetivo es manejar la variable geosintéticos y aditivos como agregado para que genere un impacto positivo en la durabilidad del muro de concreto armado.</p> <p>De manera gráfica, el diseño se simboliza de la siguiente manera:</p> <p style="text-align: center;"><b>GE: O1 _____ X _____ O2</b></p> <p>En donde O1: Medición de un grupo antes X: Tratamiento, estímulo o condición experimental O2: Medición de un grupo después</p> <p><b>Población:</b> En ese sentido para el estudio de la propuesta de aplicación de geosintético fue obtener datos del suelo donde la población fue mi calicata (alto:3.05m x largo:2.00m x ancho:1.50 m) y para la aplicación de aditivos mi población estuvo constituida por 18 probetas, de las cuales 9 tenían la aplicación con grout de alta resistencia y las restantes sin la aplicación, con la finalidad de obtener una propuesta de mejoramiento de muro de concreto armado para el sótano de la I.E.P. "CRISTO REY", distrito de Amarilis, Huánuco.</p> <p><b>Muestra:</b> En ese sentido para el estudio de la propuesta de aplicación de geosintético fue obtener la clasificación de suelo donde la muestra estuvo dada por 15 kg por estrato y para la aplicación de aditivos mi muestra estuvo constituida por 18 probetas, de las cuales 9 tenían la aplicación con grout de alta resistencia y las restantes sin la aplicación, con la finalidad de obtener una propuesta de mejoramiento de muro de concreto armado para el sótano de la I.E.P. "CRISTO REY", distrito de Amarilis, Huánuco.</p>
	<b>Variable dependiente:</b> Propuesta de mejoramiento aplicando geosintéticos y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinación de la capacidad de flujo</li> <li>✓ Diseño de mezcla</li> <li>✓ Propiedad del concreto y aditivo</li> <li>✓ Evaluación de probetas de concreto con y sin aditivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flujo del geocompuesto.</li> <li>✓ Análisis granulométrico</li> <li>✓ Pesos unitarios y específicos de los materiales</li> <li>✓ Selección de asentamiento</li> <li>✓ Tamaño máximo de agregado global</li> <li>✓ Contenido de agua y aire</li> <li>✓ Determinación de la relación a/c</li> <li>✓ Modulo fineza</li> <li>✓ Trabajabilidad y nivel de consistencia</li> <li>✓ Temperatura de la mezcla</li> <li>✓ Curación de testigos</li> <li>✓ Ruptura de probetas por máquinas compresora</li> <li>✓ Resistencia mecánica de las probetas</li> </ul>	
<b>HIPOTESIS</b>	<b>OBJETIVOS</b>			
	<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>		
<p><b>H1:</b> La propuesta de aplicación de geosintéticos y aditivos mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.</p> <p><b>H0:</b> La propuesta aplicación de geosintéticos y aditivos no mejora la estructura de concreto armado existente en el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco – 2019.</p>	Elaborar una propuesta para mejorar la estructura de concreto armado existente para cumplir su tiempo de vida útil con la aplicación de los geosintéticos y aditivos; para el sótano de la I.E.P. Cristo Rey, distrito de Amarilis, Huánuco.	<p><b>OE1:</b> Evaluar el comportamiento de aditivos de mezcla cementicia de alta resistencia para fines de reparación, simuladas en probetas cilíndricas para determinar su resistencia a compresión.</p> <p><b>OE2:</b> Realizar el diseño de mezcla del concreto patrón f'c=200 kg/cm2 obtenido del ensayo no destructivo, para elaborar probetas cilíndricas generando fisuras representativas que fueron reparadas con aditivos de mezcla cementicia de alta resistencia.</p> <p><b>OE3:</b> Realizar y evaluar el diseño del geosintético compuesto por un núcleo drenante formado por una geomanta tridimensional termosolado entre dos geotextiles no tejidos en los puntos de contacto, siendo un geotextil no tejido con filtro agujado calandrado y el otro no tejido laminado con fines de impermeabilización para mejorar el muro de concreto armado.</p> <p><b>OE4:</b> Determinar el f'c promedio in situ del muro de concreto armado que requiere ser reparado, mediante un ensayo no destructivo (esclerometría).</p>		

# **ANEXO IV**

---

## **DIAGRAMA DEL PROCESO DE TRABAJO EN LA INVESTIGACIÓN**



# **ANEXO V**

---

## **PANEL FOTOGRAFICO**

**ANEXO V.I**

**SITUACIÓN DEL MURO DE CONCRETO:**

Panel fotográfico

*Foto n° 1 Muros de sótano debilitado por filtraciones*



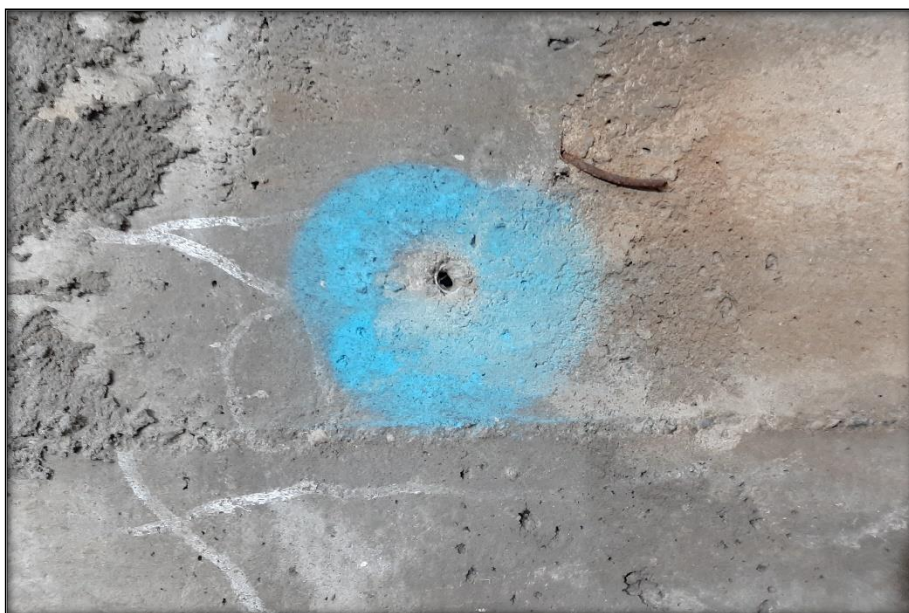
*Foto n° 2 Muro de concreto armado con presencia de escantillones de madera, generando grietas*



*Foto n° 3 Muro de sótano con presencia de filtración*



*Foto n° 4 Grietas presentes en los muros de sótano*





**ANEXO V.II**

**PROPUESTA DE GEOSINTÉTICO:**

*Foto n° 5 Calicata n°1- detrás del muro de sótano*



*Foto n° 6 Calicata n°01*





Foto n° 7 Muro de sótano cara externa, muestra grietas pasantes



Foto n° 8 Ensayo de carga variable decreciente in situ



Foto n° 9 Medición de agua filtrada por el suelo



**ANEXO V.III**

**PROPUESTA DE ADITIVOS:**

Foto n° 10 Equipo martillo Schmidt o Esclerómetro





Foto n° 11 Codificación de los muros del ensayo esclerométrico



Foto n° 12 Disparos con el equipo de Esclerometría

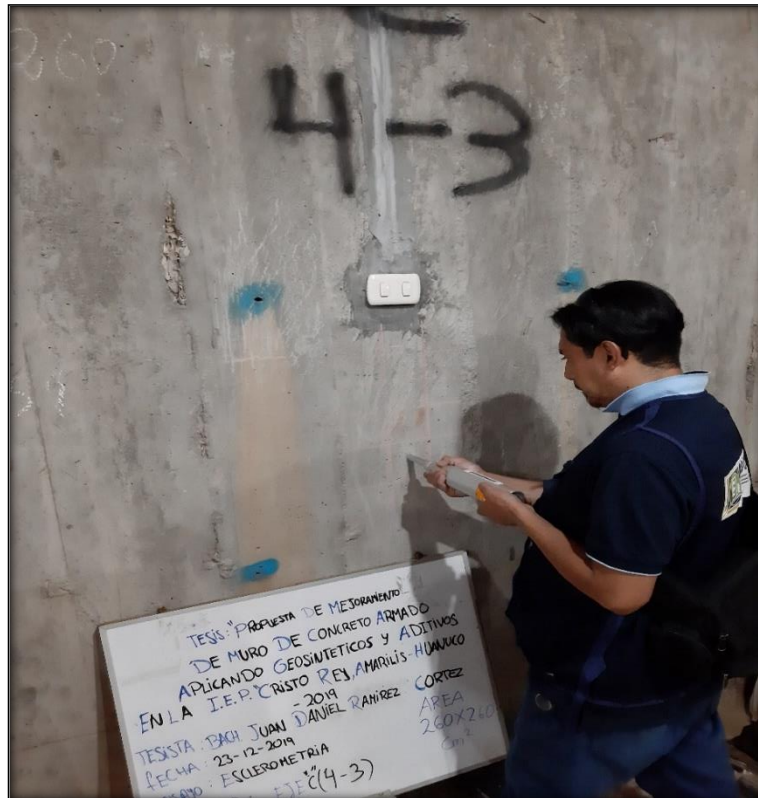


Foto n° 13 Ensayo de esclerometría

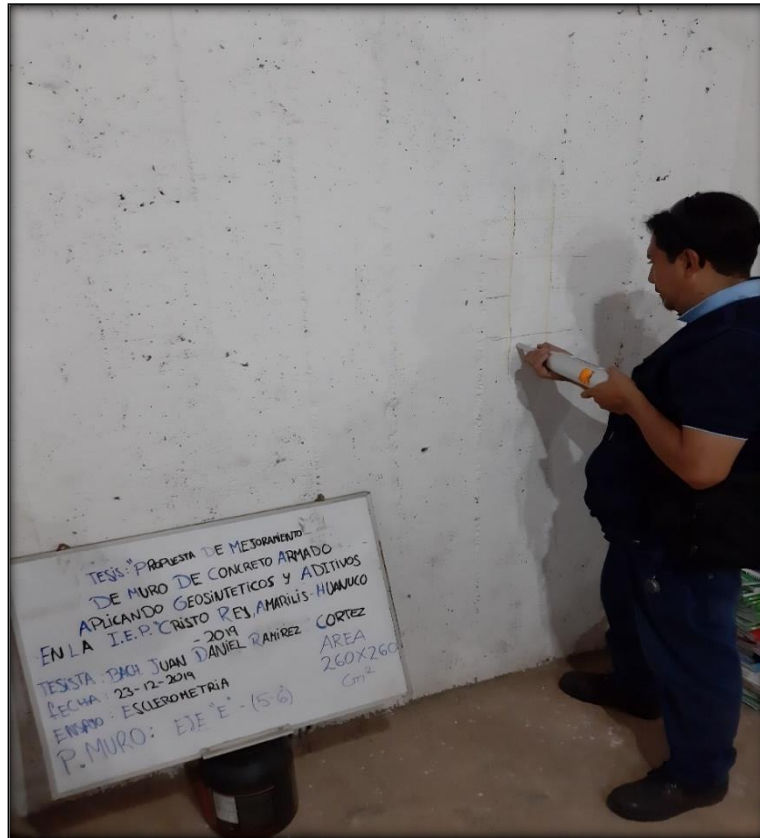


Foto n° 14 Pesado de los materiales para la elaboración de las mezclas de concreto

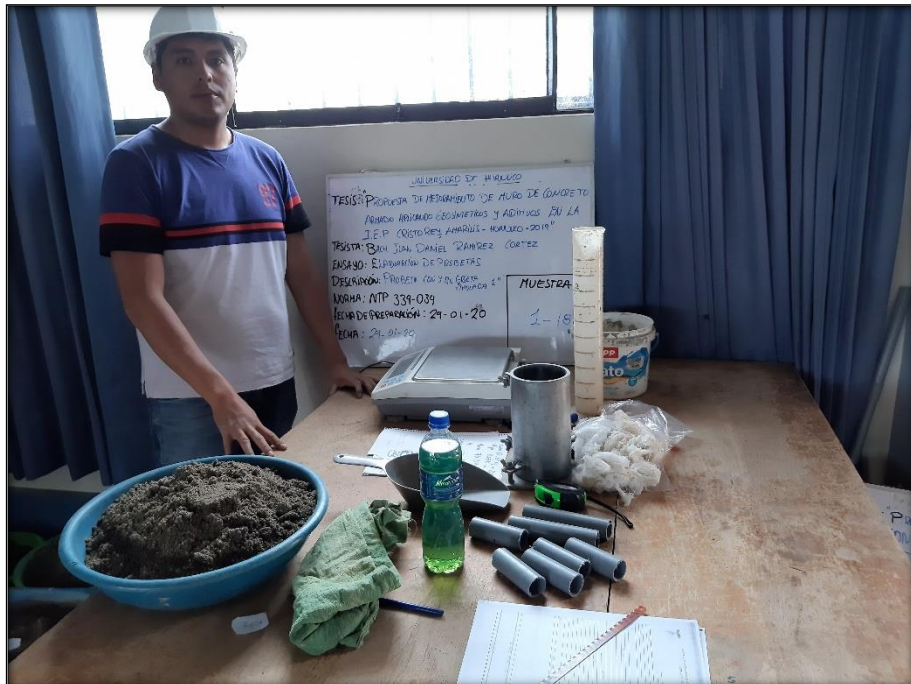




Foto n° 15 Engrasado de probetas



Foto n° 16 Mezclado en trompo pequeño de los materiales en el laboratorio de suelos UDH



Foto n° 17 Determinación del asentamiento de la mezcla fresca (slump)



Foto n° 18 Colocación de tubo en las probetas para simular la grieta





Foto n° 19 Control de la temperatura en estado fresco



Foto n° 20 Varillado manual en 3 capas y enrasado



Foto n° 21 Proceso de curado de los especímenes cilíndricos de concreto

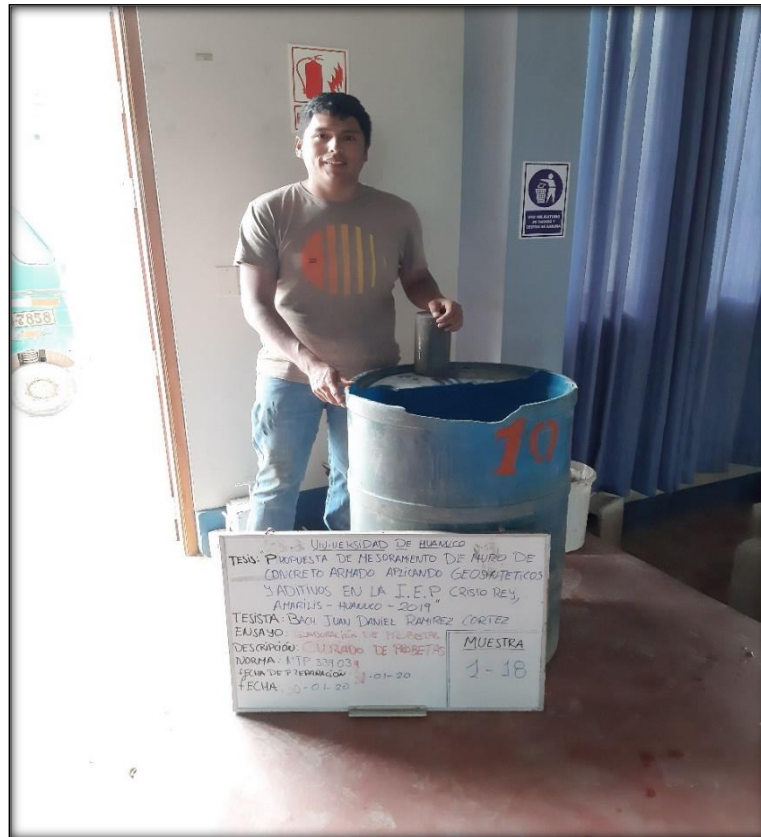


Foto n° 22 Aditivo de puente de adherencia Sikadur 32 gel





Foto n° 23 Retiro de la tubería pvc 1" para la aplicación del puente de adherencia sikadur 32 y luego el aditivo grout de alta resistencia



Foto n° 24 Aplicación del aditivo de puente de adherencia sikadur gel 32



Foto n° 25 Sellado a un extremo de las probetas a aplicar el aditivo grout de alta resistencia



Foto n° 26 Foto de aditivo grout de alta resistencia sikagrout 110





Foto n° 27 Dosificación según su ficha técnica otorgado por el fabricante



Foto n° 28 Adición de aditivo grout de alta resistencia a la probeta con fisura simulada



Foto n° 29 Se puede observar la autonivelación del aditivo grout de alta resistencia

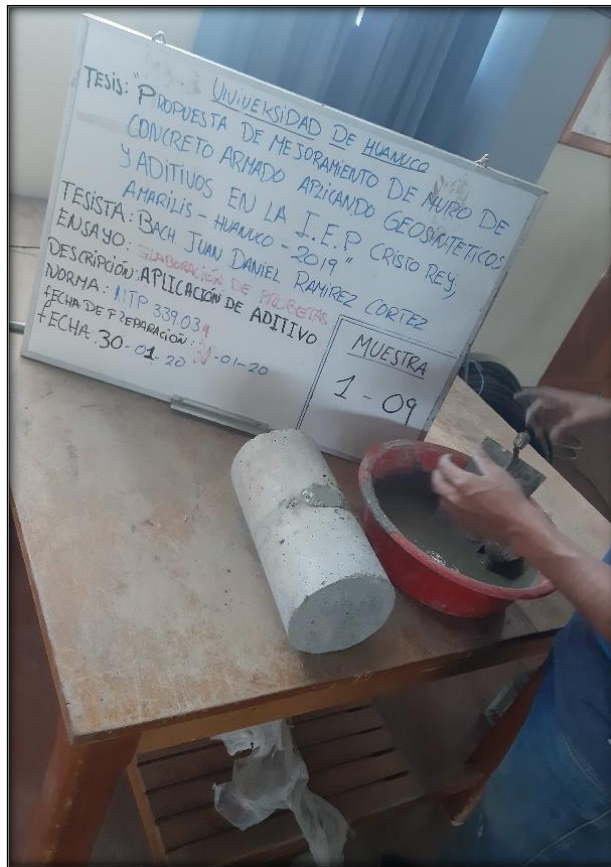


Foto n° 30 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 7 días de curado



Foto n° 31 Testigos de concreto sin aditivo a los 7 días de curado luego de realizar ensayo de rotura

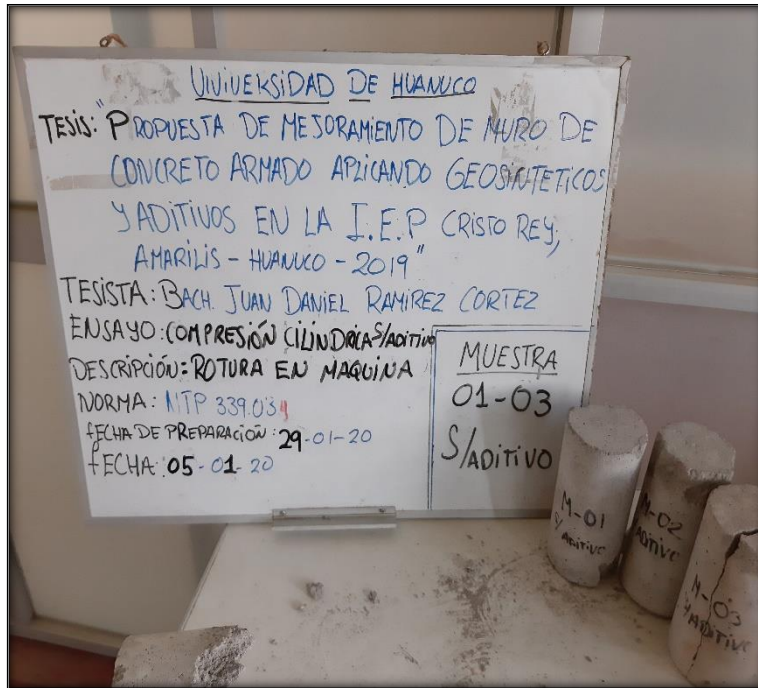


Foto n° 32 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 7 días de curado





Foto n° 33 Testigos de concreto con aditivo a los 7 días de curado luego de realizar ensayo de rotura

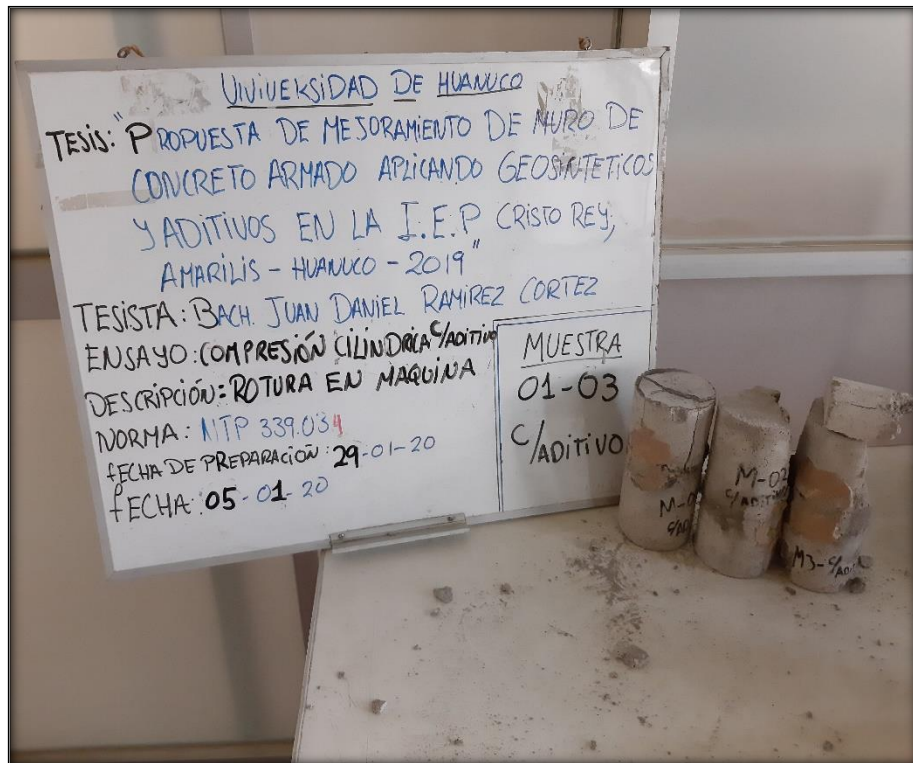


Foto n° 34 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 14 días de curado



Foto n° 35 Testigos de concreto sin aditivo a los 14 días de curado luego de realizar ensayo de rotura

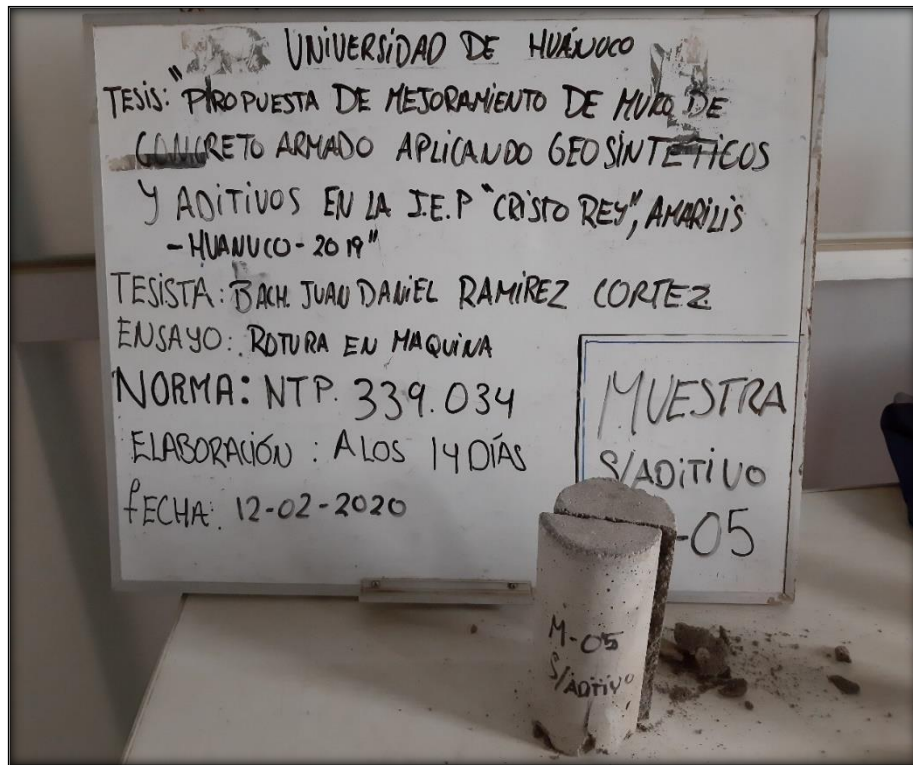


Foto n° 36 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 14 días de curado



Foto n° 37 Testigos de concreto con aditivo a los 14 días de curado luego de realizar ensayo de rotura



Foto n° 38 Rotura de probeta sin aplicación de aditivo a los 28 días de curado

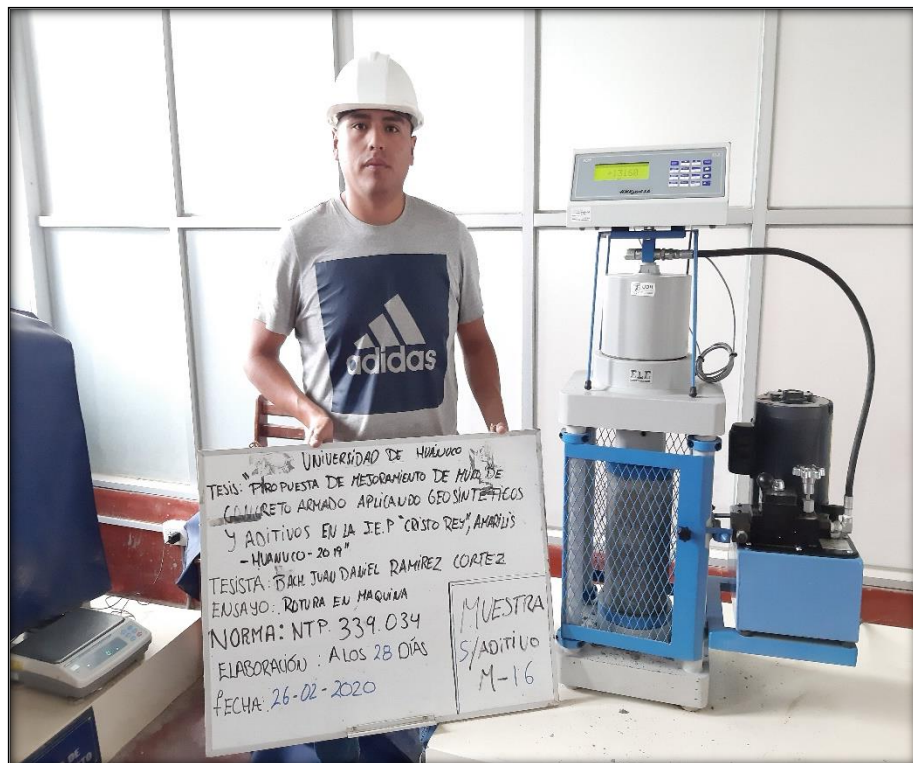




Foto n° 39 Testigos de concreto sin aditivo a los 28 días de curado luego de realizar ensayo de rotura

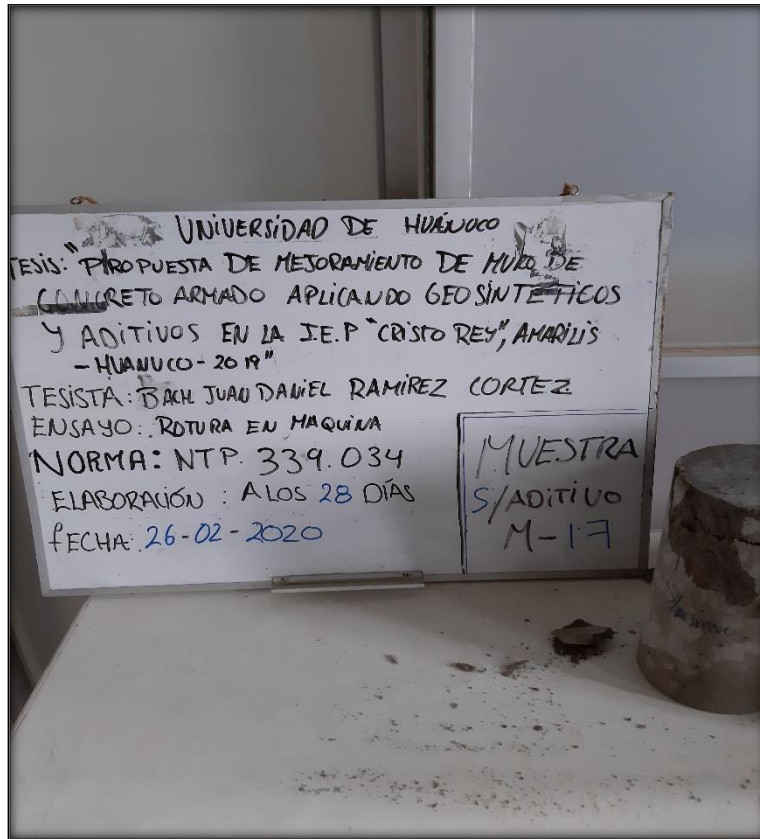


Foto n° 40 Rotura de probeta con aplicación de aditivo a los 28 días de curado



Foto n° 41 Testigos de concreto con aditivo a los 28 días de curado luego de realizar ensayo de rotura

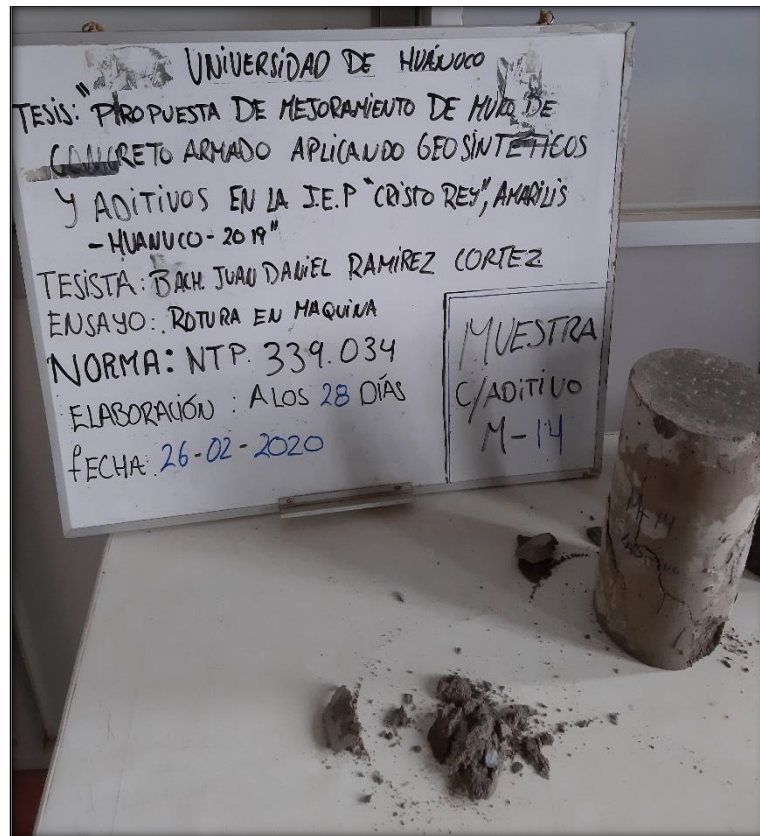


Foto n° 42 Pesado y secado de muestras representativas de las probetas rotas ya ensayadas, para determinación de densidades húmedas y secas



# **ANEXO VI**

---

**ENSAYOS REALIZADOS EN EL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**

# **ANEXO VI.I**

---

**ENSAYOS PREVIOS PARA LOS AGREGADOS Y  
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN  $F'_c=200$  kg/cm<sup>2</sup>**



## CONTENIDO DE HUMEDAD

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) EN LABORATORIO DE SUELOS Y ROCAS POR DIFERENCIA DE PESOS - MÉTODO "B"

**Tesis:**

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DEL 2020

**1.- Referencia:**

ASTM D - 2216, Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) content of Soil and Rock by Mass.

ASTM D - 4643, Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) content of Soil by the Microwave Oven Heating.

NTP 339.127, métodos de pruebas estándar para la determinación en el laboratorio el contenido de humedad en las masas de los suelos y rocas.

**2.- Objeto:** Determinar el contenido de humedad del material suelo por masa

**3.- Materiales:** Balanza digital, bandejas, horno eléctrico

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	11/11/2019	Tipo/forma muestreo:	Mit.	Agregado:	GLOBAL
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	msnm: 1893		18 L
Localización:	CANTERA AGREGADO GLOBAL - (Río Huertas) - ACOCHACÁN				

**5.- Análisis:**

N° ensayos	M - 01	M - 02	M - 03
Peso agregado natural húmedo + bandeja	546.00 g	565.80 g	571.20 g
Peso agregado natural seco + bandeja	540.80 g	560.20 g	565.60 g
Peso bandeja	66.70 g	70.05 g	65.00 g
Peso agregado húmedo	479.3 g	495.8 g	506.2 g
Peso agregado seco	474.1 g	490.2 g	500.6 g
Peso del agua	5.2 g	5.6 g	5.6 g
% Contenido de humedad	1.10%	1.14%	1.12%

**6.- Resultados:**

PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.12%
GRAMOS DE AGUA - VOLUMEN DE AGUA CONTENIDO EN EL HORMIGÓN NATURAL EN EL PUNTO DE INVESTIGACIÓN	5.5 g
	5.5 cm <sup>3</sup>







## ENSAYO DE pH DEL AGREGADO PARA CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA pH DE AGUA DE LOS AGREGADOS, (MÉTODO B)

**Tesis:**

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DEL 2020

**1.- Referencia:** ASTM D - 1293, (Standard Test Method for pH of Water).

NTP 339.176, Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea.

**2.- Objeto:** Determinar el grado de acidez o alcalinidad de los materiales suspendidos en el agua de los agregados para concreto.

**3.- Materiales:** Balanza, Potenciómetro pH, vasos, termómetro, agitador eléctrico, agua destilada, muestra de agregado.

**4.- Datos de muestreo:**

Responsable de muestreo	BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ			
Fecha de exploración:	12/11/2019	Tipo/forma muestreo:	Mab.	Agregado: GLOBAL
Profundidad de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N° E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm	18 L
Localización:	CANTERA AGREGADO GLOBAL - (Río Huertas) - ACOCHACÁN			

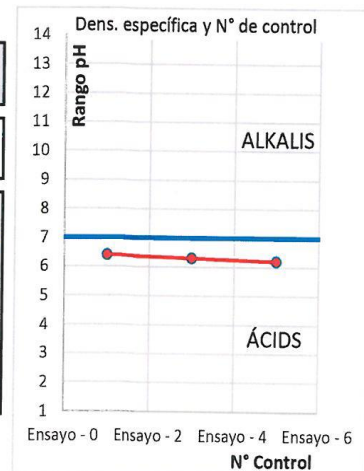
**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Cantidad de agregado seco	35.20 g	33.80 g	33.10 g
Volumen agua (muestra)	90 ml	90 ml	90 ml
Temperatura fluido	23.20 °	23.10 °	22.70 °
Temperatura ambiente	23.50 °	23.70 °	23.40 °
Potenciómetro (pH-metro)	6.4	6.3	6.2
Humedad relativa	56.80%	57.20%	56.80%

**6.- Resultados:**

Rango Ph	6.30
Denominación de rango:	Ligeramente ácido
Denominación agregado - agua:	El agregado es óptimo para elaborar concretos.
Temperatura fluido de la mezcla:	23.00 °

Nota: repetir el ensayo después de lavar el material antes de usar en el concreto.





## ENSAYO DE PESOS VOLUMÉTRICOS

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD VOLUMÉTRICA (PESO UNITARIO), Y VACÍOS EN AGREGADOS

**Tesis:**

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DEL 2020

**1.- Referencia:** ASTM C 29: Standard Test Method for Bulk Density, (Unit Weight) and Voids in Aggregate. NTP 400.017, Método de ensayo para determinar el peso volumétrico.

**2.- Objeto:** Determinar el peso volumétrico de los agregados secos sueltos y varillados para la variación de volúmenes en el diseño de concreto.

**3.- Materiales:** Agregados, vasija volumétricas, balanza, bandejas, estufa.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	11/11/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	GLOBAL
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 364688.2 m	NORTE: 8902945.5 m	Altitud: 1893 msnm		18 L

Localización:

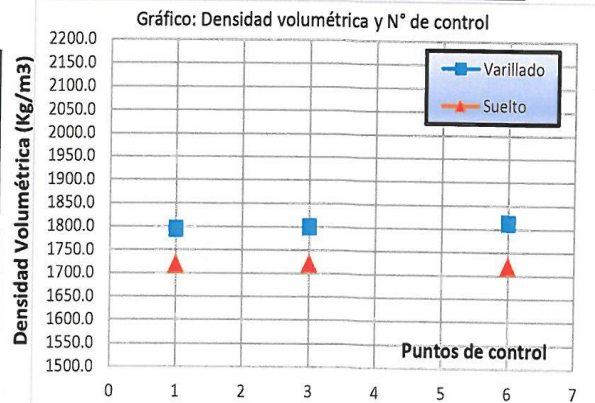
CANTERA AGREGADO GLOBAL - (Río Huertas) - ACOCHACÁN

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso del agregado varillado + recipiente.	13311.00 g	13325.00 g	13368.00 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), varillado.	3247.21 cm <sup>3</sup>	3247.21 cm <sup>3</sup>	3247.21 cm <sup>3</sup>
Peso del agregado suelto + recipiente.	13066.00 g	13071.00 g	13067.70 g
Volumen recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> ), suelto.	3247.21 cm <sup>3</sup>	3247.21 cm <sup>3</sup>	3247.21 cm <sup>3</sup>
Peso recipiente (1/10 ft <sup>3</sup> )	7482.00 g	7482.00 g	7482.00 g
Peso volumétrico del agregado seco varillado.	1795.08 Kg/m <sup>3</sup>	1799.39 Kg/m <sup>3</sup>	1812.63 Kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico del agregado seco suelto.	1719.63 Kg/m <sup>3</sup>	1721.17 Kg/m <sup>3</sup>	1720.15 Kg/m <sup>3</sup>

**6.- Resultados:**

<b>Promedio del peso volumétrico varillado</b>
<b>1802.37 Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Promedio del peso volumétrico suelto</b>
<b>1720.32 Kg/m<sup>3</sup></b>







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGÓN

**Tesis:** GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DE 2020

**1.- Referencia:** ASTM C136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.  
NTP: 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso.  
NTP: 400.037, Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).  
ASTM C33, Standard Specification for Concrete Aggregates.

**2.- Objeto:** Analizar y representar numéricamente la distribución de las partículas por tamaños del agregado para elaborar concreto.

**3.- Materiales:** Estufa, Modelos Conterm, códigos 2000209, Bandejas 10 x 10", 12 x 12" Cromadas  
Cribas (Modelo, standard test sieve, ASTM E 11).

Balanza (modelo 08.10, marca PRECIX WEIGHT), de precisión electrónica, 30 Kg x 1g.

#### 4.- Datos de muestreo:

Fecha de exploración:	13/11/2019	Tipo de muestreo:	Mab.	Agregado	GLOBAL
Profund. de muestreo	Superficial	Muestra N°:	M-1,2,3	Estrato:	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1873 msnm		
Localización:	CANTERA AGREGADO GLOBAL - (Rio Huertas) - ACOCHACÁN				

#### 5.- Análisis de Cribado

Peso hormigón natural + bandeja	4453.58 g	Peso muestra lav. seco + bandeja	4377.00 g
Peso hormigón seco + bandeja	4377.00 g	Peso bandeja	623.00 g

Cribas	Pesos tamizados (g)	Pesos acumulados (g)	% retenidos acumulados	% pasantes acumulados	Tamaños estándares NTP 400.037 (ASTM C33)			
					HUSO: +		HUSO: -	
Pulg.	mm				Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
2"	50.00	0.0	0.00	100.00	-	-	-	-
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	100.00	-	-	-	-
1"	25.00	114.0	114.00	96.96	-	-	-	-
3/4"	19.00	128.0	242.00	93.55	-	-	-	-
1/2"	12.50	222.0	464.00	87.64	-	-	-	-
3/8"	9.50	258.0	722.00	80.77	-	-	-	-
1/4"	6.35	352.0	1074.00	71.39	-	-	-	-
# 04	4.75	518.0	1592.00	57.59	-	-	-	-
# 08	2.36	623.0	2215.00	41.00	-	-	-	-
# 10	2.00	352.0	2567.00	31.62	-	-	-	-
# 20	1.70	345.0	2912.00	22.43	-	-	-	-
# 30	0.60	196.0	3108.00	17.21	-	-	-	-
# 40	0.43	132.0	3240.00	13.69	-	-	-	-
# 60	0.25	217.0	3457.00	7.91	-	-	-	-
# 80	0.18	85.0	3542.00	5.65	-	-	-	-
# 100	0.15	32.0	3574.00	4.79	-	-	-	-
# 200	0.075	36.0	3610.00	3.84	-	-	-	-
Cazoleta	-	144.0	3754.00	100.00	0.00			
# 200 lav	-	144.0						
<b>TOTAL</b>		<b>3754.00</b>	Error mecánico < 3% +/-	0.00%				







## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO PARA ELABORAR CONCRETO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL HORMIGON

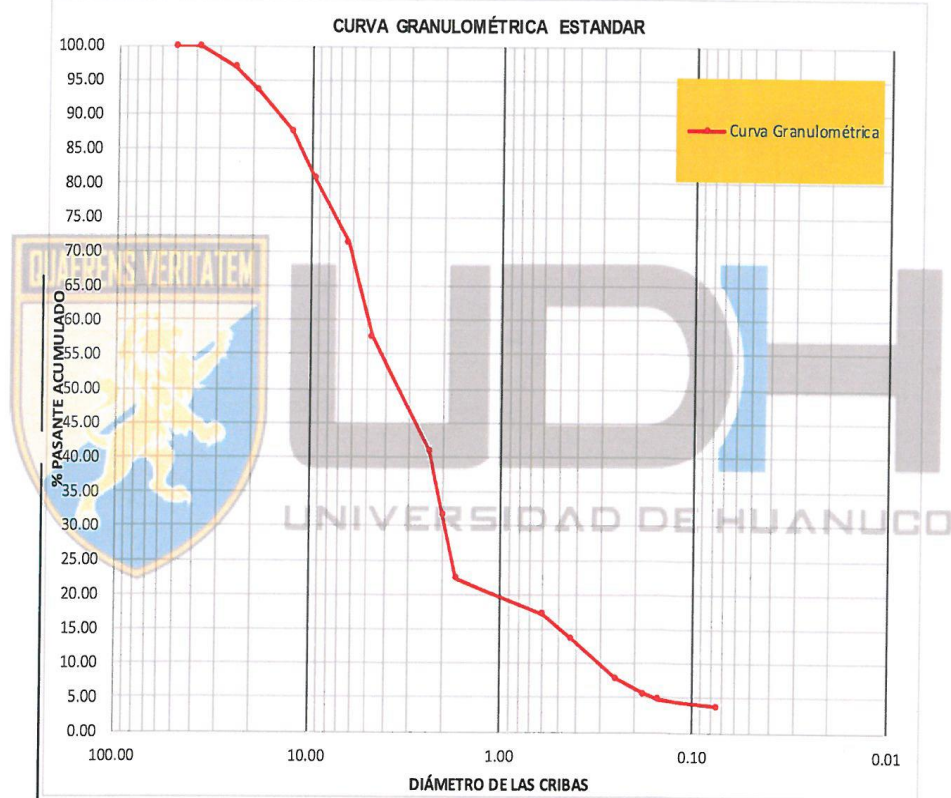
**Tesis:** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DE 2020

#### 6.- Resultados:



Peso del agua adherido:	76.58 g	Tamaño máximo:	38.10 mm
% humedad adheridos:	2.04%	Tamaño nominal máximo:	25.00 mm
% material granular:	96.16%	% Gravas	96.16%
% materiales finos < # 200	3.84%	% Arena	0.00%
Módulo de fineza	4.75		





**ENSAYO DE DENSIDAD RELATIVA DEL AGREGADO GLOBAL PARA CONCRETO**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) DEL AGREGADO GLOBAL**

**Tesis:**

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DE 2020

**1.- Referencia:** ASTM C: 127, Standard Test Method for Density, Relative (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate.

NTP 400.021, Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado global.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de agregados globales para concreto y que estén por encima de 4.75 milímetros de diámetro.

**3.- Materiales:** Agregado grueso, tamiz de 4.75 mm, canastilla, balanza 0.1 g, estufa, bandejas, franelas.

**4.- Datos de muestreo:**

Fecha de exploración:	14/11/2019	Tipo de muestra:	Mab.	Agregado:	GLOBAL
Profund. de muestreo:	Superficial	Muestra N°	M-1,2,3	Estrato N°	E - 01
Coordenadas geodésicas:	ESTE: 366505.8 m	NORTE: 8907392.8 m	Altitud: 1782 msnm	18 L	
Localización:	CANTERA AGREGADO GLOBAL - (Rio Huertas) - ACOCHACÁN				

**5.- Análisis:**

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Masa aparente del agregado saturado en agua (sumergido), (C).	1348.70 g	1383.10 g	1366.90 g
Masa saturado superficialmente seco del agregado, (B).	2181.20 g	2227.70 g	2206.50 g
Masa seco del agregado al horno, (A).	2161.10 g	2207.90 g	2186.10 g
Estado seco del agregado (OD):	2.60	2.61	2.60
Estado saturado del agregado (SSD):	2.62	2.64	2.63
Humedad absorbido por el agregado (%w):	0.93%	0.90%	0.93%

**6.- Resultados:**

Densidades	Densidad relativa (Gravedad específica)	Densidad de masa (Densidad).	% Absorción de agua
Estado seco (OD):	2.60	2593.50 Kg/m <sup>3</sup>	0.92%
Estado saturado (SDD):	2.63	2623.43 Kg/m <sup>3</sup>	





## ENSAYO DENSIDAD DEL CEMENTO

### MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD DE CEMENTOS

**Tesis:** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** FEBRERO DE 2020

**1.- Referencia:** ASTM C 188, (Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement).

NTP 334.005. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland.

**2.- Objeto:** Determinar la densidad relativa de los componentes del cemento de la parte del sólido.

**3.- Materiales:** Cemento, Picnómetro 500 ml, balanza 0.010 g, estufa, bandejas, pipetas, vasos, flujo de no reacción con el cemento.

#### 4.- Datos de muestreo:

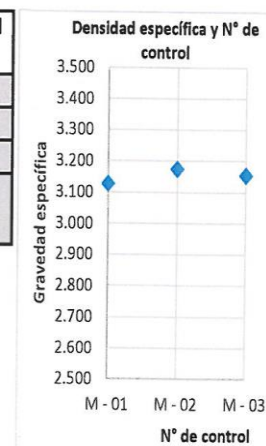
Fecha de exploración:	15/11/2019	Tipo cemento	T - 1	Muestra:	M-1,2,3
Profund. de muestreo	Central	Marca de cemento:	APU		
Coordenadas geodésicas:	-	-	-	Fluido:	Gasolina de 90
Localización:	-				Octanos

#### 5.- Análisis:

Descripciones	M - 01	M - 02	M - 03
Peso cemento seco (g): A	63.70	64.20	63.80
Peso chatelier + Fluido (g): B	589.10	589.10	589.10
Peso chatelier + fluido + cemento saturado (g): C	638.40	639.00	638.60
Peso de chatelier (g):	225.30	225.30	225.30

#### 6.- Resultados:

Ensayos de las muestras	Densidades	Cemento	Fluido (dato)	Dens. parcial cemento
	M - 01	4.424	0.70700	3.127
	M - 02	4.490	0.70700	3.174
	M - 03	4.462	0.70700	3.154
	Valores promedios	4.458	0.70700	3.15196



Densidad del cemento
<b>3.152</b>

$$\rho_r = \frac{A}{A + B - C}$$







LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA - E.A.P. ING. CIVIL  
Estudio y Ensayo en Suelos, Concreto y Rocas



PROYECTO :	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO - 2019
UBICACION :	I.E.P CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAM
PROPIETARIO :	RAMIREZ CORTEZ JUAN DANIEL
SOLICITA :	J.J. TEC.
CANTERA :	RIO HUERTAS - ACOCHACAN
D A PIE DE OBRA :	0
POTENCIA :	10 000M3
F DE ENSAYO :	OCTUBRE DEL 2019

MATERIALES

CEMENTO : Portlad STM, Tipo I, Marca "Andino"  
AGREGADO HORMIGÓN : Proveniente de la Cantera "RIO HUERTAS - ACOCHACAN"

DATOS DE LABORATORIO

Peso Específico del Cemento :	3.15
Resistencia del concreto y fcr	200.00 + 70 = 270 kg/cm <sup>2</sup>

AGREGADOS	AGREGADO HORMIGÓN
Gravedad Específica :	2.60
Modulo de Fineza :	21.11
% Absorción	0.92
% Humedad	1.12
P.U. Suelto Hormigón	1720.32
P.U. Compacto Hormigón	1802.37

VALORES DE DISEÑO

Tamaño Máximo	1"	"
Asentamiento "SLUMP"	2 1/2"	"
Relación A/C	0.46	%
Aire Atrapado	0.01	%
Agregado Hormigón	1743.35	Kg

VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS AGREGADOS

Cemento	0.13	m <sup>3</sup> .
Agua	19.00%	0.19 m <sup>3</sup> .
Aire atrapado : 0.01%	0.01	m <sup>3</sup> .
Agreg. Hormigón	67.00%	0.67 m <sup>3</sup> .
	1.00	m <sup>3</sup> .

CANTIDAD DE MATERIALES POR m<sup>3</sup>.

Cemento	409.48	kg
Agua	186.43	lt.
Agregado Hormigón	1743.35	kg.

EXPRESIÓN DE LAS PROPORCIONES EN PESO

CEMENTO	HORMIGÓN	AGUA
1.00	4.26	0.46

CANTIDAD DE MATERIALES POR BOLSA

Cemento	42.50	42.50	kg
Agua	19.35	19.35	lt.
Agregado Hormigón	180.94	180.94	kg.
Peso Agregado Hormigón :	49.81	49.81	kg/p3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

Cemento	1.00	p3.
Agua	0.46	p3.
Agregado Hormigón	4.26	p3.

BOLSAS DE CEMENTO POR m <sup>3</sup> .	9.33	bolsas.
--	------	---------

Carretera Central Km. 9 - La Esperanza - Teléfono N° 062-518452/515151 Anexo 212 - Fax 062-513154

Huánuco - Perú

Email: [epinacivil@udh.edu.pe](mailto:epinacivil@udh.edu.pe)



## **ANEXO VI.II**

---

**ENSAYOS DE ROTURA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO CON Y SIN LA APLICACIÓN DE ADITIVO**



**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (7 DÍAS)**

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

- 1.- Referencia: ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
 NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- Objeto: Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- Equipos: Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- Análisis:

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto F <sub>c</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diame. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)				D (cm)	cm <sup>2</sup>					
DISEÑO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 01	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.50	2.05	1.006	3,576.0	7	10850	138.99	Falla columnar (Agietamiento Vertical)
	M - 02	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.00	2.00	1.000	3,572.0	7	10820	137.76	
	M - 03	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.00	2.00	1.000	3,581.0	7	10910	138.91	
DISEÑO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 04	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.00	2.00	1.000	3,558.0	7	11760	149.73	Falla columnar (Agietamiento Vertical)
	M - 05	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	21.00	2.10	1.012	3,551.0	7	11920	153.60	
	M - 06	29/01/2020	05/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	21.00	2.10	1.012	3,561.0	7	11810	152.18	
ILUSTRACIONES				<p>ROTURA DE PROBETAS SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS A 7 DÍAS</p>		<p>ROTURA DE PROBETAS CON APLICACIÓN DE ADITIVOS A 7 DÍAS</p>											

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de mecánica de suelos y topografía de la Universidad de Huánuco, La Esperanza.







MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (7 DÍAS)

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
Ubicación: HUÁNUCO  
Tesisista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
Fecha: MARZO DEL 2020

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	
				HÚMEDA	SECA
M - 01	764.00	710.00	7.61 %	2.22	2.06
M - 02	506.00	473.00	5.86 %	2.27	2.15
M - 04	804.00	753.00	6.07 %	2.27	2.14
M - 05	850.00	805.00	5.46 %	2.15	2.04

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	6.73 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.25 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.11 g/cm <sup>3</sup>

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES CON APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	5.76 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.21 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.09 g/cm <sup>3</sup>

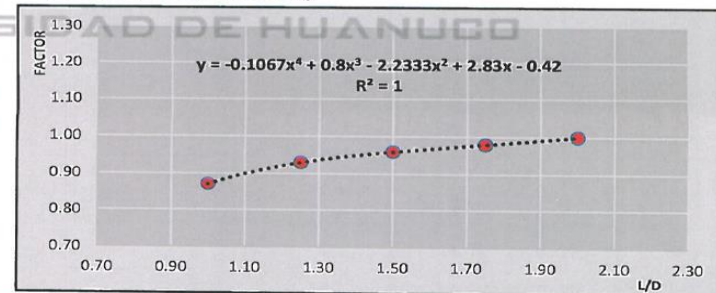
4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200





MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (7 DÍAS) - TIPO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

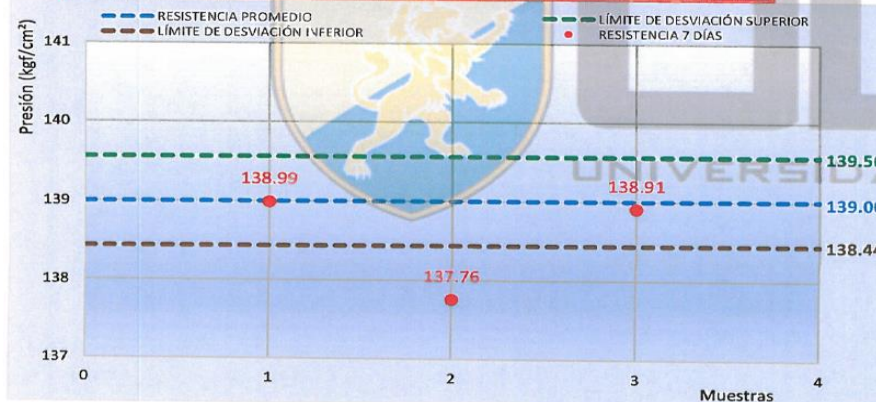
Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	139 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	0.56 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	138 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.41 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	69 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple







**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (7 DÍAS) - TIPO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS**

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

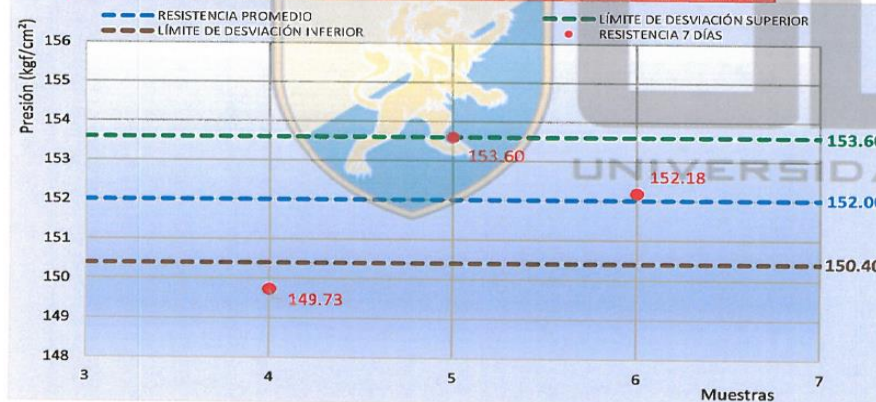
Fecha: MARZO DEL 2020

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	152 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.60 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	150 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.05 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	75 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (14 DÍAS)**

**Tesis:** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

**Ubicación:** HUÁNUCO

**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

**Fecha:** MARZO DEL 2020

- 1.- **Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
 NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- **Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- **Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- **Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla	
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diáme. Prome.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco					
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)				L/D	factor						gramos
DISEÑO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 07	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.50	2.05	1.006	3,578.0	14	12510	160.26	Falla columnar (Agregamiento Vertical)	
	M - 08	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.00	2.00	1.000	3,574.0	14	12990	165.39		
	M - 09	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.50	2.05	1.006	3,583.0	14	12680	162.44		
DISEÑO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 10	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.50	2.05	1.006	3,560.0	14	13610	174.35		
	M - 11	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.00	2.00	1.000	3,553.0	14	13550	172.52		
	M - 12	29/01/2020	12/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78,54	20.50	2.05	1.006	3,563.0	14	13790	176.66		
ILUSTRACIONES				<b>ROTURA DE PROBETAS SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS A 14 DÍAS</b>					<b>ROTURA DE PROBETAS CON APLICACIÓN DE ADITIVOS A 14 DÍAS</b>									
	<p>Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeadas, curadas y ensayadas en el laboratorio de mecánica de suelos y topografía de la Universidad de Huánuco, La Esperanza.</p>																	







MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (14 DÍAS)

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	
				HÚMEDA	SECA
M - 07	650.20	644.20	0.93 %	2.22	2.20
M - 08	524.20	519.20	0.96 %	2.28	2.25
M - 10	817.50	812.50	0.62 %	2.21	2.20
M - 11	584.40	576.40	1.39 %	2.26	2.23

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	0.95 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.25 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.23 g/cm <sup>3</sup>

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES CON APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	1.00 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.24 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.21 g/cm <sup>3</sup>

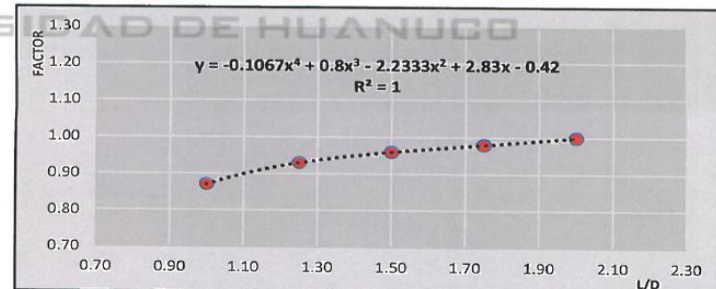
4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200





MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (14 DÍAS) - TIPO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

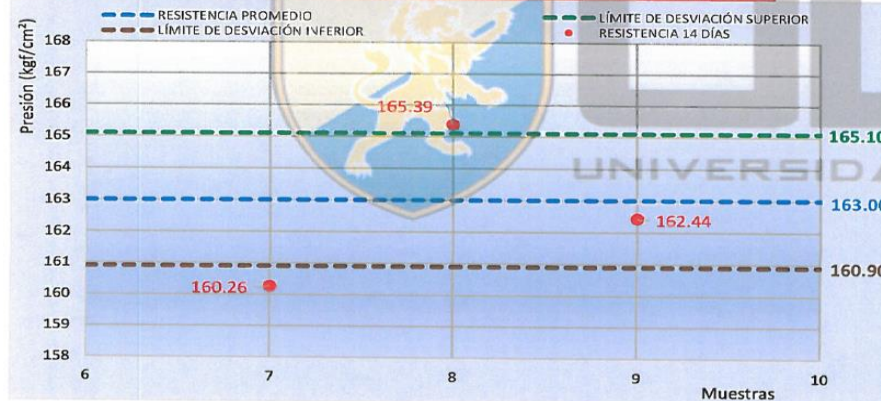
Fecha: MARZO DEL 2020

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	163 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	2.10 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	161 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.29 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	80 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple







MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (14 DÍAS) - TIPO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS

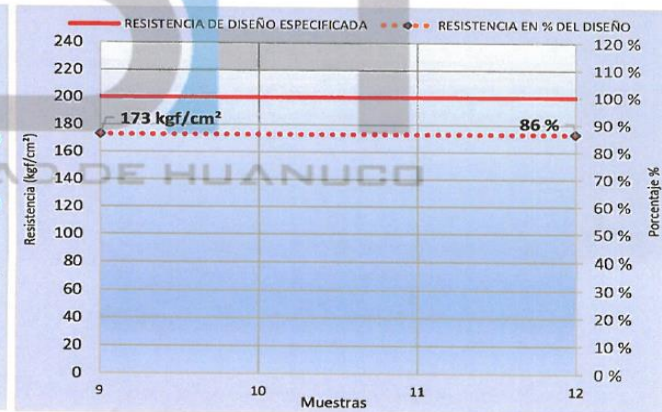
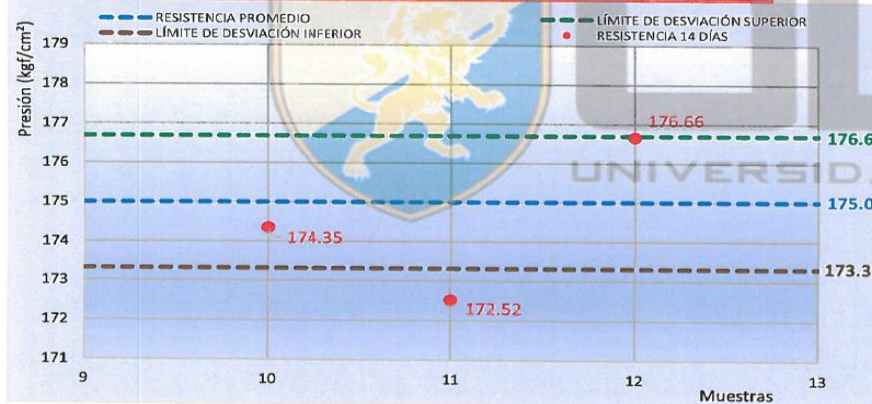
Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	175 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	1.69 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	173 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	0.97 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	86 %

CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (28 DÍAS)**

**Tesis:** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
**Ubicación:** HUÁNUCO  
**Tesista:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
**Fecha:** MARZO DEL 2020

- 1.- **Referencia:** ASTM C 39, (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.)  
 NTP 339.034, (Concreto, método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)
- 2.- **Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas para el control de calidad del concreto dosificado.
- 3.- **Equipos:** Prensa digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International), vernier, balanza.
- 4.- **Análisis:**

Para elemento estructural	N° MOLDE	Fecha de moldeo	Fecha de prueba	Propiedades Físicas del Cilindro										Días	Máxima carga de prueba (Kgf)	Esfuerzo Absoluto f'c (kgf/cm2)	Tipo de falla
				Diámetro Superior		Diámetro Inferior		Diáme. Prom.	Área	Altura	Relación Corrección		Peso libre seco				
				D1 (cm)	D2 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)				L/D	factor					
DISEÑO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 13	29/01/2020	26/02/2020	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	11,531.0	28	34980	197.95	Falla columnar (Agietamiento Vertical)
	M - 14	29/01/2020	26/02/2020	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	11,586.0	28	33790	191.21	
	M - 15	29/01/2020	26/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.00	2.00	1.000	3,576.0	28	15560	198.12	
DISEÑO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS	M - 16	29/01/2020	26/02/2020	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	11,524.0	28	37040	209.60	
	M - 17	29/01/2020	26/02/2020	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	176.71	30.00	2.00	1.000	11,532.0	28	36230	205.02	
	M - 18	29/01/2020	26/02/2020	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	78.54	20.50	2.05	1.006	3,548.0	28	16420	210.35	
ILUSTRACIONES				<b>ROTURA DE PROBETAS SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS A 28 DÍAS</b>				<b>ROTURA DE PROBETAS CON APLICACIÓN DE ADITIVOS A 28 DÍAS</b>									

Nota: Las probetas cilíndricas fueron moldeados, curados y ensayados en el laboratorio de mecánica de suelos y topografía de la Universidad de Huánuco, La Esperanza.







MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (28 DÍAS)

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"

Ubicación: HUÁNUCO

Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

Fecha: MARZO DEL 2020

4.1.- ANÁLISIS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD (SELECCIÓN MUESTRAL)

N° MOLDE	PESO HÚMEDO (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	
				HÚMEDA	SECA
M - 13	508.50	501.20	1.46 %	2.18	2.14
M - 14	480.40	446.20	7.66 %	2.19	2.03
M - 16	646.90	612.20	5.67 %	2.17	2.06
M - 17	478.50	443.80	7.82 %	2.18	2.02

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	4.56 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.18 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.09 g/cm <sup>3</sup>

CUADRO DE RESUMEN DE ESPECÍMENES CON APLICACIÓN DE ADITIVOS

Humedad, %W (promedio)	6.74 %
Densidad Húmeda, $\rho_h$ (promedio)	2.17 g/cm <sup>3</sup>
Densidad Seca, $\rho_s$ (promedio)	2.04 g/cm <sup>3</sup>

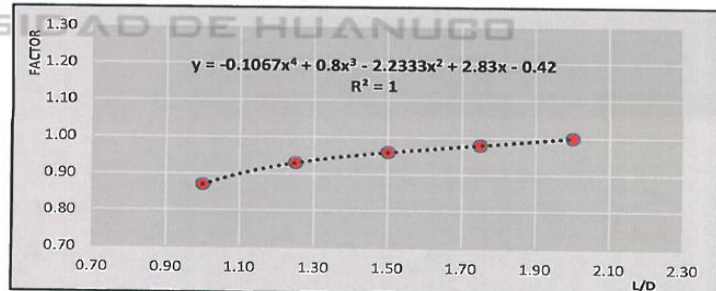
4.2.- VALORES PARA HALLAR LA ECUACIÓN Y LA GRÁFICA DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

L/D	2.00	1.75	1.50	1.25	1.00
FACTOR	1.00	0.98	0.96	0.93	0.87

ECUACIÓN DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR ESBELTEZ

$$Y = AX^4 + BX^3 + CX^2 + DX + E$$

A	-0.1067
B	0.8000
C	-2.2333
D	2.8300
E	-0.4200





**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (28 DÍAS) - TIPO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS**

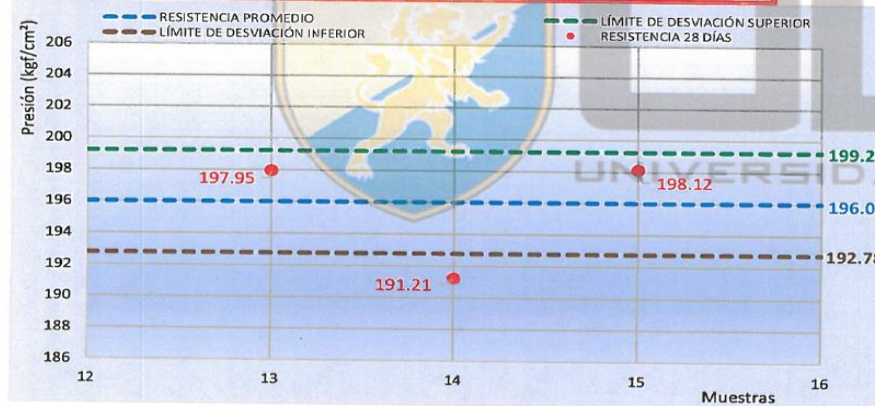
Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	196 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	3.22 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característico a la compresión (poblacional)	193 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.64 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	96 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple







**MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO (28 DÍAS) - TIPO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS**

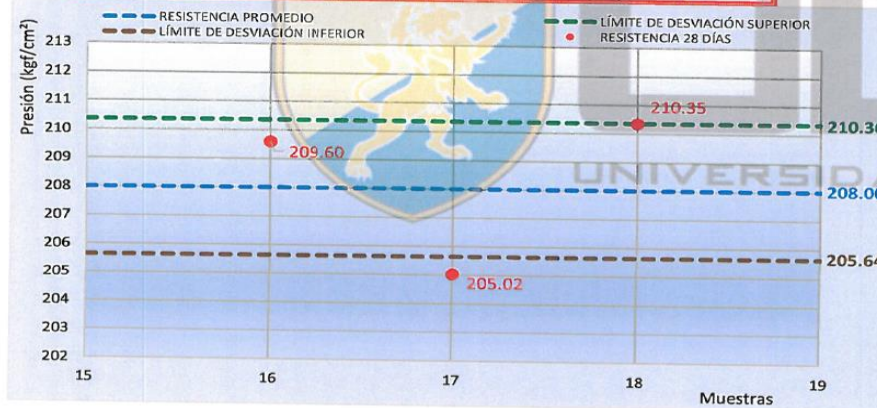
Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

**5.- RESULTADOS Y GRÁFICOS**

Resistencia a la compresión, promedio muestral (Media, $\bar{X}$ )	208 kgf/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar, $\sigma$	2.36 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia característica a la compresión (poblacional)	206 kgf/cm <sup>2</sup>
Dispersión ( Coeficiente de variación, C.V. )	1.13 %
Porcentaje en resistencia de diseño especificada ( $f'c=200$ kgf/cm <sup>2</sup> )	103 %

**CONDICIONES SEGÚN REGLAMENTO NTP 339.034**

Probeta de 150 mm por 300 mm	Coef. Var. (C.V.)	Rango aceptable 3 probetas o más
Condiciones de laboratorio	2.4 %	7.8 % ó 16.38 kgf/cm <sup>2</sup>
Verificación	Cumple	Cumple





MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO - TIPO SIN APLICACIÓN DE ADITIVOS

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICO, f'c	0 kgf/cm <sup>2</sup>	138 kgf/cm <sup>2</sup>	161 kgf/cm <sup>2</sup>	193 kgf/cm <sup>2</sup>	$f'c = 34.198 * \ln(\text{días}) + 60.594$
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f'c = 200 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	69 %	80 %	96 %	







MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO - TIPO CON APLICACIÓN DE ADITIVOS

Tesis: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO, APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO 2019"  
 Ubicación: HUÁNUCO  
 Tesista: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
 Fecha: MARZO DEL 2020

1.- CUADRO DE RESUMEN Y GRÁFICA DE EVOLUCIÓN DEL CONCRETO

	RESULTADOS GENERALES POR EDADES				ECUACIÓN GENERAL PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DEL CONCRETO SEGÚN AVANCE DE LOS DÍAS
	EDAD DEL CONCRETO EN DÍAS				
	0	7	14	28	
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA, f' <sub>c</sub>	0 kgf/cm <sup>2</sup>	150 kgf/cm <sup>2</sup>	173 kgf/cm <sup>2</sup>	206 kgf/cm <sup>2</sup>	$f'_c = 39.847 * \ln(\text{días}) + 71.291$
Porcentaje en resistencia de diseño referencial (f' <sub>c</sub> = 200 kgf/cm <sup>2</sup> )	0 %	75 %	87 %	103 %	



# **ANEXO VI.III**

---

## **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL ESCLERÓMETRO Y INFORME DE ESCLEROMETRÍA**

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO-2019"

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 002 - 2019**

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 3

1. Expediente	17057
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Tarma Nº 101 Huanuco - Huanuco - HUANUCO.
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	ZC3-A
Número de Serie	2604 (*)
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALOGICO
5. Fecha de Calibración	2019-01-16

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-01-16

Jefe de Laboratorio de Metrología

Sello



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz-F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU  
Telf. (511) 540-9642  
Cel. (511) 971 439 272 / 971 439 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
I.E.P. - correo: metrologiatecnicas.com

"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS,

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Services of Calibration and Maintenance of Equipment and Instruments of Industrial Measurement and Laboratory

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 002 - 2019**

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

**9. Patrones de referencia**

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración de marca FORNEY	LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-NOV-1193-2015

**10. Observaciones**

- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá ME F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 340-0842  
Cel.: (511) 971 439 372 / 971 439 382

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
PUCP: metrologia@pucp.edu.pe



"PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO-2019"

**METROTEC**

**METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 002 - 2019**

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	78,0
2	78,0
3	78,0
4	78,5
5	78,0
6	78,0
7	78,0
8	78,0
9	78,0
10	78,0
PROMEDIO	78,1
Desv. Estándar	0,16



Nota 1.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Unte 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf: (511) 540 0642  
Cél.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
R.F.R: www.metrologiatecnicas.com



# INFORME TECNICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## TESIS:

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE  
CONCRETO ARMADO APLICANDO  
GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P  
CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS,  
HUÁNUCO-2019”

## TESISTA:

BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ

## UBICACIÓN

LOCALIZACIÓN : AV. LOS SAUCES MZ."D" , LT. 1, 2 Y 3  
URBANIZACIÓN SANTA MARÍA DEL HUALLAGA  
DISTRITO : AMARILIS  
PROVINCIA : HUÁNUCO

## EJECUTA ESTUDIOS:

LABORTEC EIRL

13 DE DICIEMBRE DEL 2019



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## ÍNDICE

CAPITULO I : GENERALIDADES .....	1
1.1 Descripción del Estudio .....	2
1.1.1. Introducción .....	3
1.1.2. Desarrollo de los Estudios .....	3
1.1.3. Ensayos Realizados.....	3
CAPITULO II : DESARROLLO .....	1
2.1 Resultados del Estudio .....	2
CAPITULO III : CONCLUSIONES Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	1
3.1 Conclusiones y resumen de resultados .....	2

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990644 - #962987000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_ein@hotmail.com



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## CAPITULO I GENERALIDADES

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

#### 1.1.1 Introducción

El presente documento contiene un procedimiento para determinar con cierto grado de exactitud la resistencia a compresión del muro de concreto de la institución educativa que servirá para el desarrollo de la tesis, dicha evaluación estructural no destructiva se dará en elementos estructurales tales como muros de sótano en la edificación ubicada en la Av. Los Sauces Mz. "O", Lt. 1, 2 y 3 Urb. Santa María del Huallaga, distrito Amarilis, provincia y región Huánuco. Estas pruebas constituyen un primer acercamiento al mismo, además de un reconocimiento visual y real basado en la ejecución de una serie de pruebas y ensayos sobre el concreto de estas estructuras. Dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección de las estructuras, se hará necesario desarrollar a mayor precisión una evaluación que permita comprender la naturaleza de las posibles fallas que presente las estructuras. En cualquier caso, se requiere suficientes conocimientos y criterio de parte del profesional que efectúa la evaluación puesto que de la fundamentación y responsabilidad de sus apreciaciones podrán derivarse procesos de mayor o menor intervención con los consiguientes efectos sobre la edificación. Así queda claro que la inspección de una estructura es una tarea compleja que requiere destrezas y conocimientos sobre los materiales y el comportamiento estructural. La observación y análisis permiten determinar las causas de las manifestaciones de daño que pocas veces se encuentran de manera evidente y también no permite conocer los valores de resistencia a la compresión y calidad del concreto que la compone



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. ESPECIALISTA EN SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : (082) 962 634923  
RPM : 999044 - 9992907000  
Fono : 082-517012  
E-mail : labortec\_en@hotmail.com

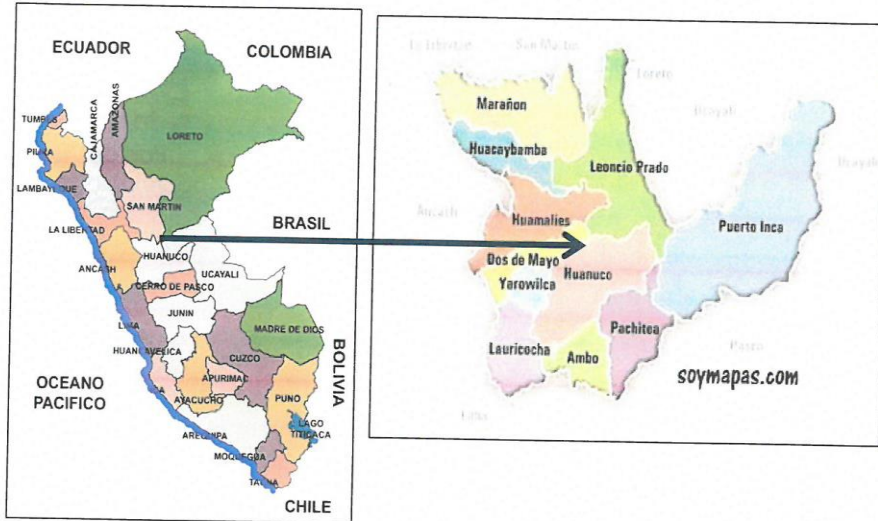




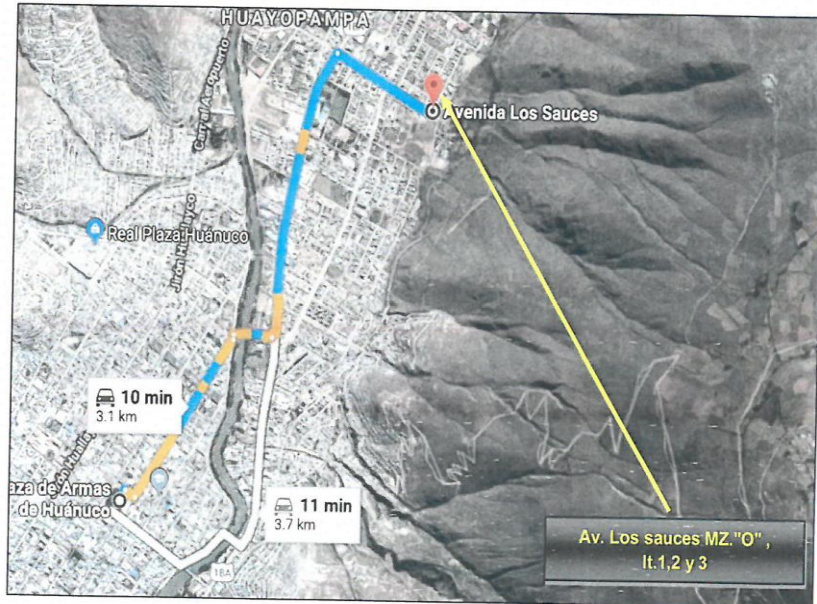
### 1.1.2 Desarrollo De Los Estudios

#### a) Ubicación

El área de estudios se encuentra ubicada en la obra: "Av. Los sauces MZ."O", It.1,2 y 3, Urbanización Santa María del Huallaga-Amarilis provincia y región Huánuco



VISTA SATELITAL DEL ÁREA EN ESTUDIO I.E.P. "CRISTO REY"-AMARILIS



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : (062) 962634923  
RFM : #990844 - #962987000  
Fono : 062-517812  
E-mail : labortec\_eri@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 1.1.3 Ensayos realizados

Los ensayos realizados se realizaron basados en dos parámetros de ensayos no destructivos.

#### a. ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

Descrito en la ASTM e 805, "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete": o la que en nuestro medio sería la NTP 339.181," Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometria)".

El objetivo de este método radica en obtener el número de rebote de una superficie de concreto endurecido utilizando un martillo denominado esclerómetro

#### • OBJETIVO

El objetivo del presente ensayo es evaluar la resistencia a la compresión del concreto para lo cual se realizó un conjunto de pruebas en diferentes muros de sótano.

Las variables que intervienen en este ensayo son dos: la primera es la relativa a la perpendicularidad del esclerómetro con la superficie a ensayar, y la segunda está en función con el valor leído en el esclerómetro.

#### • ESTRUCTURAS EVALUADAS

Para la correcta evaluación de las estructuras existente y sus condiciones actuales después de haber estado en servicio, se procedió a ensayar los muros de sótano de la institución educativa particular "Cristo Rey", los puntos de ensayos fueron identificados numerados de acuerdo a lo solicitud por los interesados.

#### • EQUIPO UTILIZADO

Para la realización del ensayo se utilizó:

- Un esclerómetro marca Illinois serie 7800 y accesorios
- Comba
- Cíncel



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #996644 - #962667000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_einf@icfmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- **PROCEDIMIENTO**

El procedimiento seguido es el siguiente:

- a) Selección de la superficie de ensayo:

Se tuvo en cuenta que las estructuras de concreto deben ser ensayadas en por lo menos 100 mm de espesor y deberán estar fijas dentro de una estructura. Para lo cual se procedió a identificar y numerar los muros de concreto del sótano a evaluar.

- b) Preparación de la superficie de ensayo:

Según la norma no se permiten realizar ensayos directamente sobre barras de refuerzo (acero) con recubrimiento menor de 20 mm teniendo en cuenta se procedió alisar la superficie del muro de concreto armado para realizar unas cuadrículas de 10 cm x 10 cm para proceder a realizar los disparos con el esclerómetro.

- c) Ejecución de ensayo:

Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo. Gradualmente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte. Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída. Leer y registrar el número del rebote en la escala, aproximándolo al entero. Tomar diez lecturas de cada área de ensayo. Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm. Examinar la impresión hecha sobre la superficie del concreto después del impacto, y si el impacto produce trituración superficial o se rompe a través de un hueco de aire superficial, anular la lectura y tomar otra lectura.

- d) Procesamiento de Datos

Las lecturas fueron observadas directamente en el esclerómetro por medio de un trazo de papel continuo calibrado, propio del instrumento. Se descartaron las lecturas que difieran del promedio de las 10 lecturas por más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes. Si más de dos lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números del rebote en 10 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - H  
Celular : (062) 962634823  
RPM : #960844 - #96298730  
Fono : 062-517612  
E-mail : lsbottec\_ort@dominican.com



  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
LABORTEC LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO





**CAPITULO II DESARROLLO**

**2.1 MURO DE CONCRETO EJE E (1-2)**

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	31	190 Kg/Cm2
2	33	220 Kg/Cm2
3	33	220 Kg/Cm2
4	30	180 Kg/Cm2
5	34	238 Kg/Cm2
6	33	220 Kg/Cm2
7	29	165 Kg/Cm2
8	32	210 Kg/Cm2
9	34	238 Kg/Cm2
10	35	250 Kg/Cm2
resistencia promedio		213.1 Kg/Cm2

f'c =	213.1	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	181.1	Kg/cm2
-------	-------	--------







**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 2.2 MURO DE CONCRETO EJE E (2-3)

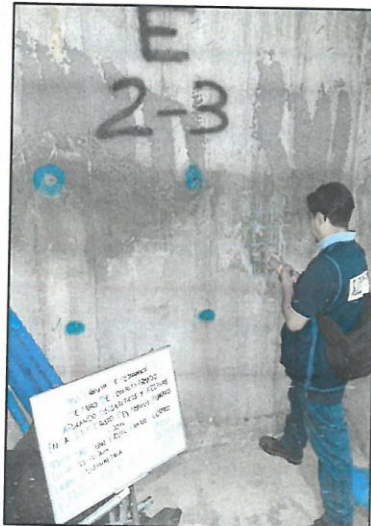
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	36	260 Kg/Cm2
2	34	238 Kg/Cm2
3	34	238 Kg/Cm2
4	39	310 Kg/Cm2
5	35	250 Kg/Cm2
6	39	310 Kg/Cm2
7	32	210 Kg/Cm2
8	34	238 Kg/Cm2
9	30	180 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
	resistencia	245.4 Kg/Cm2

f'c =	245.4	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	208.6	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : (062) 962634923  
RPM : 8990844 - 8962967000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_eri@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIOS DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.3 MURO DE CONCRETO EJE E (3-4)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	33	220 Kg/Cm2
2	30	180 Kg/Cm2
3	36	260 Kg/Cm2
4	33	220 Kg/Cm2
5	38	290 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	30	180 Kg/Cm2
8	40	320 Kg/Cm2
9	34	238 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
resistencia promedio		237.8 Kg/Cm2

f'c =	237.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	202.1	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990814 - #962987000  
Fono : 062-517012  
E-mail : labortec\_srl@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
CIP N° 169667



Eljo Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 2.4 MURO DE CONCRETO EJE E (4-5)

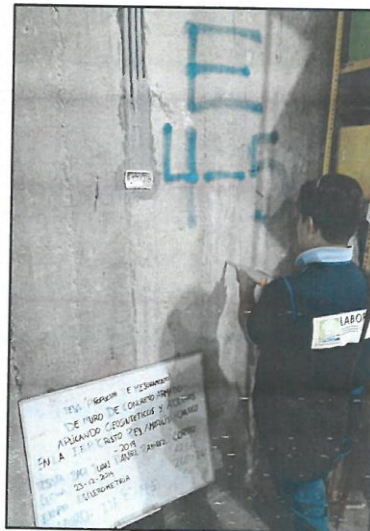
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	29	165 Kg/Cm2
2	32	210 Kg/Cm2
3	35	250 Kg/Cm2
4	32	210 Kg/Cm2
5	36	260 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	36	260 Kg/Cm2
8	34	238 Kg/Cm2
9	38	290 Kg/Cm2
10	32	210 Kg/Cm2
resistencia promedio		234.3 Kg/Cm2

f'c =	234.3	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	199.2	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #962987000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_eiri@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



2.5 MURO DE CONCRETO EJE E (5-6)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	35	250 Kg/Cm2
3	32	210 Kg/Cm2
4	36	260 Kg/Cm2
5	33	220 Kg/Cm2
6	33	220 Kg/Cm2
7	36	260 Kg/Cm2
8	35	250 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	34	238 Kg/Cm2
resistencia promedio	240.8	Kg/Cm2

f'c =	240.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	204.7	Kg/cm2
-------	-------	--------







**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.6 MURO DE CONCRETO EJE E (6-7)

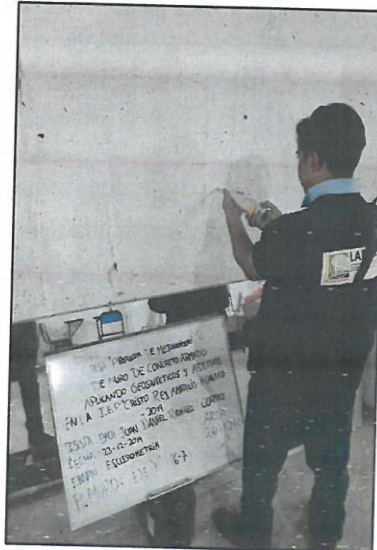
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	33	220 Kg/Cm2
2	35	250 Kg/Cm2
3	34	238 Kg/Cm2
4	31	190 Kg/Cm2
5	33	220 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	39	310 Kg/Cm2
9	33	220 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
resistencia promedio	236.8	Kg/Cm2

f'c =	236.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	201.3	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990644 - #982597000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_cif@hotmail.com



Ing. Rider Cayalón Jaramillo  
CIF N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



2.7 MURO DE CONCRETO EJE E (7-8)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	36	260 Kg/Cm2
2	33	220 Kg/Cm2
3	35	250 Kg/Cm2
4	34	238 Kg/Cm2
5	35	250 Kg/Cm2
6	38	290 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	32	210 Kg/Cm2
9	34	238 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
resistencia promedio	242.6	Kg/Cm2

f'c =	242.6	Kg/cm2
$\theta$	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	206.2	Kg/cm2
-------	-------	--------







## 2.8 MURO DE CONCRETO EJE E -D'

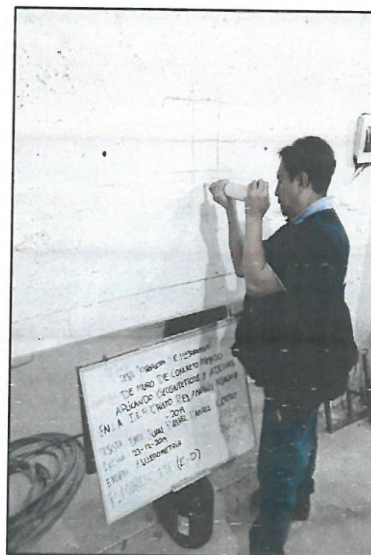
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	34	238 Kg/Cm2
2	33	220 Kg/Cm2
3	33	220 Kg/Cm2
4	34	238 Kg/Cm2
5	33	220 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	39	310 Kg/Cm2
8	37	280 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	35	250 Kg/Cm2
resistencia promedio	247.6	Kg/Cm2

f'c =	247.6	Kg/cm2
$\theta$	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	210.5	Kg/cm2
-------	-------	--------





## 2.9 MURO DE CONCRETO EJE C (7-8)

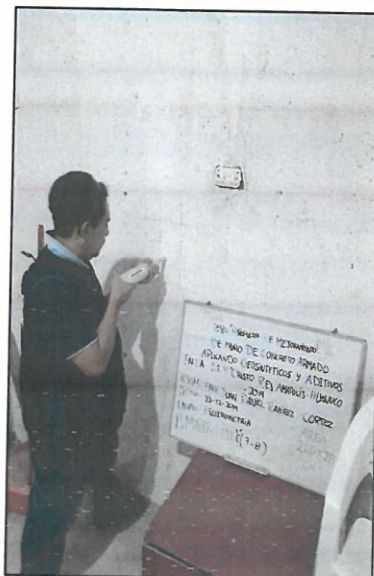
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	36	260 Kg/Cm2
3	35	250 Kg/Cm2
4	36	260 Kg/Cm2
5	35	250 Kg/Cm2
6	33	220 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	40	320 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	32	210 Kg/Cm2
resistencia promedio	252	Kg/Cm2

f'c =	252	Kg/cm2
$\theta$	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	214.2	Kg/cm2
-------	-------	--------





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**2.10 MURO DE CONCRETO EJE C (6-7)**

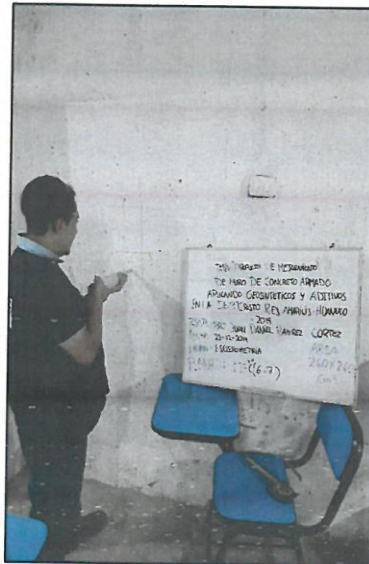
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	35	250 Kg/Cm2
3	35	250 Kg/Cm2
4	25	120 Kg/Cm2
5	36	260 Kg/Cm2
6	38	290 Kg/Cm2
7	32	210 Kg/Cm2
8	37	280 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	30	180 Kg/Cm2
resistencia promedio	234	Kg/Cm2

f'c =	234	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	198.9	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 982634923  
RPM : #995844 - #962987000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_civil@hotmail.com



Ing. Ridel Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



2.11 MURO DE CONCRETO EJE C (5-6)

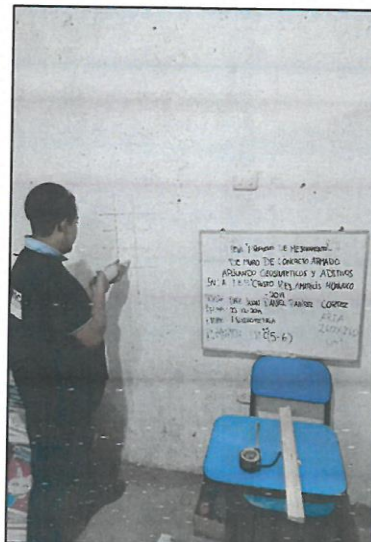
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	32	210 Kg/Cm2
2	36	260 Kg/Cm2
3	34	238 Kg/Cm2
4	35	250 Kg/Cm2
5	32	210 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	35	250 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
	resistencia promedio	238.8 Kg/Cm2

f'c =	238.8	Kg/cm2
$\theta$	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	203.0	Kg/cm2
-------	-------	--------







**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.12 MURO DE CONCRETO C (4-5)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	32	210 Kg/Cm2
3	36	260 Kg/Cm2
4	35	250 Kg/Cm2
5	38	290 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	35	250 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	34	238 Kg/Cm2
resistencia promedio	249.8	Kg/Cm2

f'c =	249.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	212.3	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #890644 - #962987000  
Fone : 062-517612  
E-mail : labortec\_cir@tecmat.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.13 MURO DE CONCRETO C (3-4)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	34	238 Kg/Cm2
3	36	260 Kg/Cm2
4	35	250 Kg/Cm2
5	34	238 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	34	238 Kg/Cm2
8	36	260 Kg/Cm2
9	38	290 Kg/Cm2
10	33	220 Kg/Cm2
resistencia promedio	249.4	Kg/Cm2

f'c =	249.4	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	212.0	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huanuco  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #962967000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_enti@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
C/P N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TÉCNICO LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.14 MURO DE CONCRETO C (2-3)

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	35	250 Kg/Cm2
2	33	220 Kg/Cm2
3	35	250 Kg/Cm2
4	30	180 Kg/Cm2
5	33	220 Kg/Cm2
6	34	238 Kg/Cm2
7	33	220 Kg/Cm2
8	33	220 Kg/Cm2
9	32	210 Kg/Cm2
10	30	180 Kg/Cm2
resistencia promedio		218.8 Kg/Cm2

f'c =	218.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	186.0	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huanuco  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #962587000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_eni@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
C/P N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### 2.15 MURO DE CONCRETO C-D

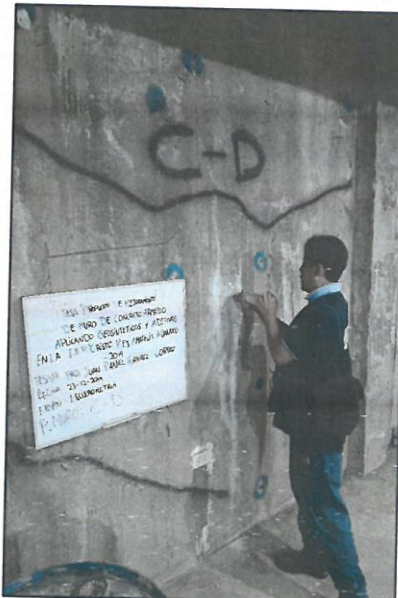
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	33	220 Kg/Cm2
2	33	220 Kg/Cm2
3	33	220 Kg/Cm2
4	32	210 Kg/Cm2
5	33	220 Kg/Cm2
6	33	220 Kg/Cm2
7	28	158 Kg/Cm2
8	35	250 Kg/Cm2
9	35	250 Kg/Cm2
10	30	180 Kg/Cm2
resistencia promedio	214.8	Kg/Cm2

f'c =	214.8	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	182.6	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #962987000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_srl@hotmail.com



ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIF N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. CONSULTOR EN OBRAS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## 2.16 MURO DE CONCRETO D-E

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
N°	LECTURA	CARGA ACTUANTE
1	32	210 Kg/Cm2
2	30	180 Kg/Cm2
3	33	220 Kg/Cm2
4	33	220 Kg/Cm2
5	30	180 Kg/Cm2
6	35	250 Kg/Cm2
7	35	250 Kg/Cm2
8	33	220 Kg/Cm2
9	32	210 Kg/Cm2
10	30	180 Kg/Cm2
resistencia promedio	212	Kg/Cm2

f'c =	212	Kg/cm2
θ	0°	

Debido a la antigüedad del concreto se tiene un margen del (-15%) de error  
La edad del concreto es de mas de 10 años

Resultando:

f'c =	180.2	Kg/cm2
-------	-------	--------



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #962987006  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_oft@hotmail.com



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIS/N° 169667



Eljo Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



## CAPITULO III CONCLUSIONES Y RESUMEN DE RESULTADOS

### 3.1 CONCLUSIONES

Se indica lo siguiente:

- Los valores obtenidos durante el ensayo presentan una dispersión, debido a la naturaleza del equipo.
- Los puntos obtenidos para la medición de cada área han sido suficientes para la determinación del valor promedio de las lecturas.
- El ensayo del esclerómetro es considerado en el extranjero como interesante para determinar la uniformidad en la calidad del concreto, pero no es aceptado como determinante de su resistencia exacta.
- Se determinó según los ensayos de esclerometría, que el concreto utilizado en la construcción de los muros de concreto armado en promedio se obtuvo una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>.



  
Ing. Rider Cayaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



  
Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : (062) 962634923  
RPM : #990844 - #062967000  
Fono : 062-517612  
E-mail : labortec\_alm@hotmail.com

# **ANEXO VI.IV**

---

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN,  
SONDAJE DE CALICATA Y ENSAYO DE  
PERMEABILIDAD**





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

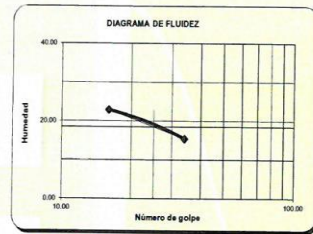


ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

**TESIS :** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTETICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUANUCO-2019"  
**UBICACIÓN** URBANIZACION LOS PORTALES, MANZANA "O", LOTE 1, 2 Y 3, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO  
**TESISTA :** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
**REALIZADO** LABORTEC E.I.R.L.  
**CALICATA** : C-01 **FECHA** AGOSTO DEL 2019

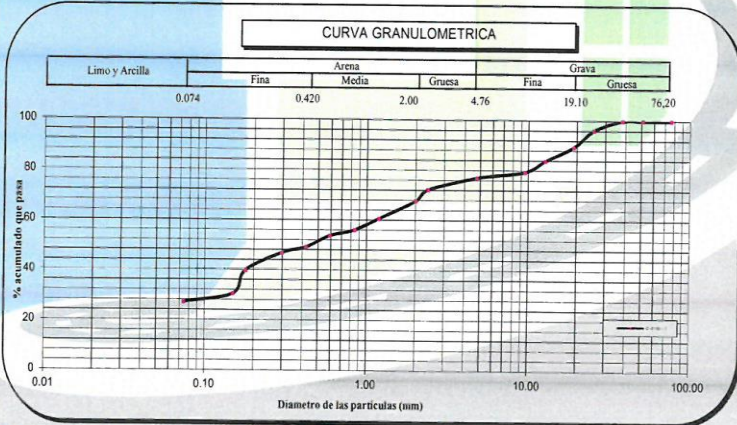
Calicata	C-01	
Muestra	M-1	
Profundidad (m)	0.40-1.85	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla	
	Nº	Abertura (mm)
	3"	76.200
	2"	50.800
	1 1/2"	38.100
	1"	25.400
	3/4"	19.100
	1/2"	12.700
	3/8"	9.520
	Nº 4	4.760
	Nº 8	2.380
	Nº 10	2.000
	Nº 16	1.190
	Nº 20	0.840
	Nº 30	0.590
	Nº 40	0.420
	Nº 50	0.297
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	
Contenido de Humedad (%)	5.52	
Límite Líquido (LL) (%)	18	
Límite Plástico (LP) (%)	14	
Índice Plástico (IP) (%)	4	
Clasificación (S.U.C.S.)	SC - SM	
Clasificación (AASHTO)	A-2-4	
Índice de Grupo	0	

Nombre de grupo : Arena limo arcillosa con grava



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	10.58	23.07
	GP%	12.49	
% Arena	AG%	9.31	49.84
	AM%	18.52	
% Finos	AF%	22.01	27.09



Archivo: Clasificacion/Reporte

Descripción (AASHTO) BUENO



Ing. Rider Cajateón Jaramillo  
CIP Nº 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIOS DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

Dirección: Jr. Tarma Nº 101  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

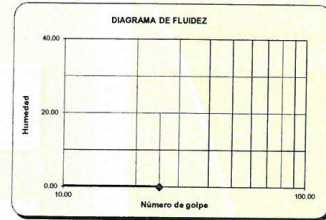


ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

**PROYECTO** "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTETICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUANUCO-2019"  
**UBICACIÓN** URBANIZACION LOS PORTALES, MANZANA O, LOTE 1, 2 Y 3, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO  
**TESTISTA:** BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
**REALIZADO** LABORTEC E.I.R.L.  
**CALICATA** : C-01 **FECHA** AGOSTO DEL 2019

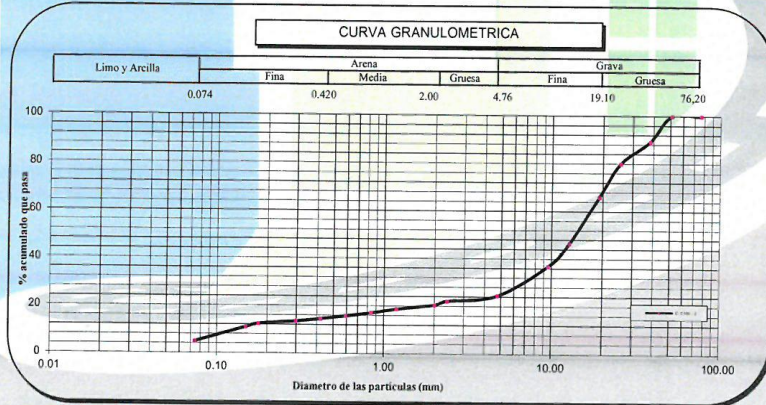
Calicata	C-01	
Muestra	M-2	
Profundidad (m)	1.85 -3.00	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla	
	Nº	Abertura (mm)
	3"	76.200
	2"	50.800
	1 1/2"	38.100
	1"	25.400
	3/4"	19.100
	1/2"	12.700
	3/8"	9.520
	Nº 4	4.760
	Nº 8	2.380
	Nº 10	2.000
	Nº 16	1.190
	Nº 20	0.840
	Nº 30	0.590
	Nº 40	0.420
Nº 50	0.297	
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	
Contenido de Humedad	(%)	4.03
Límite Líquido (LL)	(%)	-
Límite Plástico (LP)	(%)	NP
Índice Plástico (IP)	(%)	-
Clasificación (S.U.C.S.)		GP
Clasificación (AASHTO)		A-1-a
Índice de Grupo		0

Nombre de grupo : Grava pobremente gradada con arena



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	34.07
	GP%	41.54
		75.60
% Arena	AG%	3.96
	AM%	5.93
		9.67
% Finos	AF%	19.56
		4.84



Archivo: Clasificacion/Reporte

Descripción (AASHTO) BUENO



Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - HUANUCO  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com

Ing. Rider Cajafón Jaramillo  
CIP Nº 169667



Elío Augusto Saavedra E.  
LABORTEC LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**REGISTRO DE SONDAJE**

PROYECTO	: "PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS, HUÁNUCO-2019"		
SOLICITANTE	: BACH. JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ		
UBICACIÓN	: URBANIZACIÓN LOS PORTALES, MANZANA O, LOTE 1, 2 Y 3, DISTRITO DE AMARILIS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO		
CALICATA N°	: C-01	REALIZADO	: LABORTEC E.I.R.L.
PROF. (m)	: 0.00 - 3.05	NIVEL FREÁTICO	: No se halló FECHA : AGOSTO DEL 2019

PROF. (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SUCS	SIMBOLOGÍA
0.00 0.18 0.37	M-0	Suelo disturbado/Material de relleno	PT	
0.55 0.73 0.91 1.10 1.28	M-1	Arena limo arcillosa con grava	SC-SM	
1.46 1.64 1.83 2.01 2.19 2.37 2.56 2.74 2.92 3.10 3.29 3.47 3.65	M-2	Grava pobremente gradada con arena	GP	



Dirección: Jr. Tarma N° 101  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com

**LABORTEC**

Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



**LABORTEC**

Ing. Elio Augusto Saavedra C.  
T.E.C. LABORATORIOS DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

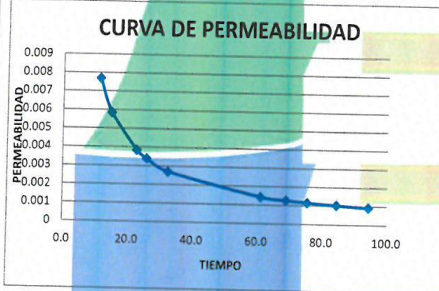


TÍTULO: PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE MURO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO GEOSINTÉTICOS Y ADITIVOS EN LA I.E.P. CRISTO REY, DISTRITO DE AMARILIS-HUANUCO-2019  
UBICACIÓN: AV. LOS SAUCES MZ. "O", LT.1,2 Y 3- URB. LOS PORTALES  
PERTENECE: COLEGIO CRISTO REY SAC  
TESISTA: JUAN DANIEL RAMIREZ CORTEZ  
MUESTRA: MUESTRA 01 - P.T.A.R.  
FECHA: FEBRERO DEL 2020

**ENSAYO DE PERMEABILIDAD(ENSAYO DE CARGA VARIABLE DECRECIENTE)**

DATOS DE CAMPO				LEY DE DARCY	
Díámetro del molde (pulg)	4	En (cm)	10.160	$K = q / (i * A * t)$ (cm/seg) donde: q = cantidad de agua escurrida en un tiempo t (cm <sup>3</sup> ) i = gradiente hidráulico (H/L) A = área de la sección de muestra ensayada (cm <sup>2</sup> ) t = tiempo de ensayo (seg.)	
Altura (Cm) H	40				
Longitud (Cm) L	35				
Gradiente hidráulico (H/L)	1.143	En (m)	0.011		
q	81.1				
Profundidad de la Muestra Tomada Superior (m):					

Datos del ensayo									
TIEMPO (min)	TIEMPO (seg)	H1	H2	HF (cm)	Volumen	Gradiente	Volumen	AREA ENSAYADA	K
0.2	11.4	40	30.00	1.00	81.1	1.143	81.1	81.0732	0.007675438566
0.3	15.0	30	29.90	0.10	81	1.143	73.0	81.0732	0.005833333333
0.4	22.8	29.9	29.90	0.00	0.0	1.143	73.0	81.0732	0.00383719298
0.4	25.8	29.9	29.90	0.00	0.0	1.143	73.0	81.0732	0.003391472668
0.5	32.4	29.9	29.70	0.20	16.2	1.143	56.8	81.0732	0.00270617281
1.0	61.2	29.7	29.70	0.00	0.0	1.143	56.8	81.0732	0.001429738562
1.2	69.0	29.7	29.40	0.30	24.3	1.143	40.5	81.0732	0.001268115942
1.3	75.6	29.5	29.20	0.30	24.3	1.143	16.2	81.0732	0.001157407407
1.4	84.6	29.2	29.10	0.10	8.1	1.143	8.1	81.0732	0.001034278960
1.6	94.4	29.10	29.00	0.10	8.1	1.143	0.0	81.0732	0.000926906780



CLASE DE TERRENO	TIEMPO DE INFILTRACION PARA EL DESCENSO DE 1 CM.
RÁPIDOS	DE 0 A 2 MINUTOS
MEDIOS	DE 4 A 8 MINUTOS
LENTOS	DE 8 A 12 MINUTOS

PERMEABILIDAD cm/seg 0.002926

PERMEABILIDAD RELATIVA MODERADAMENTE PERMEABLE

CLASE DE TERRENO RÁPIDOS

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/seg)	Suelo típico
Muy permeable	$> 1 * 10^{-1}$	Grava gruesa
Moderadamente permeable	$1 * 10^{-1}$ a $1 * 10^{-2}$	Arena, arena fina
Poco permeable	$1 * 10^{-2}$ a $1 * 10^{-3}$	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	$1 * 10^{-3}$ a $1 * 10^{-7}$	Limo y arcilla fina
Impermeable	$< 1 * 10^{-7}$	Arcilla

Figura 1.22. Tabla de valores relativos de permeabilidad. Fuente: Terzaghi K. y Peck R., 1980.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com



Elio Augusto Saavedra C.  
LABORATORIOS DE ENSAYOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajafon Jaramillo  
CIP N° 169667

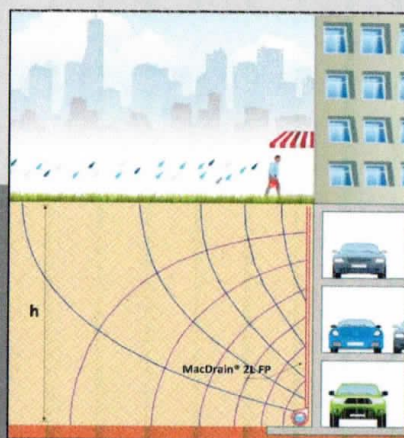
# **ANEXO VI.V**

---

## **DISEÑO DEL GEOCOMPUESTO MACDRAIN FP 2L 20.2**

SISTEMA DE DRENAGEM VERTICAL COM O GEOCOMPOSTO MACDRAIN®

MACCAFERRI



Dados de Entrada:

h - Altura da drenagem [m]	2.95
tipo de solo a ser drenado	Areias siltsosas
k - Permeabilidade do solo [m/s]	0.000029
Histórico ou evidência de Contaminação química	não

$\phi$ - ângulo de atrito do solo [graus]	23 a 33
$\gamma$ - peso específico do solo [kN/m <sup>3</sup> ]	20
q - Sobrecarga aplicada na superfície [kPa]	veículos leves - 5 a 10 kPa
Possibilidade de proliferação de fungos e ou bactérias	não

Resultados:

$Q_{Dren}$ - Vazão necessária [l/s.m]	0.0541633
$Q_{Dren}$ - Vazão necessária [l/h.m]	230.985
$k_a$ - coeficiente de pressão ativa	0.36
P - Pressão lateral aplicada [kpa]	38
$Q_{Geo}$ - Vazão geocomposto [l/s.m]	1.96

FR por Intrusão do geotêxtil	1.3
FR devido à Fluência	1.2
FR por Colmatação Química	1.2
FR por Colmatação Biológica	1.3
$Q_{Adm}$ - Vazão admissível [l/s.m]	1.37

Fator de Segurança para o Projeto

13.02

  
 Lyndon I. Olortegui Flores  
 INGENIERO CIVIL  
 REGISTRO CIP Nº 83915



## Relatório de cálculo

Projeto:	TESIS DE PRE-GRADO	Número:	1
Cliente:	BACH. JUAN D. RAMIREZ CORTEZ	Revisão:	3/10/2020
Responsável:	ING. LYNDON OLÓRTEGUI FLORES	Data:	Nov-19

O sistema drenante foi dimensionado considerando uma estrutura de contenção com altura indicada na memória de cálculo, com a origem do fluxo na parte superior do solo de cobertura, solo de base do muro considerado impermeável, e situação saturada. A quantidade de água drenada foi determinada utilizando o método da rede de fluxo, considerando o traçado apresentado na Figura 1

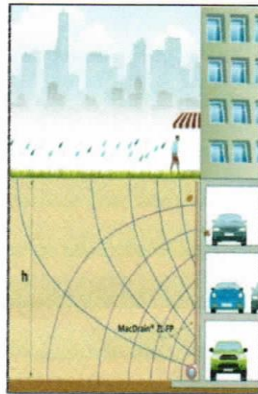


Figura 1 - Rede de fluxo considerada

Segundo o método da rede de fluxo, em acordo com as considerações descritas acima, a determinação do fluxo total ao tardo do muro é então calculada através da equação:

$$Q_{Dren} = k \cdot h \cdot \left( \frac{Nf}{Nq} \right)$$

Onde:

Tipo de solo em contato com o geocomposto	Areias siltsosas
k	coeficiente de permeabilidade do solo = 2.90E-05
h	altura da drenagem = 2.95
Nf	Número de canais de fluxo = 6
Nq	Número de perdas de carga unitária = 8

Portanto, tem-se como fluxo (vazão) total ao tardo do muro:

$Q_{Dren}$ - Vazão necessária [l/s.m]	0.0641625
---------------------------------------	-----------

A capacidade de vazão do MacDrain FP varia em acordo com a pressão a que o mesmo está submetido, sendo essa pressão função da altura da drenagem, coeficiente de pressão ativa do solo e da sobrecarga, sendo estes valores apresentados abaixo:


$\phi$ - ângulo de atrito do solo [graus]	23 a 33	$\gamma$ - peso específico do solo [kN/m <sup>3</sup> ]	20
$k_a$ - coeficiente de pressão ativa	0.36	q - Sobrecarga aplicada [kPa]	45
P - Pressão lateral aplicada [kpa]	38		

De posse da pressão aplicada sobre o MacDrain FP, pode-se obter seu valor de vazão obtido em ensaio de permeabilidade planar e transmissividade ( $Q_{GeoFP}$ ), apresentado também na especificação técnica do material em forma de tabela. Conforme proposto por Koerner (1998), a vazão admissível ( $Q_{Adm}$ ) é calculada então dividindo-se esse valor por um fator de redução global (FR\*), de acordo com o tipo de aplicação do geocomposto drenante.

$Q_{GeoFP}$ - Vazão MacDrain 2L FP [l/s.m]	1.96	FR - Fator de Redução Global	2.34
$Q_{Adm}$ - Vazão admissível 2L FP [l/s.m]	0.84		

Dividindo-se a vazão do geocomposto MacDrain® ( $Q_{Adm}$ ) pela vazão necessária ( $Q_{Dren}$ ), chega-se a um Fator de Segurança para o sistema drenante da obra:

FS MacDrain 2L FP	13.02
-------------------	-------

  
Lyndon L. Olortegui Flores  
INGENIERO CIVIL  
REGISTRO CIP Nº 83915

Conclusão: O geocomposto MacDrain®, apresenta uma capacidade de vazão superior à quantidade de água que o solo pode conduzir, satisfazendo a todas as exigências técnicas impostas para o projeto em questão, garantindo um sistema de drenagem vertical eficiente.

Para maiores informações consulte: [www.macdrain.com.br](http://www.macdrain.com.br)



# **ANEXO VII**

---

**FICHAS TECNICAS DEL ADITIVO Y GEOSINTETICO  
USADO EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN**



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sikadur®-32 Gel

## PUENTE DE ADHERENCIA

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

## USOS

Sikadur®-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas
- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a tracción

## CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881 Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete. Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
Color	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
Vida Útil	2 años
Condiciones de Almacenamiento	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
Densidad	1,6 kg/dm <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	1 Día	73 MPa	(ASTM D 695)
	10 Días	90 MPa	
Resistencia a Flexión	10 Días	34 MPa	(ASTM C580)

Resistencia a la Tensión	14.050 kgf	
Resistencia a la Adherencia	> 13 MPa	(ASTM C 882)

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	A : B = 2 : 1 (en peso)
Consumo	El consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m <sup>2</sup> , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.
Duración de la Mezcla	25 minutos

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel al concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

#### Metales

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

### MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3-5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto pueda variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).



# HOJA TÉCNICA

## SikaGrout®-110

Mortero Predosificado para Nivelación de Máquinas y Estructuras

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaGrout®-110 es una mezcla cementicia de alta resistencia, con áridos especiales de granulometría controlada, aditivos de avanzada tecnología, exentos de cloruros.

Es un producto listo para su utilización, bastando sólo adicionarle agua para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez.

No presenta retracción una vez aplicado en anclajes o bajo placas de asiento debido al efecto expansor que se produce en la mezcla.

SikaGrout®-110 se utiliza en aplicaciones en maquinarias y estructuras de alta exigencia en cuanto a resistencia mecánica y fluidez.

### USOS

- Fijación y nivelación de maquinaria.
- Relleno bajo columnas de acero.
- Anclaje de pernos no especificados.
- Inyecciones de mortero.
- Rellenos y anclajes en estructuras prefabricadas.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas.
- Buena capacidad de escurrimiento.
- Exudación y expansión controladas, lo que asegura la adherencia y el traspaso de cargas.
- Material predosificado.
- Rápida puesta en servicio.
- No contiene elementos metálicos ni cloruros.

## DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>ASPECTO</b> Polvo				
	<b>COLOR</b> Gris				
	<b>PRESENTACIÓN</b> Bolsa de 30 Kg.				
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b>  Debe ser almacenado en un lugar seco y fresco, en estas condiciones tiene una duración de 9 meses en su envase original cerrado.				
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>DENSIDAD</b> 1.65 kg/L (seco)				
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
	<table><tr><td>24 horas</td><td>28 días</td></tr><tr><td><math>\geq 200 \text{ kgf/cm}^2</math></td><td><math>\geq 600 \text{ kgf/cm}^2</math></td></tr></table>	24 horas	28 días	$\geq 200 \text{ kgf/cm}^2$	$\geq 600 \text{ kgf/cm}^2$
24 horas	28 días				
$\geq 200 \text{ kgf/cm}^2$	$\geq 600 \text{ kgf/cm}^2$				
	<b>FLUIDEZ SEGÚN NORMA ASTM C-230</b> > 150%				
	<b>MESA FLOW</b> > 25				
	<b>NORMA</b> El SikaGrout®-110 cumple con la norma ASTM C-1107 calificando como Grout grado "A".				
	<b>USGBC VALORACIÓN LEED</b> SikaGrout®-110 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)				

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b>  Por cada litro de relleno se requiere aproximadamente 2.13 kg de SikaGrout®-110.
-------------------------------	--

## MÉTODO DE APLICACIÓN

### CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE

El concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. El concreto debe saturarse con agua, sin que exista agua superficial en el momento de la aplicación. La condición de saturación es especialmente importante cuando se utiliza una consistencia muy fluida.

Los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceite, entre otros. Para vaciar SikaGrout®-110 deben confeccionarse moldes alrededor de la placa base. Los moldes deben ser absolutamente estables y no deben absorber agua de la mezcla. Los moldes deben quedar 5 a 10 cm separados de la placa para permitir el vaciado de SikaGrout®-110. La altura del molde sobre la placa en el lado del vaciado, debe ser de 3 cm o más, según el ancho de la placa.

### PREPARACIÓN DEL PRODUCTO

SikaGrout®-110 debe mezclarse con 3,0 – 3,3 litros de agua por bolsa de 30 kg. Agregue inicialmente al equipo de mezclado aproximadamente el 80% del agua de amasado.

Se puede obtener una consistencia plástica o sec.

### METODO DE APLICACIÓN

SikaGrout®-110 se debe vaciar por un lado de la placa, hasta que escurra hacia el lado opuesto. Para ayudar al vaciado se pueden utilizar cables de acero o vibradores de inmersión.

La mezcla debe colocarse en forma continua, asegurándose de preparar la cantidad suficiente para cada aplicación.

### CURADO

Una vez finalizada la colocación, el mortero SikaGrout®-110 debe cubrirse con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos durante un mínimo de 3 días.

### ESPEORES MAYORES

En caso de rellenos bajo placas, en espesores mayores de 5 cm se recomienda mezclar con gravilla de 10 mm de tamaño máximo en proporción de 1 bolsa de SikaGrout®-110 por 10 kg de gravilla. Para espesores mayores a 30 cm, puede utilizarse gravilla de tamaño máximo de 20 mm en proporción de 1 parte en peso de SikaGrout®-110 por 0.50 partes de gravilla.

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

### PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

Hoja Técnica  
SikaGrout®-110  
21.01.15, Edición 14





**OBSERVACIONES**

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**NOTAS LEGALES**

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 13  
la misma que deberá ser destruida"**

**PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SikaGrout®-110 :****1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS****2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL**

Sika Perú S.A.  
Refurbishment  
Centro Industrial "Las Praderas"  
de Lurín s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
SikaGrout®-110  
21.01.15, Edición 14

Venida elaborada por: Sika Perú S.A.  
NA, Departamento Técnico  
Tel: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [Informacion@pe.sika.com](mailto:Informacion@pe.sika.com)



© 2015 Sika Perú S.A.



### MacDrain® FP 2L 20.2 Geocompuesto para drenaje tipo foma perdida



#### Características técnicas

MacDrain® FP 2L 20.2 es un geocompuesto para drenaje liviano y flexible, cuyo núcleo drenante es formado por una geomanta tridimensional, fabricada con filamentos de polipropileno. El núcleo es termosoldado entre dos geotextiles no tejidos en todos los puntos de contacto, siendo un geotextil no tejido filtro agujado calandrado y el otro no tejido laminado.

Los geotextiles sobresalen 100 mm del núcleo en las extremidades longitudinales del MacDrain® FP 2L 20.2, para garantizar la perfecta continuidad del sistema en las juntas y permitir la ejecución de los traslapes.

Al tener en uno de sus lados un geotextil laminado con papel de plástico, la solución MacDrain® FP 2L 20.2 es especialmente adecuado para situaciones en las que el geocompuesto estará en contacto directo con el hormigón y morteros en su estado fluido, o sea, inmediatamente después de aplicación, por lo que el geocompuesto actúa como una forma para estos materiales, si los muros de contención, hormigonado de taludes, hormigón de aplicación diseñado para túneles, entre otros.

Caudal						
ASTM D 4716	Drenaje horizontal		Drenaje de taludes		Drenaje vertical	
Gradiente hidráulico	i = 0.01		i = 0.50		i = 1.00	
	(l/s)/m	(l/s)/m	(l/s)/m	(l/s)/m	(l/s)/m	(l/s)/m
Presión						
10 kPa	0,32	1152	1,96	7002	2,76	9972
20 kPa	0,28	1008	1,82	6588	2,53	9144
50 kPa	0,16	576	1,12	4068	1,53	5508
100 kPa	0,05	180	0,35	1260	0,51	1836
200 kPa	0,03	144	0,25	900	0,38	1368



Propiedades mecánicas del geocompuesto			
Resistencia a la tracción	kN/m	ASTM D6878 / ASTM D 4395	8
Punzonamiento CBR	kN	ASTM D 6911	1,2
Adhesión geotextil e núcleo	kgf	ASTM D 7010	20

Propiedades hidráulicas del geotextil agujado calandrado			
Aperforación aparente (O <sub>90</sub> )	mm	ASTM D 4751	0,16
Porosidad	s <sup>-1</sup>	ASTM D 441	3
Permeabilidad	cm/s	ASTM D 441	0,3

Características físicas del geocompuesto			
Espesor	mm	ASTM D6878 / ASTM D 5799	12

Presentación del rollo		
Ancho	m	1 o 2
Largo	m	10 o 30
Diámetro promedio	cm	40 o 70
Peso	kg	7,5 o 22,5

Los valores listados anteriormente corresponden a una media de resultados encontrados en ensayos realizados en laboratorio.