

# UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



## TESIS

**INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO ESTRUCTURAL, EN EL DISTRITO DE HUANCAYO,  
PROVINCIA DE HUANCAYO – JUNIN.**

**Presentado por:**

**Bach. TORPOCO MENDOZA, Miguel Angel**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas Tecnologías y Procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**



**ASESOR**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

## DEDICATORIA

A Dios por la vida y la fuerza de voluntad que viene de él, A mi familia; y sobre todo a mis padres quienes me apoyaron en todos los momentos de mi vida como también a mis hermanos por brindarme la alegría, cariño y comprensión.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana los Andes

Al Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA  
**PRESIDENTE**

---

MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL  
**JURADO**

---

ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA  
**JURADO**

---

ING. RANDO PORRAS OLARTE  
**JURADO**

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA .....	i
ASESORES .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO I .....	15
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. Planteamiento del Problema.....	15
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	16
1.2.1. Problema General .....	16
1.2.2. Problemas Específicos .....	16
1.3. Justificación.....	17
1.3.1. Práctica o Social .....	17
1.3.2. Metodológica .....	17
1.4. Delimitaciones.....	17
1.4.1. Espacial .....	17
1.4.2. Temporal .....	18

1.4.3. Económica.....	18
1.5. Limitaciones .....	19
1.6. Objetivos .....	19
1.6.1. Objetivo General .....	19
1.6.2. Objetivos Específicos .....	19
CAPÍTULO II .....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Antecedentes .....	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	23
2.2. Marco Conceptual .....	29
2.3. Definición de términos.....	34
2.4. Hipótesis.....	37
2.4.1. Hipótesis General.....	37
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	37
2.5. Variables .....	38
2.5.1. Definición conceptual de las variables.....	38
2.5.2. Definición operacional de las variables. ....	38
2.5.3. Operacionalización de Variables. ....	39
CAPÍTULO III .....	40
3. METODOLOGÍA.....	40
3.1. Método de Investigación.....	40
3.2. Tipo de Investigación.....	41
3.3. Nivel de Investigación.....	41

3.4. Diseño de Investigación .....	41
3.5. Población y Muestra .....	41
3.5.1. Población.....	41
3.5.2. Muestra .....	42
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.6.1. Técnica de recolección de datos. ....	43
3.6.2. Instrumento de recolección de datos.....	44
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	44
3.8. Aspectos éticos de la investigación .....	45
CAPITULO IV .....	46
4. RESULTADOS .....	46
4.1. Descripción de Resultados.....	46
4.1.1. Descripción de Resultados por Indicadores .....	46
4.1.3. Descripción de Resultados por Objetivos.....	80
CAPITULO V .....	84
5. ANALISIS Y DISCUSIÓN RESULTADOS.....	84
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES .....	88
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	89
ANEXOS .....	91

## RESUMEN

La Investigación: “Influencia del Relave Minero en las Propiedades del Concreto Estructural, en el Distrito de Huancayo, Provincia de Huancayo – Junín.”, tiene como problema general: ¿Cuál es la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural – Huancayo? el objetivo general es, determinar la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural – Huancayo, para esto se pretende contrastar la hipótesis general: El relave minero influiría significativamente en las propiedades del concreto estructural – Huancayo. Una población debe situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. En ese sentido la muestra será una parte representativa de la población. Según el RNE E.060 Concreto Armado, menciona que deben obtenerse dos muestras representativas para la determinación de la resistencia del concreto. En la presente investigación se realizarán 5 dosificaciones para establecer el comportamiento del relave minero en el concreto estructural respecto a un diseño patrón (clásico), de estas 5 dosificaciones se obtendrán en total 10 probetas de concreto, más 2 probetas del diseño patrón, los cuales servirán para realizar las mediciones de las dimensiones de este trabajo de investigación. Así también es preciso mencionar que el relave minero será obtenido de la ciudad de Cerro de Pasco.

Palabra Clave: Relave Minero, Concreto estructural.

## ABSTRACT

The Investigation: "Influence of the Mining Tailings on the Properties of Structural Concrete, in the District of Huancayo, Province of Huancayo - Junín.", Has as a general problem: What is the influence of the mining tailings on the properties of structural concrete - Huancayo? The general objective is to determine the influence of the mining relative in the properties of the structural concrete - Huancayo, for this it is intended to contrast the general hypothesis: The mining tailings would significantly influence the properties of the structural concrete - Huancayo. A population must be clearly situated by its characteristics of content, place and time. In this sense, the sample will be a representative part of the population. According to RNE E.060 Reinforced Concrete, it is mentioned that two representative samples must be obtained to determine the strength of concrete. In this investigation, 5 dosages will be carried out to establish the behavior of the mining tailings in structural concrete with respect to a standard design (classic), of these 5 dosages a total of 10 concrete specimens will be obtained, plus 2 specimens of the master design, which will serve to measure the dimensions of this research work. It is also necessary to mention that the mining tailings will be obtained from the city of Cerro de Pasco.

Key Word: Mining Tailings, Structural concrete.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector minería en el Perú, ha logrado promover gran cantidad de empleos a raíz de un incremento en la inversión en esta actividad, según el ministerio de Energía y Minas se ha incrementado una 10.5% respecto a años anteriores. Entre las regiones más participativas encontramos a Arequipa, Junín y La Libertad. El sector minero es una fuente significativa de ingresos al estado peruano respecto de otros sectores como la agricultura, pesca o manufactura. Según estimaciones del Instituto Peruano de Economía (IPE), por cada empleo generado de forma directa, se generan adicionalmente 6.25 empleos en el resto de la economía: 1 por efecto indirecto, 3.25 por el efecto inducido en el consumo y 2 por el efecto inducido en la inversión. Sin embargo, en la actualidad la contaminación ambiental es el primer problema de la salud pública nacional y mundial, perjudicando no solo a nosotros sino a nuestras futuras generaciones, las cuales no serán responsables de las irresponsabilidades que todos nosotros estamos cometiendo, y la minería por su parte es una de los principales contaminantes derivando conflictos entre las comunidades y el medio ambiente, incluidos en éste los recursos y los paisajes naturales (biosfera), la infraestructura, y los servicios (tecnosfera). Por otro lado, la población cercana a los centros de producción mineral se ve afectado especialmente por la absorción en el organismo de mercurio y otros metales pesados como el plomo y el arsénico, que los minas usan en su actividad. Es preciso mencionar que el mercurio contamina también las fuentes de agua (ríos, lagos y lagunas), contaminando a los peces que son la base de la alimentación en muchas familias. El ser humano absorbe el 95% del mercurio contenido en los pescados contaminados que come. Estudios recientes también han demostrado que los animales criados cerca a los depósitos de relave, contienen residuos de metales en su organismo, esto es perjudicial para todo aquel que pudiera consumirlo como parte de su alimentación. En base a lo explicado anteriormente la presente tesis pretende mitigar el impacto ambiental que están causando las diferentes minas del país, insertando estos desechos minerales como parte de los insumos de la fabricación de concreto estructural, el cual es unos de los materiales más usados en este ámbito.

La presente investigación ha sido estructurada en 5 capítulos:

Capítulo I: Planteamiento del problema, Formulación y sistematización del Problema, Problema General, Problemas Específicos, Justificación, Justificación Práctica o Social, Justificación Científica o Teórica, Justificación Metodológica, Delimitaciones, Delimitación Espacial, Delimitación Temporal, Delimitación Temática, Delimitación Económica, Limitaciones, Limitación Temática, Limitación Económica, Limitación Social, Objetivos, Objetivo General, Objetivos Específicos.

Capítulo II: Marco Teórico, Antecedentes, Antecedentes Internacionales, Antecedentes Nacionales, Marco Conceptual, Definición de términos, Hipótesis, Hipótesis General, Hipótesis Específicas, Variables, Definición conceptual de las variables, Definición operacional de las variables.

Capítulo III: Metodología, Método de investigación, Tipo de Investigación, Nivel de Investigación, Diseño de Investigación, Población, Muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Técnicas de procesamiento y análisis de datos, Aspectos éticos de la investigación.

Capítulo IV: Resultados, Descripción de resultados, presentación de tablas y figuras, la interpretación de los mismos, Contrastación de Hipótesis.

Capítulo V: Análisis y discusión de resultados.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos y panel fotográfico de esta investigación.

Bach: TORPOCO MENDOZA, Miguel Ángel

## CAPÍTULO I

### 1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del Problema

Internacionalmente el problema de los relaves mineros se ha venido manejando de tal forma de ocasionar el menor impacto ambiental al medio que lo rodea, esto ha permitido almacenar adecuadamente los relaves provenientes del proceso metalúrgico, aplicando tecnología ecológicamente racional y económicamente viable, para proteger la integridad física de las personas, el ambiente y el aspecto sociocultural aledaño. Tenemos por ejemplo el caso de nuestro país vecino Ecuador quienes, en su manejo formal de relaves mineros, han logrado implementar la utilización de los relaves para fabricación de ladrillos y baldosas. La obtención de ladrillos y baldosa utilizando como agregado de construcción los relaves mineros resultantes de los procesos metalúrgicos, ventajosamente la industria minera tiene años en aspectos técnicos referentes a la explotación, beneficio, manejo, gestión y disposición final de relaves mineros; y para el efecto se cuenta con investigaciones realizadas que establecen las técnicas de fijación y micro encapsulación de los metales pesados en los relaves mineros, con el propósito de estabilizar los metales peligrosos y contaminantes que se encuentran en los relaves, anulando así el proceso natural de disponibilidad y movilidad de los metales pesados que se caracterizan por causar contaminación

cuando están en estado inestable y por lo tanto migran hacia al medio físico, suelo y agua. Por otro lado, en el país de Chile han optado por los diversos tipos de depósitos de relaves, que varían según la cantidad de agua que acompaña al relave (es decir, la densidad del relave), y según la forma de contener la depositación. De esta forma existen los siguientes tipos: Tranque de Relave, Embalse de relave, Relave Espesado, Relave Filtrado, Relave en pasta, Otros tipos, como por ejemplo los depósitos en minas subterráneas, en rajos abandonados, entre otros. En nuestra localidad las empresas mineras han optado por depositar los relaves mineros en depósitos de grandes dimensiones los cuales no reciben ningún tipo de tratamiento para evitar la contaminación del medio ambiente, es por eso y viendo esta realidad problemática es que la presente tesis ha visto por conveniente usar estos materiales excedentes de la minería y darle un uso comercial a través de la inclusión en el concreto estructural.

## 1.2. Formulación y sistematización del problema

### 1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural – Huancayo?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué manera influye el relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural – Huancayo?
- b) ¿Cómo afecta el relave minero en la exudación del concreto estructural – Huancayo?
- c) ¿Cómo influye el relave minero en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo?
- d) ¿Cuál es el nivel incidencia del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo?

## 1.3. Justificación

### 1.3.1. Práctica o Social

Con la investigación, se planteará una forma rentable y eficiente de aprovechar las propiedades que brinda el relave minero, mediante su incorporación al

concreto estructural, teniendo en cuenta que es un material considerado como desperdicio, y que genera contaminación para el medio ambiente.

### 1.3.2. Metodológica

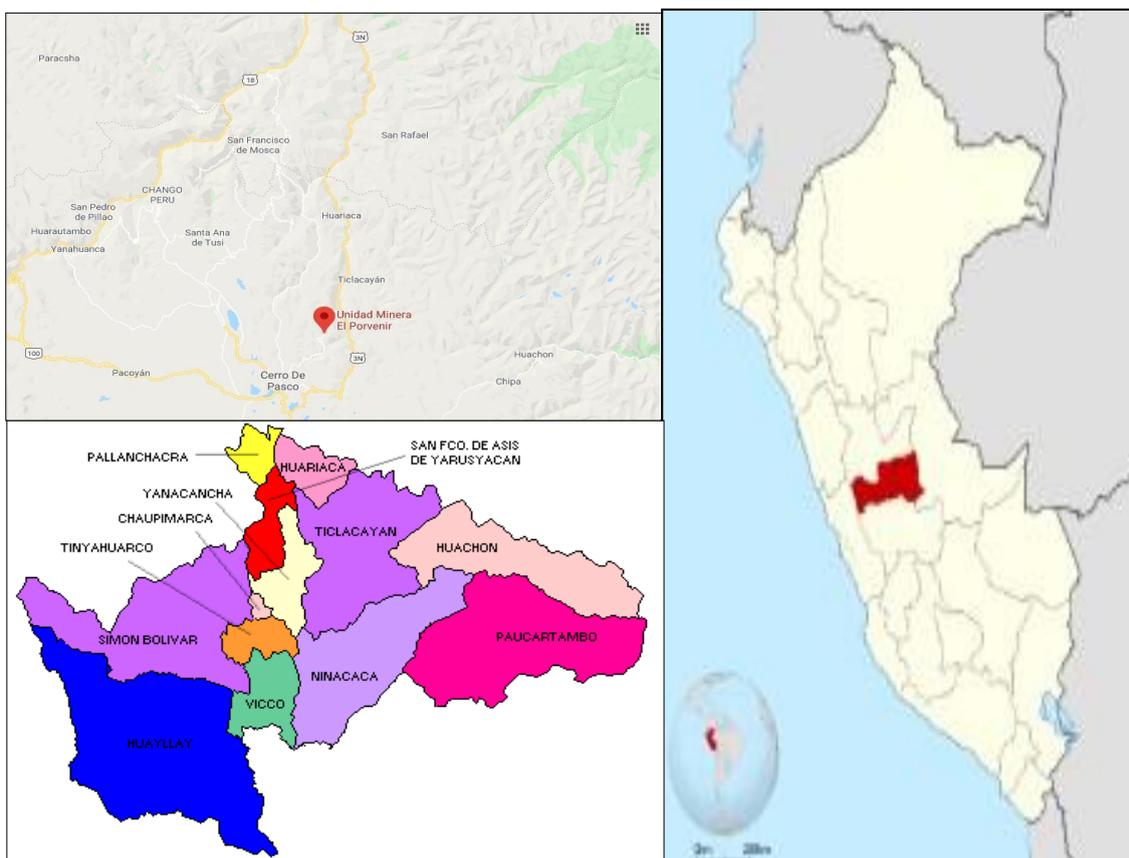
En la investigación se propondrá instrumentos de medición de las dimensiones que corresponden al concreto estructural, de tal forma que sirva de precedente para los futuros trabajos de investigación relacionados al relave y al concreto estructural.

### 1.4. Delimitaciones

#### 1.4.1. Espacial

La investigación se desarrolló en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, Región Junín. El relave minero en estudio fue de proveniencia del

Para un mejor entendimiento a continuación se muestra un croquis:



#### 1.4.2. Temporal

La investigación se ejecutó en 5 meses desde mayo hasta setiembre, posteriormente se realizaron las programaciones para la sustentación en el mes de octubre, del año 2020.

### 1.4.3. Económica

El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del autor.

### 1.5. Limitaciones

La presente investigación ha tenido como antecedente puntual al reglamento nacional de edificaciones, ya que ninguna investigación había realizado previamente un análisis profundo del relave minero como material de elaboración de concreto, existen investigaciones realizadas para el análisis de diversos materiales utilizados en la ingeniería, sin embargo, para el relave minero no se hallaron antecedentes. El presente estudio no presenta limitaciones económicas, sin embargo, hay carencias de material bibliográfico actualizado, así también existe la limitación social concerniente a la población, en vista de que generalmente solo opta por los materiales de construcción típicos, y al presentarles una nueva opción aún tienen un cierto grado de desconfiabilidad.

### 1.6. Objetivos

#### 1.6.1. Objetivo General

- Evaluar la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural - Huancayo.

#### 1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Establecer el efecto que produce el relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural - Huancayo.
- b) Indicar como afecta el relave minero en la exudación del concreto estructural – Huancayo.
- c) Indicar la influencia del relave minero en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo
- d) Determinar el nivel de incidencia del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.

## CAPÍTULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Loyola y Valencia (2019) en la tesis: Elaboración de bloques de construcción en base de relave minero, desechos de obras y cemento portland, para viviendas de interés social. Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil, Ecuador. La investigación detalla el método exploratorio-descriptivo correlacional. Detalló que esta meta de investigación es muy compleja pero necesaria, ya que en primer lugar se requiere indagar sobre el proceso de los desechos mineros y de la construcción para saber de qué manera se realiza el reciclaje para contribuir al mejoramiento continuo del ambiente, el tipo de estudio fue aplicada porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos, el nivel de investigación fue explicativo, Según Restituto, S. (2002) las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo y el diseño general viene a ser Pre Experimental. El proyecto se realiza siguiendo el tipo de investigación aplicada la misma que sigue el diseño experimental ya que la variable dependiente, "viviendas de interés social", necesita o requiere del monitoreo de la variable independiente elaboración de un bloque de construcción a base de reciclaje; y en este sentido se refiere a la medición o estimación de los componentes porcentuales que llevará como es el caso del relave minero,

desecho de construcción y cemento portland. Se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Con el levantamiento de información en la encuesta se logró obtener la información fundamental y favorable, la misma que motivó a elaborar un prototipo de bloque de construcción a base de relave minero, desechos de obras y cemento portland para viviendas de interés social.

2. En este sentido habiéndose elaborado los bloques, se caracterizó la materia prima de tal manera que se establecieron las dosificaciones de participación de los materiales en la elaboración de los bloques para cada uno de los experimentos ejecutados como ensayos para la obtención del prototipo de bloques de construcción a base de relave minero, desechos de obras y cemento portland.

3. Las pruebas técnicas realizadas a los bloques de construcción elaborados dieron resultados que nos permiten clasificarlos de acuerdo a la norma INEN 3066, en cuanto a su resistencia mínima a la compresión en bloques de categoría C que son utilizados para alivianamiento de losas. Y en cuanto a las pruebas de absorción, según los resultados y el asesoramiento recibido en el laboratorio, de acuerdo a la norma aplicada; no hay un rango determinado de porcentaje de absorción para bloques de tipo B y C, pero para los bloques de tipo A deben tener máximo el 5% de absorción; con esa referencia el prototipo de bloque por sí solo no podría ser recomendado ya que tiene un elevado porcentaje de absorción.

4. No obstante, no se puede afirmar o negar que los bloques en combinación con otros recursos de la construcción podrían fortalecer sus características para ser utilizados de alguna forma. Sin embargo, de hacerse estudios posteriores queda la idea de realizar de manera empírica una prueba física de levantamiento de pared o un cerramiento para corroborar los resultados.

5. Vale aclarar que se realizó también un estudio químico al relave en un laboratorio certificado, en el mismo que nos asesoraron y nos mencionaron que el uso de materiales como el relave para la elaboración de bloques no tiene ningún efecto perjudicial o tóxico en la salud de las personas. Los riegos de contaminación y afectación química se dan cuando los lugares donde depositan

enormes cantidades de residuos mineros no están bien estructurados y muchas de las veces en época de lluvias presentan fugas, no resisten y se producen deslaves que contaminan todo a su paso.

6. Por otra parte, esta investigación da apertura a los investigadores y promueve la oportunidad de seguir ensayando el prototipo para encontrar la dosificación adecuada que pueda cumplir completamente con la norma ecuatoriana de la construcción.

7. Además, este proceso de investigación logró evidenciar los aprendizajes teóricos conceptuales, metodológicos y humanos adquiridos en la formación académica – profesional con la aplicación de una metodología acción-participación que nos ha dejado como experiencia un aprendizaje significativo que no sólo es un referente teórico-metodológico, sino, que fortalecerá la responsabilidad ambiental y contribuirá a una reflexión socio-profesional para salvaguardar la salud ambiental y social.

8. Finalmente consideramos que este proyecto investigativo es un precedente que servirá como pauta para quienes estén interesados en reutilizar estos materiales; para que se motiven a investigar, a buscar soluciones en el campo constructivo y se arriesguen a proponer nuevas ideas que beneficien a muchas familias que necesitan viviendas dignas. Incentivando una cultura de reciclaje y a su vez de concienciación social y ambiental al hacer perceptible que se puede innovar en el campo de la elaboración de elementos de construcción.

Parra (2017) en la tesis: Aprovechamiento de los Jales de la mina la Guitarra para la manufactura de paneles prefabricados ligeros. Instituto Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional, CIIDIR-UNIDAD DURANDO, México. La investigación realizada es de método experimental, el tipo de estudio de la presente investigación es aplicada porque la investigación estuvo orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la adherencia del jale minero y el mortero en la elaboración de paneles prefabricados. El nivel de investigación es el explicativo, porque los datos de la investigación fueron obtenidos por observación de fenómenos

condicionados por el investigador. Se utilizó la experimentación. Se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los jales provenientes de la Mina de plata la Guitarra, presentan características favorables para ser aprovechados como materia prima en la manufactura de paneles prefabricados ligeros, debido a su contenido de metales pesados que en encuentra por debajo de los LMP conforme a la normativa nacional mexicana.
2. Los objetivos del presente trabajo fueron alcanzados tomando en cuenta la normativa nacional mexicana oficial, además de las normas internacionales que hacen posible el mejoramiento y evaluación de una gran variedad de materiales, desde el punto de vista técnico. Sin embargo, desde el punto de vista ambiental, en México actualmente existen limitantes legislativas que carecen de un enfoque que fomente un tratamiento más eficiente de los residuos mineros.
3. El Presente trabajo integra el estudio de la actividad estabilizante del cemento portland para jales mineros con potencial de acidificación, que complementa los estudios que sustentan la encapsulación de metales pesados por los compuestos del cemento portland.
4. Las problemáticas significativas actuales, tienen perspectivas económicas y ambientales, tomando en cuenta los costos de producción y el beneficio ambiental, los PPL son una opción sustentable para evitar la confinación de los jales.

Paladines (2016) en la tesis: Fabricación de ladrillos a base de lodos de relaves de minas. Universidad Particular de Loja, Loja - Ecuador. La metodología que se utilizó para llevar a cabo la investigación fue de carácter experimental. De acuerdo a esto, se realizó diferentes etapas a lo largo de la investigación. La primera etapa fue la caracterización de la materia prima, la cual constó de un estudio físico, químico y mineralógico, además de una caracterización por atributos. El nivel de investigación es explicativo, el diseño de esta investigación es experimental. Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Lo ladrillos a base del proceso químico llamado geopolimerización preparados con una concentración de 15m de solución de NaOH tiene una alta resistencia mecánica comparada con los de 5m o 15m. Esto se debe a que una cantidad alta de concentración molar necesita un alto contenido de gramos de NaOH en la cantidad de agua destilada que se utilice para activar el proceso de geopolimerización.
2. Un aumento en la cantidad de contenido de solución de traduce en el uso de una mayor cantidad de solución de NaOH y de acuerdo a la concentración molar que se utilice la resistencia de los ladrillos aumentara. La cantidad óptima de contenido de solución fue del 26%.
3. La temperatura de moldeado es un factor importante, debido a que grandes cantidades de presión en los especímenes realizados hace que cierta cantidad de solución alcalina se desperdicie y por consiguiente no se desarrolle el proceso químico de manera óptima.
4. La temperatura de curado también tiene su efecto en el proceso de geopolimerización. Se observó que el FO aumenta con la temperatura, siendo favorable en ciertas condiciones en esta investigación la temperatura de curado óptima para la mezcla que se obtuvo fue de 120° C.
5. La materia prima obtenida del Sector "La Pituca II" se puede utilizar para la fabricación de ladrillos geo poliméricos con la utilización de las cantidades necesarias de las variables óptimas (contenido de solución, concentración molar, temperatura).
6. Los ladrillos elaborados con la mezcla óptima lograron resistencias mecánicas en muy corto tiempo (tres días con temperatura de curado), dando una media de 12 MPa en pruebas de resistencia a la compresión.
7. Los ladrillos elaborados mediante el relave de mina del sector "La Pituca II" fueron caracterizados mecánicamente solo por compresión simple y de acuerdo a los resultados estos presentan buenas características. Otras propiedades como el aislamiento acústico, resistencia al fuego, transmitancia térmica no fueron estudiados en esta investigación.

8. Se observó en el ensayo de Difracción de Rayos X (DXR) una disminución de los picos de la estructura cristalina debido a que mediante el proceso de geopolimerización hay una disolución parcial de los aluminosilicatos los cuales generan un gel geo polimérico en cual fortalece las uniones con las partículas que no se disuelven resultando en un aumento en la resistencia.

9. Debido a la temperatura utilizada, los procesos de sinterización no son requeridos como en los ladrillos fabricados artesanalmente. En endurecimiento de la pasta se logra a temperatura menores de los 200° C.

10. Los ladrillos elaborados por el proceso de geopolimerización tienen un beneficio medio ambiente con respecto a los ladrillos fabricados tradicionalmente debido a que para su producción no es necesario un consumo de alto en energía eliminando los gases de efecto invernadero producidos en su elaboración. Además de esto la cantidad de desecho de minería que es devuelta al medio ambiente causando contaminación, podrá ser aprovechada para la producción de ladrillos.

García (2015) en la tesis: Uso de residuos mineros de una mina de fe en la industria de la construcción. Universidad Nacional Autónoma De México, México. La investigación detalla el método experimental, el tipo de estudio de la presente investigación es aplicada porque la investigación estuvo orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones. El nivel de investigación es el explicativo-exploratorio, porque los datos de la investigación fueron obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Sellegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los terreros no son peligrosos de acuerdo a las pruebas de potencial de generación de drenaje ácido y sus concentraciones de EPT solubles están por debajo del límite establecido por la NOM-157-SEMARNAT-2009. Para el caso de los jales las concentraciones solubles de estos también están por debajo del límite establecido por esta norma; sin embargo, este si son potenciales generadores de drenaje ácido.

2. A pesar de que los jales a largo plazo generarán drenaje ácido, el cemento y los terreros funcionan como neutralizadores, neutralizando el drenaje ácido

3. Se elaboraron 2 tipos de concretos satisfactoriamente: hidráulico convencional que de acuerdo a su resistencia a la compresión pueden ser utilizados para viviendas de poca altura y el celular, el cual de acuerdo a su densidad tiene varios usos como: bloques y paneles de concreto para las capas externas de edificios, paredes divisoras, losas de concreto para techos y pisos.

4. Gracias a la gran versatilidad de los concretos, se pueden hacer diferentes diseños, según las necesidades de la obra, por lo que estos 2 tipos de concretos, son sólo un ejemplo de lo que se puede realizar con estos materiales considerados como residuos sin valor económico.

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Carhuamaca y Coras (2019) en su tesis titulada: "Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a  $F'c=175\text{kg/cm}^2$ , con fines ambientales", para optar el título profesional de Ingeniero civil, Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería. Huancayo - Perú. El objetivo general fue: determinar la influencia del relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a  $F'c=175\text{kg/cm}^2$ . El método de la investigación fue el científico, el tipo aplicada, el nivel explicativo - descriptivo, el diseño cuasi experimental, la población estuvo conformada por 96 testigos, el tipo de muestra fue aleatorio y la muestra estuvo conformada por 72 testigos. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se concluye que el empleo del relave minero como componente del agregado fino mejora las propiedades de resistencia del concreto mayor a  $F'c 175 \text{ kg/cm}^2$ , en la dosificación del diseño patrón como el de los diseños al 10%, 25% y 50% , para cada resistencia , según el análisis de varianza y el método tukey utilizado, demuestra que al 10% cumple la resistencia requerida según el E.60 y la ASTM C39, mientras que al 25% solo cumple la resistencia para el  $175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  y en una dosificación del 50% no cumple para ninguna resistencia, por lo cual esta dosificación no puede ser utilizada para ninguno de los tipos de construcciones mencionadas anteriormente.

2. Los componentes químicos del relave minero son el carbonato de calcio y magnesio 97.2 %, el óxido de silicio 1.1% y el carbonato de calcio 1.4 %, causaron efecto en las propiedades químicas del cemento ya que otorgan dureza y durabilidad al concreto.

3. La dosificación de diseño patrón y del relave minero en diferentes porcentajes (10%, 25% y 50%), no vario en la cantidad del agregado fino, grueso y el agua, el slump para el cual se diseñó se mantuvo, sino incidió significativamente en la reducción del porcentaje de cemento requerido para cada diseño, reemplazándolo por el relave minero.

4. El resultado de resistencia a compresión del diseño de mezcla patrón del f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> obtenido, utiliza en el concreto 9.390 kilos de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión los 28 días, de 420.735 kg/cm<sup>2</sup> que equivale al 100%, mientras adicionando relave minero (25%) en el diseño de mezclas obtenidas, utiliza 7.040 kilos de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días de 387.645 kg/cm<sup>2</sup> que equivale al 92.14 %, y al 50% del diseño con relave, es de 162.775 que equivale a 38.69%, del cual se puede concluir que las propiedades mecánicas mejora significativamente la resistencia hasta un 25% y mayores a este no cumple la resistencia requerida. Los resultados del análisis de varianza, por el método Tukey confirman que las propiedades mecánicas mejora significativamente la resistencia a la compresión, del porcentaje del relave hasta el 10% y con mayor significancia en el tratamiento F'c 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, el cual los diseño a y b son iguales, por ende, con cualquiera de estos dos tipos de diseño, se puede lograr la misma resistencia.

5. Se evaluó de acuerdo a los ensayos realizados de resistencia a la compresión para cada diseño y porcentajes, que estos debían ser utilizados para obras civiles, viales y complementarias.

Molina (2019) en su tesis titulada: "Aplicación de plumas de pollo en el concreto de losas aligeradas para viviendas unifamiliares", para optar el título profesional de Ingeniero civil, Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería. Huancayo - Perú. El objetivo general fue: Evaluar los efectos que produce la aplicación de plumas de pollo en el concreto de losas aligeradas para viviendas

unifamiliares. El método de la investigación fue el científico, el tipo aplicada, el nivel explicativo, el diseño cuasi experimental propiamente dicho, la población fue la vivienda unifamiliar construida en el Jr. 15 de setiembre S/N en el distrito de Pilcomayo con muestras aleatorias de la losa aligerada del segundo nivel de la edificación. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. Tras la evaluación de los efectos de la aplicación de plumas de pollo en el concreto se determina que éstos son positivos ya que mejoran las propiedades físicas (la exudación se reduce en 18%) y mecánicas del concreto (resistencia a la compresión de 336.77 kg/cm<sup>2</sup> en 28 días), asimismo se reduce las fisuras por retracción plástica en un 61%.

2. Después de analizar los efectos de las plumas en el concreto, se concluyeron que éstos fueron significativos ya que redujeron los espesores y longitudes de las fisuras por contracción plástica, la dosis 1 y 2 en 20%, las dosis 3 y 4 en 30% mientras que en las longitudes la dosis 1 redujo en un 40 %, la dosis 2 en un 44%, la dosis 3 en un 42% y la dosis 4 en un 61% con respecto al diseño patrón.

3. Al evaluar la aplicación de plumas de pollo en el concreto concluimos que su influencia es significativa en las propiedades físicas; para el asentamiento la dosis 1 disminuyó en 18%, la 2 en 25%, la 3 en 37% y la 4 en 62%, para el contenido de aire la dosis 1 se incrementó en 31%, la 2 en 38%, la 3 y la 4 en 44%, para el rendimiento la dosis 1 y 4 se incrementaron en 1%, en el caso del tiempo de fragua la dosis 4 se redujo en 16%, para la exudación la dosis 4 se redujo en 18%, efectivamente la aplicación de plumas en el concreto mejora las características físicas del mismo.

4. La influencia de las plumas de pollo en el concreto fue positiva, pues evaluada la resistencia a la compresión a los 7 días, la dosis 4 supera en 15%, a los 14 días la dosis 3 supera en 5% y para los 28 días las dosis 3 y 4 superan en 3% y 2% respectivamente (todos los resultados en relación a la dosis patrón) por lo que se evidencia la mejora las características mecánicas del concreto endurecido.

Pacheco (2017) en su tesis titulada: "Propiedades del Concreto en Estado Fresco y Endurecido", para optar el título profesional de Ingeniero civil, Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela profesional de

Ingeniería Civil. Moquegua - Perú. El objetivo general fue: Estudiar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. El método de la investigación fue el método científico, el tipo aplicada, el nivel descriptivo, el diseño experimental, la técnica utilizada la observación directa, el instrumento la guía de observación, tuvo como población, y como muestra el diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> establecido para la investigación. Los resultados de la investigación fueron la importancia de los ensayos, en estado fresco para el concreto. Llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se analizó las propiedades del concreto y en base a ello se ha deducido que los aportes a la tecnología de concreto han incrementado, sin embargo, esto no es suficiente ya que aún no se puede realizar un solo ensayo para pronosticar el comportamiento que tendrá el concreto, en estado fresco y endurecido. Es por esta razón que es necesario estar controlando los parámetros influyentes en el concreto para ambos estados.

2. Se ha podido identificar las propiedades del concreto, estas propiedades de muestran en el cuerpo de la investigación, en base a aquellas características más conocidas son; la trabajabilidad, la segregación, la exudación, la temperatura, la resistencia a la tracción y la resistencia a compresión.

3. Los resultados de los ensayos fueron, de la medición del asentamiento un resultado de 75 mm, este valor indica una gran consistencia plástica; de la medición de la densidad del concreto en su estado fresco se obtuvo un resultado de 2305 kg/cm<sup>2</sup>, este valor indica que está dentro de los valores normales; en cuanto a la resistencia a la compresión se obtuvo una resistencia de  $f'_c$  216 kg/cm<sup>2</sup> a los 29 días, cumpliendo con lo establecido que mínimamente debe ser 210 kg/cm<sup>2</sup>.

4. Con la presente investigación se elaboró tablas que sintetizan los ensayos requeridos para identificar las propiedades del concreto en sus dos estados, dichas tablas servirán de ayuda para cualquier conocedor del tema. Estas tablas se pueden encontrar en las tablas 20 y 22.

Curo y Rashuaman en (2015) En la tesis: Diseño de mezcla de concreto  $f'_c$  = 175kg/cm<sup>2</sup> adicionando relave minero de la relavera N° 09 - Acchilla-Cochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el Distrito de Lircay Provincia

de Angaraes - Huancavelica, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. La investigación detalla Según Oseda, D. (2008), el tipo de estudio de la investigación fue aplicada porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación buscó conocer para hacer y para actuar. El nivel de investigación fue el explicativo. Según Restituí D, S. (2002) las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo. El método de investigación es Experimental. El presente trabajo de investigación parte como necesidad de investigar la influencia del uso del relave minero en el: "diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes- Huancavelica". El diseño general fue el Pre Experimental. Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Con la adición del relave minero, a través de sus estudios físicos, en el método de diseño de mezcla A.C.I para concreto FC  $175 \text{ kg/cm}^2$  fue obtener la relación del módulo de fineza del agregado fino, con el módulo de fineza del relave minero, para luego calcular en base a ello la proporción del cemento.
2. El resultado de resistencia a compresión del diseño de mezcla patrón obtenido, utiliza en 1.00 M3 de concreto 7.306 bolsas de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días, de  $179.69 \text{ kg/cm}^2$  que equivale al 102.68 %. Mientras adicionando relave minero en el diseño de mezcla obtenida, utiliza en 1.00 M3 de concreto 6.131 bolsa de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días de  $173.95 \text{ kg/cm}^2$  que equivalente al 99.40 %.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Concreto estructural

(Pacheco, 2017), en su tesis denominada propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, menciona que es de vital importancia estudiar las propiedades del concreto fresco y los factores que la afectan, ya que la mayoría de las propiedades del concreto endurecido están íntegramente ligadas a sus

características en estado plástico, principalmente desde la etapa de mezclado hasta su conformación. Las propiedades del concreto estudiadas fueron: Trabajabilidad, Exudación, Densidad, Resistencia a la Compresión.

### 2.2.2. Cemento Portland

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto – IMCYC (2014) Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. Es en 1845 cuando se desarrolla el procedimiento industrial del cemento Portland moderno que con algunas variantes persiste hasta nuestros días y que consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300 °C produciéndose lo que se denomina el clinker, constituido por bolas endurecidas de diferentes diámetros, que finalmente se muelen añadiéndoseles yeso para tener como producto definitivo un polvo sumamente fino.

### 2.2.3. Mecanismo de Hidratación del Cemento.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto – IMCYC (2014) Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos. La velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener. Contrariamente a lo que se creía hace años, la reacción con el agua no une las partículas de cemento, sino que cada partícula se dispersa en millones de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación. Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación:

a) Plástico. -

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente. El primer elemento en reaccionar es el C3A , y posteriormente los silicatos y el C4AF , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el período latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula. En este estado se forma hidróxido de calcio que contribuye a incrementar notablemente la alcalinidad de la pasta que alcanza un PH del orden de 13.

b) Fraguado inicial. -

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos. Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo. En esta etapa la pasta puede remezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación.

c) Fraguado Final. -

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas.

d) Endurecimiento. -

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida.

#### 2.2.4. El Agua de Mezcla.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto – IMCYC (2014) El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- I. Reaccionar con el cemento para hidratarlo,
- II. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- III. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. En este sentido, es interesante distinguir el agua potable en términos de los requerimientos nominales establecidos por los organismos que regulan su producción y uso, y el agua apta para consumo humano, ya que los requerimientos aludidos normalmente son mucho más exigentes de lo necesario. Como dato interesante, es una evidencia que en el Perú muy pocas "aguas potables" cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos, sin embargo, sirven para el consumo humano y consecuentemente para el concreto, por lo que no debe cometerse el error de establecer especificaciones para agua que luego no se pueden satisfacer en la práctica. No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano sirven para preparar concreto y por otro lado

depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes. Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos etc.

#### 2.2.5. Los Agregados para Concreto

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto – IMCYC (2014) Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total, luego la calidad de estos tiene una importancia primordial en el producto final. La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad etc. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto. La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento.

#### 2.2.6. Propiedades Principales del Concreto Fresco.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto – IMCYC (2014) Lo define de la siguiente manera:

##### a) Trabajabilidad. –

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto

depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos 1/4" sobre el agregado grueso. El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo, debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual Slump, pero trabajabilidades notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo. Una práctica recomendada por el U.S. Bureau of Reclamation, consiste en que una vez concluida la determinación del Slump se procede a golpear con la varilla la plancha metálica de base, provocando el desmoronamiento del concreto lo que permite una estimación visual de la capacidad de acomodo al compactarlo. Se pueden observar 3 diseños de mezcla diferentes con proporciones de piedra/arenas muy disímiles (30/70,50/50,70/30) que al ser verificados con la prueba del Slump, manifiestan asentamientos iguales. Al golpear la base con la varilla de compactación tal como se mencionó, para estimar la trabajabilidad, se aprecian comportamientos completamente diferentes, por la forma que adopta el cono de concreto y la separación de gruesos y finos, lo que era previsible y que demuestra que el Slump es sólo una manera de detectar cambios en la uniformidad de las mezclas en relación a la cantidad de agua y/o la granulometría. Cuando en obra se controla la dosificación de las mezclas en peso, por lo que hay seguridad que se están midiendo los ingredientes de acuerdo al diseño, y además se corrige por absorción y humedad.

#### b) Segregación. -

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

#### c) Exudación.

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener. No debe caerse en el error de considerar que la exudación es una condición anormal del concreto, ni en la práctica indiscriminada usual de "secar" el concreto espolvoreando cemento en la superficie mientras aún hay exudación, ya que se origina una capa superficial muy delgada de pasta que en la parte inferior tiene una interfase de agua que la aísla de la masa original. En estas condiciones, al producirse la contracción por secado o cambios volumétricos por temperatura esta película delgada de pasta se agrieta, produciéndose el patrón de fisuración tipo panal de abeja, que los norteamericanos denominan "crazing". Si se espolvorea cemento cuando la exudación ha terminado, integrando la pasta con la mezcla original se logra reducir la relación Agua/Cemento en la superficie con resultados positivos en cuanto a durabilidad al desgaste.

#### d) Contracción. -

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de fisuración que acarrea con frecuencia. Ya hemos visto que la pasta de cemento

necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida. Esta propiedad se tratará con mucha amplitud al tocar el tema de los cambios volumétricos en el concreto, siendo lo fundamental en este Capítulo, el tener claro que el concreto de todas maneras se contrae y si no tomamos las medidas adecuadas indefectiblemente se fisura, y en muchos casos esta fisuración es inevitable por lo que sólo resta proveerla y orientarla.

#### 2.2.7. Propiedades Principales del Concreto Endurecido.

##### a) Elasticidad. -

En general, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "Módulo de elasticidad estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última. Los módulos de Elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 Kg/cm<sup>2</sup> y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto y en relación inversa con la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de Elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres. La norma que establece como determinar el Módulo de elasticidad estático del concreto es la ASTM C-469.

##### b) Resistencia. -

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades

adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto. Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto. Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 Kg/cm<sup>2</sup>, habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencias sobre los 700 kg/cm<sup>2</sup>. Tecnologías con empleo de los llamados polímeros, constituidos por aglomerantes sintéticos que se añaden a la mezcla, permiten obtener resistencias en compresión que bordean los 1,500 kg/cm<sup>2</sup>, y todo parece indicar que el desarrollo de estas técnicas permitirá en el futuro superar incluso estos niveles de resistencia.

c) Extensibilidad. -

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones. Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes. La microfisuración aparece normalmente alrededor del 60% del esfuerzo último, y a una deformación unitaria de 0.0012, y en condiciones normales la fisuración visible aparece para 0.003 de deformación unitaria.

#### 2.2.8. Relave Minero

Aguirre, 2018) Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. El relave está compuesto por material sólido de

tamaño muy pequeño, incluso menor al de la arena, y agua formando un compuesto similar al lodo.

#### 2.2.9. Fallas frecuentes en Presas de Relaves

El análisis de casos de falla históricos es el medio fundamental de aprendizaje y de avance del conocimiento en la ingeniería en general y de la ingeniería de presas especialmente. Identificar el mecanismo de rotura de una presa y comprender los factores y fenómenos que determinaron la falla, son procesos siempre fructíferos. Sin embargo, esto no siempre se puede hacer, fundamentalmente porque no es habitual tener acceso a toda la información necesaria para caracterizar el accidente. Frecuentemente, las fallas de presas de relaves se han manifestado como una inestabilidad o deslizamiento del talud exterior. Las características de estos deslizamientos son muy variadas. Por ejemplo, uno de los depósitos de relaves de la mina de platino de Bafokeng (Sudáfrica), tuvo un primer deslizamiento en 1973. Se inició con una superficie de deslizamiento típicamente circular, que afectó a un talud relativamente bajo (16 m) y de poca pendiente ( $24^\circ$ ), fallando el material netamente por corte. El material derramado, unos 40000 m<sup>3</sup>, fluyó hasta 40 metros del pie del talud y se detuvo con una pendiente de equilibrio de  $4^\circ$  (Figura 1). No se conocen cuáles fueron las causas de la falla. El ancho del deslizamiento (160 m), el relativamente pequeño volumen de relaves vertido y la corta distancia recorrida por el material, determinaron que las consecuencias de este accidente fueran mínimas. Sin embargo, poco menos de un año más tarde, en otro sitio de la misma presa, ocurriría una rotura que, como se verá más adelante, podría considerarse una de las mayores catástrofes en la historia de los almacenamientos de residuos mineros. En los ejemplos que se describen a continuación, se muestra que el factor disparador de la rotura puede ser de origen muy variado, pero que, en casi todos los casos, la operación hidráulica del depósito juega un papel determinante en el proceso de falla.

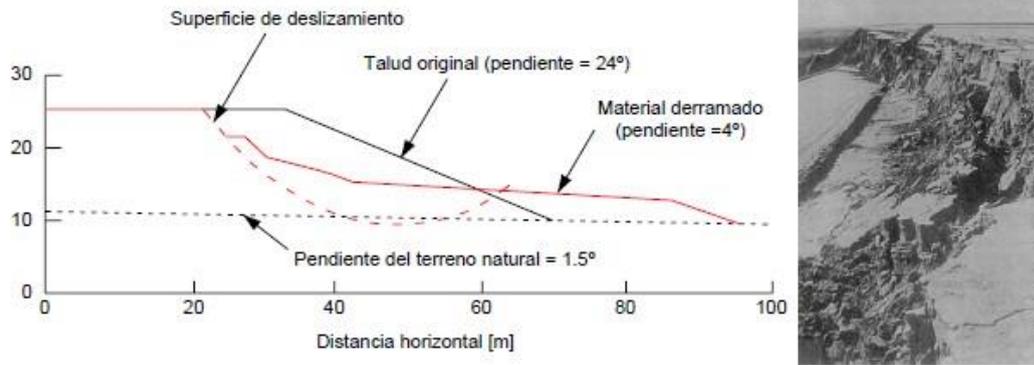


FIGURA 1. Primer deslizamiento de la presa de relaves de Bafokeng, Sudáfrica, 1973 (adaptado de Blight, 1997)

En el depósito de Saaiplaas, también ubicado en Sudáfrica, ocurrió una interesante secuencia de tres roturas sucesivas, en un periodo de menos de 5 días. El caso fue poco estudiado porque no afectó terrenos fuera de la mina. Se sabe que los deslizamientos fueron precedidos por lluvias ligeras durante la semana que anterior, que totalizaron 4,5 mm. Sin embargo, durante los dos días en que ocurrieron las dos primeras roturas, no llovió y además se sabe que no había agua acumulada sobre la superficie del depósito. En la noche de la tercera rotura llovió 19 mm. Esta lluvia pudo contribuir al deslizamiento, rellenando con agua las grietas de desecación y provocando un aumento rápido de la presión de poros. Un dato interesante, que indica un posible factor disparador de las roturas, fue el hecho de que, a lo largo del mes anterior, el ritmo de recrecimiento de la presa se había incrementado significativamente (2,8 metros de altura/año), en relación a los 1,8 m/año mantenidos desde el inicio de la construcción. En los dos bordes del depósito en que ocurrieron los deslizamientos (Figura 2), se sabe que el ritmo de recrecimiento fue aún mayor. Mediante el vertido de relaves desde los puntos señalados en la figura 2 como 1, 2 y 3, se intentaba mover la laguna de decantación, que se encontraba en una posición inadecuada (esquina Oeste del depósito), hacia el centro del depósito. Un ritmo de recrecimiento excesivo provoca un aumento de presión de poros, pues no se da tiempo al material para consolidar y disipar el exceso de presión de agua generado al aumentar la carga vertical. Esto pudo contribuir a desestabilizar los taludes de la presa. Además, el mismo hecho de que la laguna estuviera próxima a los bordes fallados indica que es probable que el nivel freático en la zona tuviera allí una cota elevada. Por otro lado, Blight (1997) notó que el tercer deslizamiento

provocó una falla de flujo de mayor extensión (ver en la figura 2 cómo los relaves llegan más lejos en la rotura del día 22) que las otras dos, posiblemente debido a que el material tenía un mayor contenido de agua y a que el terreno se encontraba mojado debido a la lluvia que precedió a la rotura. El material se detuvo al ser contenido por un dique destinado a almacenar el agua que se reutilizaba en el proceso minero. De no existir esa barrera, es probable que el flujo de los relaves vertidos hubiera alcanzado mayores distancias.

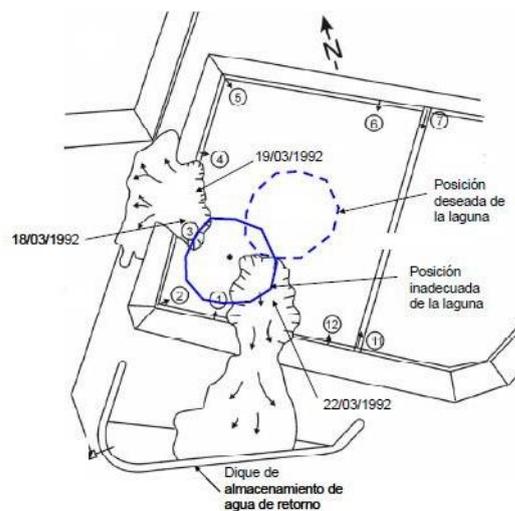


FIGURA 2. Secuencia de tres roturas de la presa de relaves de Saaiplaas, Sudáfrica, 1992 (adaptado de Blight & Fourie, 2003)

La falla de la presa de Arcturus en 1978 parece haber sido provocada por elevación del nivel freático a causa de las lluvias. Llama la atención la fuerte pendiente que tenía el talud, probablemente resultante de una colocación de los materiales sin ningún tipo de ingenierización (Figura 3). La pendiente del talud debía estar muy próxima al ángulo de reposo del material y probablemente la estabilidad dependía, en buena parte, de la cohesión aparente conferida al material por el agua capilar. La rotura fue precedida por un periodo de fuertes lluvias, pero estudios hidrológicos demostraron que la presa no pudo ser sobrepasada por el agua almacenada en la superficie del depósito. La explicación más probable para la rotura es que la inestabilidad fue el resultado de un talud que, en condiciones normales, estaba muy cerca de fallar, a lo que se sumó la acción desestabilizante de una rápida elevación del nivel freático a consecuencia de la lluvia y una pérdida de la cohesión aparente al ocurrir la saturación del material de la presa. Se escaparon del depósito unos 20000 m<sup>3</sup>

de relaves, que recorrieron una distancia de 300 metros. Como resultado de la avalancha resultó muerto un niño.

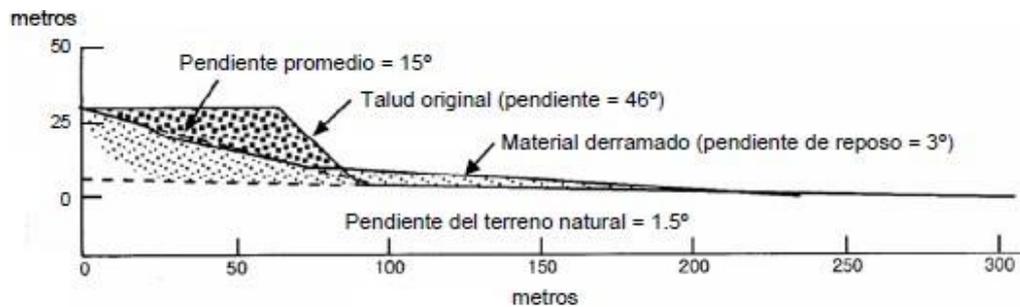


FIGURA 3. Falla de la presa de relaves de Arcturus, Sudáfrica, 1978. (adaptado de Blight, 1997)

El contraste con los casos reseñados hasta aquí, lo presentan los 84 depósitos de relaves abandonados en la Sierra de Cartagena (España). Uno de estos depósitos se puede ver en la figura 4. Se trata de residuos de la extracción de galena, blenda y pirita. Construidos con el método arcaico de recrecimiento mediante hincado de palos en el contorno (en su mayoría ya desintegrados), estos depósitos se mantienen estables por la cohesión aparente que les otorga el agua capilar y probablemente por algo de cementación debida a las sales precipitadas al evaporarse parte del agua contenida inicialmente. La pendiente de los taludes varía entre  $20^{\circ}$  y  $60^{\circ}$ , con un valor más frecuente de  $40^{\circ}$ . La humedad en el interior de estos depósitos no es tan baja como pudiera parecer a primera vista. Mediciones sobre muestras de sondeos realizados en 8 de estos depósitos, han dado valores de índice de saturación entre 75 y 80% (García, 2004). Sin embargo, la humedad en la superficie del talud es mucho menor. El grado de saturación en el primer metro de espesor, está entre el 40 y 60%. Estos valores de humedad se mantienen en el tiempo, fundamentalmente debido al clima semiárido (precipitación media anual = 285 mm), lo suficiente como para hacer que los taludes sean estables, al menos en lo que hace a las fallas por deslizamiento. Estos depósitos tienen otros problemas, relacionados con la pérdida de material por erosión. Se han medido valores de erosión entre 2 y 8 kg/m<sup>2</sup> de residuo, en un único episodio de lluvia de 60 L/m<sup>2</sup> (García, 2004). En la fotografía inferior derecha se aprecia, en un corte vertical, la estructura

estratigráfica singular, que adquieren estos depósitos a consecuencia del proceso de deposición.



FIGURA 4. Depósito de relaves “El Descargador”, de 50 m de altura. Sierra de Cartagena-La Unión, España.

#### 2.2.10. Fallas causadas por terremotos

Si se examinan las fallas de presas de relaves causadas por terremotos, también se descubre que, en muchos casos, el manejo hidráulico de esos depósitos jugó un papel determinante en la rotura. La presa El Cobre (Chile) llevaba 2 años fuera de uso al momento de su rotura y sólo se usaba periódicamente como depósito temporal de agua. Esto posiblemente determinó que el nivel de saturación en el depósito se mantuviera elevado, a pesar de que el vertido de relaves se hubiera detenido y al clima relativamente seco de la región. La presa tenía una altura de 35 m y era de recrecimiento hacia aguas arriba. El terremoto de La Ligua (28/03/1965), de  $M = 7.5$ , epicentro a 70 Km y profundidad focal 60 Km, provocó la falla por licuación de los relaves. Un millón trescientos mil metros cúbicos de lodo viajaron 12 Km valle abajo, provocando la destrucción de un pueblo y la muerte de 300 personas. A pesar de que la pendiente del terreno natural era bastante baja (sólo unos  $3^\circ$ ) la velocidad de la avalancha se estimó en unos 20 Km/h. La pendiente final de equilibrio de la superficie de los relaves vertidos fue de sólo  $3.5^\circ$ , lo que indica una bajísima resistencia residual del material.

Un caso más reciente de rotura causada por terremoto es el de la presa Tapo Canyon. La rotura ocurrió a consecuencia del terremoto de Northridge (California), en 1994. La falla permitió el escape de un importante volumen de residuos (135000 m<sup>3</sup>) que fluyeron por el cauce de un arroyo hasta unos 500

metros aguas abajo de la presa (Harder y Steward, 1996). Afortunadamente, por estar ubicada en una zona despoblada, no provocó víctimas ni otras pérdidas económicas importantes. Esta presa almacenaba material fino proveniente del lavado de áridos para una planta de hormigón. La forma en planta del depósito era aproximadamente triangular, tal como se observa en la fotografía aérea de la figura 5. El depósito, que había alcanzado una altura de 24 metros, se había iniciado en la depresión creada por la explotación de una antigua cantera. Sin embargo, la depresión no era originalmente un cuenco cerrado. Para facilitar el drenaje se había abierto un canal en la roca que desaguaba en un arroyo vecino, que corre paralelo al borde sudoeste. Al comenzar el vertido de residuos, dicho canal se cerró con material rechazado de la explotación. Luego, la presa continuó recreciéndose hacia aguas arriba con el mismo material. Al momento de la falla, la presa llevaba dos años inactiva, ya que se había detenido su recrecimiento y el vertido de relaves. Sin embargo, en la mitad este, se realizaba el lavado de los camiones mezcladores de hormigón, vertiendo restos de hormigón, que formaron una costra superficial de un grosor considerable. En la mitad oeste del depósito existía una laguna, donde se acumulaba el agua del lavado de los camiones, de manera que a lo largo del borde fallado (sudoeste), la laguna se encontraba en contacto directo con la presa. La zona de la presa en donde se produjo la rotura, había presentado ya problemas de filtraciones y de estabilidad, por lo que poco tiempo antes se le había adosado una berma de refuerzo de 180 metros de longitud.



FIGURA 5. Presa Tapo Canyon antes de su rotura.  
(FOTO: Northridge Collection, EERC, University of California, Berkeley)

El terremoto de Northridge de magnitud 6.9 en la escala de Richter, tuvo su epicentro a 21 km. de la presa, provocando en el sitio una aceleración máxima estimada entre 0.3 y 0.4g. La rotura ocurrió unos 10 minutos después de terminado el movimiento sísmico. El movimiento indujo la licuación del material de la presa y de los residuos almacenados, que se encontraban saturados debido a la presencia de la laguna. Esto produjo una brecha de unos 60 metros de ancho por la que escaparon los relaves licuados (Figura 6). Es probable que la falla se haya iniciado en la zona del antiguo canal de desagüe, con la licuación del material de tapón y que ello haya provocado la falla en cadena de resto de la presa y la licuación de los residuos. El flujo de residuos licuados fue capaz de transportar a lo largo de varios cientos de metros varios bloques de hormigón de tamaño considerable (de hasta 200 toneladas), provenientes de la costra superior formada a partir de los restos vertidos con el lavado de los camiones y que se quebró en trozos al fallar la presa.



FIGURA 6. Rotura de la Presa Tapo Canyon causada por el Terremoto de Northridge en 1994.  
(FOTO: Northridge Collection, EERC, University of California, Berkeley)

#### 2.2.11. Fallas causadas por sobrepaso, tubificación y erosión

Las fallas por sobrepaso, tubificación o erosión ocurren en las presas de relaves de manera similar a las presas de embalse de materiales sueltos. Ambos tipos de presa son igualmente sensibles a estos problemas. Sin embargo, las circunstancias que desencadenan estos mecanismos de falla en las presas de relaves son diferentes a las de una presa de embalse. La hidrología de una presa de relaves, está condicionada por el hecho de que, por razones de protección

del medio ambiente, el agua almacenada, y aun la que ingrese accidentalmente en la presa, no se puede verter al medio. Si la presa es de tipo anular, el único aporte de agua que puede recibir es el de las precipitaciones, pluviales o níveas, que caigan sobre el depósito. Si, en cambio, el depósito está ubicado en un valle, con una presa de cierre por el costado de aguas abajo, entonces en las previsiones hidrológicas habrá que tener en cuenta el área de captación de la cuenca y el volumen de agua que puede generar una lluvia o deshielo. En algunas presas de este tipo se construyen estructuras de desvío (canales o tuberías) para evitar que el agua de escurrimiento superficial ingrese en el depósito. Un ejemplo interesante de falla por sobrepaso es el de la presa de Merriespruit (Sudáfrica), ocurrida en 1994. El caso fue descrito por Fourie y Papageorgiou (2001) y Fourie et al (2001). La presa era de tipo anular con planta rectangular y almacenaba relaves de un proceso de extracción de oro. Tenía al momento de su rotura 31 metros de altura y su construcción había comenzado 16 años antes. El recrecimiento se hacía hacia aguas arriba, utilizando los mismos relaves como material de construcción, permitiendo su secado para favorecer su consolidación por acción de las fuerzas capilares. El exceso de agua que se acumulaba en el centro de la presa se evacuaba a través de una tubería hacia un depósito intermedio, para luego ser reutilizada en el proceso de extracción. Debido a que la demanda de agua del proceso de extracción era variable y a una inadecuada capacidad del depósito intermedio, era habitual que un volumen importante de agua quedara almacenado sobre el depósito. En el mismo sitio donde se produjo la rotura, la presa había presentado problemas de filtración y de inestabilidad en el pie del talud. En 1991 se colocó, como medida paliativa, una berma de escollera. Casi un año antes de ocurrir la falla, el llenado del depósito fue suspendido. Sin embargo, el vertido de relaves continuó de forma esporádica y también ocurrieron escapes de relaves desde un depósito vecino que seguía en operación. Puesto que estos vertidos ocasionales ocurrieron siempre en el mismo costado del depósito, la laguna de decantación fue empujada gradualmente hacia el borde opuesto (el que luego fallaría). Una foto satelital obtenida 3 semanas antes de la falla muestra que la laguna se encontraba en contacto directo con la presa y lejos de la toma de la tubería de decantación, impidiendo toda posibilidad de extraer los excesos de agua. No se conoce la altura de resguardo al momento de la falla, pero se estima que era

escasa. La falla de la presa de Merriespruit se inició con una tormenta de lluvia que aportó 50 litros/m<sup>2</sup>. Si bien la falla ocurrió por la noche y por lo tanto se conocen pocos detalles, se ha llegado a la conclusión de que el mecanismo que inició la falla fue el sobrepaso (Fourie et al, 2001). La brecha dejó escapar 600000 m<sup>3</sup> de relaves que fluyeron a lo largo de 3 Km (Figura 7), donde fueron detenidos por un lago ornamental. El pueblo vecino de Merriespruit fue inundado con una ola de lodo que alcanzó 2,5 metros de altura destruyendo varias casas y matando a 17 personas.

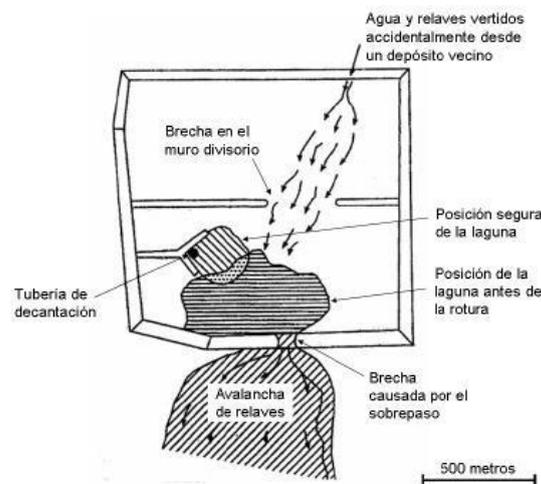


FIGURA 7. Falla de la presa de Merriespruit por sobrepaso (adaptado de Blight & Fourie, 2003).

El mecanismo de rotura que se infiere en el caso de Merriespruit se explica en la figura 8. El agua vertiendo por el coronamiento erosionó la cara exterior del talud iniciando una brecha de erosión retrocedente. Es posible que pequeños deslizamientos locales aceleraran el proceso de erosión. El vertido continuado de agua erosionó también el material de estos deslizamientos acumulados al pie del talud. Al desaparecer la estructura de soporte exterior, donde el material era más resistente, los relaves más finos y con elevado contenido de agua del centro del depósito, comenzaron a ser sometidos a tensiones de corte crecientes. Puesto que todo este proceso sucedió relativamente rápido, el aumento de las tensiones aplicadas sobre los relaves ocurrió en condiciones prácticamente no drenadas. Fourie y Papageorgiou (2001) realizaron ensayos no drenados del material almacenado en la Presa de Merriespruit, encontrando que para las densidades y niveles de confinamiento que existían en la presa, su

comportamiento es de tipo contractivo y por lo tanto potencialmente licuable. En un determinado momento, el proceso descrito provocó que la resistencia de pico no drenada del material fuera superada. A partir de ese momento, el mecanismo de falla progresiva pudo acelerar la rotura. El resultado fue lo que se conoce como “licuación estática” de los relaves. Este mecanismo es común a diferentes tipos de rotura de presas de relaves. La inestabilidad, que se inicia localmente, se extiende a una gran masa de relaves, que escapa a través de la brecha, en forma de líquido viscoso.

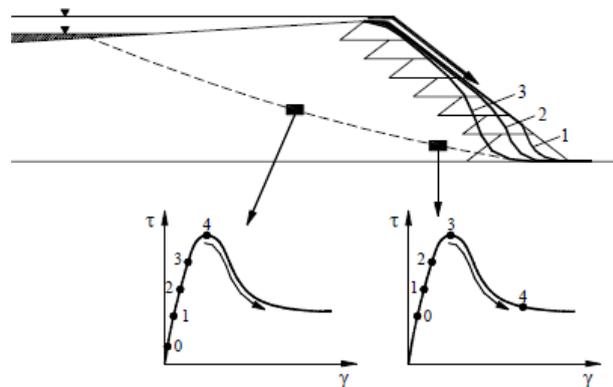


FIGURA 8. Mecanismo de rotura por sobrepaso

En la mañana del 11 de noviembre de 1974, la presa de relaves de platino de Bafokeng, tuvo una segunda rotura. El depósito ocupaba un área de 85 Ha, tenía una altura de 20m y almacenaba unos 17 millones de m<sup>3</sup>. Contrariamente a lo que sucedió en la primera falla, esta vez se escaparon a través de la brecha unos 3 millones de metros cúbicos de relaves en forma de lodo. La avalancha arrasó la estructura de uno de los piques de la mina y arrastró equipos y vehículos. Parte de los relaves inundaron el pozo, provocando la muerte de 12 trabajadores. A 4 Km de la brecha, la avalancha tenía 800 metros de ancho y 10 metros de altura. Luego la corriente de lodo se encauzó en un valle fluvial. Un tercio del volumen vertido quedó esparcido a lo largo del camino de la avalancha y los otros dos tercios fueron detenidos por un reservorio de agua, distante a 42 Km de la presa. Esta segunda rotura de Bafokeng fue precedida por una fuerte lluvia en la madrugada del 11 de Noviembre, en la que se estima cayeron 75 mm en dos horas. El depósito No. 1 estaba dividido en dos por un muro en diagonal, tal como se indica en la figura 9. La localización de las lagunas en ambas partes del depósito No.1, el día anterior a la falla, se indican también en la misma figura. El

nivel de agua en la laguna más pequeña se encontraba unos 2 metros más baja que en la mayor. Cuando los trabajadores llegaron a las 7:00 de la mañana del 11 de noviembre, se encontraron con que el nivel de agua en ambas lagunas había aumentado peligrosamente a consecuencia de la lluvia. Inmediatamente intentaron bajar el nivel de rebalse de las torres de decantación (Figura 9b) y además, desde el muro divisorio de los depósitos 1 y 2, mediante una pala cargadora, comenzaron a acopiar material seco en la esquina este del depósito No. 1 para “empujar” la laguna pequeña lejos de la presa. A las 8:45 ocurrió el sobrepaso del muro diagonal que separaba las dos partes del depósito No.1. A consecuencia de esto el nivel de agua en la laguna más pequeña se elevó súbitamente. Hubo un sobrepaso poco extenso del muro divisorio entre el depósito No. 1 y el 2, en los puntos indicados en la figura 9.b. Sin embargo, el flujo no era muy rápido y por ello la rotura no progresó en ese punto. El operario de la pala continuó acopiando material. Según las estimaciones posteriores, la revancha en el dique exterior, donde luego se formó la brecha, estaba entre 1.2 y 1.75 metros. En ningún momento el dique exterior fue sobrepasado. A las 10:15 se observó que a  $\frac{2}{3}$  de la altura del talud exterior apareció un chorro de agua. El agujero por donde salía el chorro se agrandó rápidamente y el chorro se convirtió en un curso de agua corriendo por el talud. Por sobre la zona de la filtración aparecieron dos o más grietas en el talud, que se extendieron hacia el coronamiento formando una cuña con el vértice hacia abajo. De esta zona empezaron a caer bloques que fueron arrastrados por la cada vez más fuerte corriente de agua. Se formó una depresión en el coronamiento, que finalmente fue sobrepasado. La brecha formada se amplió rápidamente hasta alcanzar un ancho de 130 m.

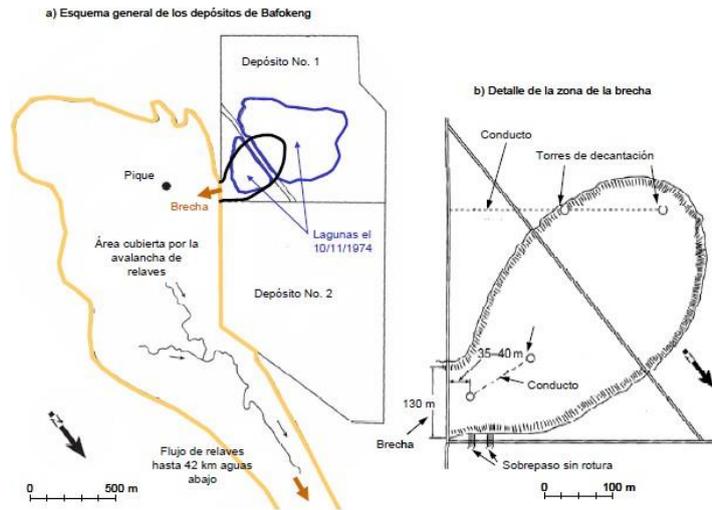


FIGURA 9. Características y consecuencias de la segunda rotura de la presa de Bafokeng. (adaptado de Blight & Fourie, 2003).

El mecanismo de rotura de la presa de Bafokeng se ha inferido en base a datos y testimonios disponibles. Parece seguro que la falla no ocurrió por sobrepaso, al menos en un primer momento. El chorro de agua que apareció en el talud sugiere una falla por tubificación. El disparador de este proceso pudo ser un nivel freático demasiado elevado, causado por las lluvias y por una laguna demasiado próxima a la presa. Blight (1997) señala otros posibles factores que pudieron contribuir al desarrollo de este mecanismo de falla. Se observó una notable estratificación del depósito en la zona próxima a la presa: estratos de arena de 200 a 500 mm de espesor alternados con lentes discontinuos de arcilla de 20 mm. Esto indudablemente produjo una fuerte anisotropía en la permeabilidad, factor que pudo conducir a tener niveles freáticos colgados que afloraron en el talud. Otro posible factor desencadenante de la rotura pudo ser la falla de las torres de decantación, en particular la más cercana a la presa (Figura 9 b), que sólo distaba 30-40 m del borde fallado. La falla pudo ocurrir por exceso de carga hidráulica, durante el brusco aumento de nivel de agua embalsada en la laguna pequeña. También hay que tener en cuenta las vibraciones producidas por la pala cargadora trabajando sobre la presa hasta el último momento, que pudo producir la licuación de una zona de la presa saturada.

### 2.2.12. Fallas causadas por problemas en estructuras auxiliares

De acuerdo a la colección de casos históricos recogida en el Boletín 121 del ICOLD (2001), la mayor cantidad de incidentes originados en las estructuras auxiliares se deben a fallas en los sistemas de decantación del agua sobrenadante del depósito. Tal como se ilustra en la figura 9.b, la instalación más habitual consiste en una o más chimeneas o torres de decantación en las que el nivel de rebalse se va elevando gradualmente a medida que el depósito crece en altura. Una tubería que corre por el fondo del depósito lleva el agua desde la base de la chimenea hacia el exterior. Es bastante frecuente la falla de estos conductos, lo que deriva en filtraciones de agua desde la tubería hacia el cuerpo del depósito, con los consiguientes efectos indeseables de humedecimiento, elevación del nivel freático, etc.; o bien la creación de una vía de escape para los relaves de poca consistencia. Como ejemplo interesante de falla iniciada por un problema en una tubería de decantación, se puede citar el del complejo de presas de relaves de Stava (Italia), cuyo colapso ocurrió en 1985. El complejo estaba constituido por dos presas adyacentes, aguas arriba de la otra, construidas a través del valle de un pequeño río, cuyo destino era almacenar los residuos del proceso de extracción de una mina de fluorita. La pendiente del valle era bastante fuerte (12 a 16°) y las presas se apoyaron directamente sobre materiales morrenicos y fluvio-glaciales con pobre drenaje. En 1962 comenzó la construcción de la presa inferior, mediante el método de recrecimiento de aguas arriba. Se utilizaron hidrociclones para separar la fracción gruesa, que se destinaba al recrecimiento de la presa, de la fracción fina que se vertía al depósito para que decantara. La pendiente del talud exterior era de 32°. El agua sobrenadante se extraía mediante un conducto de decantación de hormigón de 200 mm de diámetro apoyado directamente sobre el suelo natural. El conducto seguía la dirección de la pendiente natural y su boca de toma estaba ubicada en el punto del depósito más alejado de la presa. El conducto se iba prolongando hacia aguas arriba y las bocas de toma se iban taponando, a medida que la altura del depósito crecía (Figura 10.a). En 1969, cuando la presa inferior alcanzó 26 metros de altura, se detuvo su llenado y se comenzó la construcción de una segunda presa inmediatamente aguas arriba del borde del depósito de relaves creado con la primera presa. El sistema de recrecimiento utilizado fue el de la

línea central. Esto trajo consigo el inconveniente de que el pie del nuevo talud fue gradualmente apoyándose en la playa formada por los relaves del depósito inferior. La pendiente proyectada para el talud de la nueva presa fue inusualmente empinada ( $40^\circ$ ). De hecho, la pendiente de proyecto nunca se pudo materializar en obra, quedando el talud con un ángulo de  $39^\circ$  respecto de la horizontal, que sólo se pudo mantener utilizando una cobertura protectora de césped. Este detalle sugiere que la pendiente del talud de la presa superior estaba próxima al ángulo de reposo del material. Se instaló un conducto de decantación de diseño similar al utilizado en el depósito inferior. Este conducto descargaba en reservorio formado por la presa inferior, que pasó a trabajar como estanque de clarificación de las aguas, que luego se vertían al río. Como no se había previsto ningún sistema de by-pass para las aguas superficiales que naturalmente escurrían del valle, estas ingresaban también al reservorio creado por la presa superior. Estas circunstancias hacían que, de forma casi permanente, la superficie de ambos depósitos estuviera totalmente cubierta de agua. Por otra parte, tampoco se previó sistema alguno para favorecer el drenaje inferior del depósito ni de su fundación. Incluso se sabe que, dentro del área de implantación de los depósitos, existían originalmente vertientes y que no se tomó ninguna previsión especial para conducir esta agua. En 1975 la presa superior alcanzó la altura final de proyecto, que era de 19 metros sobre la fundación. Se planeó entonces continuar su construcción hasta los 34 metros de altura, para lo cual se dejó una berma de cuatro metros de ancho y se reinició el recrecimiento, ahora utilizando el método de aguas arriba y con una pendiente de  $34^\circ$  con la horizontal. Al momento de la falla la presa superior había alcanzado los 29.5 metros de altura.

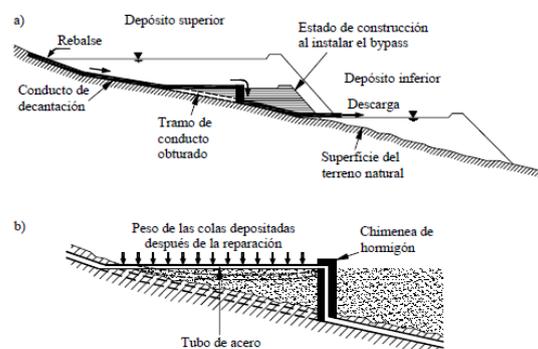


FIGURA 10. Problemas con el conducto de decantación de las presas de Stava (Italia, 1985), que actuaron probablemente como mecanismo disparador de la rotura (adaptado de Chandler y Tosatti, 1995)

Contando con todas las circunstancias enumeradas, es fácil pensar que aún bajo condiciones normales de operación, ambos depósitos se encontraban muy próximos a la falla. La primera mitad del año 1985 se caracterizó por un clima más lluvioso que el normal. De enero a junio llovieron 465 mm comparados con los 365 que se registran como pluviometría media anual en el sitio. El 15 de Julio de 1985 ocurrió el colapso de la presa superior y la masa de residuos que escapó de ella provocó el inmediato colapso en cadena de la presa inferior. La avalancha de lodo avanzó por el valle a una velocidad estimada de 30 km/h, hasta alcanzar el pueblo de estaba ubicado 500 metros aguas abajo. Allí produjo la destrucción de dos hoteles y varias casas. Luego, una masa un poco más fluida de agua y sedimentos, continuó descendiendo por el valle a lo largo de 3 km y a una velocidad estimada de 90 km/h. Varias casas más resultaron destruidas o dañadas en esta zona. En total se perdieron 268 vidas. Chandler y Tosatti (1995) propusieron como factor más probable de inicio de la falla, la fuga de agua del conducto de decantación del depósito superior. A un cierto punto de la construcción de la presa, este conducto se obstruyó. Para solucionar el inconveniente se construyó un by-pass. Esto se hizo mediante un tubo de acero horizontal que se acopló al extremo libre del conducto de decantación. Excavando los relaves depositados hasta descubrir un tramo de conducto más allá de la obstrucción, se construyó una chimenea que conectaba el otro extremo del tubo de acero con el conducto de decantación. La instalación se ilustra en la figura 10. El tubo de acero estaba directamente apoyado sobre la superficie de los relaves recientemente vertidos. Luego, cuando el depósito continuó creciendo, el tubo quedó inmerso en la masa de relaves. Los relaves son bastante compresibles y bajo el peso de las nuevas capas vertidas, el tubo pudo flexionarse hacia abajo y, en un cierto momento, su extremo pudo ser arrancado de la chimenea (Figura 10.b). Esto permitió que el agua transportada por el tubo escapara directamente a los relaves almacenados, haciendo que la superficie freática en ese sitio se elevara. De hecho 6 meses antes de la falla, habían ocurrido un deslizamiento y un hundimiento en el talud lateral de la presa superior, no muy lejos de donde se encontraba el mencionado by-pass. El hecho estuvo asociado a que la tubería de decantación del reservorio superior se había obstruido en la boca de salida por congelamiento, haciendo que toda la tubería se llenara de agua, lo que debe haber provocado que un gran volumen de agua

escapara por la tubería rota, saturando la masa de relaves. En la figura 11 se muestra, de acuerdo a los análisis de estabilidad realizados por Chandler y Tosatti (1995), cuan sensible era la estabilidad del talud de la presa superior, ante una elevación de la superficie freática.

### 2.3. Definición de términos

- Aditivo: Es un material diferente del agua, del cemento y los agregados, y es empleado como componente del concreto, que puede ser añadida antes o durante el proceso de mezclado con el fin de modificar sus propiedades. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Agregado liviano: Es un tipo de Agregado con una densidad seco y suelto de 1100 kg/m<sup>3</sup> o menos. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Agregado Fino: Material proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz (3/8). (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Agregado Grueso: Es el agregado que es retenido por el tamiz N.º 4, obtenido de la desintegración natural o mecánica de las rocas. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Arena: Denominado también como agregado fino, proveniente de la desintegración natural de las rocas. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Cemento: Es denominado como un material pulverizado el cual se emplea adicionándole una conveniente cantidad de agua, obteniéndose una pasta aglomerante con la propiedad de endurecer, tanto bajo el agua como en la exposición del aire; a este concepto no se incluye las cales hidratadas, aéreas y yesos. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Concreto: Es considerado como una mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso, y agua, el cual puede incluir algún tipo de aditivo. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Columna: Elemento estructural la cual cumple la relación entre altura y menor dimensión lateral mayor a tres, cuya función es resistir las cargas axiales

de las edificaciones. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Concreto estructural liviano: Es una mezcla donde es usado principalmente el agregado liviano, el cual cumple con las características especificadas en la norma de referencia. Así también un concreto liviano sin arena natural se llama concreto liviano en todos sus componentes y un concreto liviano en el que todo el agregado fino sea arena de peso normal se llama concreto liviano con arena de peso normal.

➤ Concreto de Peso Normal: Se le denomina a los concretos que posean un peso aproximado de 2300 Kg/m<sup>3</sup>. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Concreto Ciclópeo: Es un concreto que toma como base al concreto simple en cuya masa se adicionan piedras grandes. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Concreto de Cascote: Este concreto es una mezcla de cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Concreto Premezclado: Este concreto es dosificado en planta, el cual puede ser mezclado en la misma planta o camiones mezcladores, y posteriormente transportado a obra. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Concreto Preesforzado: Es el concreto con fines estructurales al cual se le ha introducido esfuerzos internos con la finalidad de reducir los esfuerzos de tracción, causado por las estructuras. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Compresión: Es denominado a la acción de comprimir un material, bajo la aplicación de una carga axial. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

➤ Grava: Es el agregado grueso que se obtiene de la desintegración natural de los materiales pétreos, el cual es hallado en lechos de ríos en depósitos naturales. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

- Humedad: Es la cantidad de agua en el suelo o material expresado en porcentaje. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Losa: Es un elemento estructural de espesor menor a sus otras dimensiones, comúnmente usado como techo o piso. Es encontrado de forma horizontal y puede ser armado en una o dos direcciones, según el tipo de apoyo, También usado como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Módulo De Finura: Es denominado como un numero empírico el cual es obtenido sumando los porcentajes retenidos de los tamices y dividiendo el resultado entre 100. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Testigo: Se denomina a la muestra cilíndrica de concreto o mezcla bituminosa. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)
- Viga: Es denominado como un elemento estructural el cual trabaja fundamentalmente a flexión y corte. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009)

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis General

El relave minero influiría significativamente en las propiedades del concreto estructural - Huancayo.

### 2.4.2. Hipótesis Especificas

- a) El relave minero influiría negativamente en la trabajabilidad del concreto estructural – Huancayo.
- b) El relave minero influiría positivamente en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.
- c) El relave minero influye de manera positiva en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo

d) El relave minero incide de manera negativamente en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X) Relave Minero

Suspensión fina de sólidos en líquido, formando una pulpa, conformados por el material del yacimiento in-situ y la extracción del mineral y se desechan en las plantas de concentración húmeda de especies minerales y estériles que han experimentado una o varias etapas en circuito de molienda fina. Ramírez (2007)

Variable dependiente (Y) Concreto estructural

“Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado”. (Reglamento Nacional de Edificaciones E.060 – Concreto Armado, 2009, p. 414)

### 2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X) Relave Minero

Aguirre, 2018) Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. El relave está compuesto por material sólido de tamaño muy pequeño, incluso menor al de la arena, y agua formando un compuesto similar al lodo.

Variable dependiente (Y)- Concreto estructural

(Pacheco, 2017), en su tesis denominada propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, menciona que es de vital importancia estudiar las propiedades del concreto fresco y los factores que la afectan, ya que la mayoría de las propiedades del concreto endurecido están íntegramente ligadas a sus características en estado plástico, principalmente desde la etapa de mezclado hasta su conformación. Las propiedades del concreto estudiadas fueron: Trabajabilidad, exudación, rendimiento, resistencia a la compresión.

### 2.5.3. Operacionalización de Variables.

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Definición Operacional	Indicadores	Ratios	Categoría	Escala	Instrumento
Variable Independiente Relave Minero	Suspensión fina de sólidos en líquido, formando una pulpa, conformados por el material del yacimiento in-situ y la extracción del mineral y se desechan en las plantas de concentración húmeda de especies minerales y estériles que han experimentado una o varias etapas en circuito de molienda fina. Ramírez (2007)	Composición Química	Aguirre, 2018) Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. El relave está compuesto por material sólido de tamaño muy pequeño, incluso menor al de la arena, y agua formando un compuesto similar al lodo.	1. Carga Máxima Soportada	kg	Aceptable/No aceptable	Nominal	Ficha de recolección de Datos
				2. Área Sección Transversal	cm <sup>2</sup>	Aceptable/No aceptable	Nominal	
Variable Dependiente Propiedades del Concreto Estructural	(Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 – Concreto Armado, 2009), Todo concreto utilizado con propósitos estructurales, incluyendo al concreto simple y al concreto armado. Donde la resistencia mínima especificada es 21 Mpa y la máxima 55 Mpa.	Trabajabilidad	(Pacheco, 2017), en su tesis denominada propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, menciona que es de vital importancia estudiar las propiedades del concreto fresco y los factores que la afectan, ya que la mayoría de las propiedades del concreto endurecido están íntegramente ligadas a sus características en estado plástico, principalmente desde la etapa de mezclado hasta su conformación. Las propiedades del concreto estudiadas fueron: Trabajabilidad, Exudación, Densidad, Resistencia a la Compresión.	1. Revenimiento o Asentamiento	pulg	Aceptable/No aceptable	Nominal	
		Exudación		1. Porcentaje de Exudación	%	Aceptable/No aceptable	Nominal	
		Rendimiento		1. Contenido de Aire	%	Aceptable/No aceptable	Nominal	
				2. Peso unitario	kg/m <sup>3</sup>	Aceptable/No aceptable	Nominal	
		Resistencia a la Compresión		1. Carga Máxima Soportada	kg	Aceptable/No aceptable	Nominal	
				2. Área de sección transversal	cm <sup>2</sup>	Aceptable/No aceptable	Nominal	

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Método de Investigación

EL método general será el método científico, así mismo los métodos específicos serán deducción e inducción y los particulares serán la observación y la medición, los métodos específicos se interesan por la comprensión general para entender el comportamiento específico, además los particulares se interesan por identificar las cualidades y características del hecho y al mismo tiempo manipular las variables.

##### a) Tipo de Investigación

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio será Aplicada, en vista de que se usarán conceptos ya estudiados con anterioridad en investigaciones pasadas, que servirán de referencia en lo que respecta al marco teórico.

### 3.3. Nivel de Investigación

El estudio por el nivel de profundidad será Explicativo, se manifiesta porque “permite explicar la causa y efecto de la variable independiente (Relave minero) y variable dependiente (propiedades del concreto estructural)”

### 3.4. Diseño de Investigación

El diseño metodológico por la naturaleza del estudio será Experimental – Puro; porque la investigación se apoya en la observación de fenómenos provocados o manipulados en campo siendo una situación de control donde se manipulará de manera intencional, la variable independiente - causa (Relave Minero) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una variable dependiente - efecto (propiedades del Concreto Estructural).

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Población y Muestra

Una población debe situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. En ese sentido la muestra será una parte representativa de la población. Según el RNE E.060 Concreto Armado, menciona que deben obtenerse dos muestras representativas para la determinación de la resistencia del concreto. En la presente investigación se realizarán 5 dosificaciones para establecer el comportamiento del relave minero en el concreto estructural respecto a un diseño patrón (clásico), de estas 5 dosificaciones se obtendrán en total 10 probetas de concreto, más 2 probetas del diseño patrón, los cuales servirán para realizar las mediciones de las dimensiones de este trabajo de investigación. Así también es preciso mencionar que el relave minero será obtenido de la ciudad de Cerro de Pasco.

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

#### 3.6.1. Técnica de recolección de datos.

Las técnicas de recopilación de datos serán fuentes documentales y los diversos ensayos normalizados en el EM 2000 - MTC, además de las fichas técnicas.

### 3.6.2. Instrumento de recolección de datos.

Para las técnicas de recolección de datos se emplearán: Procedimiento cualitativo: Se usará la estadística descriptiva e inferencial para explicar las razones de las diferencias o similitudes encontradas entre las viviendas autoconstruidas de la muestra. Procedimiento cuantitativo: Se realizará la codificación y evaluación de los gráficos obtenidos en función al tema, efectuando comparaciones entre las viviendas autoconstruidas de la muestra. Y para el análisis de datos cualitativos como cuantitativos el proceso esencial consiste en estructurar e interpretar los datos recolectados en campo, así como su integración y discusión conjunta, de los que surgirán gráficos estadísticos a fin de determinar los resultados de esta tesis.

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizará la siguiente técnica de investigación: Se trabajará cuadros y figuras estadísticas. - Las figuras y cuadros servirán para presentar en forma ordenada el análisis de las variables. Se usarán los siguientes softwares SPSS - 23, Excel, que permitirán procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección.

### 3.8. Aspectos éticos de la investigación

Los aspectos éticos de esta investigación contienen los siguientes principios fundamentales, respeto a la persona y a la personalidad, principio que se extiende a la dignidad e intimidad del individuo, sus creencias religiosas, su inclinación política, las prácticas derivadas de la pertenencia cultural, su capacidad de autodeterminación, la buena fe que expresan los individuos, la justicia que rige las relaciones entre las instancias involucradas, los investigadores y las personas participantes en el estudio, la proporcionalidad y razonabilidad que permitan sopesar la idoneidad del estudio, la no maleficencia dirigida a evitar riesgo o perjuicio que puedan sufrir los sujetos participantes o incluso los investigadores, la honestidad dada en la comunicación transparente entre las partes involucradas dentro de la investigación, no ejecutar la investigación que afecten negativamente la calidad de vida, la seguridad y la integridad de la población vulnerable y dependiente.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de Resultados

##### 4.1.1. Descripción de Resultados por Indicadores

###### A. Asentamiento del Concreto (Slump)

El trabajo realizado en campo para obtener el Asentamiento (Slump) ha tenido como referencia al manual de ensayo de materiales EM – 2000, específicamente al MTC E 705. Se procedió a obtener una muestra representativa de concreto que se colocaba en obra, para posteriormente emplearlo en el cono. Con la ayuda de un cucharón de metal se vertió el concreto hasta  $\frac{1}{3}$  del total de la altura del cono, y se compactó con 25 golpes con una varilla lisa. Finalmente, completado todo el volumen del cono con el procedimiento mencionado, se enrasó y se midió el Slump de cada muestra según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultado Slump según porcentaje de relave añadido.

SLUMP RECOMENDADO PARA DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCION ACI 211.1 – 91		Asentamiento del Concreto (Slump)											
Tipos de Construcción	Slump – cm (Inch)	PATRON		13%		14%		15%		16%		17%	
	Máximo - Mínimo	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Muros de Subestructura sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7.5 (3") - 2.5 (1")												
Vigas y muros	10 (4") - 2.5 (1")												
Columnas	10 (4") - 2.5 (1")	3.3	3.4	2.7	3.0	3.2	3.0	2.1	2.1	3.1	3.2	3.2	3.3
Pavimentos y losas	7.5 (3") - 2.5 (1")												
Concreto masivo	7.5 (3") - 2.5 (1")												

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 1 muestra que el Slump presentado en obra varía según la adición de relave minero, la cual siendo comparado con los valores recomendados por el ACI 211.1 – 91, ha cumplido con los valores mínimos y máximos, se debe tener en consideración que el Slump o asentamiento del concreto es un valor que está relacionado directamente con las propiedades del concreto en estado endurecido, por lo que el mal manejo de este indicador puede llevar al concreto a presentar cangrejeras y de esta manera reducir el valor de resistencia a la compresión requerida en campo.

#### B. Porcentaje de Exudación

Para obtener la exudación de cada uno de los especímenes se ha tenido como referencia MTC E 713 – EM 2000, es preciso mencionar que la finalidad de este ensayo es determinar la cantidad relativa de agua que exuda una muestra fresca de concreto. El procedimiento del ensayo consiste en realizar mediciones constantes de la exudación del concreto en estado fresco en intervalos de tiempo establecidos. Para posteriormente con la ayuda de cálculos matemáticos obtener el volumen total de agua de exudación.

Tabla 2. Resultado exudación del concreto fresco

	DISEÑO PATRON	OPTIMO 13%
PESO MUESTRA + RECIPIENTE	12.063	12.408
PESO RECIPIENTE	2.166	2.166
PESO MUESTRA	9.897	10.242
AGUA ACUMULADA DE EXUDACIÓN		
Masa Total de la Mezcla (Kg)	27.000	27.417
Masa neta del agua en la mezcla (Kg)	2.33	2.33
Masa de la muestra (Kg)	9.897	10.242
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	854.07	870.40
Volumen total de agua de exudación (gr)	26.30	15.80
<b>EXUDACIÓN</b>	<b>3.079%</b>	<b>1.82%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 2 detalla la exudación que se ha obtenido para el diseño patrón como para el óptimo que es de 13%, al compararse dichos valores se puede ver que el diseño patrón presenta una mayor exudación respecto al ensayo realizado para el concreto con adición de relave minero. La disminución de exudación en la probeta con adición de relave se debe a que el material adicionado absorbe más contenido de agua y por consecuencia la exudación final de la muestra es menor. Este indicador también se refleja en las demás propiedades del concreto fresco y endurecido.

#### C. Rendimiento - Contenido de Cemento - Contenido de aire

La metodología de ensayo para obtener el rendimiento, contenido de aire y peso unitario fueron obtenidos del manual de ensayo de materiales EM – 2000, específicamente de MTC E 714, donde nos menciona que el rendimiento se define como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales componentes.

Tabla 3. Resultado del rendimiento, contenido de aire y peso unitario

	DISEÑO PATRON	OPTIMO 13%
Contenido de Aire	1.81%	1.19%
Rendimiento	0.1201 m <sup>3</sup> /bolsa	0.1183 m <sup>3</sup> /bolsa
Peso unitario	2292.8 kg/m <sup>3</sup>	2363.4 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 3 muestra los resultados reportados por el laboratorio para los indicadores de rendimiento, contenido de aire y peso unitario. Como se observa en el cuadro podemos notar valores inferiores del espécimen con el 13

% añadido en los indicadores contenido de aire y rendimiento, sin embargo, en el peso unitario el valor para el diseño patrón es mayor al del espécimen ensayado con 13% de relave minero.

#### D. Carga Máxima Soportada - Área de sección transversal

Para obtener los resultados de los indicadores carga máxima y área de sección transversal, se ha utilizado el ensayo Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos - MTC E 704, dicho ensayo de ha realizado en el laboratorio CISAC PERU

Tabla 4. Resultado del ensayo de resistencia a compresión

	PORCENTAJE											
	13%		14%		15%		16%		17%		PATRON	
Muestra	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Resistencia a la compresión	378	381	373	327	263	281	348	339	311	324	337	370
Promedio	379.5		350.0		272.0		343.5		317.5		353.5	

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 4 muestra el resultado de las roturas de probetas que se realizaron en laboratorio, como se observa se realizaron 5 iteraciones para ver el óptimo contenido de relave minero en el concreto, y también se realizó un diseño típico o patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se realizaron 2 probetas por cada porcentaje de relave adicionado a la mezcla de concreto para posteriormente promediar los resultados, este procedimiento esta explicado en el reglamento nacional de edificaciones, específicamente en el capítulo E 060 Concreto armado, también se realizaron los procedimientos para el rotulado de cada probeta.

#### 4.1.2. Descripción de Resultados por Dimensiones

##### A. Trabajabilidad

Tabla 5. Resultados por Dimensiones - Trabajabilidad

Dimensión – Trabajabilidad			
	Slump - Campo	Slump Recomendado	Cumple (✓) /No cumple (X)
Adición de 13%	2.9	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓
Adición de 14%	3.1	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓

Adición de 15%	2.1	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓
Adición de 16%	3.2	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓
Adición de 17%	3.3	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓
Diseño Patrón	3.4	Columnas/Max 4" – Min 1"	✓

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Mediante el ensayo de asentamiento o Slump realizados para cada muestra de la investigación se ha establecido, que las 5 pruebas realizadas han sido favorables en comparación a los valores recomendados por el ACI 211.1 – 91. Es preciso mencionar que este ensayo indica la capacidad que tiene el concreto en adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniendo su homogeneidad con un mínimo de vacíos. La consistencia de cualquier concreto es modificada esencialmente por las variaciones de agua en la mezcla.

## B. Exudación

Tabla 6. Resultados por Dimensiones - Exudación

	DISEÑO PATRON	OPTIMO 13%
<b>AGUA ACUMULADA DE EXUDACIÓN</b>		
Masa Total de la Mezcla (Kg)	27.000	27.417
Masa neta del agua en la mezcla (Kg)	2.33	2.33
Masa de la muestra (Kg)	9.897	10.242
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	854.07	870.40
Volumen total de agua de exudación (gr)	26.30	15.80
<b>EXUDACIÓN</b>	<b>3.079%</b>	<b>1.82%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 6 nos muestra los resultados comparativos entre ambos valores de exudación, como se puede ver el diseño patrón presenta más exudación, esto es un indicador de que el material en estudio presenta buenas características de cohesión; como es bien conocido una de las patologías que más presenta el concreto en estado fresco es la exudación.

## C. Rendimiento

Tabla 7. Resultados por Dimensiones – Rendimiento

	DISEÑO PATRON	OPTIMO 13%
Rendimiento	0.1201 m <sup>3</sup> /bolsa	0.1183 m <sup>3</sup> /bolsa

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La tabla 7 muestra los resultados comparativos de la dimensión, rendimiento, el cual cómo podemos ver, el concreto realizado con adición de 13% de relave minero rinde menos respecto al diseño patrón. Esto se debe a que el concreto con adición de relave va a ser un concreto con menor contenido de agua libre de mezcla con material cementante y agregado y en consecuencia presenta un menor volumen.

#### D. Resistencia a la Compresión

Tabla 8. Resultados por Dimensiones - Resistencia a la Compresión

Dimensión – Resistencia a la Compresión				
	Resistencia a la Compresión		F'c PATRON - 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Cumple (✓) /No cumple (X)
	Valor en (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Adición de 13%	378	379.5	353.5	✓
	381			
Adición de 14%	373	350.0	353.5	X
	327			
Adición de 15%	263	272.0	353.5	X
	281			
Adición de 16%	348	343.5	353.5	X
	339.0			
Adición de 17%	311	317.5	353.5	X
	324			

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Para obtener la resistencia a la compresión de cada muestra se ha considerado 2 probetas por cada muestreo en base a lo especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones en el Capítulo E.060 – Concreto Armado, donde menciona que para obtener la resistencia a la compresión se debe tener un promedio de dos muestras elaboradas con el mismo concreto y ensayadas a los 28 días. Habiéndose realizado los ensayos se determinó que solo un promedio de muestreo correspondiente a 13% supera al diseño patrón.

#### 4.1.3. Descripción de Resultados por Objetivos

Tabla 9. Resultados por Objetivos

Variable Independiente	Variable Dependiente	Influencia/Diseño Patrón
X - Relave Minero	Y - Propiedades del Concreto Estructural	Positiva (✓) /Negativa (X)
X - Relave Minero	Y1 - Trabajabilidad	✓
X - Relave Minero	Y2 - Exudación	✓
X - Relave Minero	Y3 - Rendimiento	✓
X - Relave Minero	Y4 - Resistencia a la Compresión	✓

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: En base a lo detallado en la tabla N°9 se observa que la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural es positivo debido a que los principales indicadores y dimensiones estudiados en esta investigación cumplen con las normativas existentes, así también es preciso mencionar la dimensión de la exudación y rendimiento han mostrado valores inferiores al diseño patrón, sin embargo, el investigador de la presente tesis ha visto por conveniente darle un valor de influencia positivo, ya que como se ha explicado anteriormente a pesar que son valores inferiores al diseño patrón, los resultados mostrados favorecen al comportamiento final del concreto.

## **CAPITULO V**

### **5. ANALISIS Y DISCUSIÓN RESULTADOS**

Según los objetivos formulados se tienen:

En relación al objetivo general, evaluar la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural - Huancayo, según los resultados mostrados en la tabla 9, el relave minero a través de todas sus características físicas estudiadas influye positivamente en las propiedades del concreto estructural; y que según el RNE – E.060 (2009), menciona que el concreto elaborado con fines estructurales debe tener una resistencia a la compresión no menor de 210 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente la prueba de hipótesis nos muestra que el hormigón influye positivamente en las propiedades del concreto estructural.

En relación al objetivo específico, establecer el efecto que produce el relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural – Huancayo, según los resultados mostrados en la tabla 9, el relave minero a través del análisis de la trabajabilidad se determinó que influye positivamente en las propiedades del concreto estructural; y que según lo detallado en la tabla muestra un claro decremento del nivel de slump estándar del concreto, finalmente la prueba de hipótesis nos muestra que la variable hormigón influye positivamente en la trabajabilidad del concreto estructural.

En relación al objetivo específico, indicar como afecta el relave minero en la exudación del concreto estructural – Huancayo, según los resultados mostrados en la tabla 9, el relave minero a través del análisis de la exudación se determinó que influye positivamente en el concreto estructural; y que según la tabla en referencia el nivel de la exudación ha disminuido lográndose controlar los niveles de agua que no fueron mezclados correctamente en el proceso de fabricación de concreto, finalmente la prueba de hipótesis nos muestra que la variable hormigón influye positivamente en la impermeabilidad del concreto estructural.

En relación al objetivo específico, indicar la influencia del relave minero en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo, según los resultados mostrados en la tabla 9, el relave minero a través del análisis del relave minero se determinó que influye positivamente en el concreto estructural; y que según lo mostrado en la tabla se puede ver un rendimiento menor por bolsa de cemento frente al diseño patrón ensayado, sin embargo, se ha determinado que este valores positivo para el concreto estructural ya que mejora la resistencia final requerida, finalmente la prueba de hipótesis nos muestra que la variable hormigón influye directa y positivamente en la resistencia a compresión del concreto estructural.

En relación al objetivo específico, determinar el nivel de incidencia del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo, según los resultados mostrados en la tabla 9, el relave minero a través del análisis de la resistencia a la compresión se determinó que influye positivamente en el concreto estructural; y que según RNE – E.060 (2009), menciona que el concreto elaborado con fines estructurales no deben ser menor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente la prueba de hipótesis nos muestra que la variable hormigón influye directa y positivamente en la resistencia a compresión del concreto estructural.

## CONCLUSIONES

1. A través de la evaluación de cada objetivo específico desarrollado en la investigación se concluyó que existe una influencia positiva del relave minero en las propiedades del concreto estructural, debido a que las propiedades en estado fresco (trabajabilidad – exudación - rendimiento) y endurecido (resistencia a la compresión) presentan valores promedios superiores a los especificados en el diseño patrón.
2. Se estableció el efecto positivo del relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural, teniendo como fundamento el resultado del ensayo de asentamiento el cual se muestra en la tabla 9, mostrando indicadores dentro de los parámetros estándar según a lo especificado en el ACI 211.1 – 91.
3. Se indicó la influencia positiva del relave minero en la exudación del concreto estructural, considerando que al realizar el ensayo presenta un menor porcentaje de exudación, esto es un indicador que reflejado con la resistencia a la compresión logran un mayor valor de resistencia.
4. Se determinó la influencia positiva del relave minero en el rendimiento del concreto estructural, considerando que al realizar este ensayo se obtuvo un valor menor al del patrón, se considera una influencia positiva ya que dicho valor nos indica que todos los elementos que componen un concreto estructural están aportando toda su capacidad para finalmente obtener un concreto según la resistencia requerida inicialmente.
5. Se indicó la influencia positiva del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural, considerando que al realizar este ensayo se obtuvo una resistencia de 379.5 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, este resultado es mayor que el diseño patrón, el cual alcanzo una resistencia de 353.5 kg/cm<sup>2</sup>, la comparativa de resultados se muestra en la tabla 9.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los profesionales técnicos de construcción civil, utilizar el relave minero para la construcción de elementos estructurales como, columnas, vigas, losas, etc. El concreto elaborado con relave minero según esta investigación proporciona una mayor resistencia al concreto.
2. Se recomienda a los ingenieros civiles que laboran como proyectistas, residentes y supervisores, a controlar en todas las etapas, la calidad y proveniencia de los materiales utilizados en obra, como es el caso del asentamiento o Slump.
3. Se recomienda utilizar un mismo proveedor de cemento portland para que la mezcla de concreto sea uniforme en cuanto al tiempo de fraguado y de esta forma evitar pérdidas en materiales o insumos para el concreto estructural.
4. Se recomienda a la sub gerencia de desarrollo urbano de la Municipalidad Provincial de Huancayo, a realizar inspecciones en las edificaciones en proceso de construcción y verificar la calidad de los materiales utilizados, ya que de caso contrario las viviendas realizadas con materiales inadecuados presentan un riesgo para la sociedad en general. En base a que la presente investigación ha demostrado la importancia de la calidad de cada material en la elaboración del concreto estructural expresado finalmente en la resistencia a la compresión a 28 días, el cual recomienda mínimamente  $210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos estructurales.
5. Se recomienda al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, apoyar investigaciones que promuevan el estudio del relave minero, visto que, en la región central del país por su propia actividad económica, se puede hallar con facilidad este material y sería óptimo mejorar sus propiedades mediante modelos matemáticos para su posterior empleo y de esta forma darle un mejor manejo en lo que respecta la resistencia a la flexión, visto que se ha demostrado mediante ensayos que este material es muy cohesivo y mejora las propiedades del concreto estructural.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Afuso, M.A (2017), *Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y tres Sótanos ubicado en el distrito de Barranco* (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
2. Corral, R (2011), *Evaluación del desempeño en resistencia y durabilidad de concretos con características de sustentabilidad* (Tesis doctoral) Universidad autónoma de Sinaloa, Chihuahua, México.
3. Hernández, S (5ta ed.), (2010), *Metodología de la Investigación*. México: McGraw – HILL/ Interamericana Editores S.A
4. Izaguirre, I.R (2017), *La construcción informal en las laderas de los cerros y sus efectos en la seguridad de los pobladores del distrito Independencia, Lima 2016* (Tesis de postgrado) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
5. *Manual de ensayo de materiales* (2016); Lima, Perú: Ministerio Transportes y Comunicaciones.
6. Morales, V.M (2015), *Estudios de concretos de alta durabilidad* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional Autónoma De México, Ciudad de México, México.
7. Pacheco, L.M (2017), *Propiedades del Concreto En Estado Fresco Y Endurecido*, (Tesis de pregrado) Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
8. Peralta, A.J (2016), *Evaluación y ventajas de una albañilería confinada construida con ladrillos artesanales y otra con industriales en la provincia de Huancayo*, (Tesis de pregrado), Universidad Continental, Huancayo, Perú.
9. *Reglamento Nacional de Edificaciones* (2016); Capítulo E.030 Diseño Sismoresistente. Lima, Perú: Ministerio Vivienda Construcción y Saneamiento.
10. *Reglamento Nacional de Edificaciones* (2009); Capítulo E.060 Concreto Armado. Lima, Perú: Ministerio Vivienda Construcción y Saneamiento.

ANEXOS

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO – JUNIN.</b>				
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipotesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
<p>Problema General: ¿Cuál es la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural – Huancayo?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>a) ¿De qué manera influye el relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural – Huancayo?</p> <p>b) ¿Cómo afecta el relave minero en la exudación del concreto estructural – Huancayo?</p> <p>c) ¿Cómo influye el relave minero en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo?</p> <p>d) ¿Cuál es el nivel incidencia del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar la influencia del relave minero en las propiedades del concreto estructural - Huancayo.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a) Establecer el efecto que produce el relave minero en la trabajabilidad del concreto estructural - Huancayo.</p> <p>b) Indicar como afecta el relave minero en la exudación del concreto estructural – Huancayo.</p> <p>c) Indicar la influencia del relave minero en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo</p> <p>d) Determinar el nivel de incidencia del relave minero en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.</p>	<p>Hipótesis General: El relave minero influiría significativamente en las propiedades del concreto estructural - Huancayo.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>a) El relave minero influiría negativamente en la trabajabilidad del concreto estructural – Huancayo.</p> <p>b) El relave minero influiría positivamente en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.</p> <p>c) El relave minero influye de manera positiva en el rendimiento del concreto estructural - Huancayo</p> <p>d) El relave minero incide de manera negativamente en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Huancayo.</p>	<p>Variable independiente (X) Relave Minero (Aguirre, 2018) Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. El relave está compuesto por material sólido de tamaño muy pequeño, incluso menor al de la arena, y agua formando un compuesto similar al lodo.</p> <p>Variable dependiente (Y) Concreto estructural (Pacheco, 2017), en su tesis denominada propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, menciona que es de vital importancia estudiar las propiedades del concreto fresco y los factores que la afectan, ya que la mayoría de las propiedades del concreto endurecido</p>	<p>Método: Método Científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Población - Muestra: Una población debe situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo. En ese sentido la muestra será una parte representativa de la población. Según el RNE E.060 Concreto Armado, menciona que deben obtenerse dos muestras representativas para la determinación de la resistencia del concreto. En la presente investigación se realizarán 5 dosificaciones para establecer el comportamiento del relave minero en el concreto estructural</p>

			<p>están íntegramente ligadas a sus características en estado plástico, principalmente desde la etapa de mezclado hasta su conformación. Las propiedades del concreto estudiadas fueron: Trabajabilidad, exudación, rendimiento, resistencia a la compresión.</p>	<p>respecto a un diseño patrón (clásico), de estas 5 dosificaciones se obtendrán en total 10 probetas de concreto, más 2 probetas del diseño patrón, los cuales servirán para realizar las mediciones de las dimensiones de este trabajo de investigación. Así también es preciso mencionar que el relave minero será obtenido de la ciudad de Cerro de Pasco.</p>
--	--	--	---	--

FOTOS DE APLICACIÓN



Se aprecia el relave en su proceso de secado, para este procedimiento se tomó aproximadamente 1 semana, solamente fue secado con la exposición del sol



Se aprecia el relave minero en su proceso final de secado, el cual fue usado para la elaboración de las distintas probetas de concreto.



Se puede observar el proceso de ensayo para determinar el Slump o asentamiento del concreto realizado con el relave en estudio.



Podemos ver la medición del asentamiento, para lo cual se usó un flexómetro y la varilla lisa que requiere este ensayo.



Se aprecia las probetas después del desencofrado, se realizó 2 probetas por cada serie en estudio.



Se logra visualizar el roturado de cada una de las probetas elaboradas para el presente proyecto de investigación.



Se aprecia la resistencia obtenida para la probeta en estudio, la cual ha sido procesado en el cuerpo de la investigación.



Como se puede ver en la imagen las roturas de probetas de realizo en el laboratorio de suelos CISACPERU quienes cuentan con una adecuada calibración en sus equipos,

DISEÑO DE MEZCLA/CERTIFICADO DE LABORATORIO



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

## ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

(DISEÑO DE MEZCLA)

**PROYECTO**

**“INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN  
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO  
ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE  
HUANCAYO, PROVINCIA DE  
HUANCAYO, REGION JUNIN”**

**CLIENTE**

**BACH. ING. CIVIL MIGUEL  
TORPOCO MENDOZA**

**HUANCAYO - 2020**

**- HUANCAYO - PERU - 2020 -**



cisacperu.eir@gmail.com cisacperu.eir@gmail.com

cisacperu.eir@gmail.com cisacperu.eir@gmail.com

PROYECTO: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO - HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN  
CLIENTE: MIGUEL TORPOCO MENDOZA  
MATERIAL: ARENA GUALES - PIEDRA (CANTONAL) - CEMENTO PORTLAND  
ANTE DIA: URCUTUNA  
ASUNTO: CONTENIDO DE HUMEDAD





**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# DISEÑO DE MEZCLA

## $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

PROYECTO: INFLUENCIA DEL REFRIGERANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO-HYO-JUNTA  
ELABORADO POR: MIGUEL TORPILLO MENDOZA  
FECHA: 05/06/2018  
LUGAR: ORLUTOGUA  
OBJETIVO: CONTENIDO DE HUMEDAD





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Diseño de Mezcla	: ACI - 211
-	: -
-	: -

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Diseño (F'c)	: 210 kg/cm2
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA / CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01 / M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO Y FINO
				Estructura	: VARIOS

MATERIALES		
ITEM	DESCRIPCION	PROCEDENCIA / ESPECIFICACION
01	Cemento	PORTLAND ASTM / TIPO I / MARCA - ANDINO
02	Arena Gruesa	CANTERA ORCOTUNA
03	Piedra Chancada	CANTERA ORCOTUNA
04	Agua	-
-	-	-
-	-	-

DATOS DE LABORATORIO						
	PESO ESPECIFICO DE MASA	PESO UNITARIO COMPACTADO	PESO UNITARIO SUELTO	% ABSORCION	% HUMEDAD	MODULO DE FINEZA
Cemento	3.15	-	-	-	-	-
Arena Gruesa	2.54	1,785.00	1,657.00	1.58	3.47	2.90
Piedra Chancada	2.65	1,605.00	1,460.00	0.91	0.21	6.96
Agua	1.00	-	-	-	-	-
Aditivo 01	-	-	-	-	-	-
Aditivo 02	-	-	-	-	-	-

VALORES DE DISEÑO		
	Asentamiento "SLUMP"	= 3" - 4" (pulg.)
	Resistencia de Diseño (F'c)	= 210.00 kg/cm2
	Resistencia de Diseño Requerido (F'cr)	= 294.00 kg/cm2
	Tamaño Máximo Nominal	= 3/4 " (pulg.)
	Requerimiento Aprox. de Agua de Mezclado	= 205.00 lt/m3
	Cantidad Aprox. de Aire Atrapado	= 2.00 %
	Relación Agua - Cemento (A/C)	= 0.56
	Cantidad de Cemento	= 366.00 kg/m3
	Volumen de Agregado Grueso por Volumen Unitario de Concreto	= 0.61
	Agregado Grueso	= 979.00 kg
	Agregado Fino	= 735.00 kg

VOLUMEN ABSOLUTO		
	Cemento	= 366.00 kg/m3
	Arena Gruesa	= 735.00 kg/m3
	Piedra Chancada	= 979.00 kg/m3
	Agua	= 205.00 lt/m3
	Aditivo 01	= 0.00
	Aditivo 02	= 0.00

AJUSTES POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS		
	Peso Humedo de la Arena Gruesa	= 761.00 kg/m3
	Peso Humedo de la Piedra Chancada	= 981.00 kg/m3
AGUA LIBRE		
	Agua Libre de la Arena Gruesa	= -13.86 lt/m3
	Agua Libre de la Piedra Chancada	= 6.83 lt/m3

Observaciones : -----  
 (\*) Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



**Números de Contacto:**  
 Of.: (064) 750 083  
 Cel.: 938 555 895  
 Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
 Oficina Psje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
 Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
 Email: cisacperu.ehr@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
 Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Diseño de Mezcla	: ACI - 211
-	: -
-	: -

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: 210 kg/cm2
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA / CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01 / M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO Y FINO
				Estructura	: VARIOS

PROPORCIONES EN PESO (CORREGIDO POR HUMEDAD)

		=		
-	Cemento	=	366.00	kg/m3
-	Arena Gruesa	=	761.00	kg/m3
-	Piedra Chancada	=	981.00	kg/m3
-	Agua	=	198.00	lt/m3
-	Aditivo 01	=	0.00	-
-	Aditivo 02	=	0.00	-

DISEÑO TEORICO HUMEDO

-	Relacion Agua - Cemento (a/c)	=	0.56	-
-	Cemento Corregido	=	354.00	kg/m3

Cemento	: Arena Gruesa	: Piedra Chancada	/	Agua (lt/bolsa)
1.00	: 2.15	: 2.77	/	23.77

PROPORCIONES EN PESO

		Bolsa	=		
-	Cemento		=	42.50	kg
-	Arena Gruesa		=	91.38	kg
-	Piedra Chancada		=	117.73	kg
-	Agua		=	23.77	lt
-	Aditivo 01		=	0.00	-
-	Aditivo 02		=	0.00	-

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

Números de Contacto:

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

Centros de Atención:

Oficina: Paje. Los Olivos s/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

Dirección Electrónica:

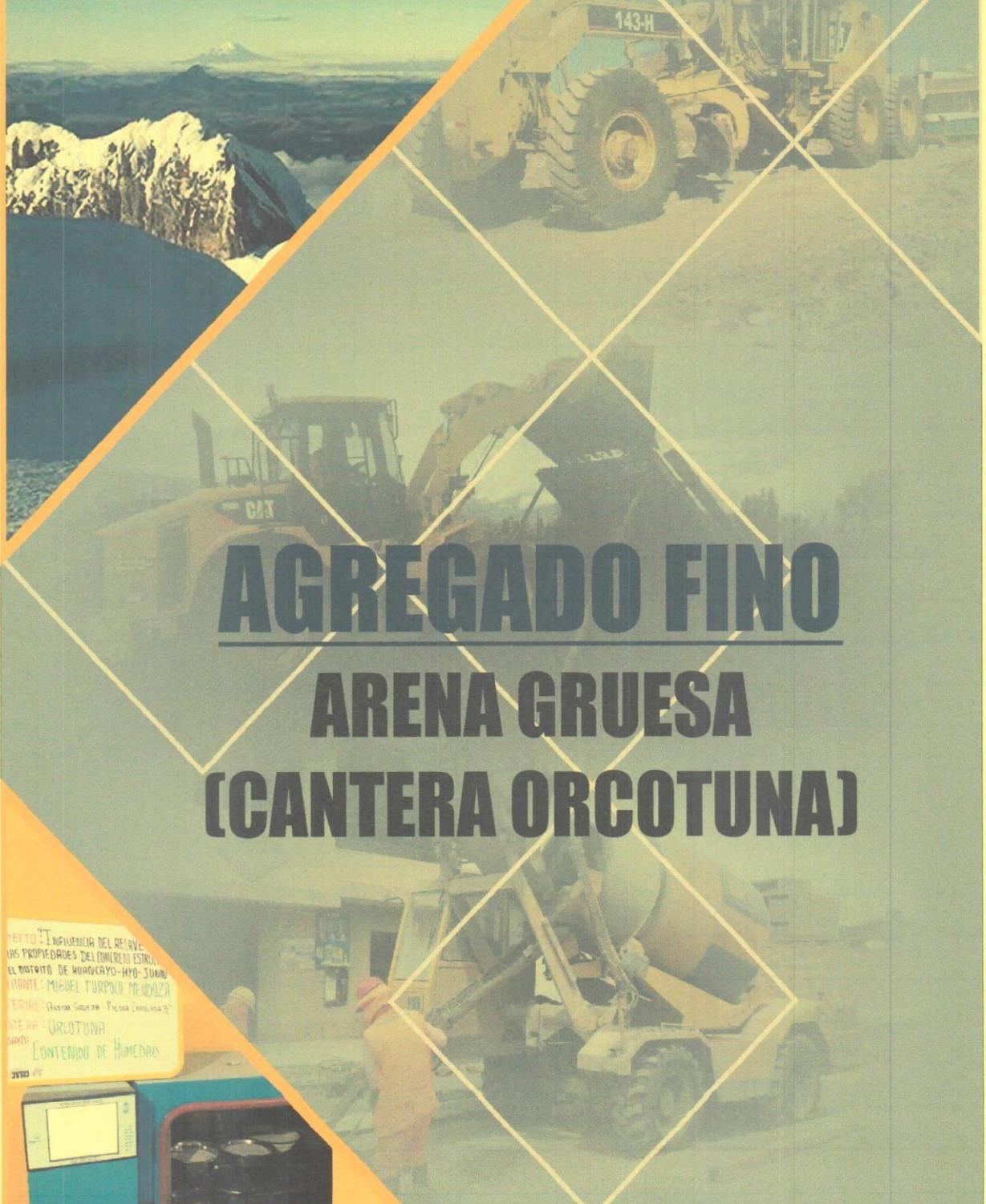
Email: cisacperu.eirl@gmail.com

Redes Sociales:

Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# **AGREGADO FINO**

## **ARENA GRUESA**

### **(CANTERA ORCOTUNA)**

TEMA: INFLUENCIA DEL RETENEDOR EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCURADO DE HUANUCAYO-HYO-SUMAY  
AUTOR: MIGUEL TORRES MENDOZA  
ESPAL: PISCOS GIGANTES - PISCOS LINDOS  
DIRECCION: ORCOTUNA  
LUGAR: CANTERA DE HUACAYO



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

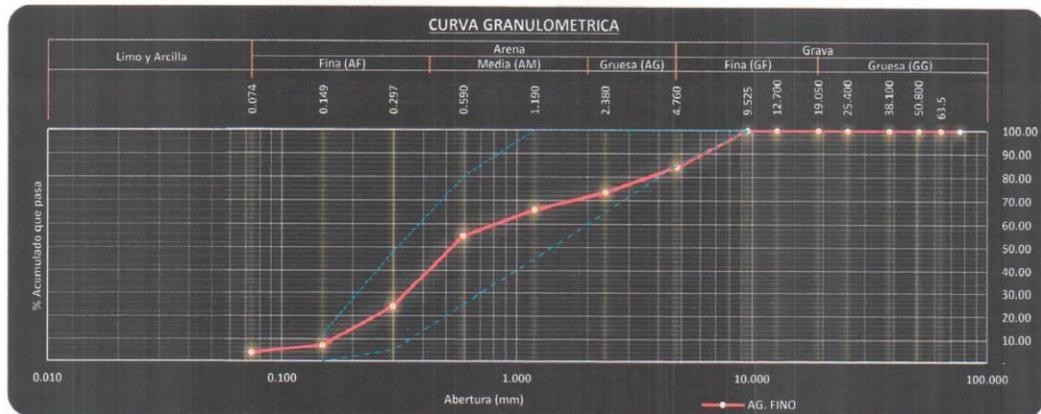
<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	: NTP 400.012 - Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global / MTC E-204
Peso Específico y Absorción	: NTP 400.022 / MTC E-205
Peso Unitario y Vacíos	: NTP 400.017 / MTC E-203

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: AGREGADO FINO
				Material	: ARENA GRUESA

Malla U.S.	Abertura (mm)	GRANULOMETRIA			Especif.
		Peso Retenido (gr)	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	
3"	76.200	-	-	100.00	-
2 1/2"	63.500	-	-	100.00	-
2"	50.800	-	-	100.00	-
1 1/2"	38.100	-	-	100.00	-
1"	25.400	-	-	100.00	-
3/4"	19.050	-	-	100.00	-
1/2"	12.700	-	-	100.00	-
3/8"	9.525	-	-	100.00	100
N° 4	4.760	119.50	15.93	84.07	85-100
N° 8	2.380	79.10	10.54	73.53	85-100
N° 16	1.190	55.90	7.45	66.08	45-100
N° 30	0.590	83.30	11.10	54.98	25-80
N° 50	0.297	231.20	30.81	24.17	5-48
N° 100	0.149	126.10	16.81	7.36	0-12
N° 200	0.074	25.60	3.41	3.95	-
< N° 200	-	29.60	3.95	100.00	-

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION		HUMEDAD	
Peso específico de masa	2.54	% Humedad	3.47
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.59		
Peso específico aparente	2.65	MODULO DE FINEZA	
Porcentaje de absorción	1.58	M.F.	2.90

PESO UNITARIO		TAMAÑO NOMINAL MAXIMO	
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1,657.00	Tamaño Nominal Maximo	-
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1,785.00		



**Observaciones** : SE RECOMIENDA EL ZARANDEO DEL MATERIAL ARENA GRUESA PARA CUMPLIR CON EL REQUERIMIENTO PARA CONCRETO HIDRAULICO DE ACUERDO A EL MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION (R.D. N° 22-2013-MTC/14).

(\*) Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Prje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos	: NTP 400.022 - Peso Específico y Absorción del Agregado Fino / MTC E-205

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: AGREGADO FINO
				Material	: ARENA GRUESA

DESCRIPCION		DATOS	
-	Ensayo	(N°)	1
-	Identificación de recipiente	(ID)	R-001
A	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	(gr)	526.6
B	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon	(gr)	373.3
C	Peso del agua (C = A - B)	(gr)	153.3
D	Peso de la arena secada al horno + peso de recipiente	(gr)	533.2
E	Peso de recipiente	(gr)	287.1
F	Peso de la arena secada al horno (F = D - E)	(gr)	246.1
G	Volumen del balon	(ml)	250.0

DESCRIPCION		RESULTADOS	
-	Peso específico de masa [P.E.M. = (F / (G - C)) x 100]	(Pem)	2.54
-	Peso específico de masa saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S. = (250 / (G - C)) x 100]	(PeSS)	2.59
-	Peso específico aparente [P.E.A. = F / ((G - C) - (250 - F))]	(Pea)	2.65
-	Porcentaje de absorción [((250 - F) / F) x 100]	(%)	1.58

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Prje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

Código proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario y Vacíos de los Agregados	: NTP 400.017 - Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados / MTC E-203

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: AGREGADO FINO
				Material	: ARENA GRUESA

DESCRIPCION		PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO SUELTO (PROMEDIO)
Ensayo	(N°)	1	2	3	
Peso de muestra suelta + Peso del molde	(kg)	13.123	13.098	13.076	<b>1657 (kg/m3)</b>
Peso del molde	(kg)	7.796	7.796	7.796	
Peso de muestra suelta	(kg)	5.327	5.302	5.280	
Volumen del molde	(m3)	0.003200	0.003200	0.003200	
Peso unitario suelto	(kg/m3)	1665	1657	1650	

DESCRIPCION		PESO UNITARIO COMPACTADO			PESO UNITARIO COMPACTADO (PROMEDIO)
Ensayo	(N°)	1	2	3	
Peso de muestra compactada + Peso del molde	(kg)	13.515	13.480	13.535	<b>1785 (kg/m3)</b>
Peso del molde	(kg)	7.796	7.796	7.796	
Peso de muestra compactada	(kg)	5.719	5.684	5.739	
Volumen del molde	(m3)	0.003200	0.003200	0.003200	
Peso unitario compactado	(kg/m3)	1787	1776	1793	

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pílicomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Contenido de Humedad	: ASTM D 2216 - Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass / MTC E-108

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: AGREGADO FINO
				Material	: ARENA GRUESA

DESCRIPCION	(N°)	CONTENIDO DE HUEMDAD			CONTENIDO HUMEDAD (PROMEDIO)
		1	2	3	
Identificación de recipiente	(N°)	T-001	T-002	T-003	<b>3.47 %</b>
Peso recipiente + suelo humedo	(gr)	628.000	605.400	620.700	
Peso recipiente + suelo seco	(gr)	608.000	586.100	600.600	
Peso recipiente	(gr)	28.700	29.000	27.900	
Peso suelo seco	(gr)	579.300	557.100	572.700	
Peso agua	(gr)	20.000	19.300	20.100	
Contenido de humedad	(%)	3.450	3.460	3.510	

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohíbida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

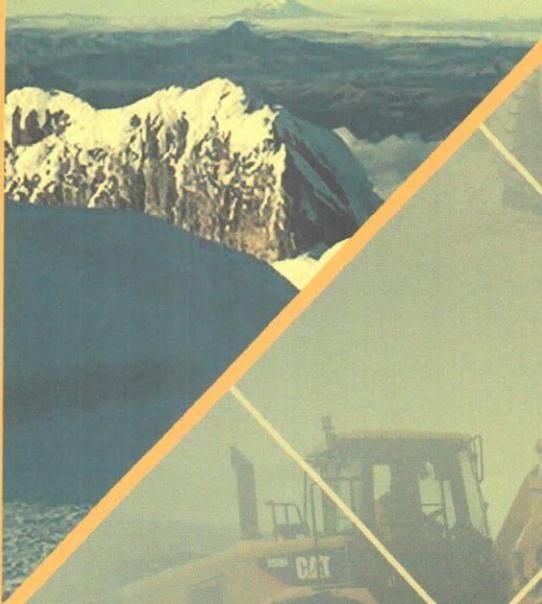
**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos 1/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.elt@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# AGREGADO GRUESO PIEDRA CHANCADA (CANTERA ORCOTUNA)

HECHO: TIPOLOGIA DEL RETEJO  
LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTAN  
EL DISTRITO DE HUACAYO-HUO-SUMI  
UBICADO: MIGUEL TORRES PAZOLZA  
ESTADO: Huancayo - Pisco - Huancayo  
CANTERA: ORCOTUNA  
CANTERA DE HUACAYO

2010



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

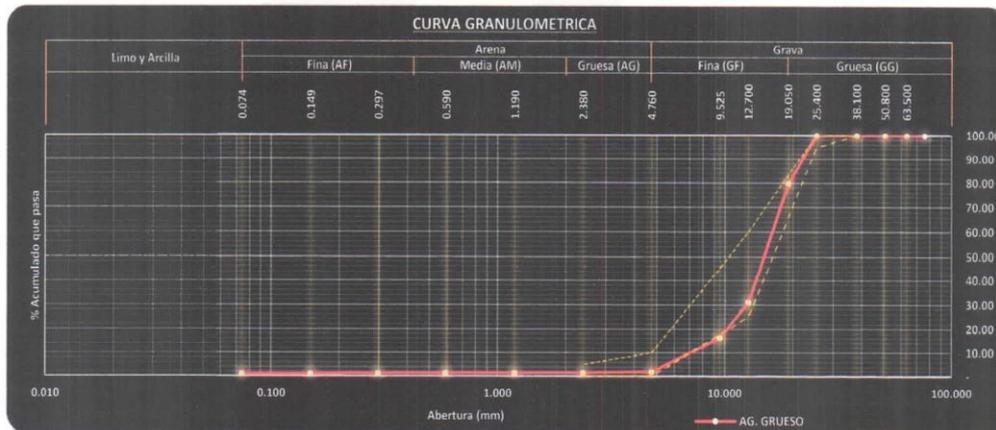
<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Análisis Granulométrico por tamizado	: NTP 400.012 - Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global / MTC E-204
Peso Específico y Absorción	: NTP 400.021 / MTC E-206
Peso Unitario y Vacíos	: NTP 400.017 / MTC E-203

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO
				Material	: PIEDRA CHANCADA 1/2"

TAMIZ		GRANULOMETRIA				Especif.
Malla U.S.	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	
3"	76.200	-	-	-	100.00	-
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	-
2"	50.800	-	-	-	100.00	-
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100
1"	25.400	-	-	-	100.00	95-100
3/4"	19.050	1,093.0	20.31	20.31	79.69	-
1/2"	12.700	2,527.0	48.74	69.05	30.95	25-60
3/8"	9.525	760.0	14.66	83.71	16.29	-
N° 4	4.760	744.0	14.35	98.06	1.94	0-30
N° 8	2.380	25.0	0.48	98.54	1.46	0-5
N° 16	1.190	5.0	0.10	98.64	1.36	-
N° 30	0.590	3.0	0.06	98.70	1.30	-
N° 50	0.297	4.0	0.08	98.78	1.22	-
N° 100	0.149	8.0	0.15	98.93	1.07	-
N° 200	0.074	8.0	0.15	99.08	0.92	-
< N° 200	-	48.0	0.92	100.00	-	-

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION		HUMEDAD	
Peso específico de masa	2.65	% Humedad	0.21
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.67		
Peso específico aparente	2.71	<b>MODULO DE FINEZA</b>	
Porcentaje de absorción	0.91	M.F.	6.96

PESO UNITARIO		TAMAÑO NOMINAL MAXIMO	
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1,460.00	Tamaño Nominal Maximo	3/4"
Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1,605.00		



Observaciones : -----  
 Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
 Of.: (064) 750 083  
 Cel.: 988 888 895  
 Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
 Oficina: Pje. Los Olivos 1/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
 Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
 Email: cisacperu.eit@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
 Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos	: NTP 400.021 - Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso / MTC E-206

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO
				Material	: PIEDRA CHANCADA 1/2"

DESCRIPCION		DATOS	
-	Ensayo	(N°)	1
-	Identificación de recipiente	(ID)	C-001
A	Peso de la muestra seca al horno	(gr)	3857.0
B	Peso de la muestra saturada con superficie seca	(gr)	3892.0
C	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua	(gr)	2864.0
D	Peso de la canastilla dentro del agua	(gr)	430.0
E	Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	2434.0

DESCRIPCION		RESULTADOS	
-	Peso específico de masa [P.E.M. = A / (B - E)]	(Pem)	2.65
-	Peso específico de masa saturado superficialmente seco [P.E.M.S.S.S. = (B / (B - E)) x 100]	(PeSSS)	2.67
-	Peso específico aparente [P.E.A. = (A / (A - E)) x 100]	(Pea)	2.71
-	Porcentaje de absorción [(B - A) / A] x 100]	(%)	0.91

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario y Vacíos de los Agregados	: NTP 400.017 - Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por Unidad de Volumen o Densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados / MTC E-203

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO
				Material	: PIEDRA CHANCADA 1/2"

DESCRIPCION	(N°)	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO SUELTO (PROMEDIO)
		1	2	3	
Ensayo	(N°)				<b>1460 (kg/m3)</b>
Peso de muestra suelta + Peso del molde	(kg)	12.494	12.477	12.437	
Peso del molde	(kg)	7.796	7.796	7.796	
Peso de muestra suelta	(kg)	4.698	4.681	4.641	
Volumen del molde	(m3)	0.003200	0.003200	0.003200	
Peso unitario suelto	(kg/m3)	1468	1463	1450	

DESCRIPCION	(N°)	PESO UNITARIO COMPACTADO			PESO UNITARIO COMPACTADO (PROMEDIO)
		1	2	3	
Ensayo	(N°)				<b>1605 (kg/m3)</b>
Peso de muestra compactada + Peso del molde	(kg)	12.977	12.890	12.932	
Peso del molde	(kg)	7.796	7.796	7.796	
Peso de muestra compactada	(kg)	5.181	5.094	5.136	
Volumen del molde	(m3)	0.003200	0.003200	0.003200	
Peso unitario compactado	(kg/m3)	1619	1592	1605	

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 535 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos s/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.ei@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 18/07/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método		
Contenido de Humedad	: ASTM D 2216 - Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass / MTC E-108		

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: AGREGADO GRUESO
				Material	: PIEDRA CHANCADA 1/2"

DESCRIPCION		CONTENIDO DE HUEMDAD			CONTENIDO HUMEDAD (PROMEDIO)
		1	2	3	
Ensayo	(N°)	1	2	3	<b>0.21 %</b>
Identificación de recipiente	(N°)	T-004	T-005	T-006	
Peso recipiente + suelo humedo	(gr)	1613.200	1609.900	2032.000	
Peso recipiente + suelo seco	(gr)	1610.200	1606.700	2027.800	
Peso recipiente	(gr)	70.400	70.900	96.000	
Peso suelo seco	(gr)	1539.800	1535.800	1931.800	
Peso agua	(gr)	3.000	3.200	4.200	
Contenido de humedad	(%)	0.190	0.210	0.220	

Observaciones : -----

(\* Las muestras fueron extraídas, identificadas y remitidas al Laboratorio por el Cliente.



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina Psje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

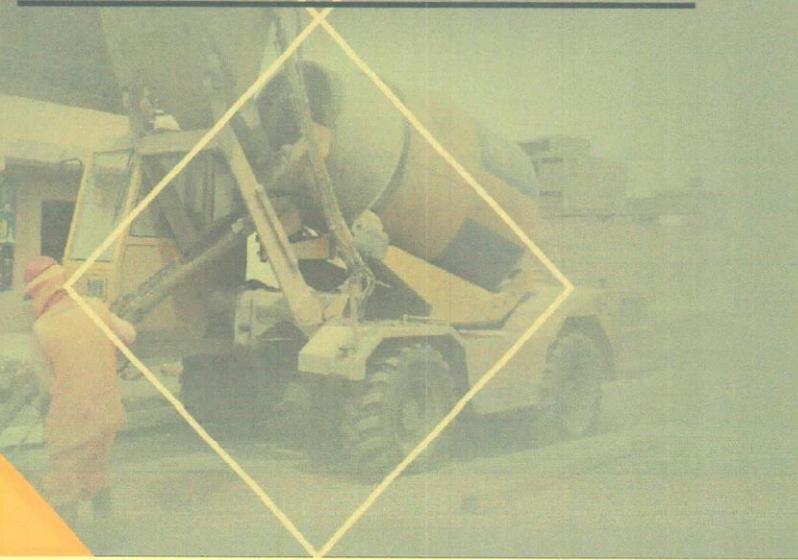


**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# PANEL FOTOGRAFICO

HECHO: INFLUENCIA DEL RELIEVE  
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCO  
EL DISTRITO DE HUANCAYO-HYO-JUMBA  
AUTOR: MIGUEL TORRES MENDOZA  
TITULO: (MATERIA) Ciencia (MATERIA)  
AUTOR: ORLETONIA  
ASUNTO: CONTENIDO DE HUMEDAD



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha Emisión	: 18/07/2020
Solicitante	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Panel Fotografico	-



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha Emisión	: 18/07/2020
Solicitante	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Panel Fotografico	-

**Peso Unitario - Agregado Fino**

04

**Peso Unitario - Agregado Grueso**

05

**Gravedad Especifica y Absorcion - Agregado Fino**

06



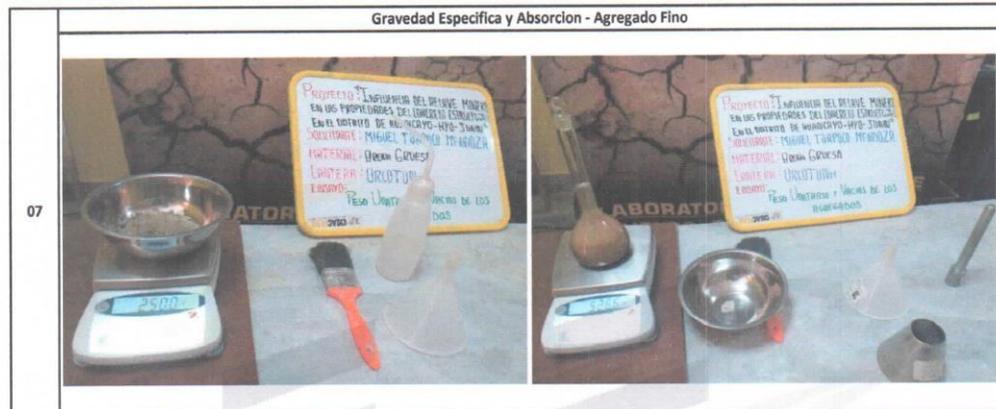
**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Psje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eh@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

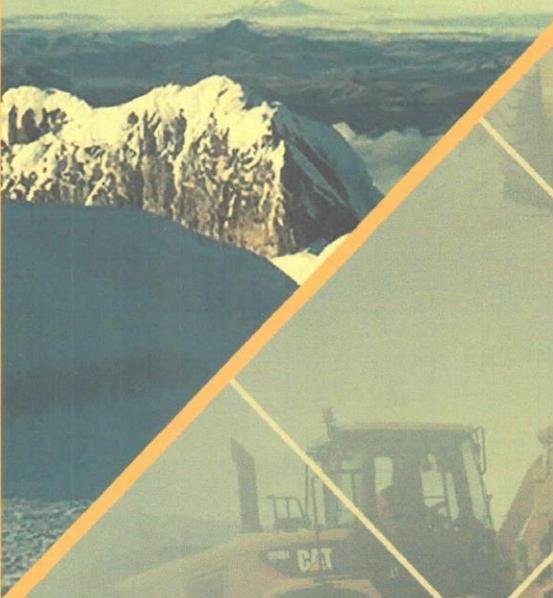
Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha Emisión	: 18/07/2020
Solicitante	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha Recepción	: 15/07/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Panel Fotografico	-





**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# CERTIFICADOS DE CALIBRACION



TÍTULO: INFLUENCIA DEL REBOTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUC. EL DISTRITO DE HUANCAYO - HYD - SUMIN. AUTOR: MIGUEL TORPADO MORALES. INSTITUTO: ESCUELA SUPERIOR TECNICA "INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL" - URUTU. ASIGNATURA: CONTENIDO DE HUMEDAD.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 086 - 2019***Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente 190150

2. Solicitante CISAC PERU E.I.R.L.

3. Dirección Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN

4. Equipo de medición **BALANZA ELECTRÓNICA**

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 10 g

Clase de exactitud III

Marca OHAUS

Modelo R31P30

Número de Serie 8339380082

Capacidad mínima 20 g

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2019-02-15

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 válidos 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.

METROLOGÍA & 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.

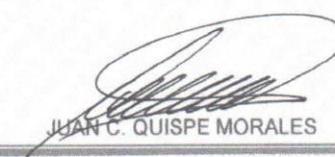
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

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

Fecha de Emisión 2019-02-15  
Jefe del Laboratorio de Metrología



Sello

  
JUAN C. QUISPE MORALES

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 087 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	190150
2. Solicitante	CISAC PERU E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	4000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	TAJ4001
Número de Serie	8339100119
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA

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 válidos 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.

METROLOGÍA & 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.

5. Fecha de Calibración 2019-02-15

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2019-02-15



JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282  
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 086 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	190150	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).
2. Solicitante	CISAC PERU E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN	
4. Equipo	HORNO	Los resultados son válidos 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.
Alcance Máximo	De 0 °C a 200 °C	
Marca	ALFA	
Modelo	G-030/250	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	TURQUIA	METROLOGÍA & 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.
Identificación	LT-1920 (*)	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	1 °C	1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO ANALÓGICO

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.

5. Fecha de Calibración 2019-03-02

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2019-03-05

JUAN C. QUISPE MORALES



Sello



## REPORTE DE ROTURAS



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

COMP. CIL. 150x300mm  
Fuerza: 212.83 kN  
Uel-Esf: 0.52 MPa/s  
Esfuerzo: 12.04 MPa

**ENSAYOS DE LABORATORIO**  
(RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS)

**PROYECTO**

**"INFLUENCIA DEL RELAVE  
MINERO EN LAS PROPIEDADES  
DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN  
EL DISTRITO DE HUANCAYO,  
PROVINCIA DE HUANCAYO,  
REGION JUNIN"**

**CLIENTE**

**BACH. ING. CIVIL MIGUEL  
TORPOCO MENDOZA**

**HUANCAYO - 2020**

**- HUANCAYO - PERU - 2020 -**



[cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com) [cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com)

[cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com) [cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com)



Código proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de emisión	: 22/08/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de recepción	: 20/08/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Resistencia a la Compresión Simple en Probetas	: ASTM - C39 / C39M - 17 NTP 339.034 MTC E 704

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Muestra	: VARIOS	F'c de diseño	: 210 KG/CM2
Localiz.	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN	Punto	: VARIOS	Elemento	: ESPECIMEN DE PRUEBA

N°	PROBETAS		DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (kg)	ESFUERZO MAXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE ALCANZADO %	DESCRIPCION
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA									
01	23/07/2020	20/08/2020	15.00	176.71	28	461,420.00	47,051	266.00	210.000	127%	ADICION AL 10 %
02	23/07/2020	20/08/2020	15.00	176.71	28	459,510.00	46,856	265.00	210.000	126%	ADICION AL 10 %
03	23/07/2020	20/08/2020	15.00	176.71	28	455,990.00	46,497	263.00	210.000	125%	ADICION AL 15 %
04	23/07/2020	20/08/2020	15.00	176.71	28	487,480.00	49,708	281.00	210.000	134%	ADICION AL 15 %
05	25/07/2020	22/08/2020	15.00	176.71	28	380,760.00	38,826	220.00	210.000	105%	ADICION AL 20 %
06	25/07/2020	22/08/2020	15.00	176.71	28	408,250.00	41,629	236.00	210.000	112%	ADICION AL 20 %
07	25/07/2020	22/08/2020	15.00	176.71	28	383,280.00	39,083	221.00	210.000	105%	ADICION AL 25 %
08	25/07/2020	22/08/2020	15.00	176.71	28	438,070.00	44,670	253.00	210.000	120%	ADICION AL 25 %

Observaciones : 07 DIAS  $\approx$  70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
14 DIAS  $\approx$  80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
28 DIAS  $\approx$  100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

CALIBRACION DEL EQUIPO: PRENSA DE CONCRETO / UTEST / UTC-6231 / 18/000923, FECHA 15-02-2019 - CERTIFICADO DE CALIBRACION MT-LF-039-2019

(\*) Las probetas de concreto fueron preparadas y entregadas al Laboratorio por el Cliente



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohíbida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eir@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



**PANEL**  
**FOTOGRAFICO**





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha Emisión	: 22/08/2020
Solicitante	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha Recepción	: 20/08/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Panel Fotografico	-

	ADICION AL 10 %	
01		
	ADICION AL 15 %	
02		
	ADICION AL 20 %	
03		



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha Emisión	: 22/08/2020
Solicitante	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha Recepción	: 20/08/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método
Panel Fotografico	-



**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 535 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

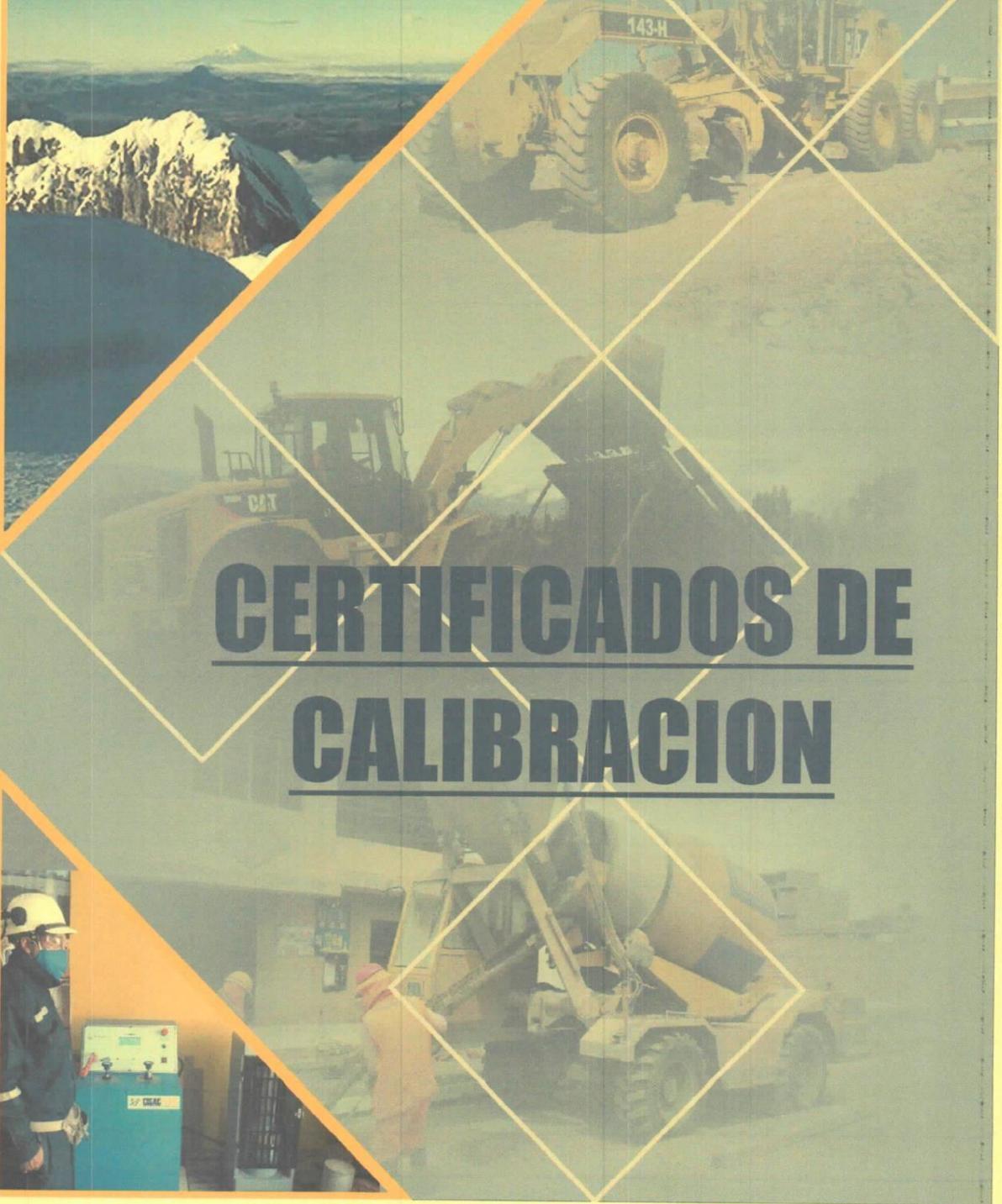
Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: [disacperu.eirl@gmail.com](mailto:disacperu.eirl@gmail.com)  
Redes Sociales:  
Facebook: [disac-peru-laboratorio](https://www.facebook.com/disac-peru-laboratorio)



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# CERTIFICADOS DE CALIBRACION

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 039 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 190150

2. Solicitante CISAC PERU E.I.R.L.

3. Dirección Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN

4. Equipo PRENSA DE CONCRETO

Capacidad 2000 kN

Marca UTEST

Modelo UTC-6231

Número de Serie 18/000923

Procedencia TURQUIA

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca UTEST

Modelo BC100

Número de Serie NO INDICA

Resolución 0,1 kN

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.

METROLOGÍA & 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 aqui 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.

5. Fecha de Calibración 2019-02-15

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología



JUAN C. QUISPE MORALES

Sello





**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

COMP. CIL. 150x300mm  
Fuerza: 212.83 kN  
Vel-Esf: 0.52 MPa/s  
Esfuerzo: 12.04 MPa



**ENSAYOS DE LABORATORIO**  
(RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS)

**PROYECTO**

**"INFLUENCIA DEL RELAVE  
MINERO EN LAS PROPIEDADES  
DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN  
EL DISTRITO DE HUANCAYO,  
PROVINCIA DE HUANCAYO,  
REGION JUNIN"**

**CLIENTE**

**BACH. ING. CIVIL MIGUEL  
TORPOCO MENDOZA**

**HUANCAYO - 2020**

**- HUANCAYO - PERU - 2020 -**



[cisacperu.eirf@gmail.com](mailto:cisacperu.eirf@gmail.com) [cisacperu.eirf@gmail.com](mailto:cisacperu.eirf@gmail.com)

[cisacperu.eirf@gmail.com](mailto:cisacperu.eirf@gmail.com) [cisacperu.eirf@gmail.com](mailto:cisacperu.eirf@gmail.com)



Código proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de emisión	: 28/09/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de recepción	: 28/09/2020
Proyecto	:"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Resistencia a la Compresión Simple en Probetas	: ASTM - C39 / C39M - 17 NTP 339.034 MTC E 704

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Muestra	: VARIOS	F'c de diseño	: 210 KG/CM2
Localiz.	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN	Punto	: VARIOS	Elemento	: ESPECIMEN DE PRUEBA

N°	PROBETAS		DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (kg)	ESFUERZO MAXIMA (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	PORCENTAJE ALCANZADO %	DESCRIPCION
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA									
01	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	583,790.00	59,529	337.00	210.000	160%	210
02	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	640,960.00	65,359	370.00	210.000	176%	210
03	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	654,850.00	66,775	378.00	210.000	180%	13
04	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	660,200.00	67,321	381.00	210.000	181%	13
05	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	645,960.00	65,869	373.00	210.000	178%	14
06	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	566,310.00	57,747	327.00	210.000	156%	14
07	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	602,750.00	61,462	348.00	210.000	166%	16
08	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	587,920.00	59,950	339.00	210.000	161%	16
09	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	538,320.00	54,892	311.00	210.000	148%	17
10	31/08/2020	28/09/2020	15.00	176.71	28	561,500.00	57,256	324.00	210.000	154%	17

Observaciones : 07 DIAS >= 70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
14 DIAS >= 80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO  
28 DIAS >= 100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

CALIBRACION DEL EQUIPO: PRENSA DE CONCRETO / UTEST / UTC-6231 / 18/000923, FECHA 15-02-2019 - CERTIFICADO DE CALIBRACION MT-LF-039-2019

(\*) Las probetas de concreto fueron preparadas y entregadas al Laboratorio por el Cliente



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Psje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 039 - 2019***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>190150</b>	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CISAC PERU E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	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.  METROLOGÍA & 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.
<b>Capacidad</b>	<b>2000 kN</b>	
<b>Marca</b>	<b>UTEST</b>	
<b>Modelo</b>	<b>UTC-6231</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>18/000923</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>TURQUIA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Indicación</b>	<b>DIGITAL</b>	
<b>Marca</b>	<b>UTEST</b>	
<b>Modelo</b>	<b>BC100</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Resolución</b>	<b>0,1 kN</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-15</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

  
JUAN C. QUISPE MORALES**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

## REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

**ENSAYOS DE LABORATORIO  
(ENSAYOS DE CONCRETO  
FRESCO)**

**PROYECTO**

**"INFLUENCIA DEL RELAVE  
MINERO EN LAS PROPIEDADES  
DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN  
EL DISTRITO DE HUANCAYO,  
PROVINCIA DE HUANCAYO,  
REGION JUNIN"**

**CLIENTE**

**BACH. ING. CIVIL MIGUEL  
TORPOCO MENDOZA**

**HUANCAYO - 2020**

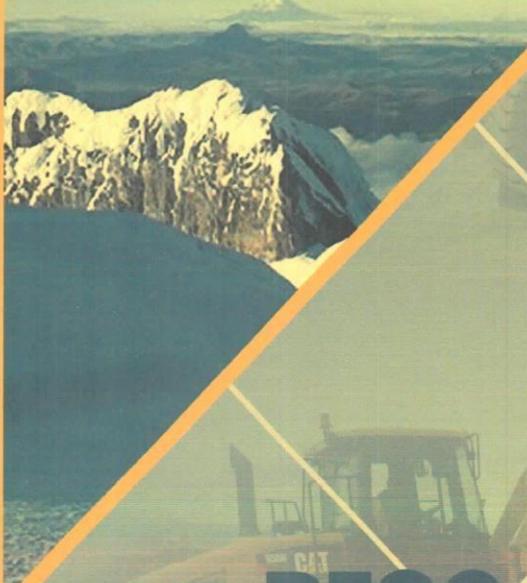


[cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com) [cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com)

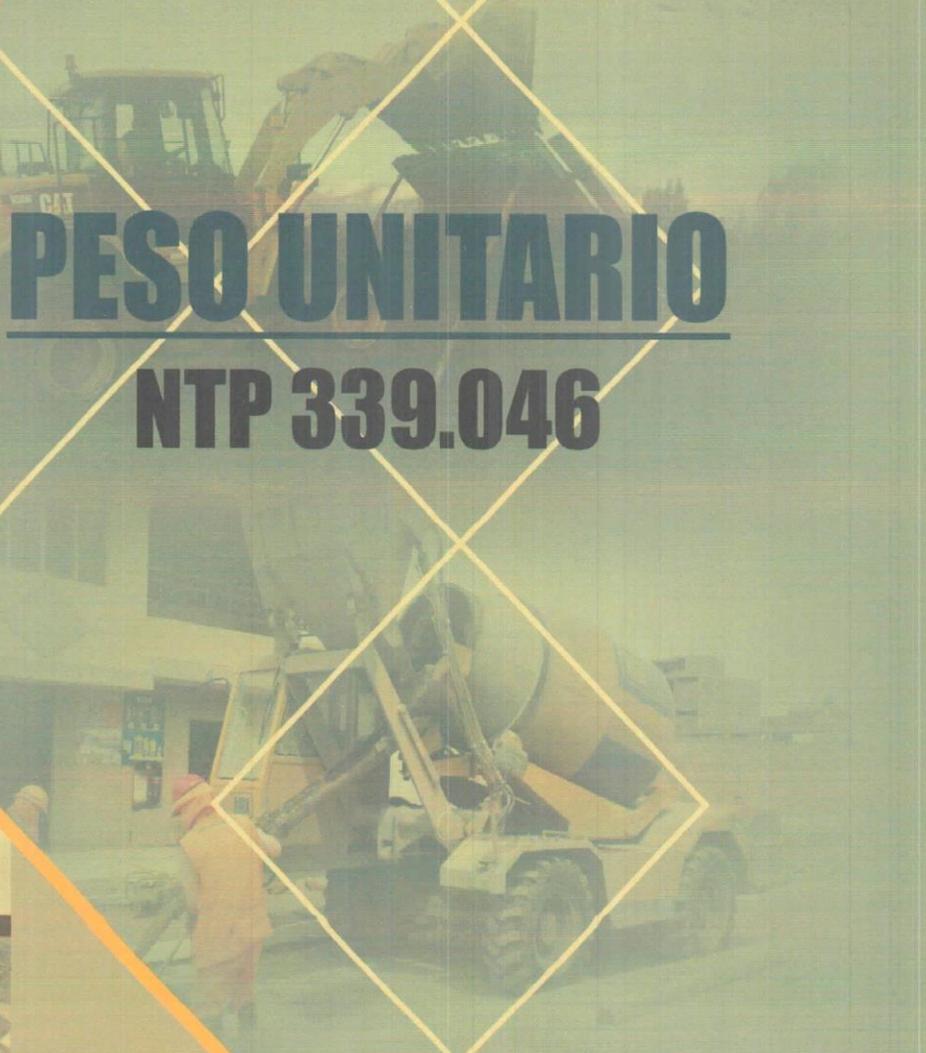
- HUANCAYO - PERU - 2020 -  
[cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com) [cisacperu.eiri@gmail.com](mailto:cisacperu.eiri@gmail.com)



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# PESO UNITARIO NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 13/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco	: NTP 339.046

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO DE MEZCLA	PESO MOLDE+ PESO CONCRETO FRESCO (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO FRESCO (kg)	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)	PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)
PATRON	7.236	3.524	3.712	0.00162	2,291.4	2,292.8
	7.244	3.524	3.720	0.00162	2,296.3	
	7.235	3.524	3.711	0.00162	2,290.7	



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 13/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO DE MEZCLA	PESO MOLDE+ PESO CONCRETO FRESCO (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO FRESCO (kg)	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)	PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)
ADICION AL 10%	7.336	3.524	3.812	0.00162	2,353.1	<b>2,363.4</b>
	7.372	3.524	3.848	0.00162	2,375.3	
	7.350	3.524	3.826	0.00162	2,361.7	



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 585 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

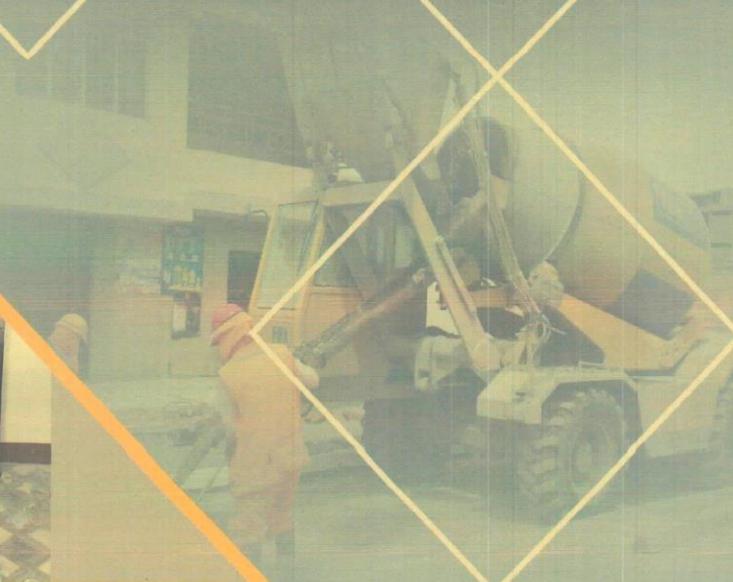
**Dirección Electrónica:**  
Email: [ctacperu.etr@gmail.com](mailto:ctacperu.etr@gmail.com)  
**Redes Sociales:**  
Facebook: [cisac-peru-laboratorio](https://www.facebook.com/cisac-peru-laboratorio)



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# RENDIMIENTO NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 14/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Rendimiento	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DESCRIPCION	CANTIDAD
Bolsas de cemento (und)	8.33
Peso bolsa cemento (kg)	42.50
Peso agregado fino (kg)	761.00
Peso agregado grueso (kg)	981.00
Peso agua (kg)	198.00
Peso unitario (kg/m3)	2,292.80
Volumen concreto (m3)	1.0005
Rendimiento (m3/bolsa)	0.1201

**RENDIMIENTO = 0.1201 m3/bolsa**



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 730 083  
Cel.: 998 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Prje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Falaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: dsacperu.eir@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 14/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Rendimiento	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bolsas de cemento (und)	8.33
Peso bolsa cemento (kg)	42.50
Peso agregado fino (kg)	761.00
Peso agregado grueso (kg)	981.00
Adición (10%)	35.40
Peso agua (kg)	198.00
Peso unitario (kg/m3)	2,363.40
Volumen concreto (m3)	0.9856
Rendimiento (m3/bolsa)	0.1183

**RENDIMIENTO = 0.1183 m3/bolsa**



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 988 535 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficinas: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

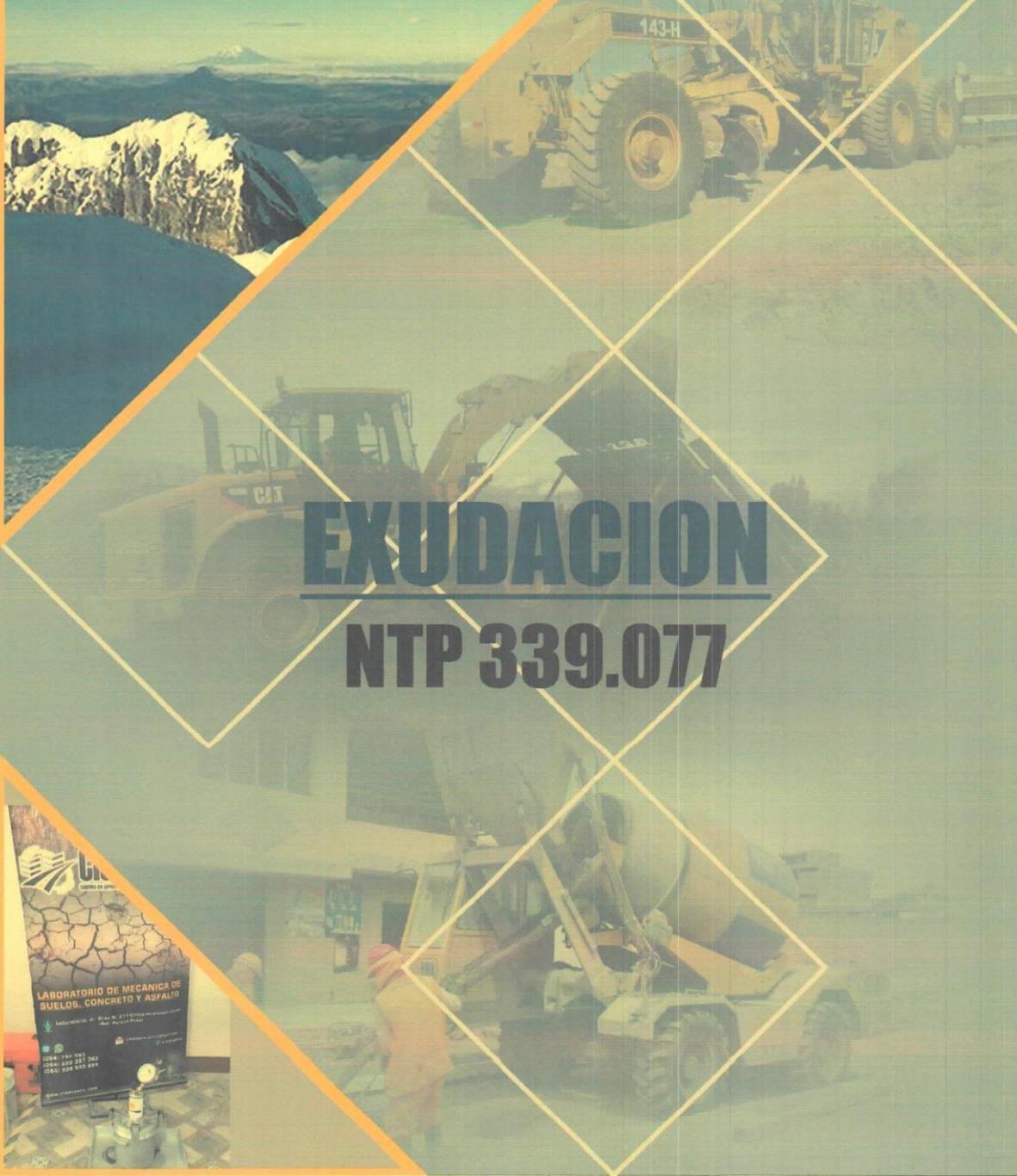
Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# EXUDACION NTP 339.077





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 17/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Exudación	: NTP 339.077 / ASTM C232 / AASHTO T 158

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO PATRON		
Tiempo contacto (cemento / agua)	:	10:50
Tiempo vaciado carretilla	:	10:56
Tiempo ubicación muestra	:	11:04
Clima (Bajo sombra sin corriente de aire)	:	27.5 °C

TIEMPO (HORA : MINUTO)	VOLUMEN DE EXUDACION (cm3)	VOLUMEN DE EXUDACION ACUMULADA (cm3)
11:04	0.00	0.00
11:14	0.40	0.40
11:24	2.70	3.10
11:34	3.80	6.90
11:44	2.60	9.50
12:14	4.50	14.00
12:44	5.90	19.90
01:14	4.70	24.60
01:34	1.70	26.30
-		

MATERIAL	TANDA DE PRUEBA (27.00 KG)
Cemento	4.17
Agua	2.33
Arena	8.96
Piedra	11.54
Total	27.00

PESO MUESTRA + RECIPIENTE	PT	12.063
PESO RECIPIENTE	PR	2.166
PESO MUESTRA	PT-PR	9.897

AGUA ACUMULADA DE EXUDACION		
Masa total de la mezcla (kg)	w	27.000
Masa neta del agua en la mezcla (kg)	w	2.330
Masa de la muestra (kg)	S	9.897
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	C=(w/W)*S	854.07
Volumen total de agua de exudación (gr)	D	26.30

EXUDACION (%)	D/C	3.079%
---------------	-----	--------



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cela: 938 335 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.air@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 17/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Exudacion	: NTP 339.077 / ASTM C232 / AASHTO T 158

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO PATRON		
Tiempo contacto (cemento / agua)	:	08:20
Tiempo vaclado carretilla	:	08:25
Tiempo ubicación muestra	:	08:32
Clima (Bajo sombra sin corriente de aire)	:	26 °C

TIEMPO (HORA : MINUTO)	VOLUMEN DE EXUDACION (cm3)	VOLUMEN DE EXUDACION ACUMULADA (cm3)
08:32	0.00	0.00
08:42	0.20	0.20
08:52	1.10	1.30
09:02	2.60	3.90
09:12	4.00	7.90
09:42	4.50	12.40
10:12	2.00	14.40
10:42	1.40	15.80
-	-	-
-	-	-

MATERIAL	TANDA DE PRUEBA (27.00 KG)
Cemento	4.17
Agua	2.33
Arena	8.96
Piedra	11.54
Relave (10%)	0.417
Total	27.42

PESO MUESTRA + RECIPIENTE	PT	12.408
PESO RECIPIENTE	PR	2.166
PESO MUESTRA	PT-PR	10.242

AGUA ACUMULADA DE EXUDACION		
Masa total de la mezcla (kg)	W	27.417
Masa neta del agua en la mezcla (kg)	w	2.330
Masa de la muestra (kg)	S	10.242
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	$C=(w/W)*S$	870.40
Volumen total de agua de exudación (gr)	D	15.80

EXUDACION (%)	D/C	1.815%
---------------	-----	--------



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Paje, Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

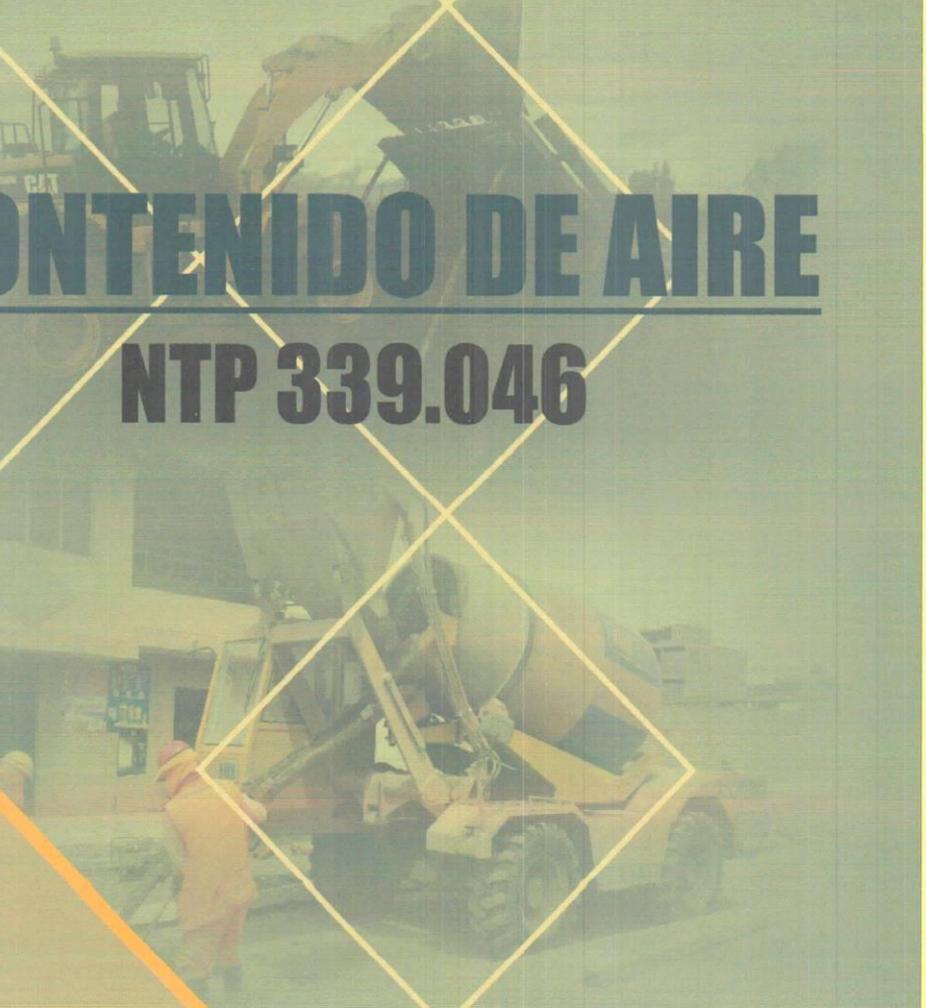
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 20/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo : Método  
Contenido de aire : NTP 339.046

Codigo : 07CISAC-2021-1121      Calicata : -      Profundidad : -  
Localiz. : CANTERA ORCOTUNA      Muestra : M-01      Tipo material : DISEÑO PATRON  
Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

MUESTRA	DISEÑO DE MEZCLA	RELACION AGUA/CEMENTO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO	CONTENIDO DE AIRE
01	PATRON	0.56	1.80	1.81	1.81%
02			1.79		
03			1.83		



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Psje. Los Olivos s/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eir@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 20/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Contenido de aire	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

MUESTRA	DISEÑO DE MEZCLA	RELACION AGUA/CEMENTO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO	CONTENIDO DE AIRE
01	ADICION (10%)	0.56	1.15	1.19	1.19%
02			1.22		
03			1.20		



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

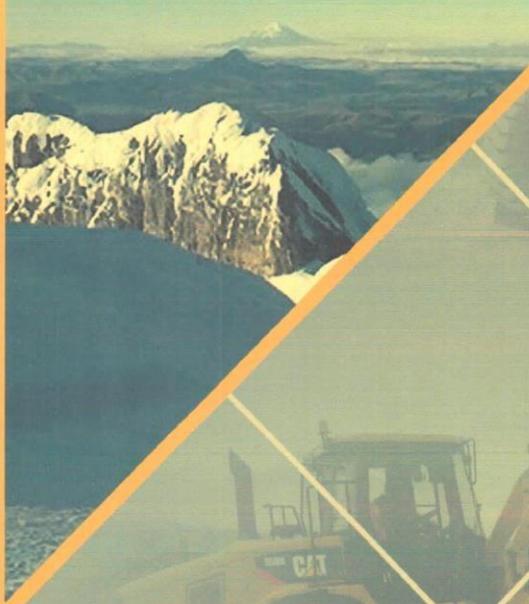
**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Paje. Los Olivos 1/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# CERTIFICADOS DE CALIBRACION



*Área de Metrología**Laboratorio de Presión***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LP - 029 - 2019**

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>190182</b>	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CISAC PERU E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)</b>	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.  METROLOGÍA & 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.
<b>Tipo</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Marca</b>	<b>FORNEY</b>	
<b>Modelo</b>	<b>LA-0316</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>686</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Medidor de Aire:</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Tipo de Indicación</b>	<b>ANALOGICA</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	<b>0 a 15 psi / 0 a 100 %</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-25</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-25

  
JUAN C. QUISPE MORALES**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**Área de Metrología**

Laboratorio de Presión

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****MT - LP - 029 - 2019**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Presión 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	23,6 °C	24,1 °C
Humedad Relativa	69 % HR	67 % HR

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL	Manómetro de Indicación Digital con Clase de Exactitud 0,05 % FS	INACAL LFP-018-2018
Regla Metálica de clase I	CINTA MÉTRICA con Grado de Incertidumbre de 0,2 mm	DM / INACAL LLA - 052 - 2018

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 062 - 2019***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>190150</b>	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CISAC PERU E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>SENSOR DE DESPLAZAMIENTO</b>	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.  METROLOGÍA & 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.
<b>Alcance de indicación</b>	<b>0 mm a 50 mm</b>	
<b>División de Escala / Resolución</b>	<b>0,01 mm</b>	
<b>Marca</b>	<b>NOVATECH</b>	
<b>Modelo</b>	<b>TR-0050</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>155423</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>ALEMANIA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Tipo de indicación</b>	<b>DIGITAL</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-15</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-18

  
JUAN C. QUISPE MORALES

**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282  
RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 086 - 2019***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>190150</b>	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CISAC PERU E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	Los resultados son válidos 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.
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>10 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R31P30</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>8339380082</b>	METROLOGÍA & 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.
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-15</b>	

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

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282  
RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 087 - 2019***Área de Metrología**Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	190150
2. Solicitante	CISAC PERU E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	4000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	TAJ4001
Número de Serie	8339100119
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA

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 válidos 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.

METROLOGÍA & 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.

5. Fecha de Calibración 2019-02-15

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JUAN C. QUISPE MORALES

Sello

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 13/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (ADICION - 13%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO DE MEZCLA	PESO MOLDE+ PESO CONCRETO FRESCO (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO FRESCO (kg)	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)	PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)
ADICION AL 13%	7.375	3.524	3.851	0.00162	2,377.2	<b>2,388.5</b>
	7.397	3.524	3.873	0.00162	2,390.7	
	7.408	3.524	3.884	0.00162	2,397.5	



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Psje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Pilcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.etr@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 14/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo	Método		
Rendimiento	:	NTP 339.046	

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (ADICION - 13%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DESCRIPCION	CANTIDAD
Bolsas de cemento (und)	7.25
Peso bolsa cemento (kg)	42.50
Peso agregado fino (kg)	761.00
Peso agregado grueso (kg)	981.00
Adicion (13%)	46.02
Peso agua (kg)	198.00
Peso unitario (kg/m3)	2,388.50
Volumen concreto (m3)	0.9604
Rendimiento (m3/bolsa)	0.1325

**RENDIMIENTO = 0.1325 m3/bolsa**



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eir@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 17/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Exudación	: NTP 339.077 / ASTM C232 / AASHTO T 158

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (ADICION - 13%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO (ADICION - 13%)		
Tiempo contacto (cemento / agua)	:	09:15
Tiempo vaciado carretilla	:	09:23
Tiempo ubicación muestra	:	09:30
Clima (Bajo sombra sin corriente de aire)	:	25,5 °C

TIEMPO (HORA : MINUTO)	VOLUMEN DE EXUDACION (cm3)	VOLUMEN DE EXUDACION ACUMULADA (cm3)
09:30	0.00	0.00
09:40	0.50	0.50
09:50	1.00	1.50
10:00	1.90	3.40
10:10	3.40	6.80
10:40	4.60	11.40
11:10	1.60	13.00
11:40	0.90	13.90
12:10	0.40	14.30
-		

MATERIAL	TANDA DE PRUEBA (27.00 KG)
Cemento	3.6279
Agua	2.33
Arena	8.96
Piedra	11.54
Relave (13%)	0.5421
Total	27.00

PESO MUESTRA + RECIPIENTE	PT	12.170
PESO RECIPIENTE	PR	2.166
PESO MUESTRA	PT-PR	10.004

AGUA ACUMULADA DE EXUDACION		
Masa total de la mezcla (kg)	W	27.000
Masa neta del agua en la mezcla (kg)	w	2.330
Masa de la muestra (kg)	S	10.004
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	$C=(w/W)*S$	863.31
Volumen total de agua de exudación (gr)	D	14.30

EXUDACION (%)	D/C	1.656%
---------------	-----	--------



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Psje. Los Olivos 3/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocoma N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eir@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 20/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Contenido de aire	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (ADICION - 13%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

MUESTRA	DISEÑO DE MEZCLA	RELACION AGUA/CEMENTO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO	CONTENIDO DE AIRE
01	ADICION (13%)	0.56	1.31	1.36	1.36%
02			1.40		
03			1.36		



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Psje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. José Santos Chocano N° 644 - Píllcomayo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

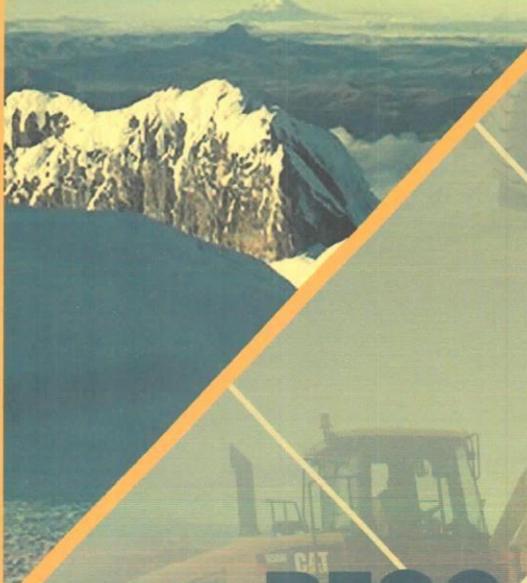
Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

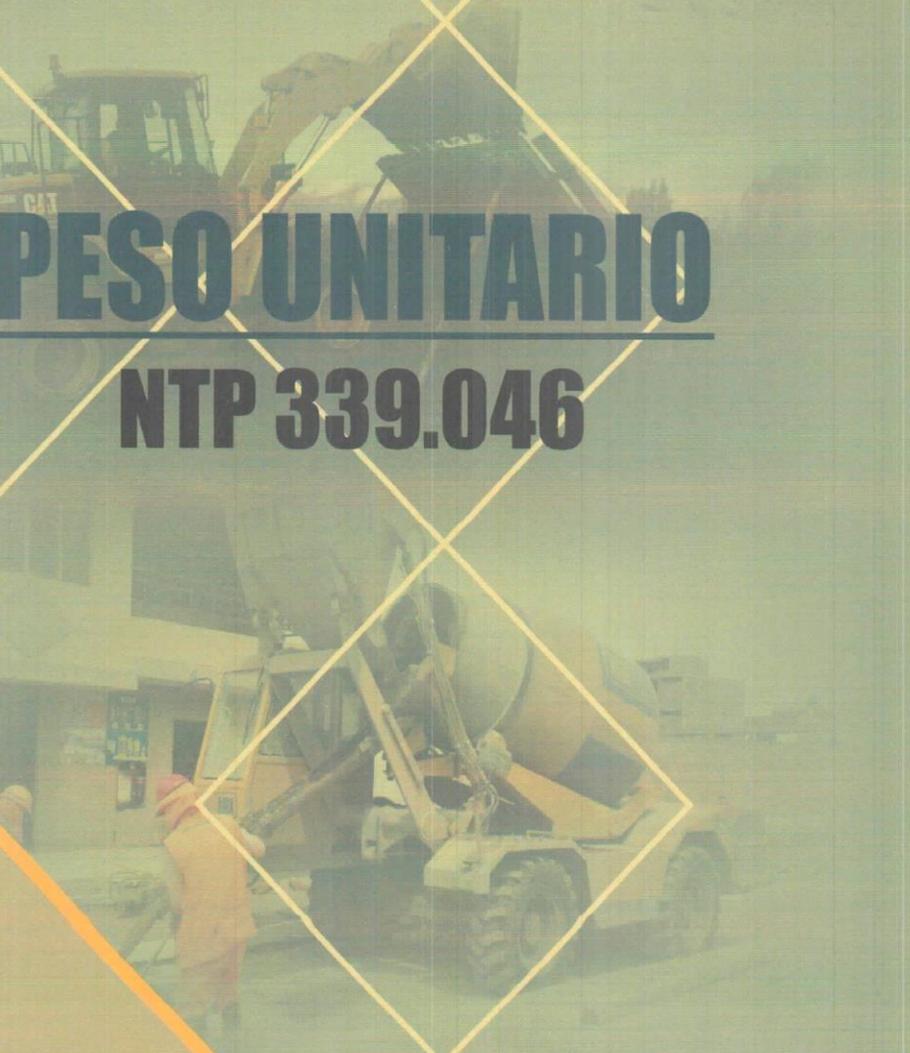
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# PESO UNITARIO NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 13/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco	: NTP 339.046

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO DE MEZCLA	PESO MOLDE+ PESO CONCRETO FRESCO (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO FRESCO (kg)	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)	PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)
PATRON	7.236	3.524	3.712	0.00162	2,291.4	2,292.8
	7.244	3.524	3.720	0.00162	2,296.3	
	7.235	3.524	3.711	0.00162	2,290.7	



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 13/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Peso Unitario del Concreto en Estado Fresco	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO DE MEZCLA	PESO MOLDE+ PESO CONCRETO FRESCO (kg)	PESO MOLDE (kg)	PESO CONCRETO FRESCO (kg)	VOLUMEN MOLDE (M3)	PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)	PROMEDIO PESO UNITARIO CONCRETO FRESCO (kg/m3)
ADICION AL 10%	7.336	3.524	3.812	0.00162	2,353.1	<b>2,363.4</b>
	7.372	3.524	3.848	0.00162	2,375.3	
	7.350	3.524	3.826	0.00162	2,361.7	



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 585 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos 5/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

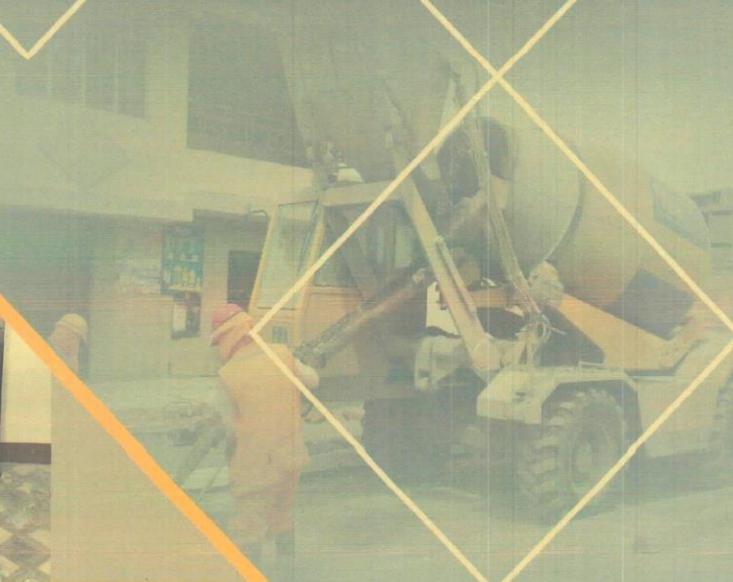
**Dirección Electrónica:**  
Email: [ciacperu.etr@gmail.com](mailto:ciacperu.etr@gmail.com)  
**Redes Sociales:**  
Facebook: [ciac-peru-laboratorio](https://www.facebook.com/ciac-peru-laboratorio)



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# RENDIMIENTO NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 14/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Rendimiento	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DESCRIPCION	CANTIDAD
Bolsas de cemento (und)	8.33
Peso bolsa cemento (kg)	42.50
Peso agregado fino (kg)	761.00
Peso agregado grueso (kg)	981.00
Peso agua (kg)	198.00
Peso unitario (kg/m3)	2,292.80
Volumen concreto (m3)	1.0005
Rendimiento (m3/bolsa)	0.1201

**RENDIMIENTO = 0.1201 m3/bolsa**



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 730 083  
Cel.: 998 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Prje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: dsacperu.eir@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: dsac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 14/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Rendimiento	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Bolsas de cemento (und)	8.33
Peso bolsa cemento (kg)	42.50
Peso agregado fino (kg)	761.00
Peso agregado grueso (kg)	981.00
Adición (10%)	35.40
Peso agua (kg)	198.00
Peso unitario (kg/m3)	2,363.40
Volumen concreto (m3)	0.9856
Rendimiento (m3/bolsa)	0.1183

**RENDIMIENTO = 0.1183 m3/bolsa**



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 988 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficinas: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

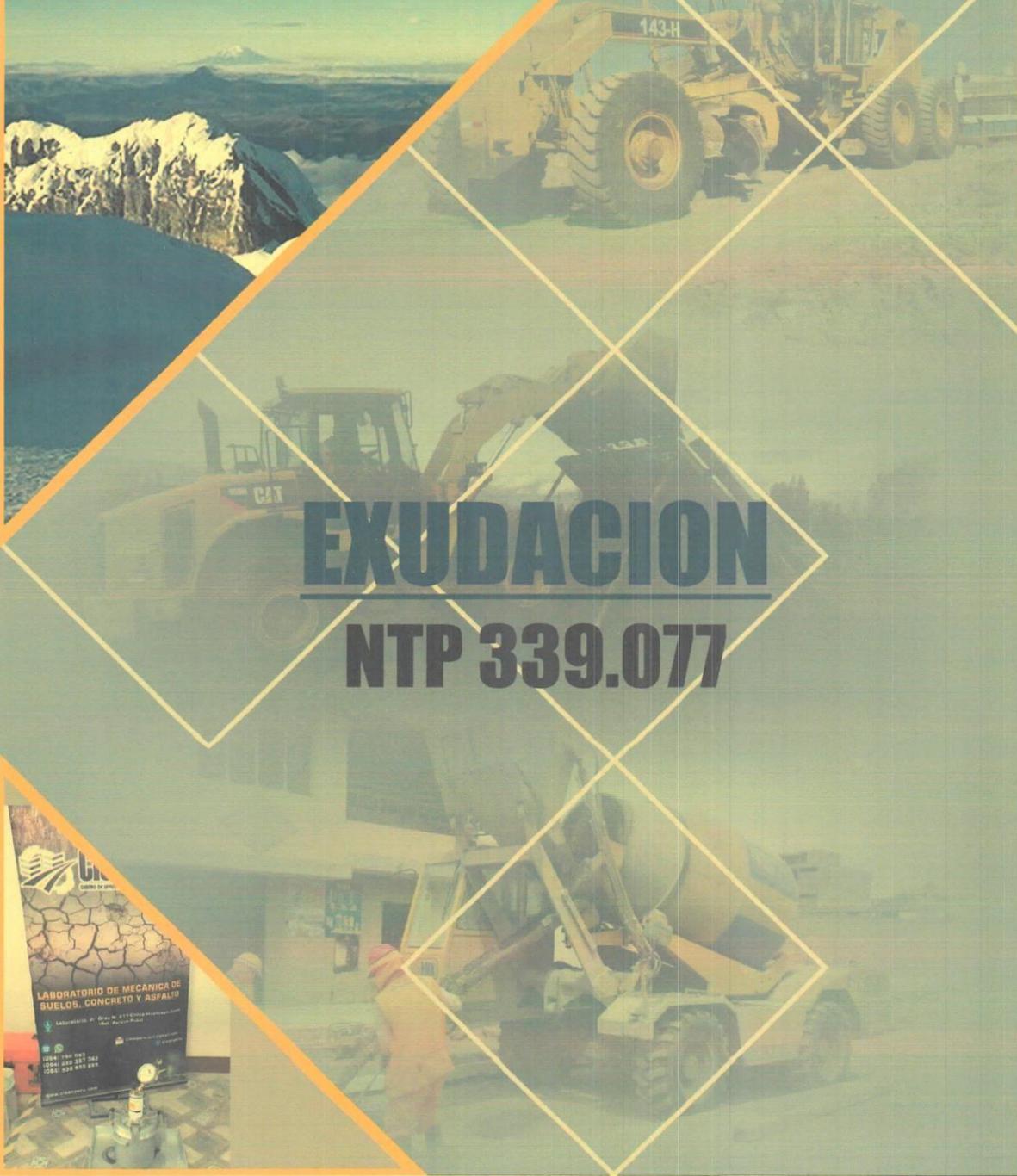
Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# EXUDACION NTP 339.077





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 17/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Exudación	: NTP 339.077 / ASTM C232 / AASHTO T 158

Código	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-01	Tipo material	: DISEÑO PATRON
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO PATRON		
Tiempo contacto (cemento / agua)	:	10:50
Tiempo vaciado carretilla	:	10:56
Tiempo ubicación muestra	:	11:04
Clima (Bajo sombra sin corriente de aire)	:	27.5 °C

TIEMPO (HORA : MINUTO)	VOLUMEN DE EXUDACION (cm3)	VOLUMEN DE EXUDACION ACUMULADA (cm3)
11:04	0.00	0.00
11:14	0.40	0.40
11:24	2.70	3.10
11:34	3.80	6.90
11:44	2.60	9.50
12:14	4.50	14.00
12:44	5.90	19.90
01:14	4.70	24.60
01:34	1.70	26.30
-		

MATERIAL	TANDA DE PRUEBA (27.00 KG)
Cemento	4.17
Agua	2.33
Arena	8.96
Piedra	11.54
Total	27.00

PESO MUESTRA + RECIPIENTE	PT	12.063
PESO RECIPIENTE	PR	2.166
PESO MUESTRA	PT-PR	9.897

AGUA ACUMULADA DE EXUDACION		
Masa total de la mezcla (kg)	w	27.000
Masa neta del agua en la mezcla (kg)	w	2.330
Masa de la muestra (kg)	S	9.897
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	C=(w/W)*S	854.07
Volumen total de agua de exudación (gr)	D	26.30

EXUDACION (%)	D/C	3.079%
---------------	-----	--------



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cela: 938 335 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Pje. Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.air@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 17/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Exudación	: NTP 339.077 / ASTM C232 / AASHTO T 158

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

DISEÑO PATRON		
Tiempo contacto (cemento / agua)	:	08:20
Tiempo vaclado carretilla	:	08:25
Tiempo ubicación muestra	:	08:32
Clima (Bajo sombra sin corriente de aire)	:	26 °C

TIEMPO (HORA : MINUTO)	VOLUMEN DE EXUDACION (cm <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE EXUDACION ACUMULADA (cm <sup>3</sup> )
08:32	0.00	0.00
08:42	0.20	0.20
08:52	1.10	1.30
09:02	2.60	3.90
09:12	4.00	7.90
09:42	4.50	12.40
10:12	2.00	14.40
10:42	1.40	15.80
-	-	-
-	-	-

MATERIAL	TANDA DE PRUEBA (27.00 KG)
Cemento	4.17
Agua	2.33
Arena	8.96
Piedra	11.54
Relave (10%)	0.417
Total	27.42

PESO MUESTRA + RECIPIENTE	PT	12.408
PESO RECIPIENTE	PR	2.166
PESO MUESTRA	PT-PR	10.242

AGUA ACUMULADA DE EXUDACION		
Masa total de la mezcla (kg)	W	27.417
Masa neta del agua en la mezcla (kg)	w	2.330
Masa de la muestra (kg)	S	10.242
Masa de agua en la probeta de ensayo (gr)	$C=(w/W)*S$	870.40
Volumen total de agua de exudación (gr)	D	15.80

EXUDACION (%)	D/C	1.815%
---------------	-----	--------



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Paje, Los Olivos S/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eirl@gmail.com

**Redes Sociales:**

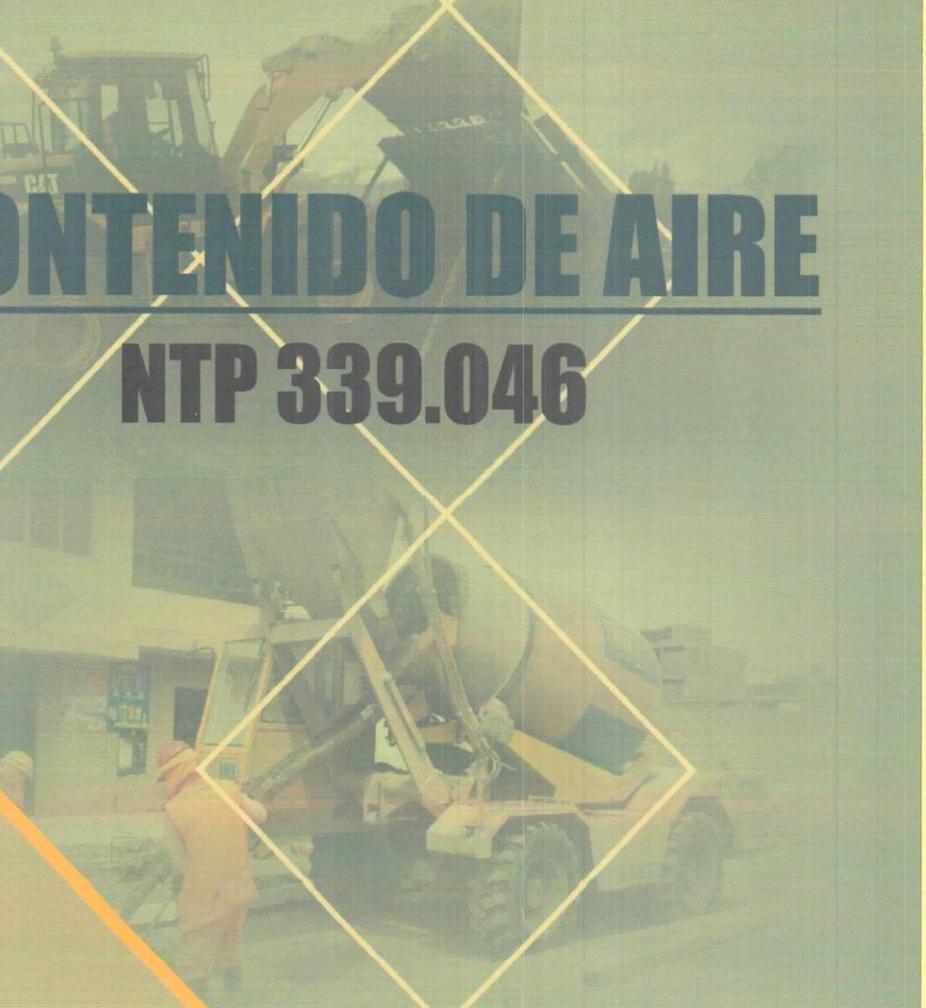
Facebook: cisac-peru-laboratorio



**CISACPERU** E.I.R.L.  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO



# CONTENIDO DE AIRE NTP 339.046





Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 20/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

Ensayo : Método  
Contenido de aire : NTP 339.046

Codigo : 07CISAC-2021-1121 Calicata : - Profundidad : -  
Localiz. : CANTERA ORCOTUNA Muestra : M-01 Tipo material : DISEÑO PATRON  
Material : AGREGADO GRUESO Y FINO

MUESTRA	DISEÑO DE MEZCLA	RELACION AGUA/CEMENTO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO	CONTENIDO DE AIRE
01	PATRON	0.56	1.80	1.81	1.81%
02			1.79		
03			1.83		



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**

Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**

Oficina: Psje. Los Olivos s/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**

Email: cisacperu.eir@gmail.com  
Redes Sociales:  
Facebook: cisac-peru-laboratorio



Código Proyecto	: 07CISAC-2021-1121	Fecha de Emisión	: 20/11/2020
Cliente	: BACH. ING. CIVIL MIGUEL TORPOCO MENDOZA	Fecha de Recepción	: 10/11/2020
Proyecto	: "INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ESTRUCTURAL EN EL DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO, REGION JUNIN"		
Ubicación	: DISTRITO DE HUANCAYO - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGION JUNIN		

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
Contenido de aire	: NTP 339.046

Codigo	: 07CISAC-2021-1121	Calicata	: -	Profundidad	: -
Localiz.	: CANTERA ORCOTUNA	Muestra	: M-02	Tipo material	: DISEÑO (10%)
				Material	: AGREGADO GRUESO Y FINO

MUESTRA	DISEÑO DE MEZCLA	RELACION AGUA/CEMENTO	CONTENIDO DE AIRE (%)	PROMEDIO	CONTENIDO DE AIRE
01	ADICION (10%)	0.56	1.15	1.19	1.19%
02			1.22		
03			1.20		



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante, estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio de Suelos, Asfaltos y Concretos CISAC PERU E.I.R.L.

**Números de Contacto:**  
Of.: (064) 750 083  
Cel.: 938 555 895  
Cel.: 922 397 343

**Centros de Atención:**  
Oficina: Paje. Los Olivos 1/N - El Tambo - Huancayo - Junín.  
Laboratorio: Jr. Salaverry N° 182 - El Tambo - Huancayo - Junín.

**Dirección Electrónica:**  
Email: cisacperu.eirl@gmail.com  
**Redes Sociales:**  
Facebook: cisac-peru-laboratorio

*Área de Metrología**Laboratorio de Presión***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LP - 029 - 2019**

Página 1 de 3

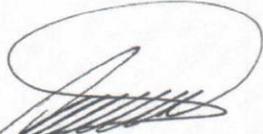
<b>1. Expediente</b>	<b>190182</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>CISAC PERU E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>Jr. Salaverry N° 182, El Tambo - Huancayo - JUNIN</b>	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)</b>	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.  METROLOGÍA & 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.
<b>Tipo</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Marca</b>	<b>FORNEY</b>	
<b>Modelo</b>	<b>LA-0316</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>686</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Medidor de Aire:</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Tipo de Indicación</b>	<b>ANALOGICA</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	<b>0 a 15 psi / 0 a 100 %</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-25</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-25

  
JUAN C. QUISPE MORALES**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282

RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com