

UNIVERSIDAD “SAN PEDRO”

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“Resistencia del concreto $F'_{C}=210$ kg/cm² con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina Potosí”

Tesis para obtener el título profesional de ingeniera civil

AUTOR:

Melgarejo Aguirre Yaneth Justina

ASESOR:

Lopez Carranza Rubén

HUARAZ – PERU

2018

PALABRAS CLAVES

Tema	Resistencia de concreto
Especialidad	Construccion

KEYWORDS

Theme	Resistance of Concrete
Specialty	Building

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Área	2. Ingeniería y Tecnología
Sub área	2.2 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO

**“RESISTENCIA DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DEL
CEMENTO EN 4% Y 8% POR RELAVE DE LA MINA POTOSÍ”**

RESUMEN

Este trabajo de investigación es de tipo experimental cuyo objetivo general fue determinar la resistencia a compresión del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituyo 4% y 8% del cemento por relave minero con el fin de ser utilizado como concreto simple en la ejecución de obras en la zona de estudio y de ese modo reducir el factor contaminante que suele generar el cemento, además se determinó la resistencia a la compresión $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se sustituye en 4% y 8% del cemento por relave minero. Se elaboraron 27 probetas de concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 9 probetas de control patrón, 9 probetas con sustitución a 4% y 9 probetas con sustitución a 8%. La técnica ha sido la observación y como instrumentos se tuvo las fichas técnicas de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales.

Se sustituyó el cemento en un 4% y 8% por relave minero se logró un concreto con una resistencia de $F'_c 210 \text{ kg. /Cm}^2$ con resultados similares al ensayo Patrón.

Los resultados obtenidos fueron favorables ya que la trabajabilidad se mantuvo en un rango requerido, en base a los resultados se recomienda emplear la sustitución hasta el 8% pues los resultados no se alejaron con respecto al patrón.

ABSTRACT

This research work is of experimental type whose general objective is to determine the compressive strength of the concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ when 4% and 8% of the cement is replaced by mine tailings in order to be used as simple concrete in the execution of works in the study area and thus reduce the polluting factor that usually generates the cement, in addition the compressive strength was determined $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ when 4% and 8% of the cement is replaced by mine tailings. 27 concrete specimens $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, 9 standard control specimens, 9 specimens with 4% substitution and 9 specimens with substitution at 8% were prepared. The technique has been the observation and as instruments the technical data sheets of soil mechanics and materials tests were taken.

the cement was replaced by 4% and 8% by mining tailings a concrete with a resistance of $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ was achieved. / Cm^2 with similar results to the Standard test.

The results obtained were favorable since the workability remained in a required range, based on the results it is recommended to use the substitution up to 8% since the results did not move away from the pattern

ÍNDICE GENERAL

Tema	Pagina N°
Palabras clave - Key words – Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
I. Introducción	3
II. Metodología del trabajo	45
III. Resultados	73
IV. Análisis y discusión	77
V. Conclusiones y Recomendaciones	84
VI. Agradecimientos	86
VII. Referencias bibliográficas	87
VIII. Anexos y apéndices	89

LISTA DE TABLAS

<i>CUADRO N° 1: Componentes Químicos</i>	27
<i>CUADRO N° 2:Tabla Granulométrica</i>	33
<i>CUADRO N° 3: Porcentaje que pasa de los Tamices</i>	35
<i>CUADRO N° 4:REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA-NTP 339.088</i>	36
<i>CUADRO N° 5: Valores Permisibles de emisión</i>	43
<i>CUADRO N° 6: Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por relave minero</i>	46
<i>CUADRO N° 7: Resultados para diseño de Mezcla</i>	55
<i>CUADRO N° 8: Proporciones para el diseño de Mezcla</i>	56
<i>CUADRO N° 9: Materiales a utilizar para el volumen del cilindro</i>	57
<i>CUADRO N° 10: Proporciones para el diseño de Mezcla Patrón</i>	57
<i>CUADRO N° 11: Proporción para el diseño de mezcla con 4% de relave minero</i>	58
<i>CUADRO N° 12: Proporción para el diseño de mezcla con 8% de relave minero</i>	59
<i>CUADRO N° 13: Slump</i>	70
<i>CUADRO N° 14: Días de Curado</i>	76
<i>CUADRO N° 15: Composición química del Relave</i>	78
<i>CUADRO N° 16:Porcentaje Típicos de Intervención de los Oxidos</i>	78
<i>CUADRO N° 17: Composición química del relave expresado como óxidos</i>	79
<i>CUADRO N° 18:Rotura a los 7 días</i>	79
<i>CUADRO N° 19: Rotura a los 14 días</i>	80
<i>CUADRO N° 20: Rotura a los 28 días</i>	81
<i>CUADRO N° 21: Pruebas estadísticas (spss)</i>	89
<i>CUADRO N° 22: Pruebas de normalidad</i>	90
<i>CUADRO N° 23: Prueba de igualdad de levene de varianzas de error</i>	90
<i>CUADRO N° 24: Variable dependiente: RESISTENCIA</i>	91
<i>CUADRO N° 25 Pruebas post hoc</i>	92

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Cemento.....	28
FIGURA N° 2: Escala de PH	37
Figura N° 3:Prueba de asentamiento.....	40
Figura N° 4: Deposito de Relaves Convencionales	44
Figura N° 5: Topografía	52
Figura N° 6; : Relave minero tamizado por la malla N°200	52
Figura N° 7: Probetas estandarizadas para muestreo de concreto.....	53
Figura N° 8: Petróleo para los bordes de las probetas antes de vaciar el concreto.	53
Figura N° 9 Cemento empleado en Obra (Portland tipo I).....	53
Figura N° 10 Piedra Chancada.	54
Figura N° 11 Arena Gruesa.	54
Figura N° 12: Muestras	66
Figura N° 13 Vaciado de los materiales en las probetas patrón.	67
Figura N° 14: Prueba de Slump	69
Figura N° 15: Midiendo el Slump.....	70
Figura N° 16: Probetas	71
Figura N° 17: Luego de fraguado se procedió a realizar el curado.....	72
Figura N° 18: Probeta a romper en el laboratorio de la USP.....	72
Figura N° 19:Ensayo de rotura de probetas.....	73
Figura N° 20: Resistencia obtenida a los 7 dias.....	80
Figura N° 21 Resistencia obtenida a los 14 días.....	81
Figura N° 22: Resistencia obtenida a los 28 días.....	82
Figura N° 23: Resultado finales.....	83

I. INTRODUCCIÓN

La presente Tesis tiene como contenido principal el modo de cómo realizar un diseño de mezcla con sustitución de cemento por relave minero para poder contribuir con el tema de impacto ambiental en futuras ejecuciones de obras de construcción sobre todo en el uso de concreto simple $F'_{C}=210 \text{ KG/CM}^2$, además de presentar el diseño de mezcla se presenta las pruebas de laboratorio realizadas en la universidad san pedro, universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo y la Universidad Nacional de Ingeniería, resultados que se verán en los anexos.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION CIENTIFICA:

Anicama (2013), en su investigación “estudio experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicos”. Nos presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Una de las principales características de los diseños obtenidos fue su simplicidad. Al plantear diseños que no usaron tantos aditivos, ni combinaciones de agregados difíciles de obtener, aseguramos que puedan realizarse y adaptarse en cualquier parte de nuestro país.

Los relaves en las proporciones trabajadas no incorporan contenido de aire significativo a las mezclas de concreto.

Los relaves en las proporciones trabajadas no hacen variar significativamente el slump del concreto.

Con respecto al relave escogido Andaychagua, éste presentó características químicas en el límite por lo especificado en la norma NTP 400.037 para sales solubles totales y sulfatos solubles (Ver tabla 15). Luego para obtener resistencias altas los relaves no deben usarse como relleno volumétrico en grandes cantidades ya que podrían atacar la estructura interna del concreto haciendo que el concreto se fisure y exponga al acero de refuerzo.

Se concluye que las adiciones de relave en proporciones menores a 5% no afectarán las características físicas principales de los concretos convencionales.

En función a nuestros resultados corroboramos que el diseño GA-ANDAY (2%) podrá usarse en la construcción de pavimentos con tránsito liviano o veredas.

En general al proponer reemplazos de cemento en mezclas de concreto, de manera indirecta estamos contribuyendo con nuestro medio ambiente ya que la producción de cemento es una de las más contaminantes por su consumo de combustibles fósiles y la liberación de CO₂.

Cano (2017), en su tesis “control de calidad según la norma técnica peruana, del ladrillo de concreto con resistencia a la compresión $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ”. Nos presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se obtuvo en el análisis químico del relave minero el contenido de cuarzo en un porcentaje de 62%, con lo cual presenta las propiedades de silicatos esenciales para poder realizar la encapsulación de los metales pesados, además que el ensayo demuestra su buena calidad como agregado fino.

Los resultados del ensayo alabeo de los ladrillos patrón y experimental obtenidos para la forma cóncava son de promedio 1.00mm y 2.00mm así como para la forma convexa un promedio de 1.75mm y 0.50mm respectivamente cumpliendo así el reglamento establecido por el RNE E-070 que indica 1.65gr/cm³.

Los resultados del ensayo de densidad del ladrillo patrón y experimental obtuvo valores promedio con densidad de 1.66 gr/cm³ y 1.65 gr/cm³, cumpliendo con el valor mínimo establecido por el reglamento nacional de edificaciones E-070 que indica 3.22%.

Habiéndose obtenido resultados favorables según norma técnica peruana 399.613 y el reglamento nacional de edificaciones E-070 se recomienda respetar y seguir los procedimientos estipulados para cada uno de los ensayos a evaluarse.

Hacer un estudio de impacto ambiental antes y después de la industrialización de los ladrillos con relave minero a fin de conocer la magnitud e importancia de la descontaminación en la zona rural del distrito de Pampas.

Proyectar esta investigación a mas días de estudio para verificar con mayor profundidad la cristalización de metales pesados con el método de encapsulamiento con sílice.

El Instituto de Capacitación y Actualización Profesional en Ingeniería (ICAP) y la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A. (SIMSA) (2011), han presentado un estudio de investigación fundamentado en análisis de laboratorios e incluso con la comprobación de prestigiosas universidades. Este trabajo plantea el uso alternativo de los relaves que produce la mina que esta empresa se encuentra explotando y que se expone entre sus recomendaciones de uso de relave para construcción civil:

Realizando un pretratamiento al relave mediante un lavado para eliminar los residuos de reactivos adheridos a las partículas, es posible aplicarlo en la industria de la construcción civil.

Luis Perez Sican (2009), El concreto es un material durable y resistente pero, dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. .Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular para exteriores.

Ya sea que adquiera la forma de un camino de entrada amplio hacia una casa moderna, un paso vehicular semicircular frente a una residencia, o una modesta entrada delantera, el concreto proporciona solidez y permanencia a los lugares donde vivimos.

En la forma de caminos y entradas, el concreto nos conduce a nuestro hogar, proporcionando un sendero confortable hacia la puerta.

Además de servir a nuestras necesidades diarias en escalones exteriores, entradas

y caminos, el concreto también es parte de nuestro tiempo libre, al proporcionar la superficie adecuada para un patio.

El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.

Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

La representación común del concreto convencional en estado fresco, lo identifica como un conjunto de fragmentos de roca, globalmente definidos como agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Esto significa que en una mezcla así hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido.

Consecuentemente con ello, el comportamiento mecánico de este material y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

Las características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida.

La calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio.

La afinidad de la matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

En el primer aspecto debe contemplarse la selección de un cementante apropiado, el empleo de una relación agua/cemento conveniente y el uso eventual de un aditivo necesario, con todo lo cual debe resultar potencialmente asegurada la calidad de la matriz cementante.

En cuanto a la calidad de los agregados, es importante adecuarla a las funciones que debe desempeñar la estructura, a fin de que no representen el punto débil en el comportamiento del concreto y en su capacidad para resistir adecuadamente y por largo tiempo los efectos consecuentes de las condiciones de exposición y servicio a que esté sometido. Finalmente, la compatibilidad y el buen trabajo de conjunto de la matriz cementante con los agregados, depende de diversos factores tales como las características físicas y químicas del cementante, la composición mineralógica y petrográfica de las rocas que constituyen los agregados, y la forma, tamaño máximo y textura superficial de éstos.

De la esmerada atención a estos tres aspectos básicos, depende sustancialmente la capacidad potencial del concreto, como material de construcción, para responder adecuadamente a las acciones resultantes de las condiciones en que debe prestar servicio. Pero esto, que sólo representa la previsión de emplear el material potencialmente adecuado, no basta para obtener estructuras resistentes y durables, pues requiere conjugarse con el cumplimiento de previsiones igualmente eficaces en cuanto al diseño, especificación, construcción y mantenimiento de las propias estructuras. **www.360gradosenconcreto** (2013), Desde el momento en que los granos del cemento inician su proceso de hidratación comienzan las reacciones de endurecimiento, que se manifiestan inicialmente con el “atiesamiento” del fraguado y continúan luego con una evidente ganancia de **resistencias**, al principio de forma rápida y disminuyendo la velocidad a medida que transcurre el tiempo.

En la mayoría de los países la edad normativa en la que se mide la **resistencia**

mecánica del concreto es la de 28 días, aunque hay una tendencia para llevar esa fecha a los 7 días. Es frecuente determinar la resistencia mecánica en periodos de tiempo distinto a los de 28 días, pero suele ser con propósitos meramente informativos. Las edades más usuales en tales casos pueden ser 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. En algunas ocasiones y de acuerdo a las características de la obra, esa determinación no es solo informativa, si no normativa, fijado así en las condiciones contractuales.

La edad de 28 días se eligió en los momentos en que se comenzaba a estudiar a fondo la tecnología del concreto, por razones técnicas y prácticas. Técnicas porque para los 28 días ya el desarrollo de resistencia está avanzado en gran proporción y para la tecnología de la construcción esperar ese tiempo no afectaba significativamente la marcha de las obras. Prácticas porque 28 días es un múltiplo de los días de la semana y evita ensayar en día festivo un concreto que se vació en días laborables. Pero las razones técnicas han cambiado sustancialmente porque con los métodos constructivos actuales 28 días puede significar un decisivo adelanto de la obra por encima de los volúmenes de concreto cuya calidad no se conoce.

La velocidad de ganancia de **resistencia mecánica del concreto** depende de numerosas variables y resultan muy diferentes entre unos y otros concretos. De esas variables, la más importante puede ser la composición química del cemento, la misma finura, la relación agua cemento, que cuanto más baja sea favorece la velocidad, la calidad intrínseca de los agregados, las condiciones de temperatura ambiente y la eficiencia de curado. Esto hace que los índices de crecimiento de la resistencia no pueden ser usados en forma segura o precisa con carácter general para cualquier concreto.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación, busca mejorar de manera específica la resistencia obtenida con el concreto pudiendo llamarse también con material reciclado, ya que el relave es un desperdicio de luego haber explotado en una planta de tratamiento la cual contamina, la ventaja de usar este relave en el distrito de San Luis será de manera económica de un modo se reducirá la contaminación que causa el uso del cemento este diseño de concreto con relave de la minera beneficiara casi en su totalidad a los habitantes del Distrito.

Debido a la problemática de los pasivos ambientales mineros, que actualmente representa una alteración al medio físico con el riesgo permanente de contaminación ambiental, generando un impacto visual negativo y la continua contaminación producida por efectos climatológicos del medio físico circundante.

Una solución a algunos de los problemas de los agentes pasivos mineros es la aplicación de un valor agregado de manera directa al relave, que permita el uso de relave en la construcción, poca disponibilidad de materiales cerca del lugar de construcción y la disposición de desechos, existe una necesidad de optimizar el uso de los agregados, aglomerantes, equipo, mano de obra y recursos.

Para el uso de los relaves mineros como sustitución del cemento, los materiales deben estudiarse previamente para determinar si pueden ser utilizados y así ser procesados para diferentes tipos de construcciones, la cual deberá cumplir con determinadas especificaciones de tal forma que su utilización no sea causa de daños prematuros en las construcciones.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Este trabajo de investigación es factible de ser realizado y utilizado por la población que lo requiera, pues en el momento de emplearse reduce gasto para quien lo emplee y como proyecto de investigación claro que genera una suma mayor de gasto, ya que se estudiara a partir de componentes químicos y otros laboratorios con

los que se quiere llegar a demostrar la efectividad los que se analizara en la Universidad Nacional de Ingeniería y la Universidad Privada San Pedro, para sustentar de esta manera que es factible y económicamente rentable el uso de dicho diseño con sustitución de concreto. La utilización de relaves mineros como sustitución en porcentajes del cemento, permite economizar, el consumo de agregados, aglomerantes, equipo, y mano de obra y recursos.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En cuanto a la técnica de la utilización de relaves mineros como sustitución en porcentajes del cemento la gente debería de en nuestro país y no siempre se cuenta con material bibliográfico que brinde información teórica completa, que pueda ser aplicada a estudios previos, al diseño y ejecución de diferentes proyectos a ejecutarse. De aquí sale la necesidad de contar con un manual que recolecte la información de las maneras de utilizar el relave minero. Dando así a conocer esta técnica, contribuyendo también al desarrollo técnico de la ingeniería en esta área de nuestro país.

En definitiva un mejor uso del conocimiento nos va a permitir actuar con mayor agilidad en las decisiones a tomar, con mayor certeza, exactitud y con una visión de mayor alcance en cuanto al impacto de la misma; disponiendo de una mayor capacidad de conocimiento y raciocinio en base a la mejor información, en consecuencia se hace imperativo nuestra capacidad comprensiva, en este caso a través de la información recopilada en esta presente investigación, ofreciendo a futuros estudiantes un material de consulta, que les permita conocer los diferentes procedimientos y criterios que se debe considerar en el estudio relaves relacionado con concreto.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El hecho de preservar el medio ambiente y proteger áreas verdes nos inspira a buscar salidas para reducir el impacto ambiental en la ingeniería debido a la necesidad medio ambiente ha hecho que la legislación sea hoy mucho más proteccionista que en el pasado.

Es por eso que se plantea este tema como investigación a modo de salida en una construcción de concreto simple para poder reducir el impacto ambiental, de ese modo poder lograr una armonía con el medio ambiente y la construcción.

PROBLEMA:

La producción de relaves mineros, dirigido a la protección socio ambiental. Así como el posible uso alternativo que se puede dar a algunos relaves a partir del caso de una minera, la ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales de construcción.

En la región Áncash en distintas mineras encontramos relaves mineros activos y abandonados, este material no tiene misma forma es un material no útil ya que no se conoce sus múltiples propiedades y se pueda emplear en la necesidad del ser humano. Por estos motivos para lograr una mayor durabilidad y resistencia es necesario elaborar un concreto de Alta resistencia teniendo un control de la influencia de relaves mineros como sustitución en porcentajes de cemento en su composición y que esté al alcance de la población.

FORMULACION DEL PROBLEMA

¿CUAL ES LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CUANDO SE SUSTITUYE UN 4% Y 8% DEL CEMENTO POR RELAVE DE LA “MINERA POTOSÍ”, UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN LUIS, PROVINCIA DE CARLOS FERMÍN FITZCARRALD – ANCASH?.

MARCO REFERENCIAL

DEFINICION DE TERMINOS

Agregado — Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico

Agregado Fino — Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8")

Agregado Grueso — Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

Cemento — Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

Cemento Portland — Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker

Concreto — Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Ensayo De Consistencia Del Concreto (Slump Test), La medida de la consistencia de un hormigón fresco por medio del cono de Abrams es un ensayo muy sencillo de realizar en obra, no requiriendo equipo costoso ni personal especializado y proporcionando resultados satisfactorios. En este ensayo el hormigón se coloca en un molde metálico troncocónico de 30 cm de altura y de 10 y 20 cm de diámetro, superior e inferior respectivamente

Grava — Agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de los materiales pétreos. Se encuentra comúnmente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural.

Probeta cilíndrica — Cilindro de hormigón de 15 cm (6 pulgadas) de diámetro y 30 cm (12 pulgadas) de altura, curado bajo unas condiciones controladas

UNESCO:

0404 0113 Desarrollo de aditivos y recubrimientos protectores anticorrosivos, y antiabrasivos de origen cerámico, polimérico y metálico, entre otros.

EL CONCRETO

El concreto es una mezcla de: Cemento, agregados inertes (grava y arena) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo de mezclado

Los elementos que componen el concreto se dividen en dos grupos: activos e inertes. Son activos, el agua y el cemento a cuya cuenta corre la reacción química por medio de la cual esa mezcla, llamada lechada o pasta, se endurece hasta alcanzar un estado de gran solidez.

Los elementos inertes (agregados), al arena y la grava, cuyo papel fundamental es formar el esqueleto del concreto, ocupando gran parte del volumen del producto final, con lo cual se logra abaratarlo y disminuir notablemente los efectos de la reacción química del fraguado: La elevación de la temperatura y la contracción de la lechada al endurecerse.

El agua que entra en combinación química con el cemento es aproximadamente un 33% de la cantidad total y esa fracción disminuye con la resistencia del concreto.

En consecuencia, la mayor parte del agua de mezclado se destina a lograr fluidez y trabajabilidad a la mezcla, coadyuvando a la contracción del fraguado y dejando en su lugar vacío correspondiente, cuya presencia influye negativamente en la resistencia

final del concreto. (Bernal. A, 2009).

Concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos.

Después del vaciado, es necesario garantizar que el cemento reaccione químicamente y desarrolle su resistencia. Esto sucede principalmente durante los 7 primeros días, por lo cual es muy importante mantenerlo húmedo en ese tiempo. A este proceso se le conoce como curado del concreto.

COMPARATIVO DEL RELAVE RESPECTO AL RELAVE

El concreto, presenta un comportamiento viscoso, mientras que el relave, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables.

Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia.

Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales. M, 1962).

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Se le llama así a la etapa del concreto recién mezclado cuyo estado es plástico y moldeable, el cual aún no ha logrado alcanzar su fragua inicial, ni endurecimiento y adopta la forma del encofrado.

TRABAJABILIDAD

Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto. En esencia, es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad.

El primer paso para hacer esta prueba consiste en sacar una muestra de concreto de una determinada tanda de la mezcladora. Con esta muestra se llena el cono mediante tres capas y se chucea con la varilla, 25 veces cada una. Inmediatamente después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto. Por último, se mide la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono.

La manejabilidad o trabajabilidad es una propiedad del concreto fresco que se define como su capacidad para ser colocado, compactado adecuadamente y para ser terminado sin segregación ni exudación; la manejabilidad va asociado al termino plasticidad, definido como la propiedad del concreto fresco que le permite dejarse moldear y cambiar lentamente si se saca del molde.

No debe confundirse la manejabilidad con la consistencia o fluidez, relacionada de este con estado de mezcla seca (dura) o fluida (blanda), es decir, se refiere al grado de humedad de la mezcla. Dentro de ciertos límites las mezclas fluidas o húmedas son más manejables que las secas, pero dos mezclas que tengan la misma consistencia no son igualmente manejables, para ello deben tener el mismo grado de plasticidad.

Los factores que influyen en la trabajabilidad son:

1. El contenido del agua de secado, es el principal factor que influye en la manejabilidad del concreto; se expresa en kg o litros por m³ del concreto.
2. La fluidez de la pasta, debido a que para una cantidad determinada de pasta y de agregado, la plasticidad de la mezcla dependerá de las proporciones de cemento y agua en la pasta.
3. El contenido de aire, bien sea naturalmente atrapado o adicionado, aumenta la manejabilidad de la mezcla porque sus burbujas actúan como balineras de los agregados permitiendo su movilidad.
4. La buena gradación de los agregados.
5. los agregados gruesos con partículas planas y alargadas o de forma cubica con superficie rugosa, disminuyen la manejabilidad de la mezcla.
6. Bajo contenido de arena en proporción con el contenido de agregado grueso determina una mezcla poco manejable. Pero si el contenido de arena es elevado hay necesidad de añadir agua o pasta en exceso para que la mezcla sea manejable presentándose también segregación o exudación.
7. Algunas condiciones de clima y temperatura pueden alterar la manejabilidad de la mezcla.
8. Algunas condiciones de producción y colocación del concreto.(Bernal. J, 2009).

SEGREGACIÓN

Es la separación de los materiales que constituyen una mezcla de cemento.

Entre los principales factores que producen segregación están la diferencia en tamaños de las partículas y la mala distribución granulométrica de los agregados. Otras

causas se refieren a los inadecuados procesos del concreto: Mezclado, transporte, colocación y compactación.

La segregación se produce en dos formas: Las partículas gruesas tienden a separarse de las otras por acción de la gravedad, esto ocurre generalmente con mezclas secas y poco plásticas. La otra forma es la separación de la pasta (cemento y agua) lo que ocurre con mezclas muy fluidas. (Bernal. J, 2009).

Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto. Es importante controlar el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy.

EXUDACIÓN

Se origina cuando una parte del agua sale a la superficie del concreto. Es importante controlar la exudación para evitar que la superficie se debilite por sobreconcentración de agua. Esto sucede, por ejemplo, cuando se excede el tiempo de vibrado haciendo que en la superficie se acumule una cantidad de agua mayor a la que normalmente debería exudar.

Se conoce también como sangrado y consiste en que parte del agua de mezclado tiende a subirse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado.

La exudación puede crear problemas en el concreto; cuando la velocidad de la evaporación es menor que la velocidad de la exudación, se forma una película de agua que aumenta la relación agua cemento en la superficie y posteriormente esta zona queda porosa y de baja resistencia al desgaste; pero si la velocidad de evaporación es mayor que la velocidad de la exudación se pueden producir grietas de contracción.

La exudación puede ser controlada con aditivos inclusores de aire, cementos más

finos y un control de agregado fino.

CONTRACCIÓN

Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida de agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente. Es importante controlar la contracción porque puede producir problemas de fisuración.

Una medida para reducir este problema es cumplir con el curado del concreto.

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Es importante las propiedades es del concreto al estado endurecido, ya que estas reflejan el comportamiento del concreto en el futuro, es decir, va ser en este estado, en el cual se va tener que soportarlas cargas para las cuales se ha diseñado, aunque también tienen importancia las cualidades del concreto en estado plástico anteriormente estudiado.

La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo.

ELASTICIDAD

Es la capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites. Es decir, que una vez deformado puede regresar a su forma original.

DURABILIDAD

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.

IMPERMEABILIDAD

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

RESISTENCIA.

El concreto como material estructural se diseña para que tenga una determinada resistencia. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para juzgar su calidad. Sin embargo cuando se diseñan pavimentos rígidos y otras lozas que se construyen sobre el terreno, el concreto se diseña para que resista esfuerzos de flexión. Se ha establecido una correlación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión en un determinado concreto. Los factores que afectan la resistencia del concreto se pueden dividir en dos:

- Los primeros tienen que ver con la calidad y la cantidad de los elementos constitutivos del concreto; agregados, cemento y agua.
- Los segundos, tienen que ver con la calidad del proceso del concreto: Mezclado, transporte, colocación, compactación y curado; la resistencia está en relación directa a este proceso.

En cuanto a la calidad y cantidad de los elementos constitutivos del concreto mencionaremos los siguientes:

Contenido del cemento: Las características del cemento empleado en la mezcla de concreto tiene una gran influencia en la resistencia del concreto, pues es el elemento más activo de la mezcla.

Aunque todos los cementos tienen una buena calidad el incremento de resistencia con la edad no es el mismo, algunos cementos aumentan su resistencia más rápidamente a edades tempranas

La cantidad de cemento en la mezcla, es decir su proporción, es decisiva en la resistencia, a medida que se aumenta la cantidad de cemento aumenta la resistencia, sin embargo mezclas en un alto contenido de cemento (por encima de 470 kg por m³ de concreto) tienen un retroceso en su resistencia especialmente cuando tienen máximos muy altos. Además se presenta una contracción en la pasta de cemento al pasar del estado plástico al estado endurecido.

PROCEDIMIENTOS PARA ELABORAR PROBETAS DE CONCRETO

R. Medina, (2017), afirma que debido a que es un material durable, fácil de moldear, resistente a la compresión y económico, el concreto es uno de los materiales de construcción más usado en el mundo. Lamentablemente, hay ocasiones donde estas propiedades positivas no se reflejan en las obras debido a diversos factores, entre ellos está un inadecuado control de calidad durante el proceso constructivo.

La resistencia a la compresión puede medirse de manera precisa, a fin de garantizar que el concreto colocado en la estructura de una edificación cumpla con las exigencias de los planos estructurales. De esta manera, se lleva a cabo el control de calidad del material.

Para realizar el denominado ensayo de compresión o rotura de probetas, se requiere elaborar probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. (a partir de una muestra de concreto obtenida en la misma obra); estas se almacenan durante 28 días y luego deben ser llevadas a un laboratorio de estructuras, por ejemplo de una universidad, para los respectivos ensayos.

Precisamente, en esta edición te proporcionaremos la información necesaria para elaborar probetas de concreto y verificar su calidad.

A continuación, lo explicamos en 4 partes:

A. Muestra de Concreto:

Una muestra es una porción de concreto recién preparado con el que se harán las probetas. Como se trata de comprobar su resistencia, su volumen no debe ser menor de 1 p3 (una bolsa de cemento). Cuando se trate de concreto preparado en mezcladora, las muestras serán obtenidas a la mitad del tiempo de descarga de la mezcladora.

Es importante tener en cuenta que las muestras deben ser representativas del concreto colocado en el encofrado, no debemos seleccionarlas en base a otro criterio que pueda interferir con el propósito del muestreo. Además, debemos protegerlas del sol y del viento desde que se extraen hasta que se ponen en los moldes de las probetas. Esta acción debe durar máximo 15 minutos. Finalmente, se debe anotar el origen de la muestra según la ubicación donde se ha vaciado en la estructura (viga, columna, cimentación, etc.).

B. Equipo y Herramientas:

1. Los moldes utilizados para la elaboración de las probetas deben ser de acero, hierro forjado u otro material no absorbente y que no se mezcle con el cemento. Deben ser muy resistentes como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de un cilindro recto de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de alto.
2. Para la compactación y moldeado se requiere de una barra de acero liso y circular, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de longitud; uno de sus extremos debe ser redondeado.
3. Para hechar el concreto dentro del molde es necesario un cucharón metálico.
4. Un recipiente metálico grueso de tamaño apropiado o una carretilla limpia de superficie no absorbente y con capacidad suficiente para la toma, traslado y remezclado de la muestra completa.
5. Para darle un buen acabado a la superficie del concreto en el molde, se usa una plancha.

C. Procedimiento:

1. Seleccionar un espacio apropiado en la obra para elaborar las probetas. Este espacio debe cumplir los siguientes requisitos:

Debe tener una superficie horizontal, plana y rígida.

Debe estar libre de vibraciones.

De preferencia, debe tener un techo a fin de moldear las probetas bajo sombra.

2. Antes de tomar la muestra e iniciar el moldeo, verificar lo siguiente:

Los dispositivos de cierre de los moldes (pernos), deben estar en perfectas condiciones.

Los moldes deben ser herméticos para evitar que se escape la mezcla.

La perfecta verticalidad (90°) del molde respecto de la placa de asiento.

La superficie interior de los moldes debe estar limpia.

Para desmoldar con facilidad, se puede aplicar una ligera capa de aceite mineral o petróleo a la superficie interior del molde.

3. Se toma la muestra de concreto en el recipiente metálico destinado para ese fin (Ver punto 5, Equipos y Herramientas).

4. El moldeo de la probeta se realiza en tres capas, cada una de ellas de 10 cm. de altura, según el siguiente detalle:

Primera Capa

Colocar la mezcla en el molde y mezclarla con el cucharón para que esté bien distribuida y pareja.

Compactar la primera capa en todo su espesor, mediante 25 inserciones ("chuzeadas") con la varilla lisa, distribuidas de manera uniforme en la mezcla. El extremo redondeado de la varilla va hacia abajo.

- Una vez culminada la compactación de esta capa, golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo para liberar las burbujas de aire que hayan podido quedar atrapadas en el interior de la mezcla.

Segunda Capa

Colocar la mezcla en el molde y distribuir de manera uniforme con el cucharón.

Compactar con 25 "chuzeadas" con la varilla lisa. La varilla debe ingresar 1 pulgada en la primera capa.

Luego golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo para liberar las burbujas de aire.

Tercera Capa

En esta última capa, agregar suficiente cantidad de mezcla para que el molde quede lleno.

Compactar esta tercera capa también mediante 25 "chuzeadas" con la varilla lisa, teniendo cuidado que estén uniformes y distribuidas en toda la masa recién colocada. No olvidar que en cada inserción la varilla debe ingresar 1 pulgada en la segunda capa.

Culminada la compactación, golpear suavemente alrededor del molde unas 10 veces con el martillo para liberar las burbujas de aire de la mezcla, Nivelar el exceso de mezcla con la varilla lisa de compactación. Dar un buen acabado con la plancha para obtener una superficie lisa y plana.

5. Pega una etiqueta de papel en la parte externa del molde para identificar las probetas con la siguiente información del siguiente modo:

6. Después de su elaboración, las probetas deben transportarse inmediatamente y con mucho cuidado al lugar de almacenamiento.

7. Retirar el molde con mucho cuidado. Esto se hace 24 horas después de su elaboración.

8. Posteriormente, toda la información escrita en la etiqueta de papel tendrá que escribirse sobre la probeta utilizando un plumón indeleble y cuidando de no malograr su superficie.

D. Curado:

Después de haber sido desmoldadas, curar las probetas inmediatamente, colocándolas en recipientes con agua potable. El agua debe cubrir completamente todas las caras de las probetas

MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR RELAVE MINERO

El concreto esta constituidos por una mezcla, en proporciones definidas de:

- Cemento
- Agregado Fino
- Agregado Grueso
- Agua
- Relave minero

CEMENTO

El cemento Portland se define en la norma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de calcio.

Admitiendo la adición de otros productos que no excedan el 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Se denomina Clinker Portland al producto constituido en su mayor parte por Silicato de Calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (clinkerización) de una mezcla conveniente, proporcionada y homogenizada de materiales debidamente seleccionados.

PROPIEDADES GENERALES

- Buena resistencia al ataque químico.
- Resistencia a temperaturas elevadas.
- Resistencia inicial elevada que disminuye con el tiempo.
- Se ha de evitar el uso de armaduras. Con el tiempo aumenta porosidad.
- Uso apropiado para bajas temperaturas por ser muy exotérmico.

Está prohibido el uso de cemento aluminoso en hormigón pretensado. La vida útil de las estructuras de hormigón armado es más corta.

El fenómeno de conversión (aumento de la porosidad y caída de la resistencia) puede tardar en aparecer en condiciones de temperatura y humedad baja.

El proyectista debe considerar como valor de cálculo, no la resistencia máxima sino, el valor residual, después de la conversión, y no será mayor de 40 N/mm².

Se recomienda relaciones $A/C \leq 0,4$, alta cantidad de cemento y aumentar los recubrimientos (debido al pH más bajo).

PROPIEDADES FÍSICAS:

Finura

La finura de molido o de molturación en los materiales, se aprecia por medio de los análisis granulométricos, que consiste en hacerlos pasar a través de tamices, cribas o zarandas, apreciando los porcentajes en peso que atraviesan el material. El grado de finura es la de mayor importancia, porque se ha determinado que el agua no actúa sino en una profundidad de 0.1mm de los granos, y como el agua es indispensable para la cristalización o fragua, se comprende la necesidad de que el cemento posea la finura conveniente a fin de que la película de agua que rodea cada grano lo atraviese. Las especificaciones usuales prescriben que más del 78% en peso pase la malla N° 200.

Firmeza

-Llamada también indeformabilidad, es la que exige al cemento de no desintegrarse después del fraguado. Generalmente esta desintegración se produce en el cemento como en cualquier otro material, por variación del volumen y en el caso especial del cemento por aumento de volumen. Un cemento tendrá firmeza cuando durante y después de la fragua, no aumenta de volumen.

En los laboratorios se comprueba esta cualidad preparando tortas de pasta normal, que después se seca al vapor y se examinan para observar si se han presentado fracturas de contracción, distorsiones, desintegraciones, etc.

Peso Específico: El cemento debe tener un peso específico superior a 3.10.

Fraguado: Normal 2-3 horas. Similar al del cemento Portland.

Endurecimiento: muy rápido. En 6-7 horas tiene el 80 % de la resistencia.

Estabilidad de volumen: No expansivo.

Calor de hidratación: Muy exotérmico. Desprende rápidamente una gran cantidad de calor.

Muy resistente a sulfatos y muy buena durabilidad y resistente a compuestos ácidos, Buenas propiedades refractarias, aguanta 1500-1600 °C manteniendo resistencias y propiedades físicas. expuesto a condiciones de alta temperatura y alta humedad (Por ejemplo una zona costera) sufre una alteración en su composición química: Pierde 18 moléculas de agua y deja poros al evaporarse, en consecuencia pierde toda resistencia (Pasa de un cristal hexagonal a uno cúbico)

El curado ha de ser muy cuidado (dura un día) los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

CUADRO N° 1: Componentes Químicos

%	COMPONENTE QUÍMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO_2)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe_2O_3)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio,	Minerales Varios

	azufre, fósforo Y magnesio	
--	----------------------------	--



Figura N° 1: Cemento

TIPOS DE CEMENTOS:

Cemento Portland Tipo I

Cemento de uso general, donde no se requiere propiedades especiales. Se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos como

los sulfatos del suelo o del agua, o a elevaciones perjudiciales de temperatura, debido al calor generado por la hidratación.

Cemento Portland Tipo II

De uso cuando se requiere moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Este tipo de cemento genera usualmente menor calor de hidratación que el tipo I.

Cemento Portland Tipo III

Presenta un desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, especiales para su uso en los casos en que se necesite adelantar el uso de las estructuras (No se fabrican en el Perú).

Cemento Portland Tipo IV

Es de bajo calor de hidratación, este cemento debe emplearse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo recomendable para concretos masivos. Su ganancia de resistencia es más lenta que la del cemento tipo I.

Cemento Portland Tipo V

Recomendables para ambientes muy agresivos por su alta resistencia a los sulfatos. Y se emplea únicamente en aquellos casos en que la concentración de sulfatos es mayor de 10000 ppm, recomendándose su empleo conjuntamente con una adición puzolánica. Su resistencia aumenta más lentamente que en el cemento tipo I o normal. De estos 5 tipos, en el Perú solo se fabrican los tipos I, II y V

Si a los cementos se le ha añadido el sufijo A significa que son cementos a los que se ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales.

En la norma ASTM C175 se incluyen tres tipos de cementos con pequeñas cantidades de materiales incorporadores de aire mezclados con el Clinker durante la fabricación. Estos cementos producen concretos con mayor resistencia al efectos de las heladas y a la descamación producida por las sustancias químicas aplicadas para la fusión de la nieve y el hielo. Este concreto con tiene burbujas de aire diminutas, bien distribuidas y completamente separadas. En el Perú no se fabrica este tipo de cementos.

PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales: extracción y molienda de la materia prima, homogeneización de la materia prima, producción del Clinker y la materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas y dependiendo de la dureza y ubicación del material, el sistema de explotación y equipos utilizados varía.

Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo.

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales.

En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clíinker a temperaturas superiores a los 1500° centígrados. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales.

En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el clíinker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

El clínker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

PASOS DE LA FABRICACIÓN:

Explotación de materia prima:

De las canteras de piedra se extrae la caliza, y las arcillas a través de barrenación y detonación con explosivos.

Transporte de materia prima:

Una vez que las grandes masas de piedra han sido fragmentadas, se transportan a la planta en camiones o bandas.

Trituración: El material de la cantera es fragmentado en las trituradoras, cuya tolva recibe la materia prima, que por efecto de impacto o presión son reducidos a un tamaño máximo de una o media pulgada.

Pre homogeneización: Es la mezcla proporcional de los diferentes tipos de arcilla, caliza o cualquier otro material que lo requiera.

Almacenamiento de materia prima: Cada uno de las materias primas es transportado por separado a silos en donde son dosificados para la producción de diferentes tipos de cemento.

Molienda de materia prima: Se realiza por medio de un molino vertical de acero, que muele el material mediante la presión que ejercen tres rodillos cónicos al rodar sobre una mesa giratoria de molienda. Se utilizan también para esta fase molinos horizontales, en cuyo interior el material es pulverizado por medio de bolas de acero.

Homogeneización de harina cruda: Se realiza en los silos equipados para lograr una mezcla homogénea del material.

Calcinación: Es la parte medular del proceso, donde se emplean grandes hornos rotatorios en cuyo interior a 1,400 °C la harina cruda se transforma en clínker, que son pequeños módulos gris oscuro de 3 a 4 cm.

Molienda de cemento: El clínker es molido a través de bolas de acero de diferentes tamaños a su paso por las dos cámaras del molino, agregando el yeso para alargar el tiempo de fraguado del cemento.

Envase y embarque del cemento: El cemento es enviado a los silos de almacenamiento; de los que se extrae por sistemas neumáticos o mecánicos, siendo transportado a donde será envasado en sacos de papel, o surtido directamente a granel. En ambos casos se puede despachar en camiones, tolvas de ferrocarril o barcos.

NORMAS DE CEMENTO EN EL PERÚ

El cemento en el Perú es uno de los productos con mayor número de normas, que datan del inicio del proceso de normalización en el país. Se cuenta con 7 normas sobre especificaciones, una de muestreo e inspección, 5 sobre adiciones y 30 sobre método de ensayo.

En la actualidad, la responsabilidad de la normalización se encuentra en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, creado por Ley N° 25868, promulgada el 18.11.92.

La acción de normas se encuentra dentro de las atribuciones de una de las secretarías de INDECOPI, denominada Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. El INDECOPI, como los organismos que lo antecedieron y la práctica internacional, efectúa la normalización por intermedio de comités técnicos tripartitos que congregan a especialistas de la producción, el consumo y la tecnología.

La normalización del cemento se lleva a cabo por el Comité Técnico Permanente

de Normalización de Cementos y Cales, cuya gestión tiene a su cargo la Asociación de Productores de Cemento - ASOCEM quien ejerce la secretaría técnica.

Inicialmente las normas adoptadas por la industria fueron las de American Society for Testing and Materials (ASTM), consignando en el rotulado del envase la designación correspondiente.

La primera entidad de normalización fue el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación - INANTIC creado por la ley de promoción industrial, Número 13270 del 31-11-59. Entidad que aprobó una serie de normas sobre cemento. Posteriormente, este organismo fue reemplazado por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas -ITINTEC, comprendido en la Ley General de Industrial, D.L: 18350 promulgada el 27.08-70, organismo que actualizó las normas existentes y formuló otras nuevas.

GRANULOMETRÍA (NTP 400.012)

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la NTP400.012 o ASTM C136. La granulometría seleccionada será preferentemente uniforme o continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. La norma técnica peruana establece las especificaciones granulométricas.

Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

CUADRO N° 2: Tabla Granulométrica

Malla	Diámetros	Porcentaje que pasa %
9,52 mm	3/8"	100
4,76 mm	Nº 4	95 a 100
2,36 mm	Nº 8	80 a 100
1,18 mm	Nº 16	50 a 85
595 micrones	Nº 30	25 a 60
297 micrones	Nº 50	10 a 30
149micrones	Nº 100	2 a 10

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%, el porcentaje indicado para las mallas Nº 50 y Nº 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente. El módulo de fineza no deberá ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1 logrando mantener los límites de más o menos 0,2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Se realizaron tres ensayos granulométricos con el agregado fino obteniendo un promedio de los retenidos de cada ensayo granulométrico.

TAMAÑO MÁXIMO (TM). Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN) Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

MÓDULO DE FINEZA: Es un concepto teórico determinado en un índice que refleja el tamaño de las partículas del agregado grueso, el módulo de fineza conforme a la norma NTP 400.011 es la sumatoria de los porcentajes retenidos de la malla 1 ½", ¾", 3/8", Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100. El módulo de finura del agregado grueso es útil en las mezclas de concreto y se obtiene, conforme a la norma NTP 400.011.

PESO ESPECÍFICO: Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.).

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010): Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua del concreto varía. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 horas.), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (NTP 400.021): Es la capacidad del agregado grueso de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación a agua/cemento. También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

GRANULOMETRÍA (NTP 400.012): El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼".

GRANULOMETRÍA DISCONTINUA: Al contrario de lo anterior, se tiene una granulometría discontinua cuando hay ciertos tamaños de grano intermedios que faltan o que han sido reducidos o eliminados artificialmente.

CUADRO N° 3: Porcentaje que pasa de los Tamices

N	Tamaño	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8	#16	
ASTM	Nominal														
1	3 1/2"a 1/2"	100	90a100		25a60		0a15		0a5						
2	2 1/2"a 1/2"			100	90a100	35a70	0a15		0a5						
3	2"a 1"				100	90a100	35a70	0a15		0a5					
357	2"a #4				100	95a100		35a70		10a30		0a5			
4	1 1/2"a 3/4"					100	90a100	20a55	0a15		0a5				
467	1 1/2"a #4					100	95a100		35a70		10a30	0a5			
5	1"a 1/2"						100	90a100	20a55	0a10	0a5				
56	1"a 3/8"						100	90a100	40a85	10a40	0a15	0a5			
57	1"a #4							90a100		25a60		0a10	0a5		
6	3/4"a 3/8"							100	90a100	20a55	0a15				
67	3/4"a #4							100	90a100		20a55	0a10	0a5		
7	1/2"a #4								100	90a100	40a70	0a15	0a5		
8	3/8"a #8									100	85a100	10a30	0a10	0a5	

Fuente: Norma Técnica Peruana parámetros del agregado grueso

AGUA PARA LA MEZCLA: El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas ácidas, calcáreas, minerales ya sea carbonatadas o minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados.

Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación álcali- agregado es posible.

CUADRO N° 4: REQUISITOS PARA AGUA DE MEZCLA-NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300ppm.
Sulfatos	300ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
Ph	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm.

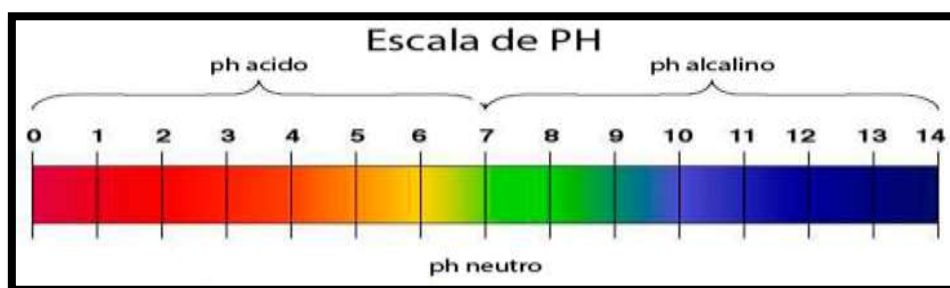


FIGURA N° 2: Escala de PH

DURABILIDAD DEL CONCRETO

Define la Durabilidad como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos

investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), Indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante.

Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad. (Burg., S 1996). Indica que, en algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto.

Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajos los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado. (Burg., S 1996).

RELACION AGUA CEMENTO

La relación agua/cemento conocida como a/c, es la proporción utilizada para obtener las diferentes mezclas tanto para la obtención de morteros como de hormigones.

El agua-cemento se trata de la relación peso del agua al peso del cemento utilizado en una mezcla de hormigón. Tiene una influencia importante en la calidad

del hormigón producido. La menor proporción de agua-cemento conduce a la mayor resistencia y durabilidad, pero puede hacer la mezcla más difícil de manejar y vertir.

Las dificultades de colocación se pueden resolver mediante el uso de plastificante. La relación agua-cemento es independiente del contenido total de cemento (y en el total contenido de agua) de una mezcla de hormigón.

El concepto de agua cemento fue y publicado por primera vez en 1918.

El Hormigón endurece como resultado de la reacción química entre el cemento y el agua conocida como la hidratación. Por cada 2 kilos de cemento, $\frac{1}{2}$ de agua se necesita para completar la reacción. Esto resulta en una relación agua/cemento de 1:4 o 25%. En realidad, una mezcla formada con un 25% de agua es demasiado seca y no conviene lo suficientemente bien como para ser colocado, ya que la parte del agua es absorbida por la arena y la piedra, y no está disponible para participar en la reacción de hidratación. Por lo tanto, más agua se utiliza, entonces es técnicamente necesario para reaccionar con el cemento. Más típico de agua/cemento de los coeficientes de 35% a 40% de sus ingresos, junto con un plastificante.

El exceso de agua se traducirá en la solución y la segregación de la arena y piedra de los componentes (más de arena en la parte superior capas debido a que la piedra se asentarán en la parte inferior). Además, el agua que no es consumida por la reacción de hidratación que al final acabará abandonando el hormigón, ya que se endurece, lo que resulta en poros microscópicos agujeros o que reduzca la fuerza de la final del hormigón. (Aunque para ciertos tipos de hormigones es deseable obtener estar burbujas).

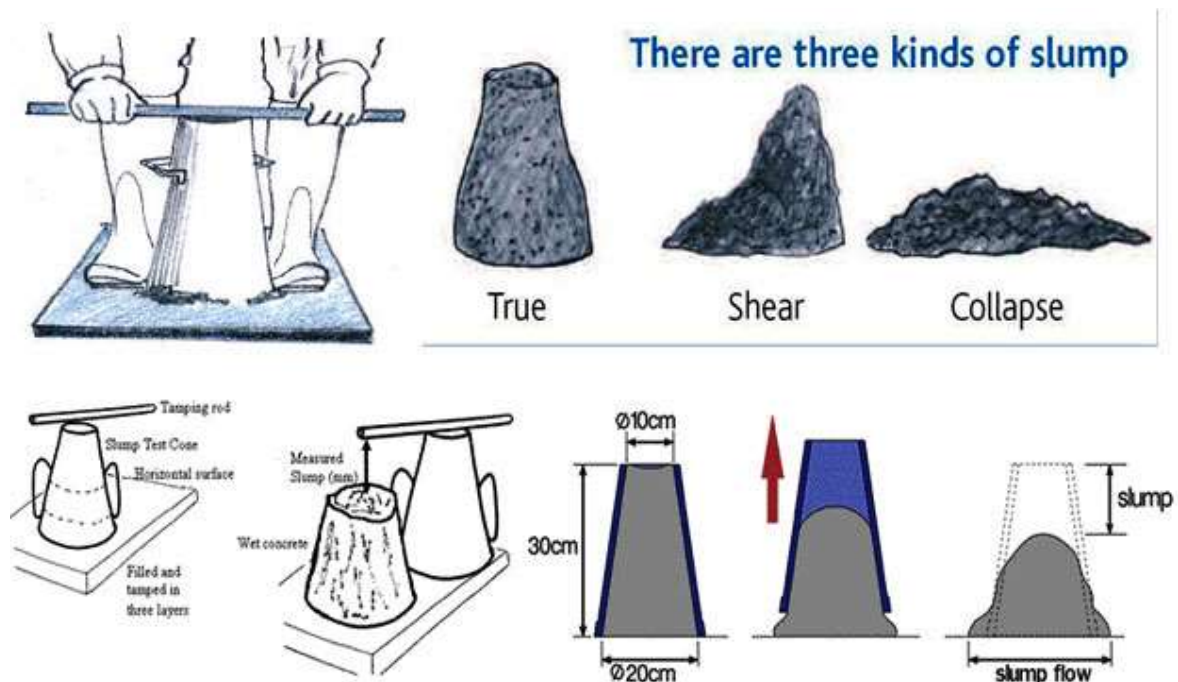


Figura N° 3: Prueba de asentamiento

RELAVE

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.

El relave "Minera Potosí a estudiar, es polimetálico en esta planta se procesa los siguientes minerales: Zinc, Cobre y Plata.

MANEJO DE RELAVES

Históricamente el manejo de los relaves estaba en función de maximizar el rendimiento económico y se descargaban en los ríos y quebradas y a consecuencia de demandas judiciales por contaminación, se construyen presas de relaves, en primera instancia del tipo aguas arriba que posteriormente van evolucionando a tecnologías que garantizan un mejor manejo. En la actualidad, el manejo de relaves es

probablemente el mayor problema ambiental que afronta la industria minera en general y la polimetálica en particular, para cumplir con las exigencias legales de límites máximos permisibles de emisiones.

En el manejo de relaves hay que distinguir dos etapas: durante la operación y durante el cierre – post cierre. Durante la etapa de operación, normalmente de almacena en presas, recubierto con agua, la que es recirculada a la planta, y en la etapa de cierre se puede dar distintos tratamientos, siendo ésta la etapa más crítica desde el punto de vista ambiental y de costos.

MÉTODOS DE MANEJO

ETAPA DE OPERACIÓN

La localización de la cancha de relaves es factor importante en la ubicación de una planta y debe estar cerca de ella para permitir el reciclaje del agua, así como minimizar o evitar descarga de efluentes fuera de la zona de almacenamiento y debe ser seleccionado en base a las siguientes prioridades:

No ocupar causes de aguas de flujo permanente, arroyos, riachuelos o ríos.

No deben estar ubicadas en cuencas sujetas a aluviones, huaycos o tormentas.

Ubicarse en tierras de mínima permeabilidad y alta estabilidad.

No ocupar áreas situadas aguas arriba de poblaciones o campamentos.

No estar ubicadas en orillas de cuerpos lacustres o marinos el área requerida para la cancha de relaves varía en un amplio rango, dependiendo del volumen total del mineral tratado, la topografía del área escogido y de las alturas de los bancos que será requerido durante la vida de las operaciones. Los factores que limitan el almacenamiento de los relaves son:

- La topografía y características del terreno

- La protección del medio ambiente
- La vida proyectada de la mina
- Las condiciones climáticas

MÉTODO AGUAS ABAJO

En este método la línea central o cresta de la represa se desplaza aguas abajo conforme aumenta la altura de la represa. También se requiere de una represa inicial que debe ser impermeable, por esto la represa inicial, generalmente es construido con material prestado y compactado.

Cada etapa subsiguiente de la construcción del dique se apoya en la parte superior del talud aguas debajo de la sección anterior y si los relaves son empleados durante la etapa de la construcción, sólo deberá emplearse la parte gruesa. Antes de realizar una nueva extensión aguas abajo, deberá prepararse cama permeable de drenaje de por lo menos de 0.90 m de espesor o sistemas de canales alternativos para reducir la posibilidad de formación de poros de agua que son causantes de la reducción del esfuerzo al corte. Si la represa está ubicada en zonas sísmicas y/o su altura excediera los 15 m, deberá compactarse la extensión aguas abajo.

Para minimizar la filtración, en represas construidas con relaves es recomendable que la cara aguas arriba sea sellada, frecuentemente con suelo impermeable o depositando la parte fina de los relaves sobre la cara del talud aguas arriba.

COMPOSICIÓN:

- Altas concentraciones de químicos (As, Cd, CN, Hg, Se)
- Son transportados y almacenados en tanques o pozos de relaves.

CARACTERÍSTICAS DE LOS RELAVES MINEROS:

- Origen y producción de relaves de concentradoras
- Propiedades físicas y estructurales
- Características de la deposición
- Características químicas
- Características fisiográficas

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

Valores permisibles de emisión para unidades mineros metalúrgicos.

CUADRO N° 5: Valores Permisibles de emisión

Parametro	Cobre (mg/l)
valor en cualquier momento	1.0
valro promedio	0.3
Ph	Zinc (mg/l)
mayor que 6 , menor que 9	3.0
mayor que 6 , menor que 9	1.0
Solidos Suspendidos (mg/l)	Hierro (mg/l)
50.0	2.0
25.0	1.0
Plomo (mg/l)	
0.4	
0.2	

CONSECUENCIAS DEL RELAVE MINERO

- Desertización
- Peligros Geotérmicos
- Perdida de propiedades físicas

- Perdida de propiedades químicas
- Alteraciones en la dinámica fluvial
- Perdidas de masas de agua

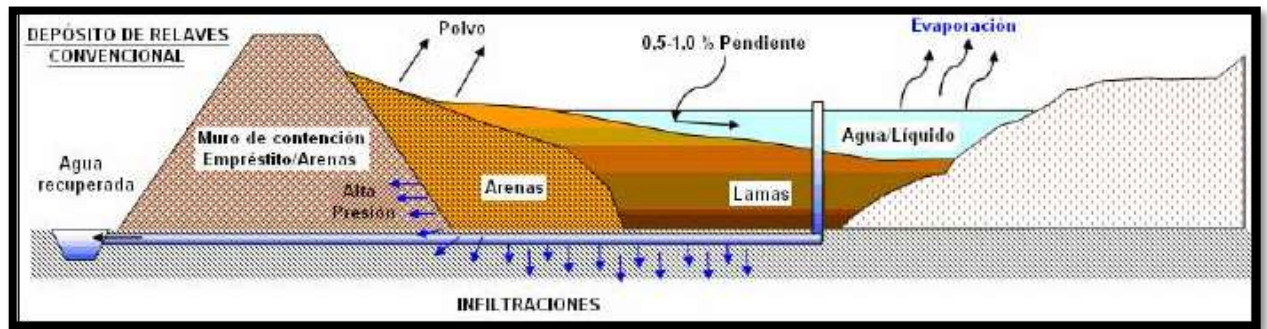


Figura N° 4: Deposito de Relaves Convencionales

HIPOTESIS:

Sustituyendo el 4% y 8% del cemento por relave de la minera Potosí se lograría obtener una resistencias del concreto $F' C=210 \text{ kg/cm}^2$.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

OBJETIVO GENERAL

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $F' C= 210 \text{ kg/cm}^2$, cuando se sustituye 4% y 8%, de cemento por relave de la mina Potosí del distrito de San Luis, Carlos Fermín Fitzcarrald - Ancash.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la composición química del relave minero mediante la fluorescencia de rayos x.
- Determinar las características físicas del relave minero.

- Determinación del potencial de hidrogeno del relave minero.
- Determinar las propiedades físicas del agregado fino y grueso.
- Determinar la relación agua cemento del concreto patrón y experimental.
- Determinar la resistencia a la compresión de concreto $F'c=210$ kg/cm² de las muestras patrón y experimental.
- Analizar y comparar resultados.




























II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El método de investigación es el Experimental, apoyado de la observación científica, porque el propósito general consiste en determinar la resistencia a la compresión de diseño de concreto al remplazar el cemento por relave en determinados porcentajes, es decir la variable independiente sufre una modificación.

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

Tipo de Investigación

El tipo de investigación es “Aplicada”, porque los resultados a los que se arribe en el proceso de la investigación, será utilizados para dar solución a problemas vinculados al área del concreto, que con la sustitución se busca dar una idea de solución a cuando los campamentos mineros dejan un espacio infértil y desértico, es así que se busca dar utilidad al relave minero en porcentajes determinados (4% y 8%) para que este a su vez sea de utilidad en la industria de la construcción, en tal sentido, se desea conservar su resistencia, asimismo brinda a las empresas constructoras una opción económicamente rentable.

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por relave minero		
	Sin Sustitución 0%	Con Sustitución 4%	Con Sustitución 8%
7	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 

*CUADRO N° 6:
Resistencia a la
compresión del
concreto con la
sustitución del*

cemento en % por relave minero

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

A esta investigación le corresponderá un diseño Experimental, de tipo cuasi-experimental; acompañado de la observación científica, porque el propósito general consiste en determinar la resistencia a la compresión de diseño de concreto al cual se le sustituirá el cemento por relave minero en porcentajes de 4% y 8% en un diseño de resistencia 210. Para que el proceso de experimentación se logre desarrollar, se tendrá en cuenta las propiedades del método científico, apoyado de la observación científica, para lo cual se hará de la aplicación de los ensayos de laboratorio de rotura de probetas de concreto, luego de haber sido muestreadas y fraguadas en campo.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE:

Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del concreto a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	Kg/cm²

Variable independiente:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Relave minero como sustituto parcial del cemento	Es la sustitución de relave minero en 4% y 8% del cemento en el diseño de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² .	Porcentaje

POBLACION Y MUESTRA:

Población:

Conjunto de probetas con un diseño de mezcla de concreto $F'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento por relave minero. Con agregados la Cantera de Tacllan y Cemento Portland tipo I.

Muestra:

Las 27 probetas de un concreto $F'c = 210$ kg/cm² por cada porcentaje de sustitución, distribuida de la siguiente manera:

- 9 probetas de control (0% de sustitución, patrón)
- 9 probetas experimental (4% de sustitución)
- 9 probetas experimental (8% de sustitución)

Las zonas de estudios se encuentran ubicada en el departamento de Ancash, en las provincias de Carlos Fermín Fitzcarrald, Distrito de San Luis. Para la presente tesis de investigación se ha tomado en cuenta el relave minero Potosí.

La población a beneficiarse seria el Distrito de San Luis.

Se experimentara con relave de la mina Potosí y con cemento para realizar un cuadro comparativo.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO:

La norma peruana NTP 339.033 y la Norma internacional ASTM C31 - Probetas de concreto (2014), nos da la técnica e instrumentos para una correcta forma de muestrear probetas:

1. Los especímenes deben ser cilindros de concreto vaciado y fraguado en posición

vertical, de altura igual a dos veces el diámetro, siendo el espécimen estándar de 6×12 pulgadas, ó de 4×8 pulgadas para agregado de tamaño máximo que no excede las 2”.

2. Las muestras deben ser obtenidas al azar, por un método adecuado y sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto. Se deberá obtener una muestra por cada 120 m³ de concreto producido ó 500 m² de superficie llenada y en todo caso no menos de una diaria. Este ya es un tema sujeto al criterio del ingeniero residente ó del supervisor de obra, ya que la importancia de determinado elemento estructural puede ameritar la toma de un mayor número de muestras para control.

3. Colocar el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración.

4. Colocar el concreto en el interior del molde, depositándolo con cuidado alrededor del borde para asegurar la correcta distribución del concreto y una segregación mínima.

5. Llenar el molde en tres capas de igual volumen. En la última capa agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación. Ajustar el sobrante ó faltante de concreto con una porción de mezcla y completar el número de golpes faltantes. Cada capa se debe compactar con 25 penetraciones de la varilla, distribuyéndolas uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro. La capa inferior se compacta en todo su espesor; la segunda y tercera capa se compacta penetrando no más de 1” en la capa anterior. Después de compactar cada capa golpear a los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo de goma para liberar las burbujas de aire que puedan estar atrapadas (es usual dar pequeños golpes con la varilla de fierro en caso de no contar con el mazo de goma).

6. Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación y completar con una llana metálica para mejorar el acabado superior. Debe darse el menor número de pasadas para obtener una superficie lisa y acabada.

7. Identificar los especímenes con la información correcta respecto a la fecha, tipo de

mezcla y lugar de colocación. Hay que proteger adecuadamente la cara descubierta de los moldes con telas humedecidas ó películas plásticas para evitar la pérdida de agua por evaporación.

8. Después de elaboradas las probetas se transportarán al lugar de almacenamiento donde deberán permanecer sin ser perturbados durante el periodo de curado inicial. Si la parte superior de la probeta se daña durante el traslado se debe dar nuevamente el acabado.

9. No deben transcurrir más de 15 minutos entre las operaciones de muestreo y moldeo del pastón de concreto. Se deben preparar al menos (02) probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad por el promedio. Lo usual es evaluar resistencias a los 7 y 28 días.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

El proceso se realizará con los programas Excel y SPSS. Para efectos de clasificar, procesar y resumir información que sea obtenida a través de la técnica e instrumento de recolección aplicada, utilizaremos métodos estadísticos tanto en su fase descriptiva como en su fase inferencial.

se elaborarán tablas y gráficos estadísticos para analizar y visualizar el comportamiento de la variable estudiada como por ejemplo una gráfica de barras.

Por otro lado, para efectos de mostrar y contrastar la hipótesis de trabajo planteada se usarán la metodología estadística inferencial para la cual se dará el uso de la aplicación prueba de hipótesis; en este caso se usará ANOVA.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE INVESTIGACION

UBICACIÓN

Las zonas de estudios se encuentran ubicadas en el departamento de Ancash, en las provincias de Carlos Fermín Fitzcarrald distrito de San Luis Para la presente tesis de investigación se ha tomado en cuenta el relave minero Potosí. En el cuadro adjunto y detallo la ubicación geográfica del distrito y su superficie.

La provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald es una de las veinte que conforman el departamento de Ancash en el Perú. Limita al Norte con la provincia de Mariscal Luzuriaga, al Este con el departamento de Huánuco y la provincia de Antonio Raimondi, al Sur con la provincia de Huari y al Oeste con las provincias de Asunción y Yungay

DATOS GENERALES

Ubicación: Se ubica en la parte nor-este de la región Ancash, en la Zona de Conchucos. Su capital es el Distrito de San Luis. Nombre del destino, distrito, región: Provincia Carlos Fermín Fitzcarrald – San Luis, Distancia y tiempo de viaje en transporte público y privado desde diferentes ciudades circundadores: Buses públicos de Huaraz a San Luis (233 km, 5 horas)

CLIMA

Varía de una temperatura máxima promedio de 19°C durante las horas de sol, entre los meses de junio a diciembre, a 17°C en los meses de enero a junio. La temperatura mínima promedio es 5°C en horas de la noche durante los meses de mayo a setiembre.

TOPOGRAFÍA:

La topografía del terreno en la zona de investigación es ondulada, por su ubicación en la sierra peruana, presenta un suelo Arcilloso, parcialmente heterogenia.



Figura N° 5: Topografía

MATERIALES EMPLEADOS:

Los materiales para realizar la resistencia del concreto $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina potosí



Figura N° 6; : Relave minero tamizado por la malla N°200



Figura N° 7: Probetas estandarizadas para muestreo de concreto.



Figura N° 8: Petróleo para los bordes de las probetas antes de vaciar el concreto.



Figura N° 9 Cemento empleado en Obra (Portland tipo I).



Figura N° 10 Piedra Chancada.



Figura N° 11 Arena Gruesa.

PROPORCIONES DE MATERIALES EN OBRA

Para la proporción de los materiales para las probetas, se diseñó de ña siguiente manera:

CUADRO N° 7: Resultados para diseño de Mezcla

MATERIALES			
a) Cemento Portland			
Tipo	Sol		
P. Especifico	3,15		
b) Agua			
Tipo	Potable		
c) Agregado Fino			
Peso Específico de masa	2,66		
Peso Unitario Seco Suelto	1573.00	kg/m ³	
Peso Unitario Seco Compactado	1760.00	kg/m ³	
Contenido de Humedad	2,62	%	
Absorción	1,20	%	
Módulo de Fineza	3.1		
d) Agregado Grueso			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Específico de masa	2,68		
Peso Unitario Seco Suelto	1410,00	kg/m ³	
Peso Unitario Seco Compactado	1550.00	kg/m ³	
Contenido de Humedad	0,87	%	
Absorción	0,7	%	

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO F'C = 210 Kg/cm²

Después de realizar el cálculo para el diseño de mezcla tenemos:

DISEÑO DE CONCRETO F C= 120 KG/CM2	
TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 4% Y 8% POR RELAVE DE LA MINA POTOSI	
CANTERA: CHANCADORA TACLLAN	
MATERIAL: AGREGADO FINO Y GRUESO	



volumen	5560.009	Cm ³
volumen	0.00556	M ³

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

$$1'' = 2.54 \text{ cm}$$

	Medida	Und.	Medida	Unidad
D	6	Pulg.	15,24	cm
H	12	Pulg.	30,48	cm
π	3,1416			Adimensional

CUADRO N° 8: Proporciones para el diseño de Mezcla

Materiales	Proporciones finales	Unidades
Cemento	299.71	Kg/m ³
Agua	191.02	Lt/m ³
Agr.fino	918.18	Kg/m ³
Agr. grueso	937.44	Kg/m ³

CUADRO N° 9: Materiales a utilizar para el volumen del cilindro

Materiales	Proporciones finales	Unidades	N°	Total de materiales
CEMENTO	1.67	KG	27	49.6
AGUA	1.14	LIT.	27	35.34
AG.FINO	4.88	KG	27	144.94
AG. GRUESO	5.17	KG	27	153.549

CANTIDAD DE MATERIALES PARA CADA DOSIFICACION

PRUEBA PATRÓN:

Molde de probetas

Diámetro (m)	0,15
Altura (m)	0,30
% Desperdicio	10%
N° Probetas	9
Volumen (m3)	0,00556



CUADRO N° 10: Proporciones para el diseño de Mezcla Patrón

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	N°	TOTAL
CEMENTO	1.67	KG	9	16.53
AGUA DE MEZCLADO	1.19	LT	9	10.71
AG. FINO	4.88	KG	9	43.92
AG. GRUESO	5.17	KG	9	51.2

SUSTITUCIÓN EN 4% CON EL RELAVE MINERO:

Siendo el 4% relave minero un valor: 0.66

Molde de probetas

Diámetro (m)	0,1524
Altura (m)	0,3048
% Desperdicio	10,00%
N° Probetas	9,00
Volumen (m³)	0,00556



CUADRO N° 11: Proporción para el diseño de mezcla con 4% de relave minero

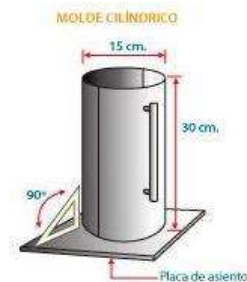
MATERIALES	PROPORCIONES	UNIDADES	N°	TOTAL
FINALES				
RELAVE	0.66	KG	9	5.94
CEMENTO	1.01	KG	9	9.09
AGUA DE MEZCLADO	1.19	LT	9	10.71
AG. FINO	4.88	KG	9	43.92
AG. GRUESO	5.17	KG	9	46.53

SUSTITUCIÓN EN 8% CON EL RELAVE MINERO:

Siendo el 8% relave minero un valor: 0.14

Molde de probetas

Diámetro (m)	0,1524
Altura (m)	0,3048
% Desperdicio	10,00%
N° Probetas	9,00
Volumen (m3)	0,00556



CUADRO N° 12: Proporción para el diseño de mezcla con 8% de relave minero

MATERIALES	PROPORCIONES FINALES	UNIDADES	N°	TOTAL
REVALE	0.14	KG	9	1.26
CEMENTO	1.53	KG	9	13.77
AGUA DE MEZCLADO	1.19	LT	9	10.71
AG. FINO	4.88	KG	9	43.92
AG. GRUESO	5.17	KG	9	46.53

Del diseño de Mezcla:

7.052 bol para 1m³, entonces para 0.127m³ entrara 1 bolsa.

Es decir para 27 probetas se usó una bolsa de cemento

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL EN OBRA:

PARA REALIZAR EL DISEÑO DE MEZCLA

Se procedió a realizar los ensayos necesarios para tener datos reales como:

Se realizó la fluorescencia de rayos X



INFORME TÉCNICO N° 1425 – 17 – LAB. 12

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE : YANETH JUSTINA MELGAREJO AGUIRRE
 - 1.2 DNI : 70519411
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 / 09 / 2017
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 02 / 10 / 2017
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 04 / 10 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA EN POLVO
 - 4.2 TESIS : "RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 4% Y 8% POR RELAVE DE LA MINA POTOSI"
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 21.8 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X SHIMADZU, EDX 800-HS.
8. **RESULTADOS**
 - 8.1 **RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	0.125	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX)
Silicio (Si)	0.472	
Azúfre (S)	4.432	
Magnesio (Mg)	0.735	
Manganeso (Mn)	13.07	
Hierro (Fe)	63.92	
Aluminio (Al)	9.663	
Bario (Ba)	<0.001	
Fosforo (P)	0.606	
Zinc (Zn)	6.624	
Cobre (Cu)	0.352	
Cromo (Cr)	<0.001	

8.2 RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADO COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	0.116	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX)
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	0.672	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	7.375	
Óxido de Magnesio (MgO)	0.813	
Óxido de Manganeso (MnO)	11.246	
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	12.17	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	60.89	
Óxido de Bario (BaO)	<0.001	
Pentóxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	0.925	
Óxido de Zinc (ZnO)	5.494	
Óxido de Cobre (CuO)	0.294	
Trióxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	<0.001	

**Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.*

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

Bach. Natalia Quispe G.
Analista Químico
LABICER –UNI

MSc Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. FOTOGRAFÍA DE LA MUESTRA



FIGURA N°2. FOTOGRAFÍA DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



FIGURA 3. MUESTRA COLOCADA EN EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Ensayo de la determinación del potencial de hidrógeno.



INFORME DE ENSAYO OT170130

CLIENTE
 Razon Social : YANETH MELGARREJO AGUIRRE (TESISTA)
 Dirección : Confianza S/1 Ede SIN, Altagracia, Independencia
 Atención : Yaneth Melgarrejo Aguirre

MUESTRA
 Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Sedimento
 Proveniencia : Mina Polosa - Carlos Fermín Fitzcarrald
 Ref./Condición : Cofre de Curto de COT70099

MUESTRO
 Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No aplica

LABORATORIO
 Fecha de recepción : 01/09/2017
 Fecha de análisis : 09 - 21 de Septiembre 2017
 Certificación N° : CO170042

CÓD.	PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Clase de Muestra	Fecha de Muestra
					Sed - 01	
					11/09/2017	
					11.00	
					CO170130	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS - MUESTRA DE COMPOST						
PCD	SP (en laboratorio)	1ml/g	TC90145 - 01 (*)			8.31

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - SA.

* Datos proporcionados por el cliente



[Firma]
 Quique Mario Leyva Colles
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 004

Huancayo, 27 de Setiembre de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contasmuestras o muestras ditas deben ser conservadas de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTO DOMINGO DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huancayo - Arequipa. Telef: 421 431- Cel: 94432734 / 948915005 RPA. # 948915005
 E-mail: lab@unam.edu.pe

Para saber si ácido o alcalino.

También se realizó ensayos en el laboratorio de la Universidad San Pedro para poder realizar el Diseño de Mezcla:

Análisis granulométrico de los materiales los que se pueden ver en los anexos de la presente tesis.

Ensayo del peso unitario suelto y compactado en los agregados necesarios para el diseño de mezcla del laboratorio.

Ensayo del peso específico en los materiales.

Módulo de fineza de los materiales.

Tamaño máximo nominal.

Porcentaje de absorción.

Porcentaje de humedad.



Figura N° 12: Muestras

Una vez obtenido los datos se procedió a pesar los materiales primero para 9 probetas patrón (ver proporciones de materiales).

Consecutivamente 9 para sustitución del cemento por relave minero en porcentaje de 4% (ver proporciones de materiales).

Para finalizar 9 para sustitución del cemento por relave minero en porcentaje de 8% (ver proporciones de materiales).

En base A Estas Proporciones para 27 probetas, realizamos la mezcla de materiales, con proporciones tanto en peso como en volumen, para tener una mayor exactitud de dichas proporciones.

La calidad de los materiales, son certificados por su análisis en el caso de los agregados, y por su certificado de calidad en caso el concreto, los mismos que están en los anexos de la presente tesis.

Seguidamente procedemos a vaciar los materiales al trompo.



Figura N° 13 Vaciado de los materiales en las probetas patrón.

Luego procedemos a verter la mezcla en la carretilla de la que de acuerdo a normatividad procedemos a calcular el slump, el que nos salió 4 pulgadas

EN LA RELACIÓN AGUA CEMENTO PATRÓN

Tenemos que:

Para TMN	3/4"	CANTIDAD DE AGUA		205 LT/M3
Asentamiento	3" – 4"			

De la relación agua cemento:

Se obtuvo: a/c: 0.684

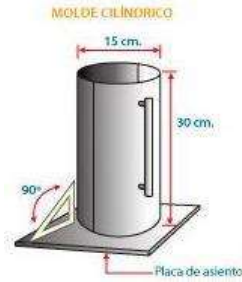
$$\text{AGUA} = 205 - 13.98 = 191.02 \text{ LT}$$

DONDE:

13.98= APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Una vez obtenido la cantidad de agua calculamos para una probeta que cantidad se empleara:

Diámetro (m)	0,1524
Altura (m)	0,3048
% Desperdicio	10,00%
N° Probetas	9,00
Volumen (m3)	0,00556



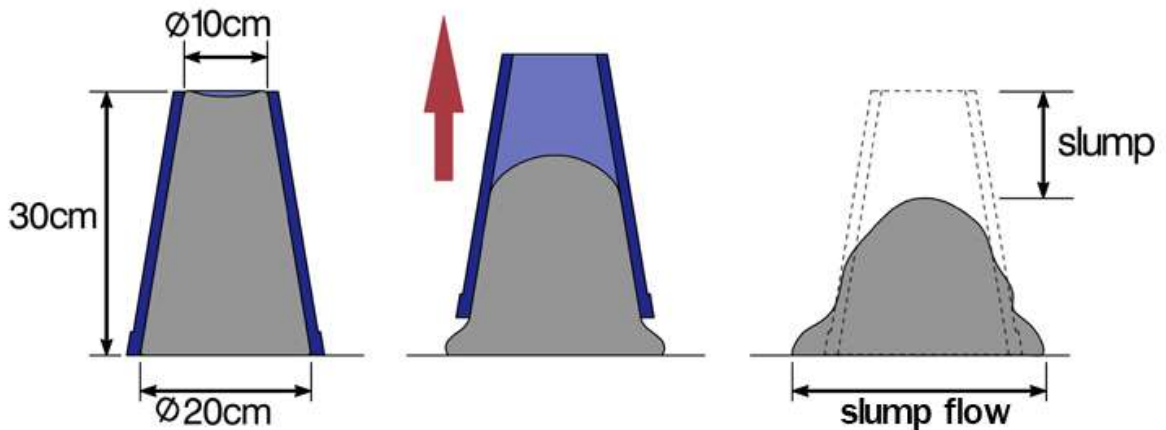
Se multiplica para una probeta patron:

0.00556*LA CANTIDAD DE AGUA = 1.14 LT/M3:

Para 9 probetas patrón:

9*1.14*1.1=11.30 LT/M3

Por lo que Se obtuvo un SLUM de 4”



Para S. C° 4%

9*1.14*1.1=11.30 LT/M3

Por lo que Se obtuvo un SLUM de 4” agregando 50 gr de agua a la mezcla de manera experimental.



Figura N° 14: Prueba de Slump

Para S. C° 8%

$$9 \cdot 1.14 \cdot 1.1 = 11.30 \text{ LT/M}^3$$

Por lo que para obtener un SLUM de 4” fue necesario agregar 150 gr de agua a la mezcla.



Figura N° 15: Midiendo el Slump

Respecto Al del Ensayo De Consistencia Del Concreto (Slump Test), se siguió la recomendación de la Norma Técnica Peruana NTP 339.035, la cual recomienda:

CUADRO N° 13: Slump

Tipo de Estructuras	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
Cimentaciones simples y cataduras.	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Cabe señalar que se llevó el control de todos los Ensayo De Consistencia Del

Concreto, los cuales estuvieron dentro del rango mínimo para zapatas, vigas, muros armados y losas.

Probetas listas para el llenado de mezcla.



Figura N° 16: Probetas

Finalmente se obtienen las probetas:

9 probetas patrón

9 S C° 4%

9 S C° 8%



Figura N° 17: Luego de fraguado se procedió a realizar el curado



Figura N° 18: Probeta a romper en el laboratorio de la USP.

ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS



Figura N° 19:Ensayo de rotura de probetas

III. RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes resultados de las Roturas de Probetas a los 7, 14 y 28 días de curado:Resultados de Laboratorio, Rotura de 27 Probetas



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO A LA COMPRESION DEL CONCRETO F^c = 210 KG/cm²

SOLICITA:	Bach. Melgarejo Aguirre Yaneth Justina
TESIS:	"RESISTENCIA DEL CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON RELAVE DE LA MINA POTOSI DEL DISTRITO DE SAN LUIS, PROVINCIA DE CARLOS FERMIN FITZCARRALD, REGIN ANCASH".
LUGAR:	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP.
FECHA:	30/05/2017
FC:	210KG/CM2

DISEÑO DE CONCRETO	CONCRETO PATRON			SUSTITUCION DE CEMENTO CON 4% DE RELAVE MINERO			SUSTITUCION DE CEMENTO CON 8% DE RELAVE MINERO		
	EDAD	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
7	69488	69582	69583	68970	67280	69710	58900	59790	59030
14	78300	74900	79870	80460	80458	80468	65850	68999	66994
28	87110	81770							

DESCRIPCION	EDAD	CARGA (Lib.)	CARGA (KG)	DIAMETR O (cm)	AREA (cm ²)	f _c -P/A (kg/cm ²)	RESISTENCIA EN (%)
CONCRETO PATRON	7	69488	31519.201	15.24	182.41	172.79316	82.28%
	7	69582	31561.839	15.24	182.41	173.02691	82.39%
	7	69583	31562.292	15.24	182.41	173.0294	82.39%
SUSTITUCION AL 4%	7	68970	31284.24	15.24	182.41	171.50507	81.67%
	7	67280	30517.67	15.24	182.41	167.30261	79.67%
	7	69710	31619.898	15.24	182.41	173.3452	82.55%
SUSTITUCION AL 8%	7	58900	26716.569	15.24	182.41	146.46439	69.74%
	7	59790	27120.266	15.24	182.41	148.67752	70.80%
	7	59030	26775.536	15.24	182.41	146.78765	69.90%

DESCRIPCION	EDAD	CARGA (Lib.)	CARGA (KG)	DIAMETR O (cm)	AREA (cm ²)	f _c -P/A (kg/cm ²)	RESISTENCIA EN (%)
CONCRETO PATRON	14	78300	35516.254	15.24	182.41	194.70563	92.72%
	14	74900	33974.041	15.24	182.41	186.25098	88.69%
	14	79870	36228.393	15.24	182.41	198.60969	94.58%
SUSTITUCION AL 4%	14	80460	36495.012	15.24	182.41	200.07682	95.77%
	14	80458	36495.105	15.24	182.41	200.07184	95.77%
	14	80468	36499.641	15.24	182.41	200.09671	95.78%
SUSTITUCION AL 8%	14	65850	29869.033	15.24	182.41	163.74669	77.97%
	14	68999	31297.394	15.24	182.41	171.57719	81.70%
	14	66994	30387.942	15.24	182.41	166.59143	79.33%



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos 8 s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



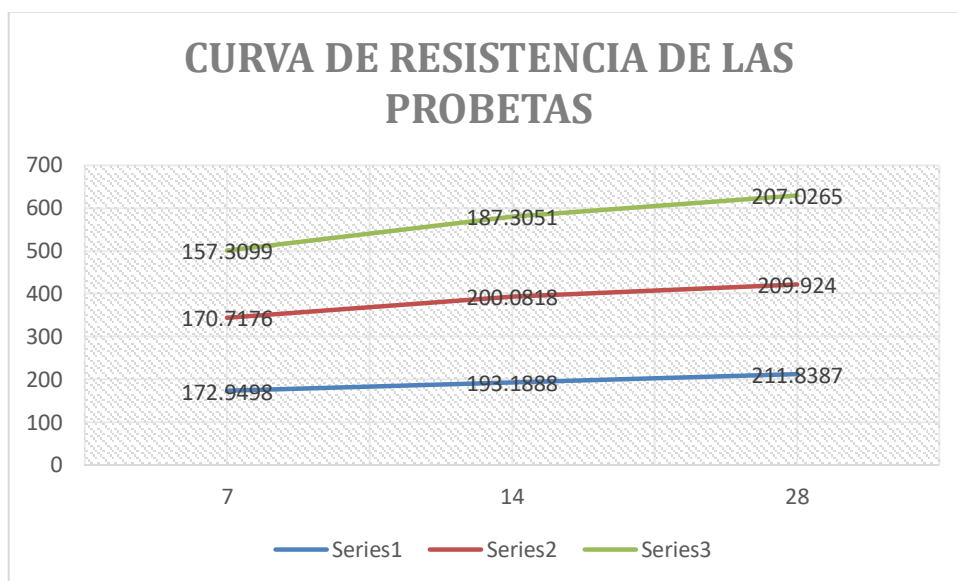
ENSAYO A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=210 KG/cm ²	
SOLICITA:	Bach. Melgarejo Aguirre Yaneth Andina
TEMA:	"RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM ² CON RELATIVO DE LA MINA POTOS DEL DISTRITO DE SAN LUIS PROVINCIA DE CARLOS FERDINAND FITZCARRAL, REGION ANCASH"
LUGAR:	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES USP.
FECHA:	30/05/2017
FC:	210KG/CM ²

DESCRIPCION	EDAD	CARGA (Lb.)	CARGA (KG)	DIAMETRO D (mm)	AREA (cm ²)	f _c =P/A (kg/cm ²)	RESISTENCIA EN (N)
CONCRETO PATRON	28	87030	39476.117	15.24	182.41	216.42419	101.05%
	28	81220	36640.742	15.24	182.41	201.96668	96.17%
	28	87320	39607.653	15.24	182.41	217.13332	101.40%
SUSTITUCION AL 4%	28	84520	38333.06	15.24	182.41	210.1478	100.07%
	28	84380	38274.093	15.24	182.41	209.82453	99.92%
	28	84370	38269.557	15.24	182.41	209.79967	99.90%
SUSTITUCION AL 8%	28	79000	35833.768	15.24	182.41	196.44629	93.55%
	28	79200	35924.486	15.24	182.41	196.94362	93.78%
	28	79500	36060.564	15.24	182.41	197.68962	94.14%

PROMEDIADO							
DESCRIPCION	EDAD	CARGA (Lb.)	CARGA (KG)	DIAMETRO D (mm)	AREA (cm ²)	f _c =P/A (kg/cm ²)	RESISTENCIA EN (N)
CONCRETO PATRON	7	89531	41247.8	15.24	182.41	172.9499	82.36%
	14	77690	35239.6	15.24	182.41	198.1888	93.99%
	28	85190	38641.5	15.24	182.41	211.8387	100.88%
SUSTITUCION AL 4%	7	88653.33	41240.6	15.24	182.41	170.7176	81.29%
	14	80462	36496.9	15.24	182.41	200.0818	95.28%
	28	84420	38292.2	15.24	182.41	209.924	99.96%
SUSTITUCION AL 8%	7	59240	26870.8	15.24	182.41	147.3099	70.33%
	14	67281	30518.1	15.24	182.41	167.3051	79.67%
	28	79233.33	35939.6	15.24	182.41	197.0285	93.82%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 POTOS - ANCAH
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CP: 116544
 496



CUADRO N° 14: Días de Curado

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA		
	PATRON	S. C° 4%	S.C° 8%
7	172.9498	170.7176	157.3099
14	193.1888	200.0818	187.3051
28	211.8387	209.924	207.0265

DATOS ESTADISTICOS (SPPS)

Después de verificar que se cumpla la prueba de la normalidad ($p > 0.05$ para cada dosis) también se verificó que existe Homogeneidad ($P = 0.963$, $p > 0.05$) de varianza (**pruebas estadísticas**)

Existe un efecto altamente significativo de los días de curado en las resistencias medias ($p = 0.00$, $p < 0.01$)

También podemos decir que existe una diferencia altamente significativa

($p=0.001$, $p < 0.01$) en la media de las resistencias logradas con diferentes dosificaciones de relave minero.

Finalmente después de aplicar la prueba de Tukey ($p=0.132$, $p > 0.05$) podemos decir que resistencia promedio del patrón y la resistencia promedio con sustitución del 5% nos da resistencia igual, **es decir no existe diferencia significativa en las resistencias mencionadas.**

PARA EL RELAVE SE TAMIZO POR LA MALLA 200 UNA CANTIDAD DE 2.5 KG PARA LA SUSTIUCION EN 4% Y 8%

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

COMPOSICIÓN DEL CEMENTO Y DEL RELAVE MINERO

En el cuadro comparativo se muestra el porcentaje de composición de los elementos químicos del Relave minero y del cemento portland que en mayor porcentaje de composición química prima la del relave minero, el hierro tiene un porcentaje de 63.92, ello ataca al concreto en la corrosión debido al óxido.

RELAVE

CUADRO N° 15: Composición química del Relave

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	0.116	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX)
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	0.672	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	7.375	
Óxido de Magnesio (MgO)	0.813	
Óxido de Manganeso (MnO)	11.246	
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	12.17	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	60.89	
Óxido de Bario (BaO)	<0.001	
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	0.925	
Óxido de Zinc (ZnO)	5.494	
Óxido de Cobre (CuO)	0.294	
Trióxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	<0.001	

*Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.

CEMENTO

CUADRO N° 16: Porcentaje Típicos de Intervención de los Oxidos

	Oxido componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
Cal combinada	CaO	62.5%	C
Sílice	SiO ₂	21%	S
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.5%	A
Hierro	Fe ₂ O ₃	2.5%	F
Cal Libre	CaO	0%	
Azufre	SO ₃	2%	
Magnesio	MgO	2%	
Alcalis	Na ₂ O y K ₂ O	0.5%	
Perdida al Fuego	P.F.	2%	
Residuo insoluble	R.I.	1%	

CUADRO N° 17: Composición química del relave expresado como óxidos

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	0.116	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (EDX)
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	0.672	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	7.375	
Óxido de Magnesio (MgO)	0.813	
Óxido de Manganeso (MnO)	11.246	
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	12.17	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	60.89	
Óxido de Bario (BaO)	<0.001	
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	0.925	
Óxido de Zinc (ZnO)	5.494	
Óxido de Cobre (CuO)	0.294	
Trióxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	<0.001	

*Los resultados de porcentaje de óxidos fueron calculados del análisis elemental.

CUADRO N° 18: Rotura a los 7 días

	PATRON	S. C° 4%	S.C° 8%
7 DIAS	172.7932	171.5051	146.4644
	173.0269	167.3026	148.6775
	173.0294	173.3452	146.7877

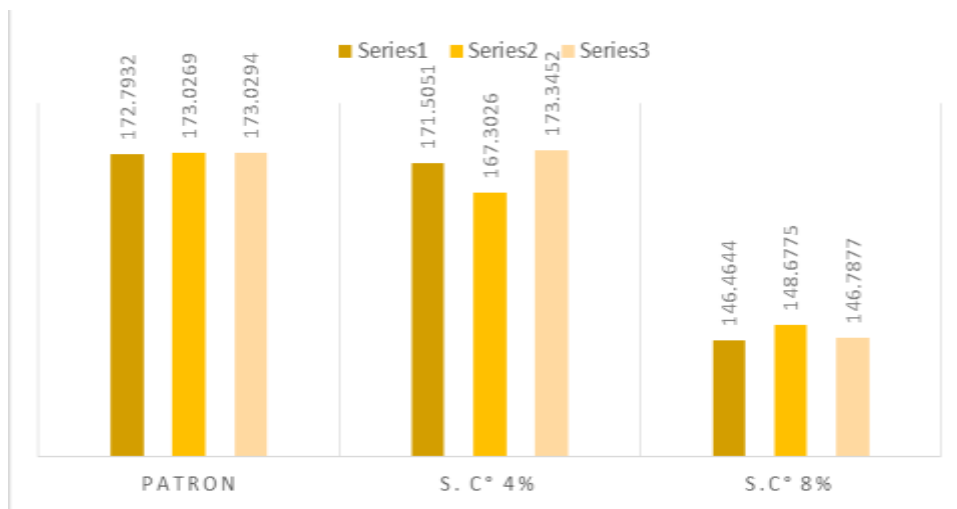


Figura N° 20: Resistencia obtenida a los 7 días

La gráfica muestra las resistencias obtenidas a los 7 días de curado del patrón y sustitución de relave minero de 4% y 8% por cemento, a lo que podemos visualizar que con la sustitución de 4% de relave mineros se acerca a la resistencia patrón y la de 8% de sustitución tiene una resistencia más baja debido a que contiene mayor cantidad de relave, este diseño se realizó con material de primera calidad por lo que aun con esas resistencias la sustitución en 8% aun está dentro de los límites permisibles según las normas técnicas establecidas.

CUADRO N° 19: Rotura a los 14 días

	PATRON	S. C° 4%	S.C° 8%
14	194.7056	200.0768	163.7467
	186.251	200.0718	171.5772
	198.6097	200.0967	166.5914

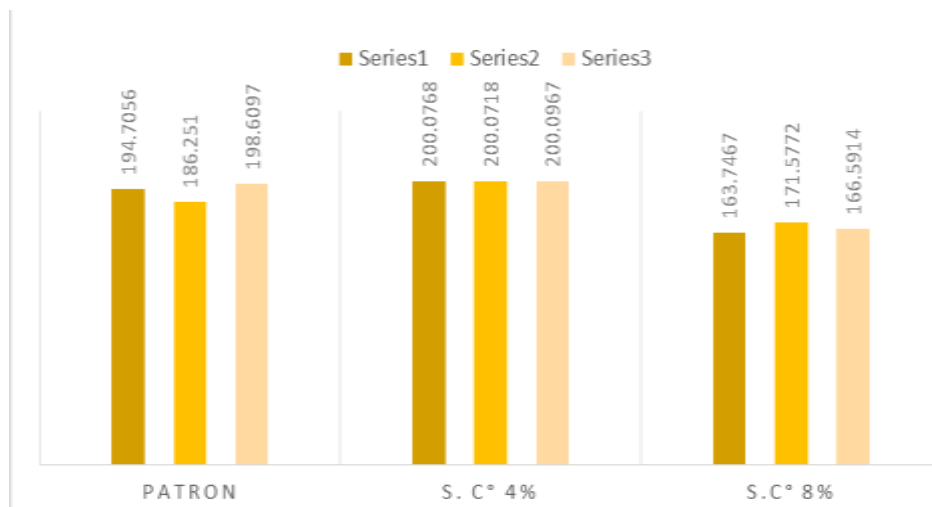


Figura N° 21 Resistencia obtenida a los 14 días

La gráfica muestra las resistencias obtenidas a los 14 días de curado del patrón y sustitución de relave minero de 4% y 8% por cemento, a lo que podemos visualizar que con la sustitución de 4% de relave mineros se acerca a la resistencia patrón e incluso en este caso supero la resistencia del patrón debido a los componentes químicos que posee y con los que se experimentó. y la de 8% tiene una resistencia relativamente más baja

Pero aun así sigue dentro del rango permitido según las normas técnicas del concreto antes mencionadas.

CUADRO N° 20: Rotura a los 28 días

	PATRON	S. C° 4%	S.C° 8%
28	216.4142	210.1478	196.4463
	201.9667	209.8245	196.9436
	217.1353	209.7997	197.6896

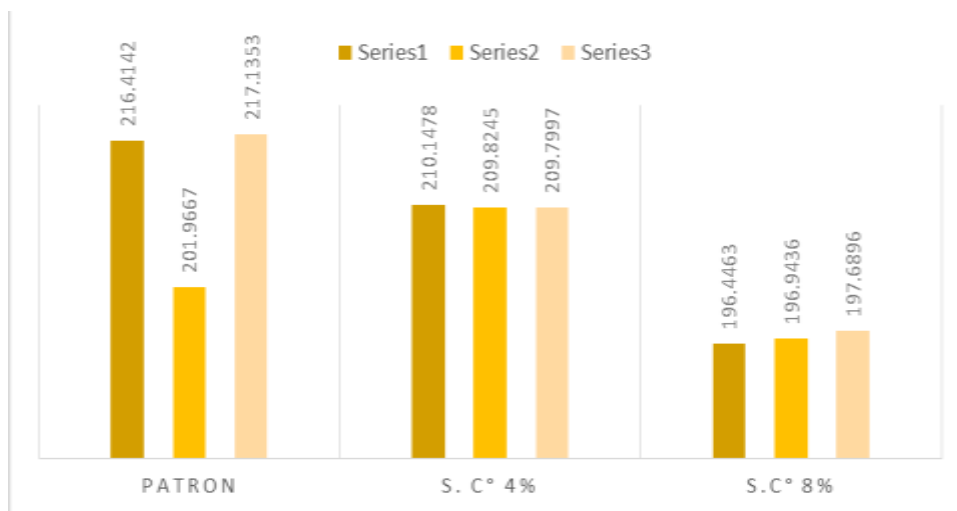


Figura N° 22: Resistencia obtenida a los 28 días

Se puede visualizar que la resistencia del concreto sustituido en 4 % en 28 días de curado se asemeja a la resistencia patrón.

A los 14 días el que logra mayor resistencia es la sustitución de 4% de relave minero por cemento.

Las sustitución del 8% no llega a la resistencia de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, significa que a mayor porcentaje de sustitución, baja la resistencia estuvo cerca de obtener el 100% de resistencia como se requería pero aun así no estuvo lejos habiendo obtenido una resistencia promedio de **94%**.

El diseño patrón y experimental obtuvieron y superaron satisfactoriamente el 100% de resistencia requerida.

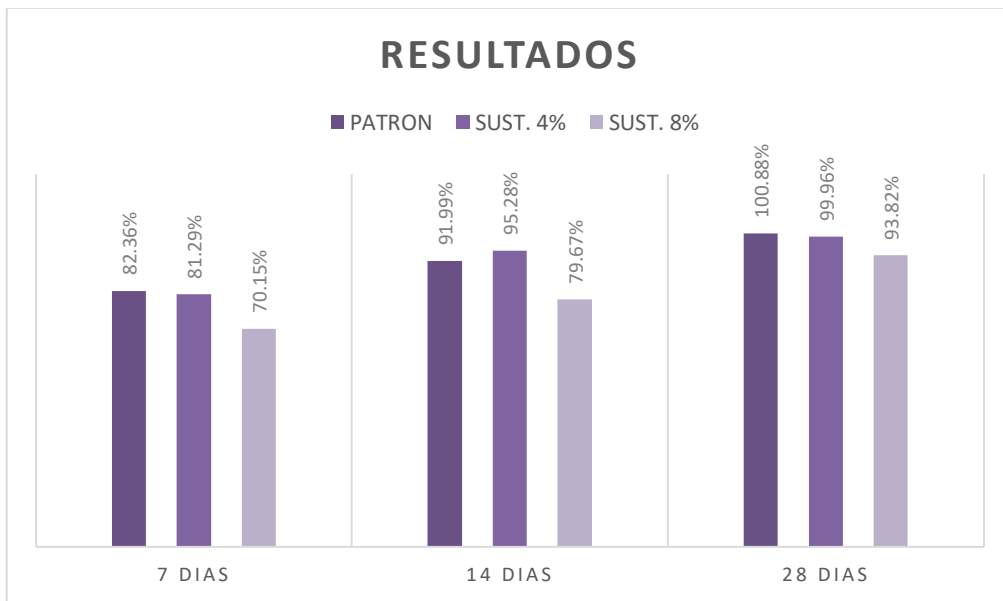


Figura N° 23: Resultado finales

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Las composiciones químicas del relave minero de la Mina Potosí, contienen aluminio en un 12.17 y Hierro en un 60.89 %, lo que lo que indica que dicha calidad de concreto tendrá menos tiempo de durabilidad con respecto al cemento.
- Las cantidades de sustitución indican que la resistencia no tendrá demasiada diferencia con respecto al patrón.
- El relave minero de la Mina potosí, en las proporciones trabajadas de (3” – 4”) según diseño, no tiene efectos de cambio en la trabajabilidad en la elaboración del concreto.
- En la sustitución con 4% se puede trabajar en construcciones civiles ya que no presenta mucha varianza pero siempre y cuando sean obras de concreto simple o en las que no se tenga contacto directo con la gente.
- La resistencia obtenida a compresión en los testigos cilíndricos del patrón se visualizó que superó la resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de la misma forma se visualizó la disminución de la resistencia conforme se sustituía mayor porcentaje de relave minero al cemento.
- El PH del relave minero es de 6.39 por lo que se concluye q no tendrá mucho tiempo de durabilidad con respecto del patrón por tener mayor tendencia a la acidez.
- El aluminio es un material fuerte ante el salitre por lo que se recomienda usar la sustitución de los relaves en porcentajes de 4 y 8 %. Para obras como pistas.
- El SLUMP es 4” por lo que también es un indicador de recomendación para el

uso de este concreto.

- De la relación agua cemento se concluye que siempre se deberá usar mayor cantidad de agua cuando haya presencia de sustitución de relave en comparación con el cemento por sus propiedades químicas y físicas.

RECOMENDACIONES

- Trabajar con este relave Minero pues sus características químicas no son tan lejanas a diferencia de otros relaves, por ello se espera una buena resistencia.
- Los agregados utilizados para la elaboración del concreto patrón son de buena calidad ya que supera al 100% del diseño y se recomienda su uso para otros estudios de investigación.
- Hacer uso del relave minero potosí ya que ayudaría en cuanto al impacto ambiental. Pues sirve como material reciclado para construcción.
- Sobre todo se recomienda hacer uso en: losas deportivas, patios escolares y veredas, como concreto simple.
- Trabajar con sustitución de relave Minero para estructuras enterradas, ya que el relave minero es un agente contaminante para el ser humano.
- Continuar con la línea de investigación y determinar la durabilidad del concreto mezclado con relave minero.
- Realizar estudios de separación de químicos para darle mejor uso al relave y darle vida a las zonas infértiles que esta a su vez ha dejado.

VI. AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES, por su amor y esfuerzo constante para darme una educación de calidad.

A DIOS Y A LA VIRGEN MARIA, Gracias a Dios por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una familia sólida y unida.

A Santa María por guiarme en el sendero del Señor Jesucristo.

Con profundo agradecimiento a la universidad San Pedro por la formación académica en mi vida universitaria y en especial a la facultad de Ingeniería Civil.

Al asesor Ing. López Carranza Rubén por su tiempo, consejos, comprensión y apoyo incondicional. Su guía y aporte fueron indispensables para la realización de este trabajo.

A los profesionales de la universidad San Pedro que por sus conocimientos y enseñanza me motivaron a seguir adelante.

YANETH JUSTINA

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI-306R (2006) "*Cold Weather Concreting*" Farmington Hills, MI American Concrete Institute.

FONCODES (1998), *Creación Del Sistema De Agua Potable En El Distrito De Ususpampa, Tarica, Municipalidad distrital de Tarica.*

Menéndez, E. (2005), "*Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia de los materiales de construcción a los ciclos hielo–deshielo,*" Ciudad de Buenos Aires, Universidad de Buenos aires.

Márquez, A E. (2011), "*¿A Qué Temperatura Hierve El Agua?*" Ciudad de Córdoba. Asociación Profesorado de Córdoba

CNICE (2005), "*Iniciación Interactiva de la Materia*" Extraído de ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/.../iniciacion_interactiva_materia

Norma E-060 (2009), *Concreto Armado, Lima, Diario Oficial el Peruano*

ASTM C31 (2014) - *Probetas de concreto.* Pennsylvania. American Society for Testing Materials.

NTP 400.021 - AGREGADOS (Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso)

Tabla de dosificaciones y equivalentes – cementos lima SAC

Ing. Hebert vizconde Poemape – “Diseño de mezcla método ACI “

Análisis de Laboratorio de concreto de ingeniería civil – UCH “www.youtube.com

Enrique Rivva Lopez, 1992. “Diseño de mezclas”- Editorial Hozlo S.C.R.L.

Norma Técnica Peruana de concreto armado E060” – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

NTP 400.017 - AGREGADOS (Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado)

PAGINAS WEB

Eddy,H, (2000) “Resistencia al Congelamiento y Deshielo del Concreto” - RSS. Recuperado de http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/resistencia-al-congelamiento-y-deshielo_08.html

Civilgeeks (2011) “El Concreto En Climas Fríos : Consideraciones” Recuperado de: <http://civilgeeks.com/2011/09/28/el-concreto-en-climas-frios-consideraciones/>

VIII. APÉNDICES Y ANEXOS

ANEXO 01

CUADRO N° 21: Pruebas estadísticas (spss)

DESCRIPTIVOS

	Estadístico	Error estándar
RESISTENCIA		
Media	166,1658	9,05529
95% de intervalo de confianza para la media		
Límite inferior	146,2353	
Límite superior	186,0964	
Media recortada al 5%	165,3748	
Mediana	163,3050	
Varianza	983,979	
Desviación estándar	31,36843	
Mínimo	125,83	
Máximo	220,74	
Rango	94,91	
Rango intercuartil	47,77	

Asimetría	,442	,637
Curtosis	-,852	1,232

CUADRO N° 22: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA	,139	12	,200*	,944	12	,546

CUADRO N° 23: Prueba de igualdad de levene de varianzas de error

Variable dependiente: RESISTENCIA			
F	df1	df2	Sig.
,090	3	8	,963

PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS

CUADRO N° 24: Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10528,778 ^a	5	2105,756	42,831	,000
Intersección	331333,010	1	331333,010	6739,278	,000
TRATAMIENTO	3835,274	3	1278,425	26,003	,001
DIAS_CURADO	6693,504	2	3346,752	68,073	,000
Error	294,987	6	49,164		
Total	342156,775	12			
Total corregido	10823,765	11			

CUADRO N° 25 Pruebas post hoc

RESISTENCIA

TRATAMIENTO	N	Subconjunto		
		1	2	3
HSD Tukey ^{a,b} RELAVE 15%	3	142,8733		
RELAVE 10%	3	156,7967	156,7967	
RELAVE 5%	3		174,9233	174,9233
SIN RELAVE	3			190,0700
Sig.		,171	,071	,132
Duncan ^{a,b} RELAVE 15%	3	142,8733		
RELAVE 10%	3	156,7967		
RELAVE 5%	3		174,9233	
SIN RELAVE	3			190,0700
Sig.		,051	1,000	1,000

ANEXO 02:

GRANULOMETRIA DE PIEDRA CHANCADA

SOLICITA:

CANTERA:

LUGAR:

FECHA:

PESO SECO INICIAL:

PESO SECO FINAL:

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENID O PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm)				
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					

3/8"					
N° 4					
FONDO					
(TOTAL)					

GRANULOMETRIA DE ARENA GRUESA

SOLICITA :

CANTERA :

LUGAR :

FECHA :

**PARA "ARENA
GRUESA"**

**PESO SECO
INICIAL :**

PESO SECO FINAL :

TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm)				

N° 4					
N° 8					
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
N° 200					
FONDO					
(TOTAL)					

PESO UNITARIO

CANTERA :

PARA :

FECHA :

REGISTRO :

PARA "PIEDRA CHANCADA"

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
	I	II	III	I	II	III
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE						
PESO DEL MOLDE						
PESO DEL MATERIAL						
VOLUMEN DEL MOLDE						
PESO UNITARIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)						

PARA "ARENA GRUESA"

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARILLADO			PESO UNITARIO SUELTO		
	I	II	III	I	II	III
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE						
PESO DEL MOLDE						
PESO DEL MATERIAL						
VOLUMEN DEL MOLDE						
PESO UNITARIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO						
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)						

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS				
MATERIAL :		REALIZADO POR :		
UBICACIÓN :		FECHA :		
PIEDRA CHANCADA				
IDENTIFICACION		N° 37	N° 30	N° 39
A	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)			
B	PESO MATERIAL SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (EN AGUA)			
C	VOLUMEN DE MASAS / VOLUMEN DE VACIOS = A - B			
D	PESO MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)			
E	VOLUMEN DE MASA = C - (A - D)			
Pe BULK (BASE SECA) = D / C				
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / C				
Pe APARENTE (BASE SECA) = D / E				
% DE ABSORCIÓN = ((A - D) / D) * 100				

ARENA GRUESA				
IDENTIFICACION		N° 8		PROMEDIO
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA (EN AIRE)			
B	PESO FRASCO + H2O			
C	PESO FRASCO + H2O + (A)(A + B)			
D	PESO DEL MATERIAL + H2O EN EL FRASCO			
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO = C - D			
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)			
G	VOLUMEN DE MASA = E - (A - F)			
Pe BULK (BASE SECA) = F / E			Prom.	
Pe BULK (BASE SATURADA) = A / E				
Pe APARENTE (BASE SECA) = F / G				
% DE ABSORCIÓN = ((A - F) / F) * 100				

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA

FECHA :

RECIPIENTE N°	N° 4	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO		
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO		
PESO DE RECIPIENTE		
PESO DE AGUA		
PESO SUELO SECO		
HUMEDAD (%)		
HUMEDAD PROMEDIO		

OBSERVACIÓN :

ANEXO 03:



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

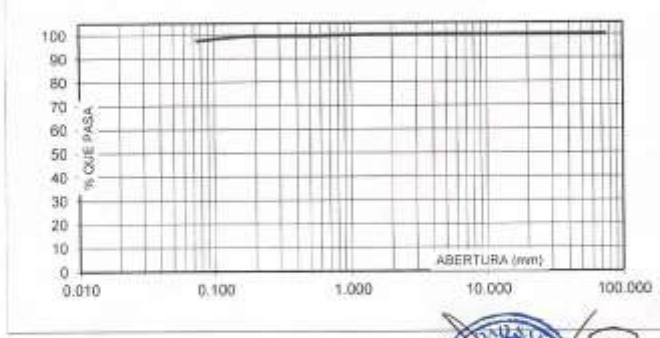
SOLICITA : **Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina**
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210Kg/cm2 con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave Minero"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 25/04/2017 CANTERA : FERRETERIA INT OESTE MATERIAL : CEMENTO SOL

PESO SECO INICIAL	957.7
PESO SECO LAVADO	23.38
PESO PERDIDO POR LAVADO	934.40

TAMIZ	ABERT (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.800	3.50	0.37	0.37	99.63
N° 50	0.300	1.20	0.13	0.49	99.51
N° 100	0.150	1.80	0.17	0.66	99.34
N° 200	0.075	17.00	1.78	2.43	97.57
PLATO		934.40	97.57	100.00	0.00
TOTAL		957.70	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 30
 MODULO DE FINEZA : 0.0
 HUMEDAD : -

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIELAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE MECANICA DE SUELOS Y
 LABORATORIO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS				
TESIS	:	"Resistencia del Concreto FC = 210Kg/cm2 con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina Potosi"		
SOLICITA	:	Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina		
DISTRITO	:	HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	:	HUARAZ	FECHA	: 25/04/2017
PROG. (KM.)	:		ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA				
CALICATA	:			
MUESTRA	:	AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO		
PROF. (m)	:			
AGREGADO GRUESO				
N° TARRO		30	24	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1328.4	1297.8	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1310.6	1288.5	
PESO DE AGUA	(g)	10.40	9.40	
PESO DEL TARRO	(g)	166.60	166.2	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1152.40	1122.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.90	0.84	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.87
AGEGRADO FINO				
N° TARRO		22	47	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1483.0	1493.6	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1449.0	1460.5	
PESO DE AGUA	(g)	34.00	33.40	
PESO DEL TARRO	(g)	185.60	186.5	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1263.40	1262.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	2.66	2.6	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			2.62



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PELUCO - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
HUMEDADES MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosia
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

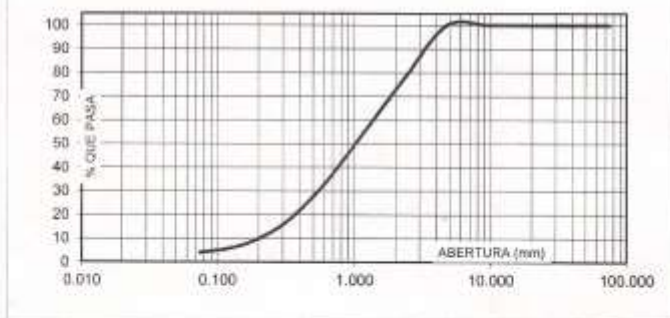
SOLICITA : **Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina**
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210Kg/cm2 con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina Potosi"
 LUGAR : **HUARAZ**
 FECHA : 25/04/2017 CANTERA : **TACLLAN** MATERIAL : **AGREGADO FINO**

PESO SECO INICIAL	1377
PESO SECO LAVADO	1322.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	55.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	306.00	21.79	21.79	78.21
N° 16	1.180	320.00	23.24	45.03	54.97
N° 30	0.600	306.00	22.22	67.25	32.75
N° 50	0.300	233.00	16.92	84.17	15.83
N° 100	0.150	121.00	8.79	92.96	7.04
N° 200	0.075	42.00	3.05	96.01	3.99
PLATO		55.00	3.99	100.00	0.00
TOTAL		1377.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n°8
 MODULO DE FINEZA : 3.1
 HUMEDAD : 2.62%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 ESCUELA DE INGENIERIA
 DE MINAS Y METALURGIA
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

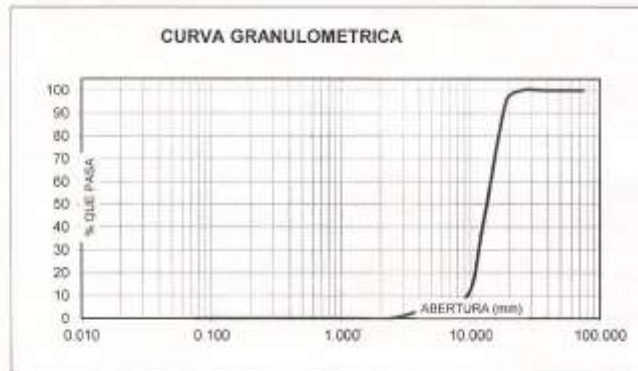
SOLICITA : **Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina**
 TESIS : "Resistencia del Concreto $F'c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina potosi"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 25/04/2017 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	4340.9
PESO SECO LAVADO	4340.90
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	209.00	4.81	4.61	95.19
1/2"	12.500	2349.00	54.11	58.93	41.07
3/8"	9.500	1343.50	30.95	89.88	10.12
N° 4	4.750	236.40	5.45	95.32	4.68
N° 8	2.360	203.00	4.68	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		4340.90	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 6.90
 HUMEDAD : 0.87%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA EN OBRAS Y
 MAQUINARIAS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 176544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 - Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina
TESIS : "Resistencia del Concreto F'c = 210Kg/cm2 con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina Potosi"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 25/04/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de frasco+ agua
C = A + B : Peso frasco + agua +material
D : Peso de material+agua en el frasco
E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
F : Peso Material seco en horno
G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F)/F) \times 100$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

300.0		
670.7		
970.7		
857.9		
112.8		
296.5		
-109.3		
1.20		
	1.20	

PROMEDIO

2.63		
2.66		
-2.71		

PROMEDIO

2.63		
2.66		
-2.71		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CURSO DE SUBGRUPO DE BACHILLERES Y
UNIVERSITARIOS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina
 TESIS : "Resistencia del Concreto F'C = 210Kg/cm2 con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina Potosi "
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 25/04/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

1316.5	1227.0	1277.5
822.5	775.5	795.0
494.0	451.5	482.5
1307.0	1218.6	1269.0
484.5	443.1	474.0
0.73	0.69	0.67
0.70		

ABSORCION (%) : $((A-D)/D) \times 100$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2.65	2.70	2.63
2.66	2.72	2.65
2.70	2.75	2.68

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.66
2.68
2.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACION DE SAN PEDRO

Ing. Elizabeth Maza Ambrusio
 CP: 116544
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina

TESIS : "Resistencia del Concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina potosi "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 25/04/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7785	7790	7784
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4365	4370	4364
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1572	1574	1572
Peso unitario prom.	1573 Kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8305	8300	8310
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4885	4880	4890
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1760	1758	1762
Peso unitario prom.	1760 Kg/m³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PELAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
AGREGADOS INDUSTRIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Melgarejo Aguirre, Yaneth Justina

TESIS : "Resistencia del Concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Sustitucion del Cemento en 4% y 8% por Relave de la Mina Potosi "

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

FECHA : 25/04/2017

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18490	18470	18475
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13180	13160	13165
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1411	1409	1409
Peso unitario prom.	1410 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19800	19780	19795
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14490	14470	14485
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1551	1549	1551
Peso unitario prom.	1550 Kg/m3		

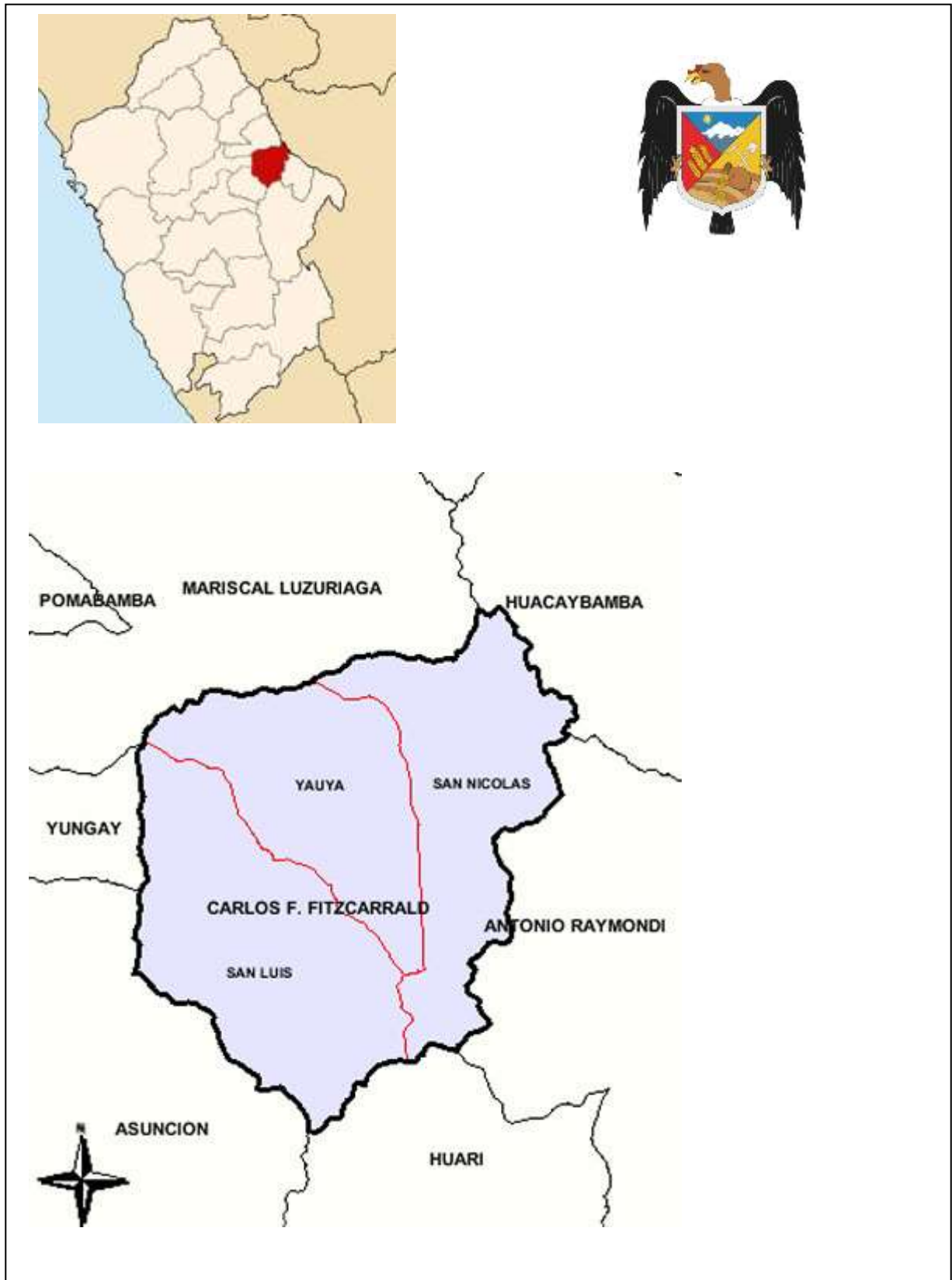


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PIUAS - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN
MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ANEXO 4: UBICACION



ANEXO 05:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL CEMENTO SOL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
SOLICITA: BACH. MELGAREJO AGUIRRE YANETH JUSTINA					
TESIS: “RESISTENCIA DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO EN 4% Y 8% POR RELAVE MINERO”					
CANTERA: FERRETERIA CONFRATERNIDAD ESTE					
MATERIAL: CEMENTO SOL					
FECHA: 25/04/2016					

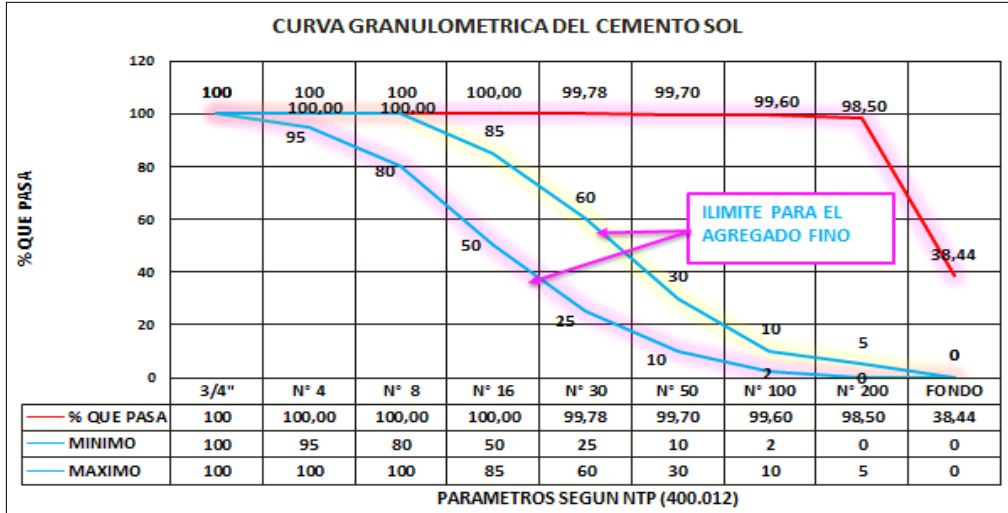
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm)				
N° 4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 30	0,600	3,50	0,22	0,22	99,78
N° 50	0,300	1,20	0,08	0,30	99,70
N° 100	0,150	1,60	0,10	0,40	99,60
N° 200	0,075	17,00	1,09	1,50	98,50
FONDO		934,40	60,06	61,56	38,44
(TOTAL)		957,70	61,56		

Modulo de Finura (MF):

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

$$\% \text{ RETENIDO ACUMULADO} = 0,93$$

$$MF = 0,009 \quad \rightarrow \quad 0,10$$



PANEL FOTOGRAFICO:

Fotografía 01: esta fue la planta de tratamiento de la mina Potosí San Luis.



Fotografía 02: se aprecia el relave minero el cual tiene la clasificación de relaves abandonados.



Fotografía 03: Extracción del material de sustitución (relave minero)

Fotografía 04: plaza de armas de la provincia de Carlos Fermín Fitzcarrald- San Luis.



Fotografía 05: cantera de Tacllan.



Fotografía 06: alistando los materiales para las pruebas de laboratorio.



Fotografía 07: ensayo de gravedad específica y absorción.

Fotografía 08: ensayo de compactación del agregado grueso.





Fotografía 09: Halle el peso saturado y lleve la muestra al horno por 24 horas. Saque la muestra del horno y deje enfriar de 1 a 3 horas. Pesamos la muestra para hallar el peso seco final.



Fotografía 10: realizando el ensayo para el relave minero, se molió y se tamizo por la malla N°200.



Fotografía 11: pesando los materiales de acuerdo al diseño de mezcla.



Fotografía 12: realizando la prueba de revenimiento.





Fotografía 13: materiales listos, probetas, Ag. Fino, Ag. Grueso, cemento y agua potable.



Fotografía 14: Desencofrando para el curado de concreto.

