

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Comparación de la resistencia a compresión de un concreto
 $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de
tuna y superplastificante sika n290 al cemento.**

Tesis para optar el título de ingeniero civil

Autor:

Huerto Espinoza, William Manuel

Asesor:

Solar Jara, Miguel

Huaraz – Perú

2018

INDICE

PALABRAS CLAVES	i
TÍTULO	ii
RESÚMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
I: INTRODUCCION.....	1
II: METODOLOGÍA.....	25
III: RESULTADOS	28
IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	61
V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
VI: DEDICATORIA.....	68
VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
VIII. ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 01: Empresas que producen cemento en el Perú y su capacidad	12
Tabla 02: Límites granulométricos para el agregado fino.	14
Tabla 03: Composición de 100 g de tuna fresco.....	21
Tabla 04: Diseño del bloque completo al azar.....	25
Tabla 05: Análisis granulométrico del agregado fino.....	28
Tabla 06: Análisis granulométrico del agregado grueso	29
Tabla 07: Contenido de humedad del agregado fino.	30
Tabla 08: Contenido de humedad del agregado grueso.....	30
Tabla 09: Gravedad específica y absorción del agregado fino.	31
Tabla 10: Gravedad específica y absorción del agregado grueso.	31
Tabla 11: Peso unitario del agregado fino.	32
Tabla 12: Peso unitario del agregado grueso.	32
Tabla 13: Datos a usar para el diseño de concreto.....	33
Tabla 14: Ensayo de PH del mucilago de tuna y del sika N290.....	46
Tabla 15: Ensayo de Fluorescencia de Rayos X.....	46
Tabla 16: Composición química del sika N290.....	47
Tabla 17: Resultados de asentamientos de la investigación.	47
Tabla 18: Resultados del ensayo a compresión del concreto patrón a los 07,14 y 28 días de curado.	48
Tabla 19: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.	49
Tabla 20: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.....	50
Tabla 21: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.	51
Tabla 22: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de SIKA a los 07,14 y 28 días de curado.....	52
Tabla 23: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna o un porcentaje de Sika según días de curado.	59

Tabla 24: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.....	60
Tabla 25: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero es diferente.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Agregado fino.....	14
Figura 02: Agregado grueso	15
Figura 03: Ubicación de la cantera Rolan.....	27
Figura 04: Curva granulométrica de la arena.....	28
Figura 05: Curva granulométrica del agregado grueso.....	29

LISTA DE GRAFICAS

Gráfico 01: Resistencia del concreto patrón.	48
Gráfico 02: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.	49
Gráfico 03: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.	50
Gráfico 04: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.	51
Gráfico 05: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.	52
Grafico 06: Comparación de las propiedades químicas del cemento y el mucilago de tuna.....	53
Grafico 07: Comparación de las propiedades químicas del cemento y el sika N290.	54
Grafico 08: Comparando el concreto patrón con el C° con M.T. y SIKA en un 4% y 6%	55
Grafico 09: Resistencia a compresión del concreto patrón y del concreto con adición de 4% y 6% de mucilago de tuna y sika.	56
Grafico 10: Comparando el C° patrón con el concreto con adición de M.T. y sika a 4% y 6% en porcentajes.....	58

PALABRAS CLAVES

TEMA	RESISTENCIA DE CONCRETO
ESPECIALIDAD	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

KEY WORDS

TOPIC	RESISTANCE OF CONCRETE
SPECIALITY	CONCRETE TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Area	Ingeniería y Tecnología
Sub-area	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TÍTULO

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN
CONCRETO $f'c = 450 \text{ KG/CM}^2$ ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE
MUCÍLAGO DE TUNA Y SUPERPLASTIFICANTE SIKA N290 AL
CEMENTO.**

RESÚMEN

El estudio de investigación que realice, tiene como objetivo general comparar la resistencia a compresión de un concreto $f'c=450$ kg/cm² adicionando el 4% Y 6 de mucílago de tuna y superplastificante SIKA N290 al cemento a edades de 7,14 y 28 días de curado. La metodología de trabajo de investigación es de tipo correlacional y el diseño de la investigación es experimental.

El estudio consiste en realizar 45 probetas de concreto para los ensayos de resistencia a compresión, donde Se efectuó tres (3) muestras de probetas de concreto para las edades de 7, 14 y 28 días.

Los resultados indican que al adicionar sika en un 4% y 6%, mejora la resistencia a compresión en los 07, 14, y 28 días, siendo su resistencia a compresión superior al concreto patrón y al concreto con 4% y 6% de adición de mucilago de tuna a los 07, 14 y 28 días de curado y cumple con los parámetros de ruptura.

ABSTRACT

The objective of this research study is to compare the compressive strength of a concrete $f'c = 450 \text{ kg / cm}^2$ by adding 4% Y 6 of prickly mucilage and superplasticizer SIKA N290 to cement at ages of 7, 14 and 28 days of curing. The research work methodology is correlational in nature and the design of the research is experimental. The study consists of performing 45 concrete specimens for compression resistance tests, where three (3) specimens of concrete specimens were made for the ages of 7, 14 and 28 days.

The results indicate that when adding Sika in 4% and 6%, it improves the resistance to compression in the 07, 14, and 28 days, being its resistance to compression superior to the concrete standard and to the concrete with 4% and 6% of addition of mucilago de tuna at 07, 14 and 28 days of curing and complies with the parameters of rupture.

I: INTRODUCCION.

Los antecedentes más remotos de los aditivos naturales se encuentran en los concretos romanos, a los cuales se incorporaba sangre y clara de huevo. La fabricación del cemento Portland alrededor de 1850 y el desarrollo del concreto armado, llevó a regular el fraguado con el cloruro de calcio, patentado en 1885. Al inicio del siglo se efectuaron sin éxito comercial estudios sobre diferentes aditivos, el primer antecedente de los aditivos comerciales modernos se encuentra en el empleo ocasional del sulfanato naftaleno formaldehído, que fue utilizado en 1930 para actuar como dispersante en concretos con adiciones negro de humo, destinados a carriles de pavimentos que por su coloración pudieran llamar la atención de los conductores de vehículos.

Los aditivos naturales y los aditivos comerciales, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, los aditivos naturales y los aditivos comerciales son importantes y su uso se extiende cada vez más, por la aportación que hacen a la economía de la mezcla de concreto; debido a la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor.

La reducción del costo en la elaboración de concreto con aditivos naturales y comerciales, y es una de las razones principales que se debe tomar en cuenta cuando se selecciona el aditivo a utilizar. La eficiencia de un aditivo natural y comercial depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua; forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.

El siguiente trabajo pretende realizar una investigación la cual consiste en comparar la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=450$ kg/cm² adicionando el 4% Y 6 de mucílago de tuna y superplastificante SIKA N290 al cemento, de esta manera tratar de determinar si el mucílago de tuna y el superplastificante SIKA aumentan la resistencia a compresión.

(Torres, 2010). En su tesis sobre “Mejora en la durabilidad de materiales base cemento, utilizando adiciones deshidratadas de dos cactáceas”, estudiaron la resistencia a la compresión y eléctrica del concreto añadido con mucílago de

nopal. Concluyó que las mezclas cuyo remplazo fue de nopal mostraron incrementos en propiedades como resistencia a la compresión y resistividad eléctrica. A pesar de que se agregó mayor cantidad de agua y se disminuyó la cantidad de cemento al ser sustituido por estas adiciones, se encontró que sus resistencias mecánicas y eléctricas no disminuyeron; por el contrario, se incrementaron. En el caso de los morteros cuyos porcentajes fueron del 1 y 2% de adición de nopal, los especímenes presentaron aún mayores incrementos en las propiedades mencionadas, por lo que se definieron como materiales de mayor durabilidad. Que los especímenes con contenido de sábila deshidratada mostraron un decremento en las propiedades del mortero, dando como resultado morteros con baja durabilidad y resistencia. En un inicio se optó por colocar este aditivo para tener otra especie de cactus muy común en México y comparar con el nopal; sin embargo; los efectos producidos fueron lo contrario a los alcanzados con el nopal. Por esto, la sábila no se propone como opción para incrementar la durabilidad de materiales base cemento. Que la adición botánica de nopal en forma deshidratada a morteros base cemento Portland, produce efectos benéficos en sus propiedades. No obstante, el proceso para la obtención de nopal deshidratado es costoso; por lo que si se desea aplicar de manera industrializada, resultaría poco factible por su elevado costo; de ahí que es necesario continuar los estudios recurriendo al uso de productos de nopal más económicos.

(De León, 2012), en su tesis de maestría sobre “Evaluación del mucílago de nopal como reductor de retracción en Concreto auto-consolidable”, tuvo como objetivo general evaluar el comportamiento del mucílago de nopal en solución acuosa para la reducción de la retracción, comparando con tecnologías ya existentes empleadas para abatir este problema como lo es el curado interno y un aditivo reductor de retracción. Concluyó que en el concreto fresco, la solución de mucílago de nopal añadido directamente a la mezcla, provoca incrementos en la deformabilidad, en la tasa de flujo y en la habilidad para fluir del SCC y el SCLC, sin afectar perjudicialmente la estabilidad estática. A la edad de 91 días y para los SCC, la solución NA disminuyó la resistencia a compresión en 7.3% cuando se dosificó a través de los poros de la arena pumicítica y en 4.5% cuando se añadió directo a la mezcla del concreto, el módulo de elasticidad también resulto disminuido en 2.5% y 2.3% respectivamente y la tensión por compresión

diametral aumentó en 4.9% y 2.0% respectivamente. A la edad de 91 días y para los SCLC, la solución NA amentó marginalmente la resistencia a la compresión, 3.9% al dosificarse mediante la arena pumicítica y en 1% cuando se añadió de forma directa la mezcla de concreto, el módulo de elasticidad resultó prácticamente igual, con una reducción de 1.3% y un aumento de 0.3% respectivamente y la tensión por compresión diametral aumentó de forma significativa, 10.0% y 16.1% respectivamente. Para los SCC, a los 14 días de monitoreo de la retracción autógena, la adición de NA a través de la arena pumicítica fue más efectiva que el curado interno convencional con agua al presentar una expansión 74% mayor. Con relación a la mezcla R, a los 14 días de monitoreo de la retracción autógena, la solución NA incorporada directamente la mezcla redujo la retracción de manera significativa, manteniendo al mortero en expansión. Con relación al curado interno convencional con agua la expansión fue 26% menor. Para los concretos SCC y SCLC, con respecto a la mezcla R, ambos modos de dosificación de la solución NA no originaron modificación notoria en la retracción por secado. Comparando contra las mezclas R e IC, se observó que la solución NA redujo la permeabilidad a los iones cloruro y la carbonatación acelerada, siendo la dosificación mediante los poros de la arena pumicítica el método más efectivo. En los SCLC, en lo referente a la permeabilidad a los iones cloruro, la solución NA dosificada de forma directa a la mezcla mantuvo prácticamente la misma permeabilidad que la mezcla L, pero dosificado como solución de curado interno condujo a reducciones del 24% a la edad de 91 días.

(Contreras, 2013), tuvo como objetivo general determinar el efecto del comportamiento del mucílago de nopal en la resistencia en el cemento CPC-30R a partir de concentraciones del 0.1 y 0.3 %. Concluyó que en muchas regiones de México se tiene una gran variedad de especies de nopal disponibles y siendo este su costo barato, puede ser viable incorporarse a la industria de la construcción como aditivo al cemento. En cuanto a los resultados obtenidos observó que la gran efectividad del nopal al aumentar la resistencia del cemento con las concentraciones 0.1 y 0.3%, comparado con el cemento sin aditivo, por lo cual señaló que es una alternativa para mejorar la resistencia del cemento con un producto que se encuentra de modo accesible y de bajo costo. Al analizar el comportamiento de los especímenes de cemento sin aditivo se

observó que no cumple con la resistencia mínima de 20MPa a los 3 días, así mismo con las concentraciones del 0.1 y 0.3% de mucílago de nopal, no se logró alcanzar la resistencia mencionada. Al observar los resultados de todos los especímenes ensayados a los 28 días se pudo notar que tampoco alcanzaron la resistencia mínima de 28, sin embargo lo que sí se apreció es que los especímenes a los que se les agregó el 0.1 y 0.3% del aditivo presentaron mejoría en la resistencia con respecto a los que se elaboraron sin aditivo en el cemento CPC-30R.

(Martinez, 2004), en la investigación titulada “Las adiciones de cactus opuntia blanco y su efecto sobre los morteros de albañilería elaborados con cal”, realizada en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo de México, concluyó que los morteros elaborados con mucílago de cactáceas presentan buen comportamiento mecánico en general, que los morteros con mucílago presentaron cohesión a edades tempranas (24 h) lo que hizo posible el descimbrado, que los morteros de cal adicionados con mucílago de nopal, no fueron los que obtuvieron las resistencias más altas en las sollicitaciones mecánicas, a la fecha son los que se usan con éxito para recubrir los muros de los monumentos; existe reticencia por una parte del gremio de los restauradores para el empleo de aditivos como la leche y el huevo, que no requieren de ninguna preparación previa y cuyo empleo mejora las propiedades mecánicas.

(Ramirez, 2008), en su tesis de maestría sobre “propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural”, tuvo como objetivo general utilizar el mucílago de nopal como un aditivo natural en la elaboración de concreto hidráulico, con el objeto de mejorar sus propiedades mecánicas y micro estructurales en estado endurecido. Concluyó que el mucílago incrementa la viscosidad y disminuye la extensibilidad de las pastas de cemento. 2. El mucílago de nopal actúa como retardante al incrementar el tiempo de fraguado en las pasta. Que el mucílago de nopal en las mezclas de 0.45 y 0.6 (m/c), disminuye la resistencia a la compresión axial y módulo de elasticidad, sin embargo, en la relación 0.3 se tiene incremento de la resistencia y módulo de elasticidad con respecto a las muestras control. Que en la microestructura de las pastas elaboradas con a/c se observan los cristales de hidróxido de calcio, el silicato hidratado de calcio y la etringita, sin embargo, en las pastas de m/c solo se aprecia etringita y de silicato hidratado de calcio, que en la pruebas

realizadas de difracción de rayos X de las pastas de m/c 0.45 y 0.6 la intensidad de los picos son mayores con respecto a los de a/c, es decir, no se produce tan rápido la hidratación o el cambio de fase en m/c como en las pastas de a/c; y que en el estudio de espectroscopia infrarroja realizado en pasta de cemento, no se aprecia diferencia significativa en el uso del mucílago de nopal con respecto a las muestras control de a/c.

(Cardoza, Quintanilla, & Blanco, 2010), tuvo como objetivo general determinar la influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido. Concluyó que en el estado fresco en cuanto al ensayo de revestimiento el aditivo utilizado en esta investigación, si cumple su función como superplastificante para las tasas de dosificación comprendidas en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento, brindando valores de revenimiento en el rango establecido de 5 a 8 pulgadas, en el ensayo de temperatura ASTM C – 1074 las tasas de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento, no influyen en la temperatura de la mezcla de concreto, dado que la temperatura de todas las mezclas varían entre 29°C y 30°C, valores que resultaron menores que la temperatura máxima de 32°C según norma ASTM C – 94, en el ensayo de contenido de aire del concreto ASTM C – 231 la tasa de aditivo de 600 ml/100kg de cemento, genera un aumento promedio en el contenido de aire de las mezclas de concreto de 0.4% en relación al 2% de contenido de aire establecidos en los diseños, todos los valores de contenido de aire del concreto obtenidos para las tasas de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento se encuentran dentro del rango de 2.4 a 3.5%, los cuales son menores o iguales al 3.5% máximo (según ASTM C – 494) cuando se utiliza aditivo reductor de agua de alto rango de superplastificante. En cuanto al estado endurecido en el ensayo e la resistencia a la compresión ASTM C – 39, los resultados de resistencia a la compresión obtenido a 7 días de edad alcanzaron valores de resistencia la compresión en el rango de 85% a 104% de la resistencia en estudio para las diferentes tasas de dosificación de aditivo comprendidas en la investigación. Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a 28 días de edad alcanzaron la resistencia a compresión en estudio especificada en el rango de 100 % a 122%, para las tasas de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100 kg de cemento. Para las mezclas con relación agua/cementantes de 0.32 y 0.35 elaborados con esta tasa de dosificación de aditivo, la

resistencia obtenidas se encuentran muy por debajo de la resistencia de diseño (775 y 713 kg/cm² respectivamente) según el ACI 211.4, encontrándose estas 104 kg/cm² y 71 kg/cm² por debajo de la resistencia de diseño respectivamente; y por encima de la resistencia en estudio en valores de 21 kg/cm² y 42 kg/cm² respectivamente. La tasa de dosificación más conveniente para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 500 kg/cm², es de 1800 ml/100 kg de cemento; para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 550 kg/cm², es de 1800 ml/100 kg de cemento. La tasa de dosificación más conveniente para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 600 kg/cm², es de 1800 ml/100 kg de cemento; y para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 650 kg/cm², es de 600 ml/100 kg de cemento.

(Huincho, 2011), en su tesis “Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante microsílíce y nanosílíce con cemento portland tipo I”. Concluyó que se ha logrado obtener un concreto de alta resistencia a la compresión, con un valor de 1423 kg/cm² a la edad de los 90 días y que además tiene la propiedad de ser un concreto auto compactado. La dosis óptima de microsílíce encontrada es de 10% con la cual se obtiene la máxima resistencia a la compresión de 1420 kg/cm², para el caso de la nanosílíce es 1% (968 kg/cm²) y para el caso de la combinación de microsílíce y nanosílíce es de 5% de microsílíce más 0.5% de nanosílíce (1065 kg/cm²). Los concretos con adiciones de microsílíce (10, 15, 20%) reportan resistencia a la compresión, superiores a los concretos con adición de nanosílíce (1, 1.5 y 2%), sin embargo la adición de nanosílíce incrementa también la resistencia a la compresión del concreto pero no en la misma magnitud que la microsílíce, su ventaja es su estado líquido y también su uso en bajas dosis (menor al 1%). La nanosílíce mejora las características tanto en estado fresco como endurecido del concreto en comparación al patrón, esto es beneficioso ya que al encontrarse en estado líquido su impacto ambiental es nulo. Todos los materiales usados como los agregados cemento, aditivos y agua son convencionales, es decir se encuentran en la zona lo que le da mayor aplicabilidad a estos concretos de alta resistencia. El aditivo superplastificante en una dosis de 3% en peso de cemento reduce la cantidad de agua en más de 40%. En cuanto al beneficio (resistencia al compresión) – costo el uso de la nanosílíce en 1% es más beneficioso que el uso de microsílíce al

10%, sin embargo la más alta resistencia es obtenida con el 10% de microsílíce (1423 kg/cm²) a la edad de 90 días)

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El aporte de la presente investigación es que va a servir a las empresas constructoras, ingenieros y a la ciudadanía en general como marco de referencia teórica, metodológica y operativa sobre la Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450$ kg/cm² adicionando el 4% y 6% de mucilago de tuna y superplastificante al cemento.

Debido a la necesidad cada vez más grande que tiene el país de realizar construcciones en altura que requieren concreto de alta resistencia, se cree necesario realizar esta investigación sobre la comparación de un aditivo natural y comercial para adquirir o llegar a obtener un concreto de alta resistencia, por tanto:

Se ha propuesto realizar esta investigación, la cual brindara información sobre el comportamiento de la mezclas de concreto de alta resistencia utilizando un porcentaje de 4% y 6% de aditivo natural y comercial que son mucilago de tuna y superplastificante sika N290, mediante el ensayo de la resistencia a compresión.

PROBLEMA

Para elaborar concretos en general es conveniente utilizar agregados de buena calidad y el concreto de alta resistencia no es la excepción, debido a esto, en esta investigación se ha visto la necesidad de determinar si los componentes que se utilizan en la elaboración de concreto para adquirir la alta resistencia cumplen con las especificaciones establecidas para el diseño de mezclas de concreto.

El concreto ha sido estudiado a nivel internacional en sus diversas formas de presentación estructural, se ha estudiado la resistencia del concreto cuando en sus componentes se han añadido diversos cuerpos con finalidad de determinar en qué medida estos cuerpos aumentan o disminuyen la resistencia a la compresión, los resultados obtenidos han sido diferentes.

La determinación de las resistencias del concreto ante la adición de porcentajes de materiales, ha constituido siempre un problema para los diseñadores de concreto. La adición de mucílago de tuna y superplastificante en el concreto en porcentajes es un tipo de diseño de concreto que no se han aplicado con mucha frecuencia a nivel

internacional y nacional, excepto México en cuanto a la adición de tuna al concreto, los escasos estudios han obtenido resultados diversos, por lo tanto, la determinación de la resistencia a la compresión del concreto ha constituido una necesidad de cálculo con la finalidad de si el concreto puede ser usado sin alterar las características mínima de fuerza de compresión del concreto.

A nivel nacional se ha realizado estudios de adición en porcentaje de peso o volumen del cemento o agua con otros cuerpos que abunda en los medios tales como cenizas, bagazos de caña, platicos, caucho, etc., estos estudios ha arrojado resultados diferentes pero que en muchos casos se han utilizado estos concretos con resultados favorables a lo que se pretendía lograr, esto es conocer la variabilidad de la resistencia a la compresión y la utilidad del concreto en el procesos constructivos.

Con la presente investigación se busca determinar la resistencia a la fuerza de la compresión del concreto diseñado como un concreto simple de $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$, cuando en este diseño es añadido el mucílago de tuna y superplastificante sika N290. En un 4% y 6%.

Por lo tanto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante SIKA N290 al cemento?

MARCO DE REFERENCIAL

EL CONCRETO

Es el material constituido por la mezcla de ciertas proporciones o porcentajes de cemento, agua y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material resistente e ideal para la construcción (Diaz, 2010).

El concreto es uno de los materiales más comunes en la construcción por gran variedad de aplicaciones, que van desde la estructura de un edificio hasta vías de ferrocarriles. También es usado en fundiciones, pavimentos, carreteras, tanques de almacenamiento y muchas otras estructuras. De hecho es difícil encontrar una estructura en la que no se haya usado concreto de alguna manera para su construcción.

Además es uno de los materiales de construcción más económicos y versátil (Somayaji, 1995).

IMPORTANCIA DEL CONCRETO

Actualmente el concreto es el material de construcción de mayor uso, sin embargo si bien en su calidad final depende en forma importante del conocimiento profundo del material así como del profesional, las posibilidades de uso del concreto son cada día mayores pudiendo en la actualidad ser utilizados para una amplia variedad de propósitos. (Somayaji, 1995)

Clasificación Del Concreto

➤ Por el Peso Específico:

Ligero: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre 1200 – 2000 Kg/m³

Normal: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre 2000 – 2800 Kg/m³

Pesado: Cuyo Peso Unitario se encuentre entre >2800 Kg/m³

➤ Según su Aplicación:

Simple: Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a compresión.

Armado: Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.

Pretensado: Resistencia a tracción: viguetas.

Postensado: Resistencia a tracción: se introducen fundas.

➤ Por su Resistencia:

Convencional: 10% agua, 15% cemento, 35% arena, 40% grava.

De alta resistencia: 5% agua, 20% cemento, 28% arena, 41% grava, 2% adiciones, 2% aditivos.

RESISTENCIA

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire.

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

En la etapa de endurecimiento del concreto, es cuando la mezcla adquiere la resistencia para la cual fue diseñada. Las propiedades mecánicas que comúnmente se evalúan al concreto en estado endurecido son la resistencia a la compresión, la flexión, el módulo de elasticidad estático y dinámico entre otros aspectos, siendo la más común la prueba a compresión.

Existen diversas técnicas invasivas y no invasivas, para medir la Resistencia de un concreto siendo las no invasivas más ventajosas por cuanto la estructura endurecida no se ve afectada tanto como la invasiva que puede deteriorar las caras del concreto.

Dentro de las pruebas no invasivas utilizadas para medir la resistencia del concreto están (Serrano, 2010).

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos.

Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville, 1999).

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 450 KG/CM² PROPUESTO POR ACI

El diseño de concreto es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, se denomina también diseño de mezcla, se define como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra (Abanto, 1996).

La selección de las proporciones de la mezcla está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, que son requerimientos del diseñador o que se encuentran indicadas en las especificaciones de obra.
- Las propiedades del concreto en estado no endurecido, que dependen del tipo y característica de la obra y de las técnicas empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

Si se toma en cuenta estos criterios, se podrá obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales que componen la unidad cúbica de concreto. Pero estas proporciones, sea cual fuere el procedimiento para determinarlas, deberán ser siempre consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio y obra.

COMPONENTES DEL CONCRETO

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agregados, agua y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Abanto, 1996)

Cemento:

Son minerales pulverizados que tienen la propiedad que por acción de una cantidad de agua, forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire, produciendo compuestos estables las materias primas fundamentales del cemento son las rocas calcáreas, las arcillas que se extraen de los yacimientos a cielo abierto (canteras) y el yeso que se incorpora en el proceso de la molienda para regular el tiempo de fraguado

Tipos de cemento

A medida que varían los contenidos de C2S, C3S, C3A, CAF se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto, se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales.

- **Tipo I:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general cuando en las mismas no se especifican la utilización de los otros cuatro tipos de cemento.
- **Tipo II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- **Tipo III:** Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho por el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o II.
- **Tipo IV:** Es el cemento de cual se requiere bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de alcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

LOS CEMENTOS EN EL PERÚ

El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad y resistencias mecánicas.

Tabla 01: Empresas que producen cemento en el Perú y su capacidad.

EMPRESA	CAP.INST	MERCADO
Cementos Lima S A	4 300 000.00	Lima, Callao, Ica, Ancash
Cementos Pacasmayo S A	2 300 000.00	La Libertad, Amazonas, Cajamarca, Lambayeque, Piura, Tumbes, Áncash
Cemento Andino S A	1 060 000.00	Lima, Callao, Junín, Huancavelica, Loreto, Ucayali, San Martín, Ayacucho
Yura S A	600 000.00	Arequipa, Moquegua, Tacna, Apurímac

Cemento Sur S A	155 000 00	Puno, Cusco, Apurímac, Madre de Dios, Moquegua, Tacna
-----------------	------------	--

Fuente: Ana torre (2004). Curso básico de tecnología del concreto.

Se observa empresas que producen cemento en el Perú y su capacidad.

AGREGADOS:

(Moiteiro, 1998), define antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor porcentaje de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

Los factores fundamentales que rigen la granulometría deseada de los agregados son: el área superficial del agregado, que determina la cantidad de agua necesaria para mojar todos los cuerpos sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado; la trabajabilidad de la mezcla, y su tendencia a la segregación.

Tamaño máximo: (NTP 400.037)

Correspondiente al menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037)

Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

Clases de agregados

Agregado fino

Un agregado fino con partículas de forma redondeada y textura suave ha demostrado que requiere menos agua de mezclado.

Una óptima granulometría del árido fino es determinante por su requerimiento de agua más que por el acomodamiento físico.

La experiencia indica que las arenas con un módulo de finura de 3.0 han dado los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencia a la compresión.



Figura 01: Agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el agregado fino que se va a utilizar para los diferentes ensayos (Rivva, 2007), afirma que el agregado fino debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

El agregado fino es aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz 3/8" y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037. Podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. Debe estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

Tabla 02. Límites granulométricos para el agregado fino.

AGREGADO FINO	
TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 a 100
N°8	80 a 100
N°16	50 a 85

N°30	25 a 60
N°50	10 a 30
N°100	2 a 10
N°200	0 a 5

Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.037

Se observa los límites granulométricos para el agregado.

Agregado grueso

(Rivva, 2007), en su libro “Tecnología del Concreto”. Diseño de mezclas., el agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037.

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y cumple los límites establecidos en la NTP 400.037. Puede consistir de grava natural o triturada, piedra partida, o agregados metálicos naturales o artificiales (Neville, 1999).



Figura 02: Agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el agregado grueso que se va a utilizar para los diferentes ensayos.

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm². Estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼”.

Numerosos estudios han demostrado que para una resistencia a la compresión alta con un elevado contenido de cemento y baja relación agua-cemento el tamaño máximo de agregado debe mantenerse en el mínimo posible (12,7 a 9,5).

Las fuerzas de vínculo dependen de la forma y textura superficial del agregado grueso, de la reacción química entre los componentes de la pasta de cemento y los agregados.

Se ha demostrado que la grava triturada produce resistencias mayores que la redondeada.

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- ✓ Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados
- ✓ Un tercio de la altura de las losas
- ✓ Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo.

Clasificación de los agregados según su densidad.

- **Agregados Liviano:** Cuya densidad está entre 500 - 1000 Kg/m³. Se utiliza en concreto de relleno o en mampostería estructural, concreto para aislamiento.
- **Agregado Normal:** Cuya densidad están entre 1300 - 1600 Kg/m³. Se utiliza en concreto de toda índole es decir concreta estructural y no estructural.
- **Agregados Pesado:** Cuya densidad están entre los 3000 - 7000 Kg / m³. se utilizan en concretos especiales, que van a estar expuestos a rayos ultravioletas y radiaciones.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Las propiedades físicas de mayor importancia son la de peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas:

Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. En la Figura 3

se muestra gráficamente la distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno, en el laboratorio tres tipos peso específico:

➤ **Peso específico de masa seca.**

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} = \frac{A}{V_{ag} * D_a}$$

➤ **Peso específico saturado superficialmente seco.**

$$P_{ess} = \frac{B}{B - C} = \frac{B}{V_{ag} * D_a}$$

➤ **Peso específico aparente.**

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} = \frac{A}{V_s * D_a}$$

Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto y compactado se encuentra en la norma NTP 400.017. El valor obtenido para el peso unitario compactado, es el que se emplea en algunos métodos de diseños de mezclas para estimar las proporciones; también, el peso unitario suelto se emplea para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen. La expresión del peso unitario

$$\text{Peso Unitario} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen total}}$$

Porcentaje de vacíos

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados.

La misma norma NTP 400.017 indicada anteriormente establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico masa y peso unitario:

$$\%Vacios = \frac{P_{em} * D_a - P:U}{P_{em} * D_a} * 100$$

Dónde:

Pem: Peso específico de la masa

Da : Densidad del agua

P.U : Peso unitario seco

Absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias. Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen su metodología. La expresión de absorción.

$$\%Absorción = \frac{\text{Peso S. S. S} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

Humedad

El contenido de humedad, es la relación entre el peso del agua contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje. Según la norma NTP 339.185 la humedad se expresa de la siguiente manera:

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso Original de la muestra} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

Las condiciones de humedad de los agregados son los siguientes:

- **Secados al horno:** son completamente absorbentes.
- **Secados al aire:** están secos en la superficie de la partícula pero contienen cierta humedad interior, siendo por lo tanto algo absorbentes.
- **Saturados y superficialmente secos (sss):** no absorben ni ceden agua a la mezcla de concreto.
- **Húmedos:** contienen un exceso de humedad en la superficie (agua libre).

Agua

(Mather & Ozyildirim, 2004), define el agua como un líquido transparente, compuesto de dos moléculas de hidrogeno y una de oxígeno, (H₂O) en estado puro es

inodoro e insípido, no siempre se encuentra en estado puro por lo que puede contener en disolución gases y sales, en suspensión, polvos y a veces microbios.

- **El agua en el concreto:** El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido
- **Agua de amasado:** Agregada a la mezcla de concreto o de mortero para hacer reaccionar el aglomerante (cemento) dándole a la mezcla las propiedades resistentes deseadas y la fluidez necesaria para facilitar su manejo y colocación.
- **Agua de curado:** Es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento).

REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR

- El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá de ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto o al acero.
- También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual al 90% que la del concreto preparado con agua potable.

CALIDAD DEL AGUA

El agua para amasar y curar el hormigón será satisfactoria adecuada para el consumo humano. Esta debe estar limpia y sin cantidades dañinas de materia orgánica, fango y sales. El límite máximo de turbidez debe ser de 2000 ppm. Si las impurezas en el agua de mezclado son excesivas pueden afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia y estabilidad del volumen sino también provocar corrosión en el concreto.

Se puede usar para mezclado y curado del hormigón, sin necesidad de realizar análisis, agua clara que no tenga sabor ni olor notorio.

Características del agua

- **En estado fresco:** Brinda una adecuada manipulación y colocación.

- **En estado endurecido:** Es importante conocer la velocidad de reacción entre el cemento y el agua porque en esta velocidad se determinara el tiempo de fraguado y de endurecimiento del concreto. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que conceda tiempo al transporte y colocación del concreto. Sin embargo, una vez que el concreto ha sido colocado y terminado, es deseable tener un endurecimiento rápido. El yeso, que es adicionado en el molino de cemento durante la molienda del Clinker, actúa como regulador de la velocidad inicial de hidratación del cemento Portland. Otros factores que influyen en la velocidad de hidratación incluyen la finura de la molienda, los aditivos, la cantidad de agua adicionada y la temperatura de los materiales en el momento del mezclado.

Requisitos del comité 318 del ACI

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto
- El agua de mezclado para concreto deberá contener elementos de aluminio embebidos, incluida la porción del agua de mezclado que es contribuida en forma de agua libre sobre el agregado, no deberá contener cantidades peligrosas de ion cloruro.
- No deberá emplearse en el concreto las aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.
- La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.
- Los cubos de ensayo de morteros preparados con aguas de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales a por lo menos el 90% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable.

EL MUCILAGO DE TUNA

DEFINICIÓN

Los nopales son planas arbustivas que alcanzan de 3 a 5 m. de altura. La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, específicamente el riego y la fertilización. Sus ramas están formados por cladodios de

30 a 60 cm de largo, por 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 cm de espesor, El cladodio fresco recibe el nombre de nopalito y el adulto se denomina penca (Abraján, 2008).

La siguiente tabla muestra la composición del nopal fresco. Los cladodios tienen interés desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan para la producción de nopalitos y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años), para la producción de harinas y otros productos.

Tabla 03. Composición de 100 g de tuna fresco.

COMPOSICIÓN DE 100 G DE TUNA FRESCO	
CONCEPTO	CONTENIDO
Porción comestible	78.0
Energía (Kcal)	27.0
Proteína (g)	1.70
Grasas (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.0
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ascórbico (mg)	8.00

Fuente: Mad industrias (1999).

Se observa la Composición de 100 g de tuna fresco.

EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE MUCÍLAGO DE TUNA PARA EL PROYECTO

Para asegurar una mayor concentración del mucilago, es recomendable recolectar cladodios (pencas) de uno o dos años de edad durante el periodo de sequía (febrero – mayo), (Torres, 2000).

Extracción del mucilago de tuna

1. El lavado se realiza con agua potable y las pencas se cepillarán para eliminar las espinas y facilitar su manipulación.

2. El pelado se realizara manualmente con cuchillo, tratando de eliminar la mejor cantidad de pulpa junto con la piel.
3. Se mezclarán partes iguales de tuna y agua destilada para facilitar la molienda. Se usara una licuadora común o utilizada en casa, hasta la total molienda de las pencas.

USO DE LA TUNA EN LA CONSTRUCCIÓN

El mucílago de tuna en combinación con cal aumenta sus propiedades adhesivas y mejora su repelencia al agua. Tradicionalmente, se ha empleado de modo similar al yeso en paredes de adobe y de ladrillo; y también como una barrera al agua en el estuco. A partir del jugo de nopal, se puede fabricar pintura que actúa como impermeabilizante, el cual puede ser aplicado a cualquier construcción para protegerla. En caso de aplicarse a una vivienda, este impermeabilizante hecho a base de nopal, protege la construcción del frío, la humedad del ambiente, del agua y de los insectos.

(Abrajan, 2008), estudió el uso de goma o mucílago de cladodios de nopal para estabilizar bloques de adobe, comparándolo con la cal; los resultados obtenidos no fueron exitosos como se esperaba, probablemente debido a que la dosis empleada fue baja (10 por ciento). La metodología utilizada para preparar la goma de nopal como estabilizante, consiste en limpiar y remojar en agua los cladodios (1-1 en peso); las mejores condiciones de remojo fueron los 18 días-20C (82-92 porciento HR) o entre 7 y 14 días a 20-25°C (77-88 por ciento HR).

EL MUCILAGO DE TUNA EN EL CONCRETO

Las resistencias a la compresión de morteros con adiciones de tuna deshidratado se mantuvieron en valores similares a la mezcla control (sin adiciones) a pesar de que la relación agua/cemento (a/c) fue incrementada para obtener la misma fluidez.

A mayores edades, la resistencia a la compresión de los morteros con mayores porcentajes de adición de tuna o nopal deshidratado alcanzó valores similares a la mezcla control. En contraste, la resistencia a la compresión de los morteros con adiciones de sábila deshidratada (con bajo porcentaje de reemplazo) disminuyó hasta un 28% de los valores obtenidos en las mezclas de control, por lo que, hasta ahora, con los resultados obtenidos, no se encontró mejora alguna en su uso. Deben continuar las investigaciones en este tema y así corroborar lo que hasta ahora se ha obtenido: las

adiciones de tuna mejoran las propiedades físicas y mecánicas de pastas y morteros base cemento, (Hernández –Zaragoza & Serrano- Gutiérrez, 2003).

SUPERPLASTIFICANTE SIKA N290

Es un aditivo poli funcional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada. Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS:

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

Todo tipo de concretos fabricados en plantas concreteras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.

En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento. Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad. Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación

Características y ventajas

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE:

Variable Dependiente: Resistencia del concreto.

Variable Independiente: Adición de mucilago de tuna y sika.

La hipótesis planteada en la tesis es:

La adición del 4% ,6% de mucílago de tuna por cemento y superplastificante sika N290 aumentará la resistencia a la compresión de un concreto de $F'c = 450 \text{ kg/cm}^2$.

Se plantea como objetivo general: Comparar la resistencia a compresión de un concreto $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika N290 al cemento.

Y como objetivos específicos:

- ✓ Determinar la composición química del mucilago de tuna mediante, FRX.
- ✓ Determinar el PH del cemento, mucilago de tuna y el superplastificante sika N290
- ✓ Determinar la relación agua cemento A/C del concreto patrón y experimental de $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y experimental.
- ✓ Comparar los resultados de resistencia a compresión del concreto patrón y experimental mediante la relación y varianza.

II: METODOLOGÍA.

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer el efecto de la Comparación del cemento en un 4% y 6% .por mucilago de tuna y Sika N290

Es un diseño experimental del tipo en bloque al azar, porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño de comparación de un porcentaje de cemento por la combinación mucilago y sika, el estudio en su mayor parte se concentrara en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos.

Diseño de bloques completo al azar

Cantidad de probetas según día de curado y porcentaje de adición de Mucilago de tuna y Superplastificante Sika N290.

Tabla 04. Diseño del bloque completo al azar.

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto				
	Patrón	Con adición 4%		Con adición 6%	
		Mucilago	Sika	Mucilago	Sika
7	P1 	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 	P3 

Fuente:(Elaboración propia)

Se observa el diseño del bloque completo al azar elaboración propia.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

Conjunto de cubos de mortero con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c=450$ kg/cm²

Muestra:

La muestra estará constituida por 45 probetas o testigos de concreto con un diseño de $f'c= 450$ kg/cm. 9 probetas para 0% de patrón, 9 probetas para 4% de Mucilago , 9 probetas para 4% de Sika y 9 probetas para 6% Con Mucilago y 9 probetas 6% con Sika. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones).

Como técnica a usarse se tiene a la observación:

Materiales a usarse:

- Los agregados grueso y fino de utilizaron de la cantera Rolan – Tacllan – Huaraz y se realizaron los ensayos en el laboratorio de la universidad san pedro.
- La recolección del, mucilago de tuna se obtuvo de los alrededores de la ciudad de Huaraz, y el sika N290 lo compre de la ferretería Pachas, se realizó el EFRX del mucilago de tuna en la UNI, también realice el PH del mucilago de tuna y el sika N290 en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayólo UNASAM.
- Se realizaron 9 probetas de concreto patrón, 9 probetas de concreto para 4% de adición de Mucilago , 9 probetas de concreto para 4% de adición de Sika y 9 probetas de concreto para 6% Con adición Mucilago y 9 probetas de concreto para 6% con adición de Sika N290.
- Se analizan y comparan los resultados de concreto patrón vs. Concreto experimental



Figura 03: Ubicación de la cantera Rolan.

Fuente: Google maps.

III: RESULTADOS

Tabla 05. Análisis granulométrico del agregado fino.

TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
N°	ARETURA (mm)				
8	2.36	361.5	19.48	19.48	80.52
16	1.18	410.5	22.12	41.61	58.39
30	0.6	351.5	18.94	60.55	39.45
50	0.3	291.0	15.68	76.23	23.77
100	0.15	264.5	14.25	90.49	9.51
200	0.075	113.0	6.09	96.58	3.42
Plato		63.5	3.42	100.00	0.00
Total		1855.5	100.00		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

El peso total de la muestra es de 1855.50 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. A continuación se muestra la curva granulométrica de la arena.

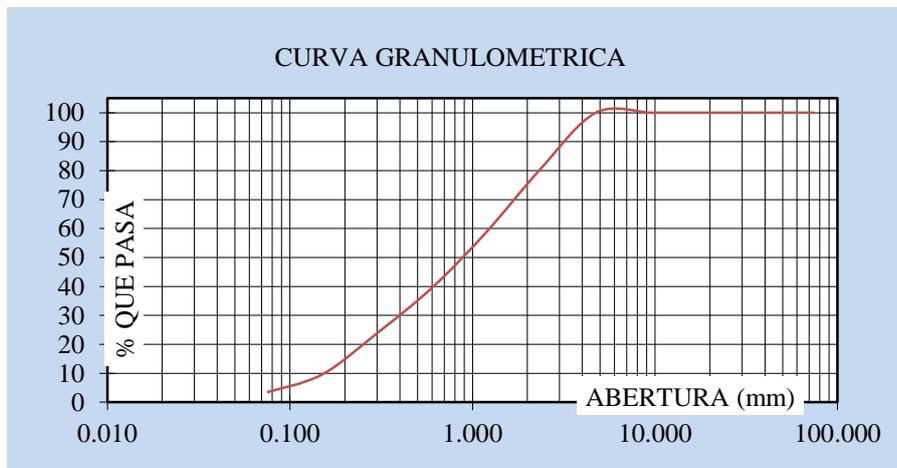


Figura 04: Curva granulométrica de la arena.

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa que la curva granulométrica de la arena si cumple los limites en los tamices 3/8, N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, Por lo tanto podemos afirmar que si cumple con las especificaciones. El módulo de fineza es de 2.90 por tanto está dentro del rango ya que es de 2.30 a 3.10, esto quiere decir que el material es una arena mediana.

Tabla 06: Análisis granulométrico del agregado grueso.

TAMIZ	PESO	% PESO	% RETENIDO	% QUE PASA
N°	ARETURA (mm)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO PARCIAL	ACUMULADO
3/4"	19.000	4153.50	31.90	31.90
1/2"	12.500	555.80	42.69	74.59
3/8"	9.500	1941.00	14.91	89.50
N° 4	4.750	1298.50	9.97	99.48
N° 8		68.00	0.52	100.00
total		13019.00		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

El peso de la muestra es de 13019.00 gr. Con esta tabla se hace posible la construcción de la curva granulométrica. El tamaño máximo nominal es de 3/4". En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado grueso.

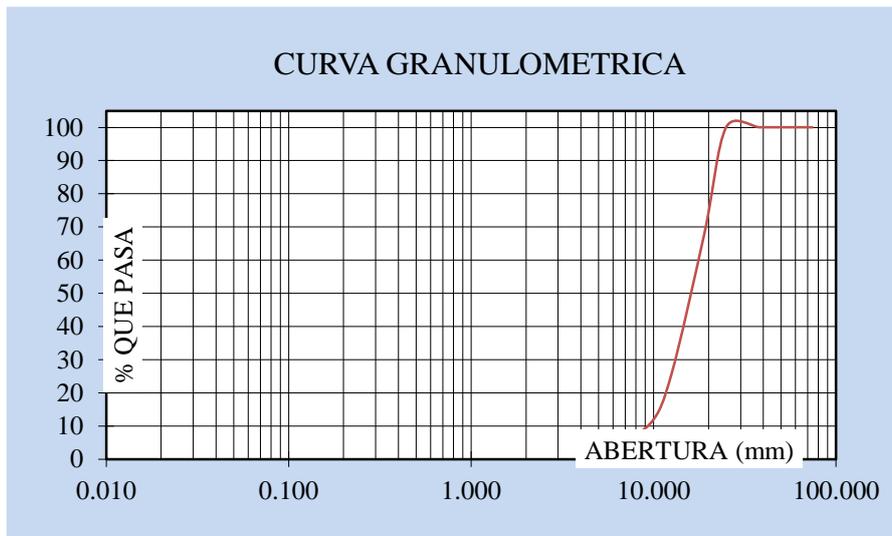


Figura 05: Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

El agregado grueso procedente de la cantera Rolan, utilizada en nuestro trabajo, cumple con la norma ASTM –C33.

Tabla 07: Contenido de humedad del agregado fino.

DESCRIPCION	MUESTRA	
Recipiente N°	47	45
Peso recipiente + peso húmedo	932.00	778.00
Peso recipiente + peso seco	887.00	743.00
Peso del agua	168.40	172.80
Peso recipiente (gr)	45.00	35.00
Peso agregado seco	718.60	570.20
Humedad (%)	6.26	6.14
HUMEDAD PROMEDIO	6.2	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa que el contenido humedad del agregado fino es de 6.2%.

Tabla 08. Contenido de humedad del agregado grueso.

DESCRIPCION	MUESTRA	
Recipiente N°	46	30
Peso recipiente + peso húmedo	948	1176.8
Peso recipiente + peso seco	945.5	1173.0
Peso del agua	175.6	168.1
Peso recipiente (gr)	2.5	3.0
Peso agregado seco	769.9	1004.7
Humedad (%)	0.33	0.30
HUMEDAD PROMEDIO	0.32	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa que el contenido humedad del agregado grueso es de 0.32%.

Tabla 09. Gravedad específica y absorción del agregado fino.

	IDENTIFICACION	# 26	# 30
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	300	300
B	Peso frasco + H2O	678.4	683.1
C	Peso frasco + H2O (A+B)	978.4	983.1
D	Peso del mat. + H2O en el frasco	865.3	870.3
E	Vol. Masa + vol. Vacio (C-D)	113.1	112.8
F	Peso de mat. Seco en estufa (105° C)	297.1	297.2
G	Vol. Masa E-(A-F)	110.20	110.00
	Pe bulk Base seca (F/E)	2.63	2.63
	Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65	2.66
	Pe aparente base seca (F/G)	2.70	2.70
	% absorción ((A-F)/F)*100	0.98	0.94
	% ABSORCION PROMEDIO	0.96	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa que el peso específico es de 2.66 Kg/m³ y absorción de 0.96%, del agregado fino

Tabla 10. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.

	IDENTIFICACION	# 6	# 13	# 16
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	1132.8	1083.6	858.6
B	Peso mat. Sat. Seca (en agua)	712.6	682.5	539.2
C	Vol. Masa / vol. Vacio (A-B)	420.2	401.1	319.4
D	Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1125.5	1076	852
E	Vol. Masa C-(A-D)	412.9	393.5	312.8
	Pe bulk Base seca (D/C)	2.68	2.68	2.67
	Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70	2.70	2.69
	Pe aparente base seca (D/E)	2.73	2.73	2.72
	% absorción ((A-D)/D)*100	0.65	0.71	0.77
	% ABSORCION PROMEDIO		0.71	

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa que el peso específico es de 2.70 Kg/m³ y absorción de 0.71%, del agregado grueso

Tabla 11. Peso unitario del agregado fino.

Descripción	peso unitario suelto			peso unitario varillado		
	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde	7595	7600	7590	8085	7990	7990
peso del molde	3426	3426	3426	3426	3426	3426
peso del material	4169	4174	4164	4659	4564	4564
Volumen del molde	2776	2776	2776	2776	2776	2776
Peso unitario	1502	1504	1500	1678	1644	1644
Peso unitario promedio	1500 kg/m ³			1660 kg/m ³		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa el peso unitario suelto es de 1502 Kg/m³ y el peso unitario varillado es de 1665 Kg/m³ del agregado fino.

Tabla 12. Peso unitario del agregado grueso.

Descripción	peso unitario Suelto			peso unitario varillado		
	1	2	3	1	2	3
Peso material + molde	1860	1860	1860	1975	1977	1976
peso del molde	5333	5333	5333	5333	5333	5333
peso del material	1326	1326	1327	1441	1443	14427
Volumen del molde	9341	9341	9341	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1420	1421	1543	1546	1544
Peso unitario promedio	1420 kg/m ³			1540 kg/m ³		

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa el peso unitario suelto es de 1421 Kg/m³ y el peso unitario varillado es de 1544 Kg/m³ del agregado grueso.

Por tanto los datos a utilizarte para el diseño son los siguientes:

Tabla 13: Datos a usar para el diseño de concreto.

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Módulo de fineza	2.9	tamaño máximo nominal	3/4 "
Contenido de humedad %	6.2	Contenido de humedad %	0.32
Absorción %	0.96	Absorción %	0.71
Peso específico (kg/m3)	2.66	Peso específico (kg/m3)	2.7
Peso seco suelto (kg/m3)	1500.0	Peso seco suelto (kg/m3)	1420
Peso seco varillado (kg/m3)	1660.0	Peso seco varillado(kg/m3)	1540.0

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa los Datos a usar para el diseño de concreto

Diseño de mezclas por el método del A.C.I

Especificaciones

Con los resultados de laboratorio se realiza el diseño de mezcla primero para una resistencia de cuatrocientos cincuenta kilogramos sobre centímetros cuadrados (450 kg/cm²). La selección de las proporciones se hará empleando el método del A.C.I.

Materiales

Cemento portland

Tipo : I sol
 Peso específico : 3.15

Agua

Tipo : potable de la zona
 Peso específico : 1

Agregado fino : **ROLAN**

Peso específico de la masa : 2.66
 Peso unitario seco suelto : 1500 kg/m³
 Peso unitario seco compactado : 1660 kg/m³
 Contenido de humedad : 6.20 %
 Absorción : 0.96 %
 Módulo de fineza : 2.90

Agregado grueso	:	Rolan
Tamaño máximo nominal	:	3/4"
Peso específico de la masa	:	2.7
Peso unitario seco suelto	:	1420 kg/m ³
Peso unitario seco compactado	:	1540 kg/m ³
Contenido de humedad	:	0.32 %
Absorción	:	0.71 %

SECUENCIA DE DISEÑO

Resistencia de diseño

$$F'_{CR} = 450 \text{ kg/cm}^2$$

Selección del tamaño máximo nominal del agregado

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño máximo nominal es de:

$$TMN = 3/4"$$

Selección del asentamiento del concreto

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de (ver tabla N° 01 en anexo 01):

$$3" \text{ a } 4"$$

Selección del volumen unitario de agua

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/4", el volumen de agua es de (Ver tabla N° 02 en anexo 01):

$$200 \text{ lt/m}^3$$

Selección del contenido de aire

Se determina el contenido de aire atrapado para el agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es de (Ver tabla N° 03 en anexo 01):

$$2.0\%$$

Selección de la relación agua- cemento

Para una resistencia de diseño $F'CR = 450\text{kg/cm}^2$, sin aire incorporado, la relación agua/cemento es de (ver tabla N° 05 en anexo 01):

$$\frac{a}{c} = 0.38$$

Factor cemento

$$\begin{aligned} \text{factor cemento} &= \frac{\text{volumen unitario}}{a/c} = \frac{200 \text{ lt/m}^3}{0.38} = 526.32 \\ &= 526.32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{factor cemento} = 526.32 \times \frac{1}{42.5} = 12.38 \text{ bolsas/m}^3$$

Contenido del agregado grueso

Módulo de fineza es de 2.90 y tamaño máximo nominal de 3/4" se obtiene un volumen de agregado grueso compactado de (ver tabla N° 04 en anexo):

Interpolando

$$2.80 \text{ --- } -0.62$$

$$2.90 \text{ --- } -x$$

$$3.00 \text{ --- } -0.60$$

$$\frac{2.80 - 3.00}{2.80 - 2.90} = \frac{0.62 - 0.60}{0.62 - x}$$

$$x = 0.61$$

➤ Contenido del agregado grueso $\rightarrow X = 0.61$

➤ *Peso del ag. grueso* = 1540 kg

Fórmula para el peso del agregado grueso:

= *vol. ag. grueso compactado* × *peso unitario seco compactado*

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.61 \times 1540 = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{526.32}{3.15 \times 1000} = 0.167 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{939.4}{2.7 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.735 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.735 = 0.265 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.265 \times 2660 = 704.9 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño

Cantidad de material a ser empleando serán:

$$\text{cemento} = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 704.9 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 704.9 \times (0.062 + 1) = 748.6 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 939.4 \times (0.0032 + 1) = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

➤ Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción} = 6.20 - 0.96 = 5.24 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humendad} - \text{absorcion}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.32 - 0.71 = -0.39 \%$$

➤ Aporte de humedad de los agregados

$$\text{ag. fino} = 704.9 \times 0.0524 = 36.94 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = 939.4 \times -0.0039 = -3.66 \text{ lt /m}^3$$

$$\sum \text{de valores conocidos} = 33.28 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$\text{agua efectiva} = 200 - 33.28 = 166.72 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$\text{cemento} = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 166.72 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag, fino humedo} = 748.6 \text{ kg/m}^3$$

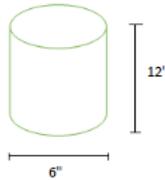
$$\text{ag. grueso humedo} = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

Proporción por peso

$$\frac{526.32}{526.32} : \frac{748.6}{526.32} : \frac{942.41}{526.32} : \frac{166.72}{526.32}$$

$$1 : 1.42 : 1.79 : 0.32 \text{ lt/saco}$$

Peso para una probeta



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

$$V = \pi \times (6)^2 \times 12$$

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$\text{cemento} = 526.32 \times 0.0056 = 2.95 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 166.72 \times 0.0056 = 0.93 \text{ lt}$$

$$\text{ag, fino humedo} = 748.6 \times 0.0056 = 4.19 \text{ kg}$$

$$\text{ag. grueso humedo} = 942.41 \times 0.0056 = 5.28 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 15 % de desperdicio

$$\text{cemento} = 2.95 \times 1.15 = 3.39 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 0.93 \times 1.15 = 1.07 \text{ lt}$$

$$\text{ag, fino humedo} = 4.19 \times 1.15 = 4.82 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 5.28 \times 1.15 = 6.07 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$cemento = 3.39 \times 9 = 30.51 \text{ kg}$$

$$agua = 1.07 \times 9 = 9.63 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 4.82 \times 9 = 43.38 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 6.07 \times 9 = 54.63 \text{ kg}$$

Diseño para 4% de adición con mucilago de tuna

Calculo de volumen absoluto

$$cemento = \frac{526.32}{3.19 \times 1000} = 0.165 \text{ m}^3$$

$$agua = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$aire = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$ag. grueso = \frac{939.4}{2.7 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.733 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado fino

$$volumen absoluto del ag. fino = 1 - 0.733 = 0.267 \text{ m}^3$$

$$peso del ag. fino seco = 0.267 \times 2660 = 710.22 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño

Cantidad de material a ser empleando serán:

$$cemento = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$agua = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. fino seco = 710.22 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. grueso seco = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$peso humedo ag. fino = 710.22 \times (0.062 + 1) = 754.25 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$peso humedo ag. grueso = 939.4 \times (0.0032 + 1) = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Humedad superficial del agregado**

$$ag. \text{ fino} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción} = 6.20 - 0.96 = 5.24 \%$$

$$ag. \text{ grueso} = \text{contenido de humedad} - \text{absorción}$$

$$ag. \text{ grueso} = 0.32 - 0.71 = -0.39 \%$$

➤ **Aporte de humedad de los agregados**

$$ag. \text{ fino} = 710.22 \times 0.0524 = 37.22 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso} = 939.4 \times -0.0039 = -3.66 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 33.56 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$agua \text{ efectiva} = 200 - 33.56 = 166.44 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$cemento = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$agua = 166.44 \text{ lt/m}^3$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 754.25 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

Peso para una probeta

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$cemento = 526.32 \times 0.0056 = 2.95 \text{ kg}$$

$$agua = 166.44 \times 0.0056 = 0.93 \text{ lt}$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 754.25 \times 0.0056 = 4.22 \text{ kg}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 942.41 \times 0.0056 = 5.28 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 15 % de desperdicio

$$cemento = 2.95 \times 1.15 = 3.39 \text{ kg}$$

$$agua = 0.93 \times 1.15 = 1.07 \text{ lt}$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 4.22 \times 1.15 = 4.85 \text{ kg}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 5.28 \times 1.15 = 6.07 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$cemento = 3.39 \times 9 = 30.51 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{agua} &= 1.07 \times 9 = 9.63 \text{ lt} \\ \text{ag. fino humedo} &= 4.85 \times 9 = 43.65 \text{ kg} \\ \text{ag. grueso humedo} &= 6.07 \times 9 = 54.63 \text{ kg} \end{aligned}$$

Diseño para 4% de adición de sika n290

Calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{526.32}{3.24 \times 1000} = 0.162 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{939.4}{2.7 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.73 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.73 = 0.27 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.27 \times 2660 = 718.2 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño

Cantidad de material a ser empleando serán:

$$\text{cemento} = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 718.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 718.2 \times (0.062 + 1) = 762.73 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 939.4 \times (0.0032 + 1) = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

➤ Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción} = 6.20 - 0.96 = 5.24 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción}$$

$$ag. grueso = 0.32 - 0.71 = -0.39 \%$$

➤ **Aporte de humedad de los agregados**

$$ag. fino = 718.2 \times 0.0524 = 37.63 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. grueso = 939.4 \times -0.0039 = -3.66 \text{ lt /m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 33.97 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$agua efectiva = 200 - 33.97 = 166.03 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$cemento = 526.32 \text{ kg/ m}^3$$

$$agua = 166.03 \text{ lt/ m}^3$$

$$ag, fino humedo = 762.73 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. grueso humedo = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

Peso para una probeta

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$cemento = 526.32 \times 0.0056 = 2.95 \text{ kg}$$

$$agua = 166.03 \times 0.0056 = 0.93 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 762.73 \times 0.0056 = 4.27 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 942.41 \times 0.0056 = 5.28 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 15 % de desperdicio

$$cemento = 2.95 \times 1.15 = 3.39 \text{ kg}$$

$$agua = 0.93 \times 1.15 = 1.07 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 4.27 \times 1.15 = 4.91 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 5.28 \times 1.15 = 6.07 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$cemento = 3.39 \times 9 = 30.51 \text{ kg}$$

$$agua = 1.07 \times 9 = 9.63 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 4.91 \times 9 = 44.19 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 6.07 \times 9 = 54.63 \text{ kg}$$

Diseño para 6% de adición con mucilago de tuna

Calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{526.32}{3.21 \times 1000} = 0.164 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{939.4}{2.7 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.732 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.732 = 0.268 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.268 \times 2660 = 712.88 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño

Cantidad de material a ser empleando serán:

$$\text{cemento} = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 712.88 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 712.88 \times (0.062 + 1) = 757.08 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 939.4 \times (0.0032 + 1) = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

➤ Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción} = 6.20 - 0.96 = 5.24 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humendad} - \text{absorcion}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.32 - 0.71 = -0.39 \%$$

➤ Aporte de humedad de los agregados

$$\text{ag. fino} = 712.88 \times 0.0524 = 37.35 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. grueso = 939.4 x - 0.0039 = -3.66 \text{ lt /m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 33.69 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$agua efectiva = 200 - 33.69 = 166.31 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$cemento = 526.32 \text{ kg/ m}^3$$

$$agua = 166.31 \text{ lt/ m}^3$$

$$ag, fino humedo = 757.08 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. grueso humedo = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

Peso para una probeta

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$cemento = 526.32 \times 0.0056 = 2.95 \text{ kg}$$

$$agua = 166.31 \times 0.0056 = 0.93 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 757.08 \times 0.0056 = 4.24 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 942.41 \times 0.0056 = 5.28 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 15 % de desperdicio

$$cemento = 2.95 \times 1.15 = 3.39 \text{ kg}$$

$$agua = 0.93 \times 1.15 = 1.07 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 4.24 \times 1.15 = 4.88 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 5.28 \times 1.15 = 6.07 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$cemento = 3.39 \times 9 = 30.51 \text{ kg}$$

$$agua = 1.07 \times 9 = 9.63 \text{ lt}$$

$$ag, fino humedo = 4.88 \times 9 = 43.92 \text{ kg}$$

$$ag. grueso humedo = 6.07 \times 9 = 54.63 \text{ kg}$$

Diseño para 6% de adición de sika n290

Calculo de volumen absoluto

$$\text{cemento} = \frac{526.32}{3.28 \times 1000} = 0.16 \text{ m}^3$$

$$\text{agua} = \frac{200}{1 \times 1000} = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{aire} = 2.0 \% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{ag. grueso} = \frac{939.4}{2.7 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 0.728 \text{ m}^3$$

Contenido de agregado fino

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.728 = 0.272 \text{ m}^3$$

$$\text{peso del ag. fino seco} = 0.272 \times 2660 = 723.52 \text{ kg/m}^3$$

Valores de diseño

Cantidad de material a ser empleando serán:

$$\text{cemento} = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{agua} = 200.00 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{ag. fino seco} = 723.52 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{ag. grueso seco} = 939.4 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad del agregado

Corregimos por humedad de los agregados a fin de obtener los valores a ser usados:

Agregado fino

$$\text{peso humedo ag. fino} = 723.52 \times (0.062 + 1) = 768.38 \text{ kg/m}^3$$

Agregado Grueso

$$\text{peso humedo ag. grueso} = 939.4 \times (0.0032 + 1) = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

➤ Humedad superficial del agregado

$$\text{ag. fino} = \text{contenido de humendad} - \text{absorción} = 6.20 - 0.96 = 5.24 \%$$

$$\text{ag. grueso} = \text{contenido de humendad} - \text{absorcion}$$

$$\text{ag. grueso} = 0.32 - 0.71 = -0.39 \%$$

➤ **Aporte de humedad de los agregados**

$$ag. \text{ fino} = 723.52 \times 0.0524 = 37.91 \text{ lt/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso} = 939.4 \times -0.0039 = -3.66 \text{ lt/m}^3$$

$$\sum \text{ de valores conocidos} = 34.25 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Agua efectiva**

$$agua \text{ efectiva} = 200 - 34.25 = 165.75 \text{ lt/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos

$$cemento = 526.32 \text{ kg/m}^3$$

$$agua = 165.75 \text{ lt/m}^3$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 768.38 \text{ kg/m}^3$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 942.41 \text{ kg/m}^3$$

Peso para una probeta

$$V = 5556.99 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{(100^3) \text{ cm}^3} = 0.0056 \text{ m}^3$$

Peso para una probeta

$$cemento = 526.32 \times 0.0056 = 2.95 \text{ kg}$$

$$agua = 165.75 \times 0.0056 = 0.93 \text{ lt}$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 768.38 \times 0.0056 = 4.3 \text{ kg}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 942.41 \times 0.0056 = 5.28 \text{ kg}$$

Peso para una probeta con el 15 % de desperdicio

$$cemento = 2.95 \times 1.15 = 3.39 \text{ kg}$$

$$agua = 0.93 \times 1.15 = 1.07 \text{ lt}$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 4.3 \times 1.15 = 4.95 \text{ kg}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 5.28 \times 1.15 = 6.07 \text{ kg}$$

Para 9 probetas para concreto patrón

$$cemento = 3.39 \times 9 = 30.51 \text{ kg}$$

$$agua = 1.07 \times 9 = 9.63 \text{ lt}$$

$$ag, \text{ fino humedo} = 4.95 \times 9 = 44.55 \text{ kg}$$

$$ag. \text{ grueso humedo} = 6.07 \times 9 = 54.63 \text{ kg}$$

ENSAYO DE PH DEL MUCILAGO DE TUNA Y DEL SIKA N290.

Tabla 14. Ensayo de PH del mucilago de tuna y del sika N290.

DETERMINACIÓN DE PH		
Muestra	PH	Calificación
Cemento	12.56	Extremadamente alcalino
Mucilago de tuna	5.49	Ácido
Cemento + 4 % de Mucilago de tuna	12.31	Extremadamente alcalino
Cemento + 6 % de Mucilago de tuna	12.21	Extremadamente alcalino
sika N290	7.96	Alcalino
Cemento + 4 % de sika	12.49	Extremadamente alcalino
Cemento + 6 % de sika	12.44	Extremadamente alcalino

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa el PH de los aditivos, también el PH de los aditivos con las diferentes adiciones

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL MUCILAGO DE TUNA

La propiedad química según en el ensayo de fluorescencia de Rayos X.

Tabla 15: Ensayo de Fluorescencia de Rayos X.

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)	METODO UTILIZADO
Oxido de Calcio (CaO)	59.028	FLOURESENCIA DE RAYOS X (FRX)
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	31.105	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	7.365	
Pentóxido de Difosforo (P ₂ O ₅)	1.085	
Cloruro (Cl)	0.553	
Trióxido de Azufre (SO ₃)	0.185	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.312	
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	0.258	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.082	
Oxido de Estroncio (MgO)	0.025	
Oído de Cobre (CuO)	0.017	

Fuente: LABICER.

Se observa la composición química del mucilago de tuna en porcentajes según el ensayo de fluorescencia de rayos x

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SIKA N290

Tabla 16: Composición química del sika N290.

COMPOSICION QUÍMICA	RESULTADO (%)	FUENTE
Dióxido de Silicio , SiO ₂	93.00	
Trióxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	0.80	
Dióxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	0.40	
Óxido de Calcio, CaO	0.60	
Óxido de Magnesio, MgO	0.60	FICHA
Óxido de Sodio, Na ₂ O	0.20	TÉCNICA DEL
Óxido de Potasio, K ₂ O	1.20	SIKA N290
Cal, C	2.00	
trióxido de Azufre,	0.40	
Pérdida por Ignición, L.O.I	0.80	

Fuente: Ficha Técnica del sika N290.

Se observa la composición química según la ficha técnica del SIKA N290.

NTP 339.035:1993. Ensayo para la medir el asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

Tabla 17: Resultados de asentamientos de la investigación.

DISEÑO F´C=450 KG/CM ²	SLUM (")	SLUMP
Concreto patrón	3 3/8	3.4
Concreto con adición de M.T 4%	3 1/2	3.5
Concreto con adición de SIKA 4%	3 5/8	3.6
Concreto con adición de M.T 4%	3 3/4	3.8
Concreto con adición de SIKA 6%	4	4

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el slump del concreto patrón, también el slump del concreto con las diferentes adiciones.

Tabla 18: Resultados del ensayo a compresión del concreto patrón a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO PATRÓN		
CURADO	SLUM	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.4	323.98
14 DIAS	3.4	366.57
28 DIAS	3.4	453.08

Fuente: laboratorio de ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto patrón a los 07,14 y 28 días de curado.

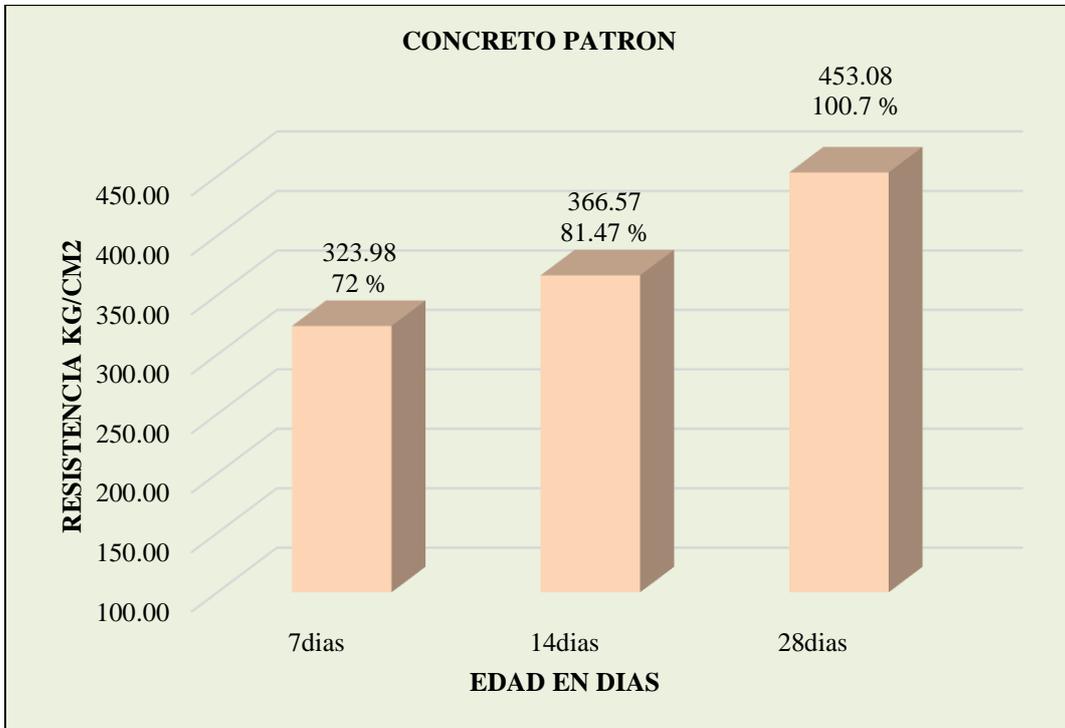


Grafico 01: Resistencia del concreto patrón.

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa la Resistencia del concreto patrón resultados del laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Tabla 19: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO CON ADICIÓN DE 4 % DE MUCILAGO DE TUNA		
CURADO	SLUM	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.5	331.48
14 DIAS	3.5	377.73
28 DIAS	3.5	464.25

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

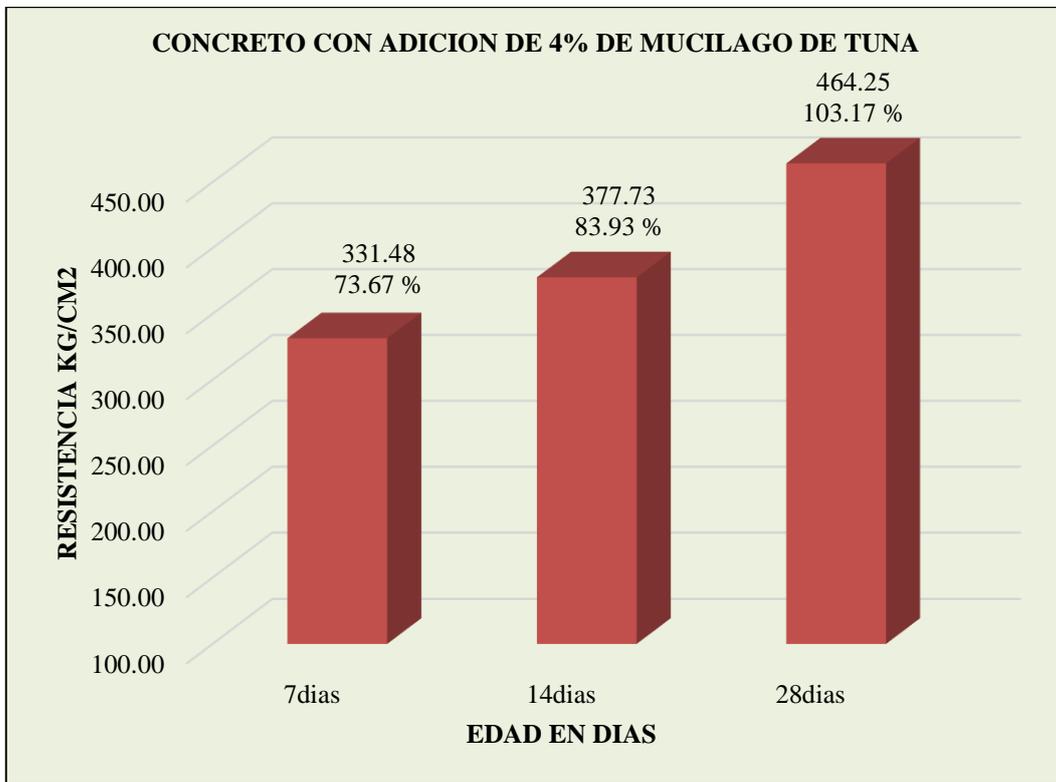


Gráfico 02: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado, del Laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Tabla 20: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO CON ADICIÓN DE 4 % DE SIKA N290		
CURADO	SLUM	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.6	341.01
14 DIAS	3.6	384.4
28 DIAS	3.6	475.1

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.

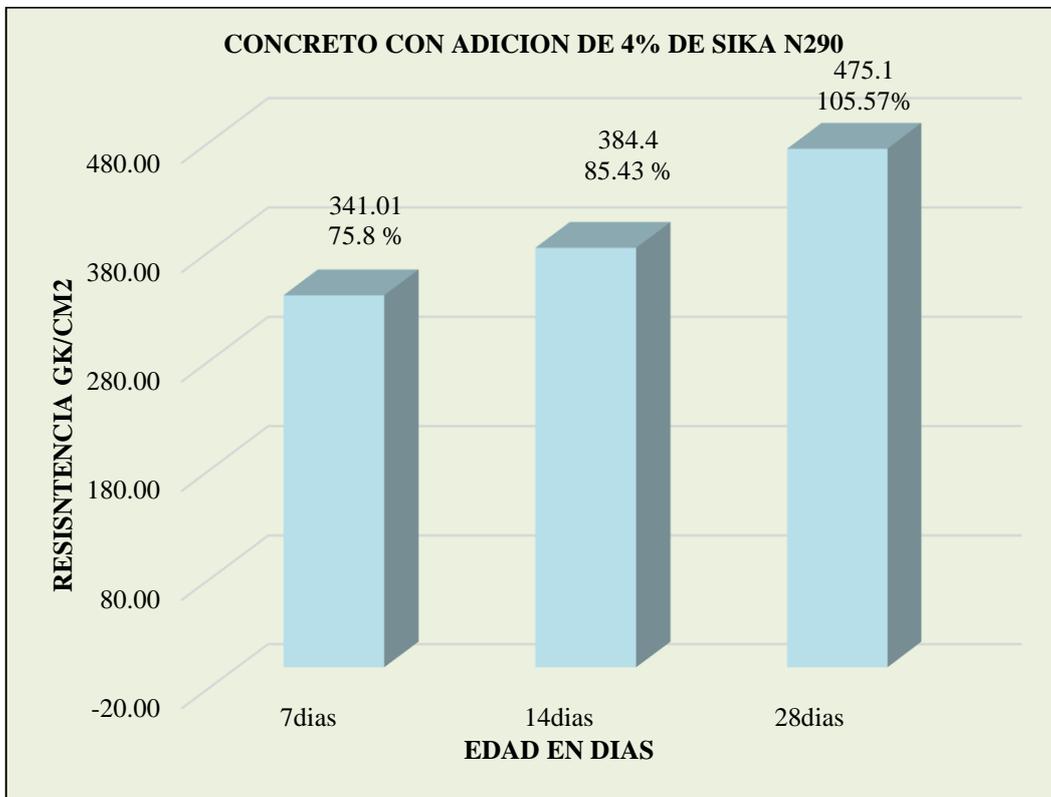


Gráfico 03: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.

Fuente: Laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 4% de sika a los 07,14 y 28 días de curado, del laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Tabla 21: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO CON ADICIÓN DE 6 % DE MUCILAGO DETUNA		
CURADO	SLUM	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	3.8	334.35
14 DIAS	3.8	387.62
28 DIAS	3.8	472.59

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

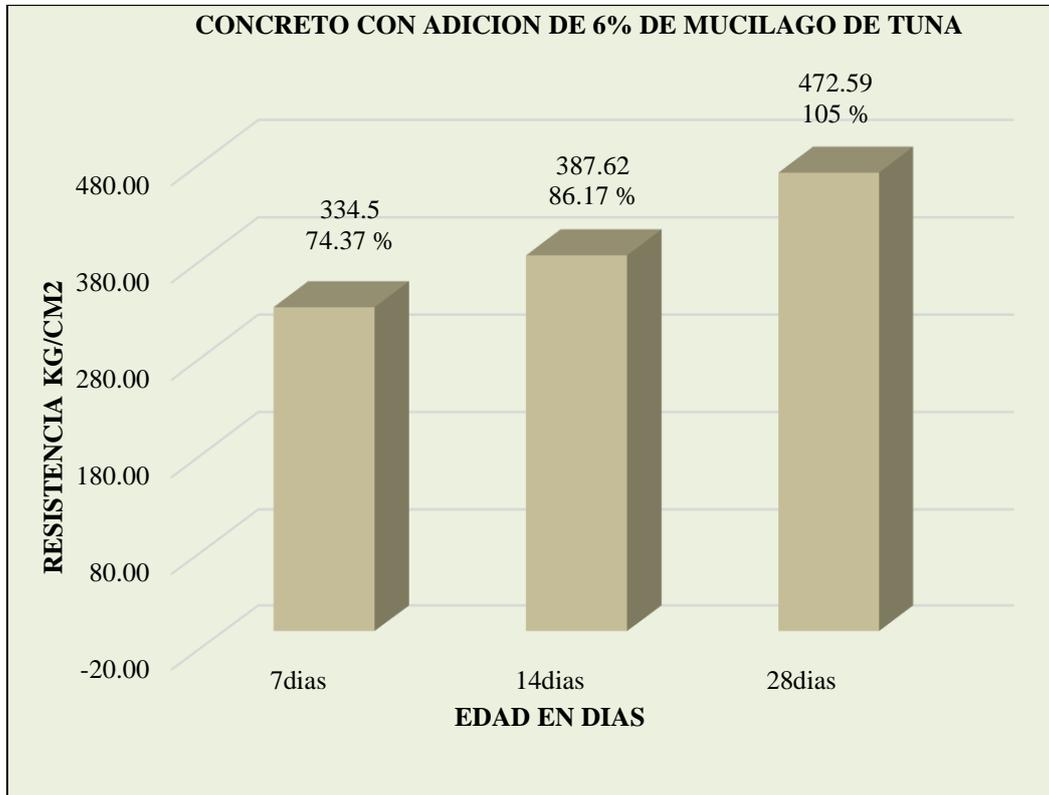


Gráfico 04: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado.

Fuente: Laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 07,14 y 28 días de curado, del laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Tabla 22: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de SIKA a los 07,14 y 28 días de curado.

CONCRETO CON ADICIÓN DE 6 % DE SIKA N290		
CURADO	SLUM	RESIST. EN KG/CM2
7 DIAS	4	348.54
14 DIAS	4	397.06
28 DIAS	4	485.76

Fuente: Laboratorio del ensayo de suelos de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.

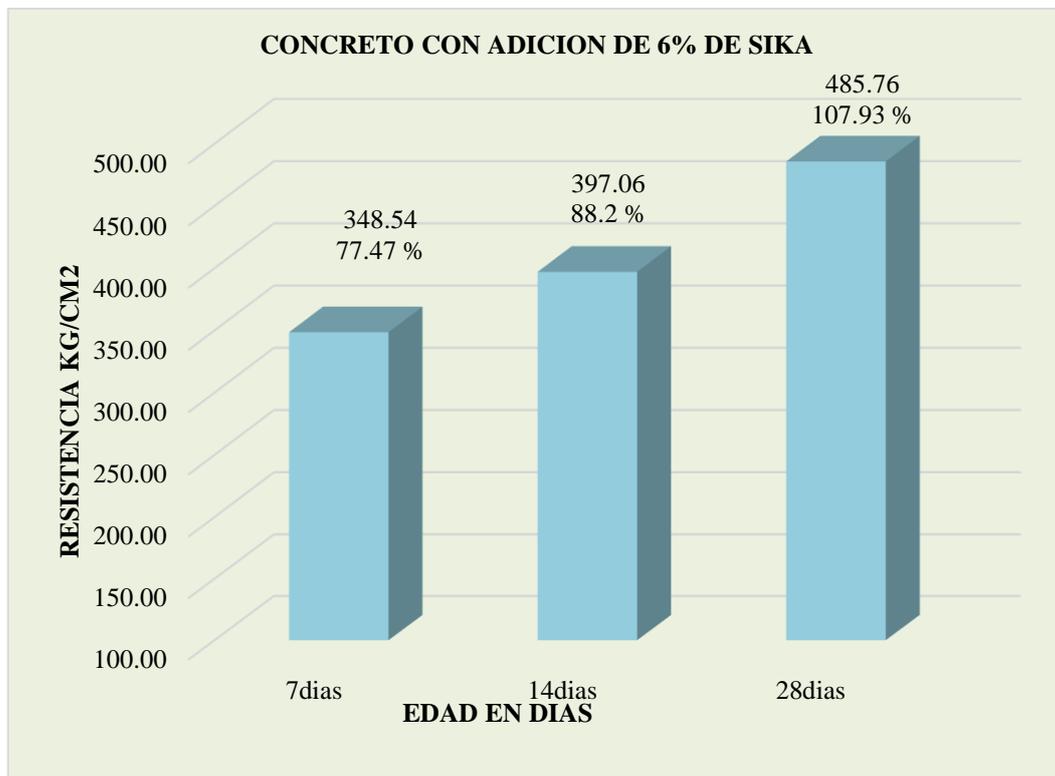


Gráfico 05: Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de sika a los 07,14 y 28 días de curado.

Fuente: Laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

Se observa los resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de 6% de sika a los 07,14 y 28 días de curado, del Laboratorio del ensayo a compresión de la USP.

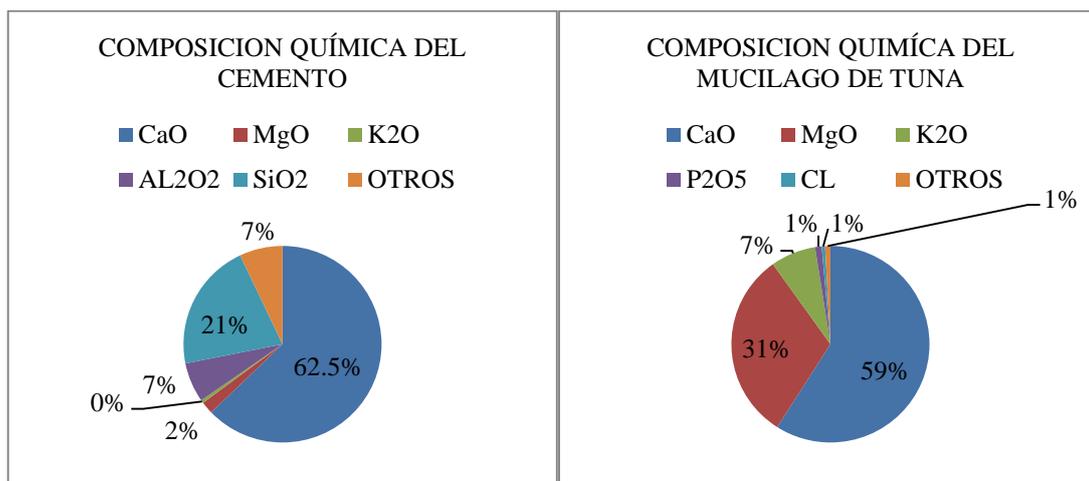


Grafico 06: Comparación de las propiedades químicas del cemento y el mucilago de tuna.

Fuente: Resultados labicer.

Observaciones:

- En el grafico 06 se aprecia la comparación de los elementos químicos del cemento y el mucilago de tuna donde la mayor cantidad el óxido de calcio se encuentra en el cemento (CaO) con un 62.5% y en el mucilago de tuna con un 59.028%. el óxido de calcio influye bastante en la endurecimiento inicial y posterior del concreto, su reacción inicial en el fraguado es rápido y luego de los 28 días el proceso de fraguado es lento, Dentro del mucilago de tuna existe una cantidad de superior de 31.11% de óxido de magnesio y en el cemento 17.32% es por ello que al adicionar en pequeños porcentajes el cemento por mucilago de tuna genera un pequeño retraso dentro del fraguado del concreto y el óxido de potasio con un 7.365 y en el cemento con un 0.18%, la cual influye negativamente en la durabilidad. La resistencia aumenta, ya que el óxido de calcio es uno de los principales componentes químicos dentro del cemento donde el silicato tricálcico es el que produce la alta resistencia inicial del cemento, el silicato dicálcico es el principal causante de la resistencia posterior del cemento, el aluminato tricálcico controla el tiempo de fraguado y el aluminoferrita tricalcica se hidrata con rapidez.

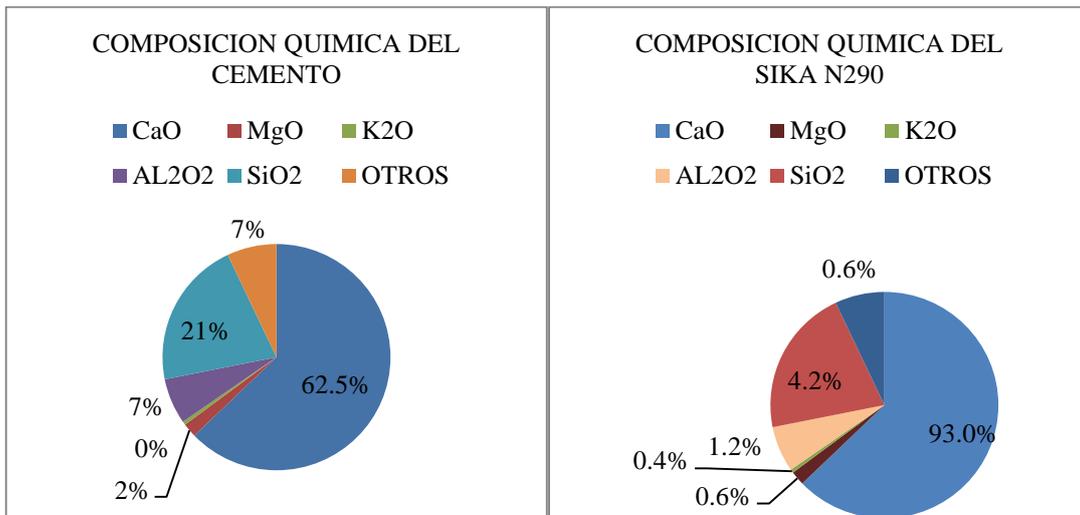


Grafico 07: Comparación de las propiedades químicas del cemento y el sika N290.

Fuente: Ficha Técnica del sika N290.

Observaciones:

- En el grafico 07 se aprecia la comparación de los elementos químicos del cemento y el sika N290, donde la mayor cantidad de óxido de silicio está en el sika N290 con un 93% y en el cemento con un 21.00%, es por ello que tiene un importante papel en la reacción interna de la pasta, la actividad puzolanica del silicio es efectiva en los primeros días de edad, aproximadamente en el segundo día su actividad empieza a adquirir resistencia, a los 90 días se paraliza su actividad puzolánica, es por ello que al adicionar en pequeños porcentajes el cemento por sika N290 la resistencia del concreto aumenta, además está presente el óxido de potasio en un 1.20% q supera el porcentaje de 0.5% aceptados en el cemento portland tipo I; y que por lo tanto va a desfavorecer la resistencia del concreto.

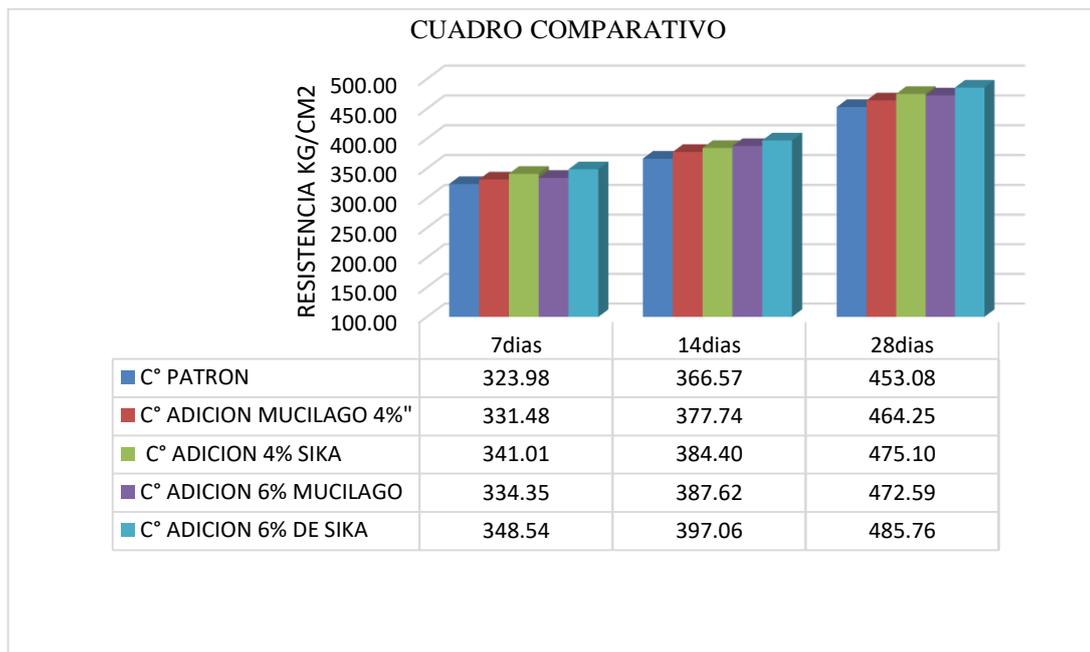


Grafico 08: Comparando el concreto patrón con el C° con M.T. y SIKA en un 4% y 6%.

Fuente: Datos obtenidos de la USP.

Observaciones:

- En el grafico 08 se aprecia la comparación del concreto patrón con el concreto con adición de 4% de mucilago de tuna y sika, donde el concreto patrón cumple los parámetros de diseño tanto a los 07, 14 y 28 días de curado, pero no supera la resistencia del concreto con adición de 4% de mucílago de tuna y sika. La resistencia mayor obtenida es de 475.1kg/cm² a los 28 días de ruptura y pertenece al concreto con adición de sika.
- En el grafico 08 se aprecia la comparación del concreto patrón con el concreto con adición de 6% de mucilago de tuna y sika, donde el concreto patrón cumple los parámetros de diseño tanto a los 07, 14 y 28 días de curado pero no supera la resistencia del mucílago de tuna y el sika. La resistencia mayor obtenida es de 485.76/cm² a los 28 días de ruptura y pertenece al concreto con adición de sika.

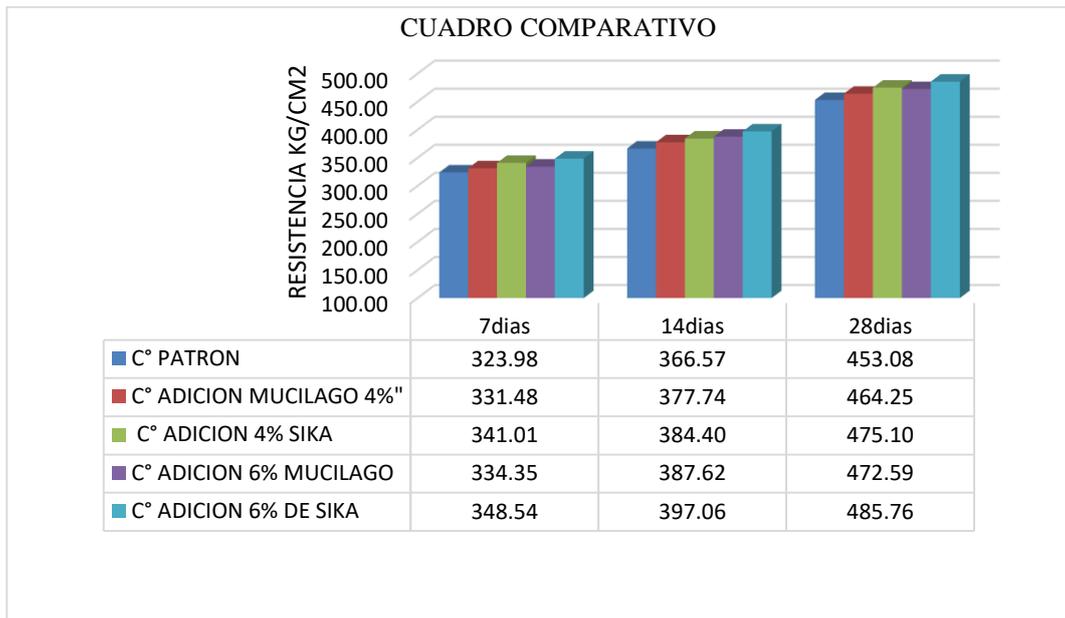


Grafico 09: Resistencia a compresión del concreto patrón y del concreto con adición de 4% y 6% de mucilago de tuna y sika.

Fuente: Datos obtenidos de la USP.

Observaciones:

- En el grafico 09 se aprecia la resistencia a compresión del concreto patrón a los 07, 14, y 28 días de curado. Se observa que la resistencia a los 07 días de curado es de 323.98 kg/cm² esto hace un porcentaje de 72.0 % lo cual cumple los parámetros ya que en este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 65% de la resistencia de diseño. A los 14 días de curado llego a una resistencia de 366.57 kg/cm² lo cual hace un porcentaje de 81.47%, este porcentaje si cumple los parámetros ya que a este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 75% de la resistencia de diseño. y a los 28 días de curado llegó a una resistencia de 453.08 kg/cm², lo cual hace un porcentaje de 100.7% mayor al parámetro según norma, que es mayor al 100% de la resistencia de diseño.
- En el grafico 09 se aprecia la resistencia a compresión del concreto con adición mucilago de tuna en un 4% a los 07, 14, y 28 días de curado. Se observa que la resistencia a los 07 días de curado es de 331.48 kg/cm² esto hace un porcentaje de 73.67 % lo cual cumple los parámetros ya que en este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 65% de la resistencia de diseño. A los 14 días de curado llego a una resistencia de 377.73 kg/cm² lo cual hace un porcentaje de

83.93%, este porcentaje si cumple los parámetros ya que a este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 75% de la resistencia de diseño. y a los 28 días de curado llegó a una resistencia de 464.25 kg/cm², lo cual hace un porcentaje de 103.17% mayor al parámetro según norma, que es mayor al 100% de la resistencia de diseño.

- En el grafico 09 se aprecia la resistencia a compresión del concreto con adición de sika en un 4% a los 07, 14, y 28 días de curado. Se observa que la resistencia a los 07 días de curado es de 331.48 kg/cm² esto hace un porcentaje de 73.67 % lo cual cumple los parámetros ya que en este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 65% de la resistencia de diseño. A los 14 días de curado llego a una resistencia de 377.73 kg/cm² lo cual hace un porcentaje de 83.93%, este porcentaje si cumple los parámetros ya que a este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 75% de la resistencia de diseño. y a los 28 días de curado llegó a una resistencia de 464.25 kg/cm², lo cual hace un porcentaje de 103.17% mayor al parámetro según norma, que es mayor al 100% de la resistencia de diseño.
- En el grafico 09 se aprecia la resistencia a compresión del concreto con adición de mucilago de tuna en un 6% a los 07, 14, y 28 días de curado. Se observa que la resistencia a los 07 días de curado es de 334.35 kg/cm² esto hace un porcentaje de 74.37 % lo cual cumple los parámetros ya que en este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 65% de la resistencia de diseño. A los 14 días de curado llego a una resistencia de 387.62 kg/cm² lo cual hace un porcentaje de 86.17%, este porcentaje si cumple los parámetros ya que a este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 75% de la resistencia de diseño. y a los 28 días de curado llegó a una resistencia de 472.59 kg/cm², lo cual hace un porcentaje de 105.0% mayor al parámetro según norma, que es mayor al 100% de la resistencia de diseño.
- En el grafico 09 se aprecia la resistencia a compresión del concreto con adición de sika en un 6% a los 07, 14, y 28 días de curado. Se observa que la resistencia a los 07 días de curado es de 348.54 kg/cm² esto hace un porcentaje de 74.47 % lo cual cumple los parámetros ya que en este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 65% de la resistencia de diseño. A los 14 días de curado llego a una

resistencia de 397.06 kg/cm² lo cual hace un porcentaje de 88.2%, este porcentaje si cumple los parámetros ya que a este día de curado debe de llegar a un porcentaje mayor o igual a 75% de la resistencia de diseño. y a los 28 días de curado llegó a una resistencia de 485.76 kg/cm², lo cual hace un porcentaje de 103.17% mayor al parámetro según norma, que es mayor al 100% de la resistencia de diseño.

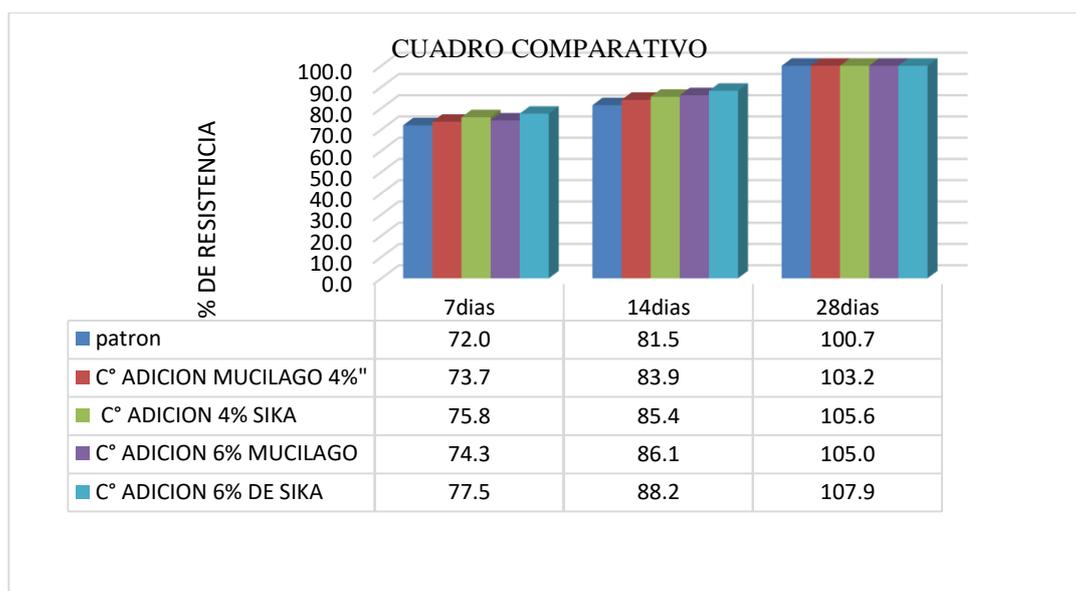


Grafico 10: Comparando el C° patrón con el concreto con adición de M.T. y sika a 4% y 6% en porcentajes.

Fuente: Datos obtenidos de la USP.

Observaciones:

- En el grafico 10 se observa la comparación de los porcentajes promedios obtenidos del concreto patrón y el concreto con adición de 4% de mucilago de tuna y sika, se observa que el concreto patrón cumple con los parámetros de diseño, del día 07 mayor a 65%, del día 14 mayor a 75% y del día 28 mayor al 100% de su resistencia. Mientras tanto los parámetros de diseño del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna, a los 07 días de curado supera su resistencia del 65% siendo su resistencia superior al 75%, del día 14 de curado mayor al 75% siendo su resistencia de 83.93%% y del día 28 mayor al 100% siendo su resistencia de 103.17%, y el concreto con adición de 4% sika a los 07 días de curado supera su resistencia del 65% siendo su resistencia superior al 75%, del día 14 de curado

mayor al 75% siendo su resistencia de 85.43 y del día 28 mayor al 100% siendo su resistencia de 103.17%, en las dos adiciones de 4% de mucilago de tuna y sika se observa que superan en % de resistencia al concreto patrón.

- En el grafico 10 se observa la comparación de los porcentajes promedios obtenidos del concreto patrón y el concreto con adición de 6% de mucilago de tuna y sika, se observa que el concreto patrón cumple con los parámetros de diseño, del día 07 mayor a 65%, del día 14 mayor a 75% y del día 28 mayor al 100%. Mientras tanto los parámetros de diseño del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna, a los 07 días de curado es mayor 65%, del día 14 mayor al 75% y del día de 28 mayor al 100%, mientras que el concreto con adición de 6% de sika a los 07 días de curado de supera su resistencia del 65% siendo su resistencia superior al 75% ,a los 14 días de curado es mayor al 75% siendo su resistencia superior al 85% y a los 28 días de curado es mayor al 100% siendo su resistencia de 107.93%, en las dos adiciones de 6% de mucilago de tuna y sika se observa que superan en % de resistencia al concreto patrón

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Tabla 23: Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna o un porcentaje de Sika según días de curado.

Días de curado	Resistencia de concreto con adición de un porcentaje de Mucilago de Tuna y un porcentaje de Sika				
	0%	4% Mucilago	4% Sika	6% Mucilago	6% Sika
7	72,00	73,67	75,80	74,37	77,47
14	83,93	83,93	85,43	86,17	88,20
28	100,70	103,17	105,57	105,00	107,93

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP.

Se observa que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias se presentan a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro - Wilk) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (adición de un porcentaje de Mucilago de tuna o un porcentaje de Sika) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 24: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición	54,963	4	13,741	24,950	0,000
Días de curado	2276,186	2	1138,093	2066,511	0,000
Error	4,406	8	0,551		
Total	2335.56	14			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP.

Se observa que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas, con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna en 0%, 4% o 6% o un porcentaje de Sika en 0%, 4% o 6%, son diferentes.

En la tabla 24: Después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto tienen mayor resistencia a la compresión cuando se adiciona un 6% de Sika y menor resistencia se muestra en la probeta patrón o probeta con 4% de mucilago de tuna.

Tabla 25: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero es diferente.

Adición	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
T0%	85,5433		
T4%_M_Tuna	86,9233		
T6%_M_Tuna		88,5133	
T4%_Sika		88,9333	
T6%_Sika			91,2000

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP.

T6%_Sika	91,200	a
T4%_Sika	88.933	b
T6%_M_Tuna	88,5133	b
T4%_M_Tuna	86,9233	c
T0%	85,5433	c

IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Si comparamos lo realizado por Torres (2010) con respecto a mi estudio se puede observar que en porcentajes de adición de 4% y 6% se logró incrementar la resistencia en todas las edades como se muestra en el gráfico N° 08, existe una diferencia mínima con el concreto patrón y en concreto con adición de 4% y 6% de mucilago de tuna, según las proporciones utilizadas hace que pueda desarrollar resistencias a corto y largo plazo, fraguado inicial, liberación de gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la presencia de calcio y magnesios.

En la tabla 15, se puede apreciar que el mucilago de tuna tiene dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de calcio en 59.028%, magnesio 31.105 % , hierro en 0.258% , estos valores permiten estimar la actividad puzolánica de este material, bajo el estándar de la ASTM C 618 , el cual menciona que la suma de los óxidos de calcio , magnesio y hierro deben superar el 70 % para que un material pueda considerarse como un material puzolánico , en este caso la suma porcentuales de los óxidos es de 90.393% que supera en un 20.393% el criterio de puzolanidad ya mencionado, es decir el proceso realizado para la activación del material ha permitido obtener un material de gran reactividad puzolánica que al combinarse con los óxidos activados de calcio presentes en el cemento, así como en el mucilago de tuna(en un 90.393%) originarían un material cementante. El óxido de potasio se encuentra en un 7.365 % reaccionaría con algunos compuestos presentes en el agregado, dando origen a la expansión del concreto, esto hace que se fisure al sufrir de esfuerzos de tensión interna, ocasionando disminución en la resistencia del concreto.

Si comparamos lo realizado por Cardoza, Blanco y Quintanilla (2010) con respecto a mi estudio de adición de sika, se puede observar que en porcentajes de adición de 4% y 6% se logró incrementar la resistencia en todas las edades como se muestra en el gráfico N° 08, existe una diferencia con el concreto patrón y en concreto con adición de 4% y 6% de sika N290, según las proporciones utilizadas hace que pueda desarrollar resistencias a corto y largo plazo, fraguado inicial, liberación de gran

cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la presencia de calcio, silicio.

En la tabla 16, se puede apreciar que sika tiene dentro de sus componentes químicos más importantes a los óxidos de silicio en 93.00%, aluminio en 0.4 %, hierro en 0.8% y calcio(CaO) en 0.6% , estos valores permiten estimar la actividad puzolánica de este material bajo el estándar de la ASTM C 618 , el cual menciona que la suma de los óxidos de silicio , aluminio y calcio deben superar el 70 % para que un material pueda considerarse como un material puzolánico , en este caso la suma porcentual de los óxidos es de 94.80% que supera en un 24.80% el criterio de puzolanidad ya mencionado, es decir el proceso realizado para la activación del material ha permitido obtener un material de gran reactividad puzolánica que al combinarse con los óxidos activados de calcio presentes en el cemento, así como en las cenizas de eucalipto(en un 94.80%) originarían un material cementante. El óxido de potasio se encuentra en un 1.20 % reaccionaría con algunos compuestos presentes en el agregado, dando origen a una expansión mínima del concreto.

En la tabla 14 se muestra el PH de los materiales utilizados como el mucilago de tuna 5.49, sika N290 7.96 y el cemento 12.56, las combinaciones de (cemento + 4% de mucilago de tuna) 12.31 de PH, (cemento + 4% de sika) 12.49 de PH, (cemento + 6% de mucilago de tuna) 12.21 de PH, (cemento + 6% de sika) 12.44 de PH, observando valores alcalinos que permitirán la reacción con el cemento para poder alcanzar las resistencias óptimas deseables, ya que debemos tener en cuenta que la activación alcalina de materiales silicoaluminosos con disoluciones fuertemente alcalinas tras un corto periodo de curado permiten obtener un material con buenas propiedades cementantes. Según el manual de inspecciones técnicas de edificios el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14, las muestras obtenidas del PH del material aglomerante a utilizar permanecen en este rango, lo cual es favorable al mantener un material alcalino lo que ayudará a mejorar la resistencia del concreto.

También se aprecia al momento de realizar el diseño de mezcla por el método de A.C.I, la relación A/C del concreto patrón, la relación A/C del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna, la relación A/C del concreto con adición de 4% de sika y la

relación A/C del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna igual 0.32, esto es debido al peso específico del mucilago es igual a 0.93 ml/cm³ y del sika 2.2 ml/cm³, además el % de adición es mínimo, excepto la relación A/C del concreto con adición de 6% de sika que es igual a 0.31.

En el grafico 10 ,se observa que el concreto con adición de 4% de mucilago de tuna el concreto a los 7 días como aumentando la resistencia en un 1.7%, a los 14 días en un 2.4% y a los 28 días en un 2.5% , alcanzando un máximo de 464.25 Kg/cm², al adicionar sika en un 4% , su resistencia es superior al concreto patrón y al concreto con adición de 4% de mucilago de tuna a los 7 días en 3.8% , a los 14 días en un 3.9% y a los 28 días en un 4.9% , alcanzando un máximo de 475.10 Kg/cm² en la adición podemos observar la presencia de silicato tricálcico se pone de manifiesto al observar una gran velocidad de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la adición de 4%, la presencia de silicatos dicálcico se pone de manifiesto en cuanto a la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento es más lento logrando alcanzar resistencias superiores a partir de 7 días y obteniendo el máximo valor a los 28 días, esto se produce por las reacciones de materiales puzolánicos, en este caso se produce una rotura del enlace SiO y AlO de la puzolana por efecto de los iones OH- producidos en la hidratación del cemento y la reacción de los iones silicato y aluminato en la disolución.

En el grafico 10 ,se observa que el concreto con adición de 6% de mucilago de tuna el concreto a los 7 días como aumentando la resistencia en un 2.3%, a los 14 días en un 4.6% y a los 28 días en un 4.3% , alcanzando un máximo de 472.59 Kg/cm², al adicionar sika en un 4% , su resistencia es superior al concreto patrón y al concreto con adición de 6% de mucilago de tuna a los 7 días en 5.5 % , a los 14 días en un 6.7% y a los 28 días en un 7.2% , alcanzando un máximo de 485.76 Kg/cm² en la adición podemos observar la presencia de silicato tricálcico se pone de manifiesto al observar una gran velocidad de hidratación, con favorables características hidráulicas, produciéndose un rápido endurecimiento que contribuye en forma esencial en las resistencias iniciales en la adición de 6%, la presencia de silicatos dicálcico se pone de

manifiesto en cuanto a la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento es más lento logrando alcanzar resistencias superiores a partir de 7 días y obteniendo el máximo valor a los 28 días, esto se produce por las reacciones de materiales puzolánicos, en este caso se produce una rotura del enlace SiO y AlO de la puzolana por efecto de los iones OH- producidos en la hidratación del cemento y la reacción de los iones silicato y aluminato en la disolución.

En la tabla 24: Se puede visualizar que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas, con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna en 0%, 4% o 6% o un porcentaje de Sika en 0%, 4% o 6%, son diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

La composición química del mucilago de tuna, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 90.391% de componentes (óxido de calcio 59.028%, óxido de magnesio 31.105% y trióxido de hierro 0.258%), en concordancia con la norma ASTM C- 618, también existen componentes químicos como (óxido de potasio 7.365% y trióxido de fosforo 1.085%), estos dos últimos elementos químicos afectan en la durabilidad y resistencia del concreto.

La composición química del sika N290, indica su potencial como puzolana, ya que contiene un 94.00% de componentes (óxido de silicio 93%, óxido de calcio 0.6%, óxido de magnesio 0.6% y trióxido de hierro 0.8%), en concordancia con la norma ASTM C- 618.

Las muestras son altamente alcalinas resultando similar a la del cemento, obteniendo las combinaciones (cemento + 4% de mucilago de tuna) de 12.31 de PH, (cemento + 4% de sika) de 12.49 de PH, (cemento + 6% de mucilago de tuna) de 12.21 de PH, (cemento + 6% de sika) de 12.44 de PH

Se obtuvo una consistencia plástica con un asentamiento de (3'' a 4'') con una relación A/C del concreto patrón 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de mucilago de tuna 0.32, relación A/C del concreto con adición de 4% de sika 0.32, relación A/C del concreto con adición de 6% de mucilago de tuna 0.32 y relación A/C del concreto con adición de 6% de sika 0.31.

Producto de la presencia de calcio, y magnesios en la adición de 4% de mucilago de tuna incrementó su resistencia a los 28 días en un 2.47%. Además debido a la presencia silicatos, aluminatos y calcio en la adición de 4% de sika N290 incremento su resistencia a los 28 días en un 4.87% respectivamente en comparación del concreto patrón.

Producto de la presencia de calcio, y magnesios en la adición de 6% de mucilago de tuna incrementó su resistencia a los 28 días en un 4.3%. Además debido a la presencia silicatos, aluminatos y calcio en la adición de 6% de sika N290 incremento

su resistencia a los 28 días en un 7.23% respectivamente en comparación del concreto patrón.

Después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto tienen mayor resistencia a la compresión cuando se adiciona un 6% de Sika y menor resistencia se muestra en la probeta de concreto patrón o probeta de concreto con 4% de adición de mucilago de tuna.

Recomendaciones:

Se recomienda reducir el porcentaje de Potasio de 7.365%, encontrado en el mucilago de tuna, mediante el proceso de lixiviación.

Se recomienda no utilizar aditivos superiores de 6%.

Se recomienda que la relación agua-cemento se deba de trabajar con una consistencia plástica y no fluida.

Se recomienda alargar las edades del día de curado mayor a los 28 días, siendo el curado del concreto en (60-120) días.

Se recomienda usar como máximo de adición un 6% de mucilago de tuna, porque al usar mayores porcentajes de éste, su ph del mucilago tiende hacer el valor muy bajo (Ácido).

VI: DEDICATORIA

En primer lugar quiero agradecer a Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante, enseñarme a encarar las adversidades

A mis padres con amor, que hicieron todo en la vida para alcanzar mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba

En nuestros hermanos, abuelos, tíos y amigos quienes con sus consejos me han ayudado a salir adelante y ser perseverante.

AGRADECECIMIENTO

Doy gracias a Dios nuestro padre celestial por escuchar mis oraciones y acompañarme siempre durante este proceso, a mis padres, hermanos, abuelos, tíos y amigos por su apoyo, comprensión, por sus palabras de aliento.

Quiero agradecer a la universidad San pedro, facultad de ingeniería civil, ya que a través de los maestros he podido culminar mi carrera porque siempre intentaron darme todos sus sabios conocimientos

A mi Asesor, por su paciencia en todo momento, por compartir su conocimiento en la realización de este proyecto. Quiero agradecer a todos los profesores que formaron parte de mi educación universitaria mi más sincero agradecimiento a la universidad San pedro por permitirnos ser parte de esta prestigiosa familia.

VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (1996). *Tecnología del Concreto*. Lima – Perú: Edición San Marcos. Obtenido de <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/5021/Tecnologia-del-concreto>
- Abraján, M. (2008). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf>.
- Cardoza, J., Quintanilla, E., & Blanco, M. (2010). “*influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido*”. san salvador: universidad salvador. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/2242/1/Influencia_de_la_tasa_de_aditivo_superplastificante%2C_en_las_propiedades_del_concreto_de_alta_resistencia_en_estado_fresco_y_endurecido.pdf
- Contreras, B. (2013). “*Efecto del mucilago de nopal en la resistencia del cemento CPC-30R*”. mexico: liz de veracruz. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/acordova/files/2010/11/resumen-cartel-mucilago-de-nopal.pdf>
- De León, R. (2012). *Evaluación del mucílago de nopal como reductor de retracción en Concreto auto-consolidable*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/3007/1/1080224613.pdf>
- Diaz, M. (2010). *Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma. Lima Perú. Obtenido de <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/103>
- Hernández, J.,-Zaragoza, B. & Serrano, G., Gutiérrez, R. (2003). *Use of nopal in the construction industry*. Proceedings IX Mexican and VII International Congress on Knowledge and Use of Nopal, 2003, 286. <https://centrocidart.files.wordpress.com/2013/10/x-siacot.pdf>

- Huincho, E. (2011). *Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento portland tipo I. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad nacional de ingeniería.* Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/420>
- Martinez, W. (2004). *Las adiciones de cactus opuntia blanco y su efecto sobre los morteros de albañilería elaborados con cal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.* Obtenido de <http://docplayer.es/10926128-Las-adiciones-de-cactus-opuntia-blanco.html>
- Mather, B., & Ozyildirim, C. (2004). *Cartilla del concreto. Instituto Mexicano del cemento y del concreto (IMCYC).* Obtenido de <https://es.scribd.com/document/368054890/Cartilla-Del-Concreto>
- Moiteiro, P. (1998). *Concreto, estructura, propiedades y materiales. IMCYC, México, p. 38.* Obtenido de http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/CONCRETO_ESTRUCTURA_PROPIEDADES_Y_MATERIALES.pdf
- Neville, A. (1999). *Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del. Cemento y del Concreto. México.* Obtenido de http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO.pdf
- Ramirez, S. (2008). *Propiedades mecánicas y microestructura de concreto Conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural. [Tesis de maestría]. Instituto Técnico Regional de Oaxaca. México.* Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/407>
- Rivva, E. (2007). *Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. Segunda Edición.* Obtenido de http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/145/1/lao_wj.pdf
- Serrano, F. (2010). *La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor, Innovación y Ciencia, Volumen XVII, No. 2, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.* Obtenido de https://innovacionyciencia.com/revistas_pdf/2010-2.pdf
- Somayaji, S. (1995). *Civil engineering materials. Englewood cliffs, New Jersey. Prentice Hall. Primera edición.* Obtenido de

[http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=492392](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=492392)

Torres, L. (2000). "*Rheological properties of the mucilage gum (Opuntia ficus-indica)*". En *Food Hydrocoll.14*: 417-424. Obtenido de http://www.academia.edu/8382911/Rheological_properties_of_the_mucilage_gum_Opuntia_ficus_indica

Torres, R. (2010). *Resistencia a la compresión y eléctrica del concreto añadido con mucílago de nopal. [Tesis mejora en la durabilidad de los materiales base cemento utilizando adiciones deshidratadas de dos cactáceas. publicaciones* <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt326.pdf>

VIII. ANEXOS

ANEXOS 01

TABLAS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO DE 450 KG/M2

Tabla 01: Selección del asentamiento

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3 a 4"
Fluida	≥ 5"

Fuente: Abanto (2010). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos.

Tabla 02: Selección del volumen unitario del agua

TABLA 10.2.1								
ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en lit/m3 de concreto para los tamaños máximos, nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	----
Cantidad aproximada de aire atrapado en %	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Tabla 03: contenido de aire

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
6 "	0.2 %

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima.

Tabla 04: Selección de la reacción agua y cemento

f' cr (28 días)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto Sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima.

Tabla 05: contenido del agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de Agregado grueso, Seco y Varillado o Compactado, Por Unidad de Volumen del Concreto, para Diversos Módulos de Fineza del Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Torre (2004). Curso básico de tecnología para ingenieros civiles. Lima.

ANEXOS 02

ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0955 - 17 - LAB. 12

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
- 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : WILLIAM MANUEL HUERTO ESPINOZA
- 1.2 DNI : 47097115

2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 07 / 07 / 2017
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 07 / 07 / 2017
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 10 / 07 / 2017

3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA

4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
- 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE MUCÍLAGO DE TUNA
- 4.2 TESIS : *COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
FC = 450 KG/CM², ADICIONANDO EL 4%, 6% DE
MUCÍLAGO DE TUNA Y SUPER PLASTIFICANTE SIKKA N290
AL CEMENTO

5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 21.6 °C; Humedad relativa: 64%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X.
SHIMADZU, EDX 800-HS.

8. **RESULTADOS**

- 8.1 **COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS DE MUCÍLAGO DE TUNA**



COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	35.428	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Cloruro, Cl	28.095	
Magnesio, Mg	18.752	
Potasio, K	13.802	
Azufre, S	1.523	
Fósforo, P	1.118	
Manganeso, Mn	0.458	
Zinc, Zn	0.354	
Hierro, Fe	0.298	
Cobre, Cu	0.124	
Estroncio, Sr	0.033	
Bromo, Br	0.015	

8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS DE MUCÍLAGO DE TUNA EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%) [*]	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio, CaO	59.028	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Óxido de magnesio, MgO	31.105	
Óxido de potasio, K ₂ O	7.365	
Pentóxido de fósforo, P ₂ O ₅	1.085	
Cloruro, Cl ⁻	0.553	
Trióxido de azufre, SO ₃	0.195	
Óxido de manganeso, MnO	0.312	
Trióxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.258	
Óxido de zinc, ZnO	0.082	
Óxido de estroncio, SrO	0.025	
Óxido de cobre, CuO	0.017	

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

** Valores de óxidos calculados del análisis elemental por el equipo

9 VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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


 Bach. Jesús Utano Reyes
 Analista Químico
 LABICER - UNI


 M.Sc. Celia Acuña de la Cruz
 Jefa de Laboratorio
 Responsable del análisis
 CQP 202

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

ANEXO

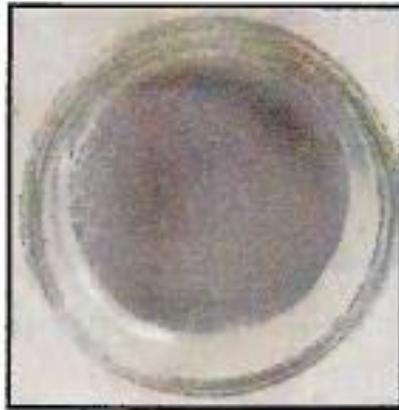


FIGURA Nº1. FOTOGRAFÍA DE LA CENIZA DEL MUCÍLAGO DE TUNA ANALIZADA.



FIGURA Nº2. FOTOGRAFÍA DEL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.



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

ANEXOS 03

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PH



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax: 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCAHIM



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Cemento

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Cemento	12.56

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 24 de Julio del 2017





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
 Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Mucilago de tuna

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Mucilago de tuna	5.49

ENSAYOS:

- 1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como feble

Huaraz, 24 de Julio del 2017



 Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
 JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
 DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Sika

LUGAR DE MUESTREO: Lima

FECHA DE MUESTREO: 19 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Sika	7.96

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como alcalino

Huaraz, 24 de Julio del 2017





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax: 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Cemento + 4 % Mucilago de tuna

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 4 % mucilago de tuna	12.17

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 24 de Julio del 2017





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
 Telefax: 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Cemento + 4 % Sika

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de Julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 4 % Sika	12.49

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 24 de Julio del 2017





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilago de Tuna y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Cemento + 6 % Mucilago de tuna

LUGAR DE MUESTREO: Huarez

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 6 % mucilago de tuna	12.21

ENSAYOS:

- 1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES:

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huarez, 24 de Julio del 2017





UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCAJH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Comparación de la Resistencia a Compresión de un Concreto
 $F'c = 450\text{kg/cm}^2$ Adicionando el 4 % y 6 % de Mucilogo de Tuna
y Superplastificante Sika N° 290 al Cemento"

TESISTA : HUERTO ESPINOZA, William Manuel

MUESTRA : Cemento + 6 % Sika

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 21 de Julio del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 21 de Julio del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 24 de Julio del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 24 de Julio del 2017

Muestra	pH
Cemento + 6 % Sika	12.44

ENSAYOS:

1.-Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH de la muestra es calificado como extremadamente alcalino

Huaraz, 24 de Julio del 2017



ANEXO 04

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIOS



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'c= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

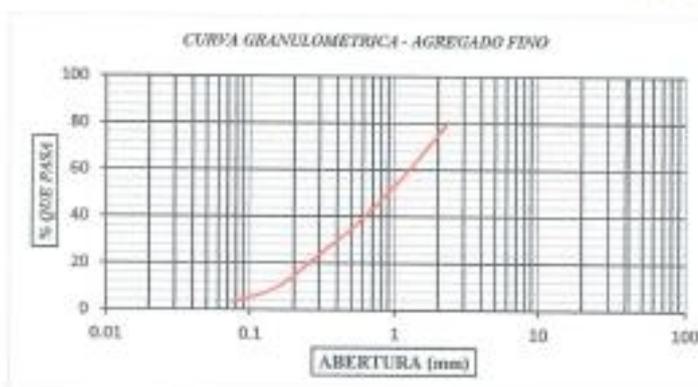
MATERIAL: AGREGADO FINO

CANTERA: BOLAN

PESO SECO INICIAL	1855.5
PESO SECO FINAL DESPUES DEL LAVADO	1792
PESO MENOR N°200	63.5

N°	TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
	ABERTURA (mm)				
4	4.75	0	0	0	100
8	2.36	361.5	19.48	19.48	80.52
16	1.18	410.5	22.12	41.61	58.39
30	0.6	331.5	18.94	60.55	39.45
50	0.3	291	15.68	76.23	23.77
100	0.15	264.5	14.25	90.49	9.51
200	0.075	113	6.09	96.58	3.42
Plato		63.5	3.42	100.00	0.00
total		1855.5	100.00		

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: N° 8
MÓDULO DE FINESZA: 2.9
CONTENIDO DE HUMEDAD: 6.2



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MATERIALES Y DE CALIDAD
INGENIERÍA DE FERROCARRILES

Ing. Elizabeth Muxa Ambrosio
CIP: 118644
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'c= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

PESO SECO INICIAL	13019
PESO SECO FINAL DESPUES DEL LAVADO	
PESO MENOR N°200	

TAMIZ	PESO	% PESO	%	% QUE	
N°	ARETURA (mm)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUM.	PASA
1"	25.000	0		0	100
3/4"	19.000	4153.5	31.90	31.90	68.10
1/2"	12.500	5558	42.69	74.59	25.41
3/8"	9.500	1941	14.91	89.50	10.50
N° 4	4.750	1298.5	9.97	99.48	0.52
N° 8		68	0.52	100.00	0.0
total		13019			

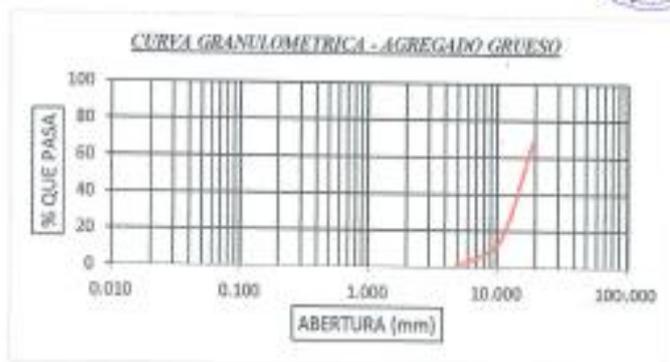
HUMEDAD: 0.32 %

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 3/4"



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PUNO - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA DE PUNO
CALLE DE LA UNIÓN 1000

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CPI: 116044
Jefe





USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM² ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO FINO

CANTERA: ROLAN

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	7595	7600	7590
peso del molde	3426	3426	3426
peso del material	4169	4174	4164
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1502	1504	1500
Peso unitario promedio	1502 kg/m ³		

PESO UNITARIO VARILLADO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	8085	7990	7990
peso del molde	3426	3426	3426
peso del material	4659	4564	4564
Volumen del molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1678	1644	1644
Peso unitario promedio	1665 kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PIAZA - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CPI: 1160-44
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel.: 043 341076 / 342809 / 329034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos 8 s/n. Urb. Los Pinos Tel.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Belegnesi Av. Feo. Belegnesi 421 Tel.: 345042
- Nuevo Chimbote 01 - Urb. Las Casuarinas - Tel.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Tel.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esp. Anzures - Ferreyros - Tel.: 043 345898 - www.usanpedro.edu.pe - facebook.com/UniversidadSanPedro



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SÓLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	1860	1860	1860
peso del molde	5333	5333	5333
peso del material	1326	1326	1327
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1420	1420	1421
Peso unitario promedio	1421 kg/m ³		

PESO UNITARIO VARILLADO

Ensayo N°	1	2	3
Peso material + molde	1975	1977	1976
peso del molde	5333	5333	5333
peso del material	1441	1443	1442
Volumen del molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1543	1546	1544
Peso unitario promedio	1544 kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PLAZA - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA DE CIVIL Y
 AMBIENTE

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 110544
 JFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'c= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/0972017

MATERIAL: AGREGADO FINO

CANTERA: ROLAN

C	IDENTIFICACION	26	30
A	Peso material Saturada Seca (en aire)	300	300
B	Peso frasco + H2O	678.4	683.1
C	Peso frasco + H2O (A+B)	978.4	983.1
D	Peso del material + H2O en el frasco	865.3	870.3
E	Vol. Masa + vol. Vacío (C-D)	113.1	112.8
F	Peso de material Seco en estufa (105° C)	297.1	297.2
G	Vol. Masa E-(A-F)	110.20	110.00
	Pe bulk Base seca (F/E)	2.63	2.63
	Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65	2.66
	Pe aparente base seca (F/G)	2.70	2.70
	% absorción ((A-F)/F)*100	0.98	0.94

	PROMEDIO
Pe bulk Base seca (F/E)	2.63
Pe bulk Base saturada (A/E)	2.65
Pe aparente base seca (F/G)	2.70
Absorción promedio (%)	0.96



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSITY OF SAN PEDRO OF HUARAZ
FACULTY OF ENGINEERING

Ing. Eliseo Maza Ambrosio
DNP: 118544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

	IDENTIFICACION	6	13	16
A	Peso mat. Sat. Seca (en aire)	1132.8	1083.6	858.6
B	Peso mat. Sat. Seca (en agua)	712.6	682.5	539.2
C	Vol. Masa / vol. Vacío (A-B)	420.2	401.1	319.4
D	Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1125.5	1076	852
E	Vol. Masa C-(A-D)	412.9	393.5	312.8
	Pe bulk Base seca (D/C)	2.68	2.68	2.67
	Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70	2.70	2.69
	Pe aparente base seca (D/E)	2.73	2.73	2.72
	% absorción ((A-D)/D)*100	0.65	0.71	0.77
	% ABSORCION PROMEDIO	0.71		

	PROMEDIO
Pe bulk Base seca (D/C)	2.68
Pe bulk Base saturada (A/C)	2.70
Pe aparente base seca (D/E)	2.73
% ABSORCION PROMEDIO	0.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE
CONSTRUCCION

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO FINO

CANtera: ROLAN

MUESTRA: AGREGADO FINO		
DESCRIPCION		
Recipiente N°	47	45
Peso recipiente + peso húmedo (gr)	932	778
Peso recipiente + peso seco (gr)	887	743
Peso del agua (gr)	168.4	172.8
Peso recipiente (gr)	45	35
Peso agregado seco (gr)	718.6	570.2
Humedad (%)	6.26	6.14
HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.2	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FULM - FICHMAT
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS Y
 TECNOLOGIAS NATURALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CP: 116644
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 07/09/2017

MATERIAL: AGREGADO GRUESO

CANTERA: ROLAN

MUESTRA: AGREGADO GRUESO		
DESCRIPCION		
Recipiente N°	46	30
Peso recipiente + peso húmedo (gr)	948	1176.8
Peso recipiente + peso seco (gr)	945.5	1173
Peso del agua (gr)	175.6	168.1
Peso recipiente (gr)	2.5	3
Peso agregado seco (gr)	769.9	1004.9
Humedad (%)	0.33	0.30
HUMEDAD PROMEDIO (%)	0.32	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maxa Ambrosio
CIP: 136544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESO ESPECIFICO DEL MUCILAGO DE TUNA

SOLICITA: WILLIAM MANUEL HUERTO ESPINOZA

TESIS: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'c = 450 KG/CM² ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLASTIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ

FECHA: 21-07-2017

MATERIAL: MUCÍLAGO DE TUNA

1	FECHA	UNIDAD	21-07-2017
		ml/cm ³	0.920
2	PESO ESPECIFICO N° 01	ml/cm ³	0.925
3	PESO ESPECIFICO N° 02	ml/cm ³	0.930
4	PESO ESPECIFICO N° 03		0.925
5	PESO ESPECIFICO EN PROMEDIO		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - PERU
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIA DE SUELOS Y
FUNDACIONES
Elizabeth Maza Ambrusio
Ing. Elizabeth Maza Ambrusio
CIP: 118544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Tel: 043 341078 / 342809 / 358034 Fax: 327596
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Tel: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Tel: 043 312642 - San Luis Nuevo Chimbote Tel: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Algarro y Esprir - Tel: (043) 345899 - www.uspedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ANEXO 05
RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE
450 KG/CM2



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC = 450 KG/CM2

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6 % DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

Nº DE TESTEEO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILON	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	promedio kg/cm2
			MOCHED	ROTURA					
1	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	09/08/2017	7	57150	323.43	71.9	323.98
2	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	09/08/2017	7	57100	323.15	71.8	
3	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	09/08/2017	7	57490	325.35	72.3	
4	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	65390	370.06	82.2	366.57
5	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	64150	363.04	80.7	
6	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	16/08/2017	14	64780	366.61	81.5	
7	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	80390	454.95	101.1	453.08
8	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	80210	453.93	100.9	
9	3.4	Cº Patrón	02/08/2017	30/08/2017	28	79580	450.37	100.1	





USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC = 450 KG/CM2

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

N° DE TESTIGO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILOS	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	promedio kg/cm2
			MOLDEO	ROTURA					
10	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	58340	330.16	73.4	331.48
11	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	57970	328.07	72.9	
12	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	59410	336.22	74.7	
13	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	66980	379.06	84.2	377.74
14	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	65940	373.17	82.9	
15	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	67320	380.98	84.7	
16	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	81110	459.03	102.0	464.25
17	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	82990	469.67	104.4	
18	3.5	C ^o Adc.M.T. 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	82000	464.06	103.1	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO DE MECANICA DE SUELOS Y
 MATERIALES

Ing. Elizabeth Mazza Ambrosio
 DPT: 116544
 JEFE

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC = 450 KG/CM2

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO FC= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

N° DE TESTIGO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILOS	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	promedio kg/cm2
			MOLDEO	ROTURA					
19	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	59680	337.75	75.1	341.01
20	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	60980	345.10	76.7	
21	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	09/08/2017	7	60110	340.18	75.6	
22	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	67980	384.72	85.5	384.40
23	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	67470	381.83	84.9	
24	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	16/08/2017	14	68320	386.64	85.9	
25	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	82990	469.67	104.4	475.10
26	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	83990	475.33	105.6	
27	3.6	C' Adic. Sika 4%	02/08/2017	30/08/2017	28	84870	480.31	106.7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUARAZ - HUARAZ
CALLE 101 DE NOVIEMBRE
TEL: 043 312842 - 312843
WWW.USP.PE

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
DIP: 116649
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC = 450 KG/CM2

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'c= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKa N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

N° DE TESTIDO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILOS	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	promedio kg/cm2
			MOLDO	ROTURA					
28	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	09/08/2017	7	58930	333.50	74.1	334.35
29	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	09/08/2017	7	59420	336.28	74.7	
30	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	09/08/2017	7	58890	333.28	74.1	
31	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	16/08/2017	14	67890	384.21	85.4	387.62
32	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	16/08/2017	14	68590	388.17	86.3	
33	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	16/08/2017	14	69000	390.49	86.8	
34	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	30/08/2017	28	84340	477.31	106.1	472.59
35	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	30/08/2017	28	83370	471.82	104.8	
36	3.8	C' Adc.M.T. 6%	02/08/2017	30/08/2017	28	82810	468.65	104.1	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
PE. ARE. - HUANCA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE SERVICIOS DE APoyo Y
VALORACIONES

Ing. Elizabeth Maza Ambroaio
CIP: 116544
JRE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Tel.: 043 341076 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos 5 s/n. Urb. Los Pinos Tel.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Tel.: 345042
- Naveo Chimbote 01 - 1 Urb. Las Casuarinas - Tel.: 043 312042 - San Luis Nuevo Chimbote Tel.: 043 319704

ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION FC' = 450 KG/CM2

SOLICITA: HUERTO EZPINOZA WILLIAM MANUEL

TESIS: COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C= 450 KG/CM2 ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLAS TIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO

LUGAR: HUARAZ FECHA: 07/09/2017

N° DE TESTIGO	SLUM	ESTRUCTURA	FECHA DE		EDAD EN DIAS	CARGA EN KILOS	RESIST. EN KG/CM2	% DE DISEÑO	promedio kg/cm2
			MOLDEO	ROTURA					
37	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	09/08/2017	7	60980	345.10	76.7	348.54
38	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	09/08/2017	7	61460	347.82	77.3	
39	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	09/08/2017	7	62320	352.69	78.4	
40	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	16/08/2017	14	69130	391.23	86.9	397.06
41	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	16/08/2017	14	70950	401.53	89.2	
42	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	16/08/2017	14	70400	398.42	88.5	
43	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	30/08/2017	28	85890	486.08	108.0	485.76
44	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	30/08/2017	28	85310	482.80	107.3	
45	4	C' Adic. Sika.6%	02/08/2017	30/08/2017	28	86300	488.40	108.5	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
HUM - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
PROFESOR WILSON TORO
PROFESOR WILSON TORO

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

ANEXOS 06
PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: Cuarteo del agregado grueso.



Foto 02: Muestra de los agregados.



Foto 03: Tamizado del agregado fino para la granulometría.



Foto 04: Pesando el agregado fino para el ensayo de peso unitario.



Foto 05: Pesando el agregado grueso para el ensayo de peso unitario.



Foto 06: Peso del agregado grueso para el contenido de humedad.



Foto 07: Pesando el agregado fino para el ensayo de gravedad específica y absorción.



Foto 08: Secado de los agregados en el horno a 105°C.



Foto 09: Recolección de Mucilago de tuna.



Foto 10: Pelado de Mucilago de tuna.



Foto 11: Mucilago de tuna.



Foto 12: Realizando la mescla del concreto.



Foto 13: Agregando el cemento a la mezcla del concreto.



Foto 14: Realizando el slum.



Foto 15: Pesando el cemento.

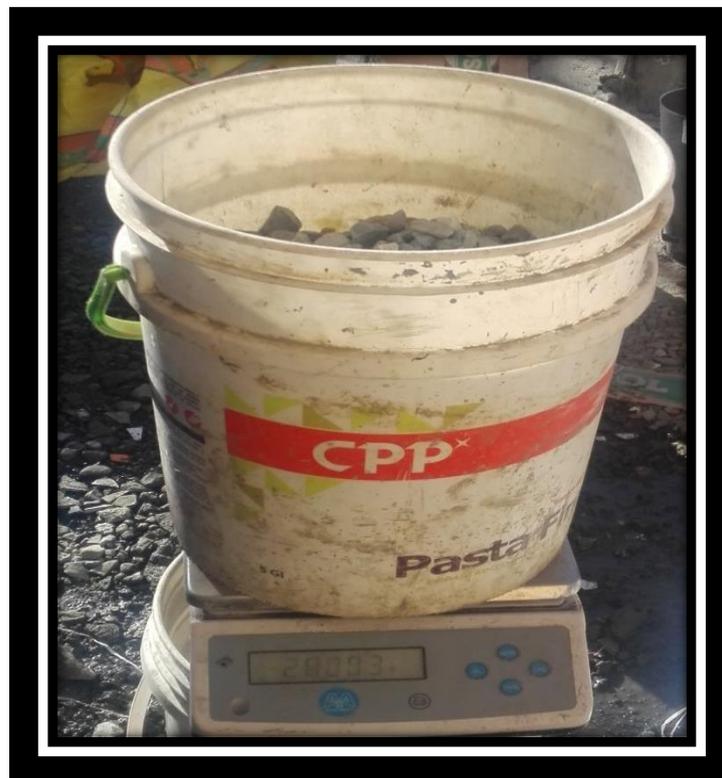


Foto 16: Pesando el agregado grueso.



Foto 17: Pesando el agregado grueso.



Foto 18: Pesando el aditivo sika.



Foto 19: Probetas culminadas.



Foto 20: Curado de las probetas.



Foto 21: Ruptura de las probetas.



Foto 22: Fisura de la probeta después de saber su resistencia.

ANEXOS 07 ESTADISTICO

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Tabla 24. Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna o un porcentaje de Sika según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con adición de un porcentaje de Mucilago de Tuna y un porcentaje de Sika				
	0%	4% Mucilago	4% Sika	5% Mucilago	6% Sika
7	72,00	73,67	75,80	74,37	77,47
14	83,93	83,93	85,43	86,17	88,20
28	100,70	103,17	105,57	105,00	107,93

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Se observa que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias se presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Shapiro - Wilk) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (adición de un porcentaje de Mucilago de tuna o un porcentaje de Sika) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 25: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Adición	54,963	4	13,741	24,950	0,000
Días de curado	2270,186	2	1138,093	2066,511	0,000
Error	4,406	8	0,551		
Total	2335,56	14			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

[Firma]
Diana Alicia Espinoza

Se observa que el $p\text{-value} < \alpha$ ($0,000 < 0,05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2

logradas en las probetas, con adición de un porcentaje de Mucilago de tuna en 0%, 4% o 6% o un porcentaje de Sika en 0%, 4% o 6%, son diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

En la tabla 26: Después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto tienen mayor resistencia a la compresión cuando se adiciona un 6% de Sika y menor resistencia se muestra en la probeta patrón o probeta con 4% de mucilago de tuna.

Tabla 26. Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero es diferente

Adición	Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
	1	2	3
T0%	85,5433		
T4%_M_Tuna	86,9233		
T6%_M_Tuna		88,5133	
T4%_Sika		88,9333	
T6%_Sika			91,2000

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

T6%_Sika	91,200a
T4%_Sika	88,933b
T6%_M_Tuna	88,5133b
T4%_M_Tuna	86,9233c
T0%	85,5433c

[Handwritten signature]
 6/15/20
 Oscar Roberto Vicuña

ANEXO 08

ELEMENTOS QUIMICOS DEL SIKA 290N

Sikament® 290N

Aditivo Polifuncional para Concreto

Descripción	
General	<p>Sikament® 290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.</p> <p>Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.</p> <p>Sikament® 290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.</p>
Campos de aplicación	<p>Sikament® 290N está particularmente indicado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretoras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación. ■ En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento. ■ Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad. ■ Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aumento de las resistencias mecánicas. ■ Terminación superficial de alta calidad. ■ Mayor adherencia a las armaduras. ■ Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura. ■ Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla. ■ Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto. ■ Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas. ■ Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas. ■ Reductor de agua.
Datos Básicos	
Aspecto	Líquido.
Color	Pardo oscuro.
Presentación	<p>Cilindro x 200 L</p> <p>Balde x 20 L</p> <p>Dispenser x 1000 L</p>
Almacenamiento	Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
Datos Técnicos	
Densidad	1,20 kg/L +/- 0,02
Norma	Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

Datos Técnicos

Gravedad Específica 2,2

Blaine (superficie específica) 18,000 – 22,000 m²/kg.

Análisis Químico

SiO ₂	93.0 % min.
Fe ₂ O ₃	0.80 % máx.
Al ₂ O ₃	0.40 % máx.
CaO	0.60 % máx.
MgO	0.60 % máx.
Na ₂ O	0.20 % máx.
K ₂ O	1.2 % máx.
C (libre)	2.0 % máx.
SO ₃	0.40 % máx.
L.O.I.	3.5 % máx.

Finura (diámetro promedio) 0.1 – 0.2 µm

Porcentaje pasando 45 µm 95 – 100 %

Partícula Esférica

Forma Amorfa

Norma Cumple con la norma CSA – A 3001 – 03

Aplicación

Consumo Puede utilizarse en dosis de aproximadamente 10 % del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para definir el consumo exacto.

Método de aplicación Se puede mezclar con productos Sikament[®] o ViscoCrete. La dosificación del concreto se realiza de acuerdo a la práctica normal para concreto bajo agua o para la aplicación específica que se requiera. La utilización conjunta de ambos productos asegura las características de cohesión, adherencia y resistencia en el concreto bajo agua. Silka[®] Fume se adiciona a la mezcladora junto con el cemento o la arena. El aditivo Sikament[®] se agrega diluido en el agua de amasado.