



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Método de curado estándar y acelerado para determinar las propiedades mecánicas en concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

Ingeniero Civil

AUTOR:

Oliva Mora, Diego Alberto (ORCID: 0000-0002-2652-6495)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente Tesis se lo dedico a mis padres Juana Rosa Mora Valles y Alberto Oliva Ordoño por apoyarme durante toda mi carrera Universitaria y brindarme siempre su aliento para seguir hacia adelante a pesar de las adversidades.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por estar conmigo en todo momento, a mis padres por el apoyo moral y económico durante mi carrera universitaria, a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para finalizar la presente tesis y a las empresas Constructora Mausaa y Construcciones Delheal SAC por haber confiado en mí y permitirme seguir desarrollándome como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	27
3.2 Operalización de variables	28
3.3 Población, muestra y muestreo	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5 Procedimiento	31
3.6 Métodos de análisis de datos.....	31
3.7 Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Límites granulométricos del agregado fino.....	15
Tabla N°2: Usos granulométricos del agregado fino.....	15
Tabla N°3: Usos granulométricos del agregado grueso.....	16
Tabla N°4: Cantidad de muestra a ensayar mediante análisis granulométrico.....	18
Tabla N°5: Clasificación de los métodos de curados acelerados.....	21
Tabla N°6: Resumen de muestras.....	29
Tabla N°7: Granulometría del agregado fino.....	33
Tabla N°8: Contenido de humedad.....	34
Tabla N°9: Peso específico y absorción.....	35
Tabla N°10: Peso unitario suelto.....	35
Tabla N°11: Peso unitario compactado.....	36
Tabla N°12: Granulometría del agregado grueso.....	36
Tabla N°13: Contenido de humedad del agregado grueso.....	37
Tabla N°14: Peso específico y absorción.....	38
Tabla N°15: Peso unitario suelto.....	38
Tabla N°16: Peso unitario compactado.....	39
Tabla N°17: Resistencia a la compresión promedio.....	39
Tabla N°18: Contenido de atrapado.....	40
Tabla N°19: Volumen unitario del agua.....	40
Tabla N°20: Relación agua cemento por resistencia.....	41
Tabla N°21: Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	42
Tabla N°22: Proporción para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$	44
Tabla N°23: Proporción para un $f'c=280\text{kg/Cm}^2$	44
Tabla N°24: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a los 7 días.....	45

Tabla N°25: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a los 14 días.....	45
Tabla N°26: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a los 28 días.....	45
Tabla N°27: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 7 días.....	46
Tabla N°28: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 14 días.....	46
Tabla N°29: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 28 días.....	47
Tabla N°30: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 3.5 horas.....	47
Tabla N°31: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 7 horas.....	47
Tabla N°32: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 12 horas.....	48
Tabla N°33: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 3.5 horas.....	48
Tabla N°34: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 7 horas.....	48
Tabla N°35: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 12 horas.....	49
Tabla N°36: Resumen comparativo de resistencia a la compresión.....	53
Tabla N°37: Resistencia a 7,14 y 28 días $f'c=280\text{kg/cm}^2$	54
Tabla N°38: Resistencia aceleradas a 3.5,7 y 12 horas $f'c=280\text{kg/cm}^2$	55
Tabla N°39: Resistencia a 7,14 y 28 días $f'c=210\text{kg/cm}^2$	55
Tabla N°40: Resistencia aceleradas a 3.5,7 y 12 horas $f'c=210\text{kg/cm}^2$	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ensayo de cono de Abrams.....	13
Figura 2: Curva granulométrica del agregado fino.....	34
Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso.....	37
Figura 4: Curado estándar (7días) vs curado acelerado (3.5 horas) $f'c=210$ kg/cm ²	50
Figura 5: Curado estándar (7días) vs curado acelerado (3.5 horas) $f'c=280$ kg/cm ²	50
Figura 6: Curado estándar (14 días) vs curado acelerado (7 horas) $f'c=210$ kg/cm ²	51
Figura 7: Curado estándar (14 días) vs curado acelerado (7 horas) $f'c=280$ kg/cm ²	51
Figura 8: Curado estándar (28 días) vs curado acelerado (12 horas) $f'c=210$ kg/cm ²	52
Figura 9: Curado estándar (28 días) vs curado acelerado (12 horas) $f'c=280$ kg/cm ²	52

RESUMEN

El presente informe de investigación cuyo título es “Método de curado estándar y acelerado para determinar las propiedades mecánicas en concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019” cuyo objetivo fue determinar la resistencia a la compresión mediante el método de curado acelerado en probetas de 7,14 y 28 días de edad mediante el ensayo de agua hervida. A su vez comparar los resultados de la resistencia a la compresión mediante el método de curado estándar con el acelerado, lo cual nos basamos en las normas NTP 339.033(curado estándar), NTP 339.213 (curado acelerado).

Para determinar la resistencia a edad temprana se siguieron numerosos pasos, para la elaboración de las probetas se utilizaron agregados de la cantera Trapiche y usando el cemento Sol tipo I, asimismo se analizó a (02) concretos los cuales fueron $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$ y un $f'c= 280\text{ kg/cm}^2$, guiándonos de la norma para diseños de concreto (ACI 211), para determinar las dosificaciones, primero se deberá de seguir una serie de pasos, como, por ejemplo, se deberá de ensayar a los agrados.

Finalmente, se obtuvo los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión y concluimos que mediante el ensayo de curado acelerado se obtiene el valor de resistencia mayor o igual pero un tiempo menor al que el curado estándar y con la misma confiabilidad.

Palabras Clave: Método de curado estándar, método de curado acelerado, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

This research report entitled "Standard and accelerated curing method to determine the mechanical properties in concrete $f'c = 210\text{kg / cm}^2$ and 280 kg / cm^2 , Lima-2019" whose objective was to determine the compressive strength by the method of accelerated curing in test tubes of 7.14 and 28 days of age by means of the boiled water test. To earthquake, compare the results of the compressive strength by the standard cure method with the accelerated one, which is based on the norms NTP 339.033 (standard cure), NTP 339.213 (accelerated cure).

To determine the resistance to early age, several steps were followed, for the elaboration of the probes the aggregates of the Trapiche quarry and the use of Sol type I cement will be used, specifically (02) concrete were analyzed, which were $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ and an $f'c = 280\text{ kg / cm}^2$, guided by the standard for concrete designs (ACI 211), to determine the dosages, first a series of steps must be followed, such as, for example, the likes.

Finally, the results of the compression resistance tests are obtained and we conclude that by means of the accelerated cure test, the resistance value is obtained greater than or equal to but less time than the standard cure and with the same reliability.

Keywords: Standard cure method, accelerated cure method, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, nuestra capital está pasando por un crecimiento dimensional en todos sus distritos que lo conforman, resaltando, los distritos de Ventanilla, Los Olivos, Puente Piedra, etc., como los principales lugares en el cono norte con grandes construcciones como, por ejemplo: edificaciones, puentes, almacenes de contaniers entre otros.

Algo muy importante y elemental en cualquier tipo de construcción de gran envergadura es la aplicación del concreto. Se utiliza mayormente como un material para conformar un elemento estructural, por ejemplo: vigas, losas, columnas, zapatas, cimientos, la principal tarea de este es de cumplir con los parámetros establecidos en la resistencia a la compresión.

Uno de los problemas más usuales en toda obra, tienen que ver con las estructuras conformadas por concreto, por esta razón es necesario actuar de forma inmediata ante estos casos. Como bien sabemos el tiempo en obra como ingeniero se debe aprovechar al máximo, desde una obra pequeña hasta una de gran envergadura, es por eso que los problemas más comunes tienen que ver con el control de calidad en probetas de concreto, para nosotros certificarnos que estamos realizando un correcto vaciado, ya sea de columna, viga u otro elemento estructural, debemos de esperar mínimo 7 días para conocer si estamos realizando un trabajo que cumplan con el expediente técnico del proyecto y lo que es más aún es que esos resultados a los 7 días mediante el ensayo de compresión no son confiables al 100%, para saber estos resultados con exactitud, tenemos que esperar 28 días de curado para posterior ensayo de los especímenes, siendo un gran problema en el ámbito constructivo, ya que el tiempo es lo más primordial en obra y no se puede esperar tanto tiempo para recién, estar seguros de lo que estamos construyendo. Los problemas más frecuente en obra, son la dosificación de los agregados que se usaran para hacer el concreto, sobre todo para todo aquel concreto que es creado en obra mediante un trompo, el cual tiene la función principal mezclar el cemento y los demás agregados, combinándolos con agua, si esta combinación no es supervisada por un ingeniero, esto puede causar muchos problemas a futuro a la estructura a conformar, corriendo peligro el diseño de la mezcla y por consecuente la

estructura a la cual se aplicará el vaciado correspondiente, con el pasar del tiempo o por algún evento telúrico, esta estructura o elemento estructural, tendera a fallar, ya que no se llevó ningún control de la dosificación, o verificar la consistencia del control (slump), los cuales son algunos factores muy importantes que afectaran directamente al concreto.

El objetivo del informe de investigación es de poner en marcha otros métodos de curado a las probetas de concreto para posterior rotura, bajo el ensayo de compresión para así obtener resultado, si es posible al día siguiente del vaciado, el método a realizarse es el llamado método de curado acelerado, método "B", el cual consiste en tener las probetas y someterlas a altísimas temperaturas, para así obtener resultados en corto tiempo y verificados, según la NTP 339.213 que fue publicada en el año 2007, pero recientemente (2015) revisada. En la presente investigación, se dará mucho valor al tema de la dosificación del concreto hecho en obra, teniendo un control de calidad completo del agregado y así mismo los ensayos pertinentes de los agregados, ya que estos conforman casi el 60% ó 80% del concreto, es por eso que es necesario tener un control y ensayo estricto para que esto no afecte a la resistencia del concreto y la estructura dada no sufra una falla. Finalmente se hará un análisis comparativo de dichos métodos curado estándar versus el método de curado acelerado, obteniendo muestras de concreto (probetas) para ser sometida en una poza a los 7 ,14 y 28 días (método estándar) y someter 3 probetas más al método de curado "B" que consiste en colocar las probetas en un tanque y someterlo a altas temperaturas, así mismo se obtendrá los agregados de cantera confiable más cercana al investigador para su posterior análisis y ensayos en laboratorio, para así garantizar una correcta optimización del concreto que en este caso será un concreto de $f'c=210\text{kg / cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , el cual son de los más usado en todo tipo de vaciados de elementos estructurales en nuestro país, este trabajo de investigación me motiva mucho ya que las probetas de concreto son un elemento muy importante dentro de una obra, es por eso que puedo decir que me siento orgulloso de realizar este proyecto, ya que las probetas d concreto son lo único que me certifica o valida mi trabajo en el campo de manera transparente, es por eso que el método acelerado nos ayudara demasiado, ya que optimizará este tiempo y se podrá utilizar para una mayor producción dentro de obra.

Por lo mencionado líneas arriba, se plantea la siguiente problemática:

¿Cuál será la propiedad mecánica aplicando los métodos de curado estándar y acelerado en concretos $f'c= 210\text{kg} / \text{cm}^2$ y $280 \text{kg}/\text{cm}^2$, Lima- 2019?

Los problemas específicos son los siguientes:

¿Cuál será la influencia del método de curado estándar en probetas de 7,14 y 28 días de edad? ¿Cuál será la influencia del método de curado acelerado en probetas de 3.5 ,7 y 12 horas de edad? ¿De qué manera influyen los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar?

Las justificaciones se basan en las necesidades de realizar el informe y son las siguientes:

Justificación teórica: La siguiente investigación radica en demostrar y ensayar las probetas bajo el método del agua hervida y así tener los resultados en menos tiempo, esto nos dará la opción de corregir nuestro diseño de mezclas o mejorarlo, para así no tener problemas con la estructura y cumpla con la resistencia a la cual fue diseñada. **Justificación practica:** En la presente investigación se justifica de manera práctica, ya que este ensayo se puede realizar en obra, para diseñar una correcta mezcla, siguiendo los pasos especificados en la NTP 339.213 para así obtener una mezcla que pueda lograr la resistencia a la compresión por la cual fue diseñada y especificada en el plano de estructuras. **Justificación metodología:** Para poder alcanzar los resultados esperado, esta investigación se centrará en mostrar el proceso de curado estándar y curado acelerado, para así mediante pasos establecidos en la norma, podamos demostrar mediante resultados la resistencia a la compresión. **Justificación económica:** Se justifica de manera económica, ya que con esta investigación no tendremos pérdida económica, ya que, si existe algún error, esto nos permitirá cambiar las dosificaciones para así cumplir con el diseño inicial.

El objetivo general es la siguiente:

Determinar la propiedad mecánica aplicando los métodos de curado estándar y acelerado en concretos $f'c= 210\text{kg} / \text{cm}^2$ y $280 \text{kg}/\text{cm}^2$, Lima-2019.

Los objetivos específicos son los siguientes:

Determinar la influencia del curado estándar en probetas de 7,14 y 28 días de edad.

Determinar la influencia del curado acelerado en probetas de 3.5, 7 y 12 horas de edad.

Determinar la influencia de los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar.

La hipótesis general es la siguiente:

El método de curado acelerado proporciona en menor tiempo una resistencia a la compresión mayor o igual que el método de curado estándar en probetas de concreto, Lima- 2019.

A continuación, se muestran las hipótesis específicas:

Se determinó la influencia del curado estándar en probetas de 7, 14 y 28 días de edad.

Se determinó la influencia del curado acelerado en probetas de 3.5, 7 y 12 horas de edad.

Se determinó que la influencia de los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar es mayor.

II. MARCO TEÓRICO

Ricardo Alva Cáceres (2013) en su tesis titulada **"Experiencia de implementación en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante el uso de hirviendo"** para optar por el título de Ingeniero Civil.

El cual tiene como objetivo general de diseñar, implementar y construir una máquina capaz de ensayar probetas y así obtener la resistencia del diseño rápidamente, así mismo el autor nos dice que su trabajo de investigación busca explicar de la manera más sencilla el proceso y construcción de la máquina de curado, basándose en la normativa actual que es la NTP 339.213 para la obtención de los resultados de resistencia de los diferentes especímenes a ensayar, mediante el ensayo a la compresión, así mismo el autor resalta al método B que es el método de agua hirviendo es la mejor según el autor, ya que no se necesita mucho para lograr los resultados esperados, y nos sale más económico la construcción del tanque donde se sumergirán las probetas de concreto. Y como conclusión tiene que la aplicación del método de curado acelerado por la NTP 339.213 es muy útil y fácil de aplicar, además resalta que esto beneficiará al contratista encargado del proyecto, ahorrando tiempo y dinero además asegurándonos que nuestro diseño está muy bien hecho y para un mejor control de calidad dentro de obra, además cuando el autor sometió a las probetas al curado acelerado observó que el tono del color , era diferente un gris claro a comparación de las probetas hermanas que fueron sometidas al ensayo tradicional, que son gris oscuro. Resalta al Método B dentro de las 4 procedimientos por su eficacia y rapidez además de economizar o reducir gastos.

Cesar Erixon Zorrilla Rodríguez (2018) en su tesis titulada **"Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $F'C=280\text{kg/cm}^2$ "** para optar por título de Ingeniero Civil.

El cual tiene como objetivo determinar si los resultados de la rotura a la compresión en probetas por el método estándar son mayores o igual a la resistencia por el curado estándar, para esto el autor realizó 90 especímenes para poder realizar su experimento en laboratorio, usando la máquina de curado que cumple con lo especificado en la norma, sometiendo así a las probetas en agua hirviendo durante

7 y 12 horas más 1 horas de secado para poder ser ensayadas mediante el ensayo de rotura. También el investigador hace hincapié en que, para lograr los resultados esperado, se deberá de seguir los pasos que nos da la norma NTP, además de usar todos los implementos de seguridad, como son los cascos, chalecos y botas, además de la implementación del tanque de curado, el cual está fabricado por planchas de fierro, teniendo en cuenta dejar una abertura de rebose de agua.

Y llegó a la conclusión que, mediante el método de curado acelerado, llega a la resistencia dada por el diseño inicial, en este caso con un $f'c=280\text{kg/cm}^2$, siendo los resultados por el método de curado acelerado de (111.14%) es casi igual al resultado a la resistencia por el método estándar o tradicional (112.38%) pero en un tiempo menor.

Lizbeth Fiorella Loya Olivera (2018) con su tesis titulada **"Evaluación de la resistencia a la compresión de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco-2017"** para optar el grado de académico de maestro en transportes y conservación vial.

El cual tiene como objetivo de evaluar la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, así mismo determinar los diferentes métodos empleados para el curado de concreto en obra y laboratorio y así evaluar la variación de los métodos de curado tanto en obra y en laboratorio. Y tiene como conclusión, que los ensayos practicados a las probetas hechas en obra y laboratorio presentan una variación, por lo cual recomienda que el método de curado a las probetas de concreto sea por el método de agua y no el uso de algún aditivo al concreto endurecido.

Jhony Cruzado Ruiz (2018) como título de tesis **"Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, Año 2015"** para portar por el título de ingeniero civil.

El cual tiene como objetivo general de probar el efecto del incremento de resistencia aplicando el ensayo de curado acelerado en especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213 del año 2015, mediante el uso de agua hirviendo y así comprar los resultado de compresión estándar a los 28 días, el autor realizó un

concreto de $f'c= 210\text{Kgcm}^2$ para lo cual el siguió los procedimientos para la elaboración de este concreto, tanto como en cálculos, calidad y seguridad, que es muy importante en este tipo de curado, ya que trabajaremos con agua hirviendo y puede ser peligroso, es por eso que se debe de contar con ayuda profesional con experiencia en este tipo de trabajos. Y tiene como conclusión que logro probar el incremento de la resistencia a la compresión pasando los valores del diseño inicial, así mismo elaboró probetas a las edades de 7, 14 y 28 días para luego pasar por el método acelerado y comparar los valores versus un estándar, dando como resultado para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de 118.66% pasando el 100% a los 28 días, lo cual certifica que el método estuvo bien aplicado.

Abraham Isaac Palacios Almendro (2019) en su tesis titulada **"Influencia del curado acelerado con agua hirviendo en la resistencia temprana del concreto, Perú, 2019"** para optar por el título de Ingeniero Civil.

El cual tiene como objetivo general de determinar la influencia del curado acelerado mediante el método del agua hirviendo para diferentes relaciones de agua-cemento así mismo estudiar la influencia en las probetas y como afectan estas en la resistencia temprana en los especímenes aplicando el procedimiento indicado por el comité ASTM C 684, realizando gráficos comparativos para cada relación agua-cemento. Y como conclusión tiene que después de someter las probetas al curado acelerado por agua hirviendo se observó un incremento de la resistencia, para una relación $a/c= 0.50$ y 0.60 , la resistencia alcanzada a 28 días fue de 225.5 y 175.2 kg/cm^2 respectivamente.

Oscar Aguilar, Edwin Rodríguez y Martin Sermeño (2009) **"Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio"** para optar por el título de ingeniero civil.

El cual tiene como objetivo general de determinar la resistencia utilizando el método de la madurez del concreto, la evolución de resistencia en una vivienda colada y a partir de los resultados obtenidos determinar en qué momento la mezcla del concreto alcanza la resistencia adecuada para el desencofrado de los moldes, asimismo quiere dar a conocer cómo influyen los componentes del concreto en la

generación de calor, también busca determinar la evolución de calor del concreto a través del tiempo así como etapas de endurecimiento del mismo a edades tempranas. Y tiene como conclusión que, en base a la investigación realizada, podemos afirmar que el método de madurez puede ser aplicado con mucha confiabilidad en viviendas de dos niveles a más, además este método sirve para determinar la resistencia a la compresión en diferentes tipos de obras como, por ejemplo; estructura, pavimentos, hidráulica, etc. se utilizará siempre y cuando el material a usar sea concreto, de cualquier tipo, diseño o lugar.

Viviana Marcela Bolaños Cancino (2011) en su tesis titulada **"Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión"** para optar por el título de ingeniero constructor.

El cual tiene como objetivo general de evaluar la calidad del curado mediante el ensayo de resistencia a la compresión y así poder determinar la cantidad de agua, para concretos de un $f'c = 28\text{MPa}$ y con relación a/c de 0.55 curados con 02 tipos de compuesto. Asimismo, concluyó que la pérdida de agua y la resistencia a la compresión fueron menores en las probetas que no tuvieron ningún tipo de curado además los resultados de resistencia a compresión no mostraron muchas diferencias significativas entre los 03 productos, pero la resistencia de las probetas que no fueron curadas su valor salió considerablemente menor con respecto a las curadas.

Werner Adolfo Niño Sandoval (2013) en su tesis titulada **"Caracterización mecánica y de durabilidad de concretos de alto desempeño"** para optar título de Ingeniero Civil.

El cual tiene como objetivo principal de analizar la influencia de las propiedades del concreto tanto como estado fresco y como endurecido, además de determinar la durabilidad de concretos de alto desempeño adicionando humo de sílice y nano sílice, además expresa que establecerá la dosificación adecuada para obtener un concreto con materiales de la sabana de Bogotá. Y como conclusión tiene que mediante el uso de los agregados de la sabana de Bogotá arrojó que cumplen con los requerimientos dados por la norma, además agrega que se encontró que en

muchos aspectos los concretos adicionando nano sílice proporcionan mejoras en las diferentes propiedades respecto a lo que actualmente se emplea en el mercado, ofreciendo una alternativa más económica a los concretos adicionando con HS.

Víctor Michael Morales Alejandre (2015) "**Estudio de concretos de alta durabilidad**" para optar por grado de ingeniero civil.

La presente investigación tiene como objetivo general saber cuál es el desempeño de las diferentes mezclas de concretos que está realizando el autor, que en total son 6 mezclas, lo que el autor quiere hacer con estas mezclas es lograr hacer un concreto que sean potencialmente durables y a su vez resistentes, para posteriormente seleccionar a la que mejor característica presente, así mismo estudiará y determinará las propiedades de la cada una de las dosificaciones, que en total son 6, cabe resaltar que también someterá al concreto al ataque por sulfato por un tiempo de 12 meses. Y tiene como conclusión final, la comparación de todas las mezclas versus la mezcla a la cual se le está agregado, no es muy significativa en comparación a las demás mezclas ya que el contenido interior de la estructura contenía aire atrapada, además de que el peso disminuyó de manera considerable, además agrega que los resultados de la rotura fueron por parte de la muestra M2 y M5 las cuales fueron ensayadas a una edad de 28 días, las cuales le dio como resultado 541.87 y 583.84 Kg/cm².

Álvaro Eliecer Ortiz Cangrejo (2015) en su tesis titulada "**Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia**" para optar título de ingeniero constructor.

El cual tiene como objetivo de analizar cómo se produce y elabora el concreto en obra mediante los ensayos a especímenes de concreto para identificar las variables que interfieren en la resistencia final del concreto que han sido preparado en cinco proyectos de vivienda, también observará y evaluará las condiciones de almacenamiento de los materiales para la posterior producción de concreto con el propósito de determinar los factores previos que interviene en la resistencia final del producto. Y tiene como conclusión que lo recomendable es tener muy en cuenta los procedimientos a seguir para obtener la dosificación correcta. Así como lo

menciona la norma (ACI 211.1) si la dosificación se hace por peso se obtiene mejores resultados en la resistencia y una dosificación más precisa.

Dan Ye, Dan Zollinger, Seongcheol Choi, Moon Wo (2006) ***“Literature Review of Curing in Portland Cement Concrete Pavement “, investigation*** scientific.

La cual tiene como principal objetivo de estudiar y analizar al cemento portland para concreto usados en pavimentos rígidos, así mismo especifica la importancia de realizar un buen diseño de mezcla para la elaboración de probetas cilíndricas para posteriormente ser ensayadas en laboratorio y determinar sus propiedades físicas y mecánicas. Y tiene como conclusiones que, teniendo un correcto diseño de mezcla, el concreto obtendrá un buen comportamiento, ya que mediante el ensayo en obra del ensayo del cono de asentamiento mejor conocido en Latinoamérica como slump.

NurulNadiyahBintiZulkefle (2012) ***“Investigative study on common curing methods in reducing plastic shrinkage in concrete slabs “*** para optar por el título de máster en ingeniería.

El cual tiene como objetivo general de enfatizar en los diferentes tipos de curado del concreto, mediante el ensayo a la compresión o rotura de la probeta, para así certificarse que la resistencia sea la correcta para proseguir con la producción en obra y no contar con retrasos. La cual tiene como conclusión que los especímenes tendrán que ser sometidas al ensayo de compresión, además se determinó las propiedades físicas y mecánicas del concreto hecho en obra usando plástico reciclado como método de curado temprana edad, asimismo el autor deja en claro que para este tipo de ensayos se debe de realizar con gente especializada en el tema, ya que se necesita de mucho criterio técnico para la realización de la misma.

Samson Walelign Aregawi (2014) ***“Assessment of the effectiveness of different curing practices in Addis Ababa”*** para optar por el título de máster en ingeniería.

El cual tiene como objetivo general es de evaluar las diferentes prácticas de curado del concreto para así obtener una mezcla homogénea y sea trabajable, bajo las normas del ACI, así mismo estudiara las diferentes propiedades de los agregados para la realización del concreto, bajo los términos adecuados como la temperatura.

Y tiene como conclusión que los resultados obtenidos mediante los ensayos fueron los esperados, pero por falta de apoyo en la ciudad no se realizan dichos ensayos en forma consecutiva, para eso el autor demuestra que mediante ensayos se puede lograr la resistencia que el diseño demande, siempre y cuando se respete los parámetros de la norma del país al cual pertenecerá la persona que realice los ensayos, es por eso que es muy importante de contar con las personas adecuadas para brindar asesoría técnicas, en las diferentes ensayos.

Definición del Concreto: El concreto es el resultado de la combinación de los agregados, cemento y el agua, de forma pastosa. (Rivva, 2000 p.4)

Nos dice que la pasta es el producto de la mezcla química del material aglomerante con la combinación de agua. Además, nos dice que es la etapa continua del concreto puesto que siempre permanece junto con algo de la misma pasta mediante toda la mezcla para obtener una mezcla casi homogénea. (Rivva, 2000 p.8)

Además, define que los agregados, en su totalidad no son del mismo tamaño o espesores, esto hace que la mezcla salga pastosa. (Rivva, 2000 p.10)

El concreto es comúnmente usado por su propiedad de resistencia, no hay algún otro material que tenga esa resistencia, que solo el concreto la posee, ya que lo que se mantiene en él son el cemento y el agua, además de su gran trabajabilidad, la cual nos puede permitir amoldarla a la forma en la que deseemos y su gran bajo costo, hace que sea el material más preferido por los ingenieros del Perú y de todo el mundo, ya que para hacer o elaborar el concreto solo se necesita de los agregados, los cuales son la piedra, arena y por supuesto el agua.

Importancia del Concreto: Nos indica que es uno de los materiales más aplicados en obras del Perú, ya se utiliza para todo tipo de estructura o elemento estructural. Depende de cada ingeniero saber utilizar los materiales que indican en la norma y los procedimientos para así obtener un concreto de alta resistencia y con una trabajabilidad correcta. (Rivva, 2000 p.12)

Gracias a su fácil manejabilidad o trabajabilidad se puede adaptar rápidamente al trabajo a la que se requiera, como por ejemplo vaciado de viga, columna, losas, techo, veredas, sardineles, vías, muros entre otros, es por eso que gracias a su fácil trabajabilidad también se le debería sumar su menor costo, ya que los

agregados los cuales lo conforman también son de bajo costo, y uno mismo lo puede elaborar de forma fácil y segura, ya que los procedimientos para la realización esta descrita en la norma.

Composición del Concreto: Indica que el concreto en estado endurecido está conformado por pasta o agregado, recordando que el concreto está conformado por casi el 80% de los agregados. (Rivva, 2000 p.18)

Lo que el autor de nos da a entender es que, para elaborar un concreto de cualquier tipo de diseño, se deberá de emplear agregados, en nuestro país, se utiliza se puede utilizar diferentes tipos de agregados, como la arena, piedra chancada, confitillo, más otro elemento importante el cual es el cemento. La combinación de los 3 más el agua nos producirá un concreto, siendo casi el 80% la composición de los agregados y el 20% entre agua y cemento, pero cabe resaltar que lo que le da más resistencia al concreto será el cemento, a más cemento, más resistencia, es por eso que es muy importante realizar un diseño de mezcla para saber la cantidad exacta a usarse para determinado diseño, para así evitar pérdidas innecesarias para la elaboración de este.

Diseño

Dosificación: La dosificación es la repartición de los diferentes agregados a usarse tales como la piedra, arena cemento y agua, lo cual después de combinar los agregados ya mencionados deberán de cumplir lo que indica el diseño del plano de una estructura.

La dosificación debe realizarse en múltiples factores tales como:

- ✓ Elementos estructurales a vaciar
- ✓ Materiales
- ✓ Procedimientos de mezclado
- ✓ Colocación
- ✓ Curado que se empleará en obra o laboratorio

Consistencia del Concreto (Slump): Nos dice que la trabajabilidad del concreto es cuando este, se encuentra en estado fresco, ya que esto nos permite un mejor manejo, colocación y compactación en el ensayo para saber el slump, se puede ver cuán tan trabajable es el concreto que hemos diseñado, normalmente el concreto se debe de vaciar entre 4" a 6" de slump, esto depende mucho del elemento a construir y el entorno en el cual estamos efectuando la acción. (Rivera, 2009 p.13)

Esta prueba se utiliza o se debería de utilizar siempre antes de cualquier vaciado, ya que el concreto debe tener como mínimo un slump o consistencia de 4" para que se deje trabajar, para la posterior vibración, pero este depende del elemento estructural a vaciar. Además, es muy importante observar que el concreto no se encuentre ni muy aguado y ni muy endurecido para una mejor consistencia, todo esto se determina mediante dicho ensayo.

Figura N°1: Ensayo de cono de Abrams



Resistencia a la compresión: Generalmente es usado para medir la calidad del material, esto viene evolucionando a lo largo de los años, ya que en estos años se viene observando diferentes tipos de aditivo lo cual se le aplican al concreto, para generar en este una mejor resistencia y durabilidad en diferentes tipos de concreto, logrando concretos de una gran resistencia y secado en poco tiempo, pues esto en el futuro generará ganancias y ahorro de tiempo. (Rivera y Rivera,2005)

Según la norma NTP 339.034 nos indica que las probetas de concreto se deberán de ensayar en un laboratorio certificado, que cuente con máquinas en óptimas condiciones para posterior de rotura en forma axial, el cual consiste en aplicarle una carga axial a la probeta, para así determinar su resistencia.

En la norma nos indican que hay una variedad de moldes cilíndricos para fabricar o hacer las probetas, las más comunes son las probetas de dimensiones de 6"x 12".

Los cilindros se tienen que colocar en el medio de la prensa hidráulica, la cual ejercerá una carga, la cual provocará en la muestra una rotura o fisura, lo cual nos da a entender que es lo máximo que esa muestra o concreto puede llegar

a resistir. Para diferenciar las muestras entre sí, se deberá de colocar en la parte superior de la probeta un código o letra para identificar a que elemento estructural pertenece esa probeta, o mejor dicho de donde proviene, siendo muy importante colocar su diseño, su fecha de vaciado, y si es posible la edad de la muestra.

Cuando el ensayo se esté efectuando se deberá de apuntar la fecha en la cual la probeta se dejó en el laboratorio, así mismo se debe verificar que esta probeta no tiene algún tipo de daño ni quiñe, para proceder con la ruptura a compresión,

Agregados: Son el grupo de partículas que provienen de la desintegración de las rocas, están podrán ser natural/artificial, pudiendo ser elaborados de forma estable y cuyo tamaño no son de igual espesor, pero deben ser pasados por un procedimiento normalizado. (Adam M. Neville, 2010).

Lo que el autor nos quiere dar a entender es que no existen agregados de igual tamaño, es por eso que los agregados deberán de pasar por un procedimiento normalizado para así tener como resultado un concreto con gran resistencia.

Nos dice que "El hormigón es el material el cual se obtiene dosificando arena y grava, el cual se emplea de tal manera de que la cual se extrae de la tierra. (Rivva, 2014, p.24)

Las 03 funciones del agregado en el concreto son:

- ✓ Otorgar mejor relleno a la pasta, reduciendo en gran porcentaje la unidad de volumen, por ende, bajara el costo por metro cubico.
- ✓ Adquiere una propiedad muy útil que es capaz de resistir acciones mecánicas o de desgaste, los cuales pueden estar sobre el concreto.
- ✓ Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta.

Características de los agregados

Agregado Fino: Es aquel material que es proveniente de la desintegración natural de las rocas, que a su vez deberá de pasar por el tamiz de 3/8 y quedará retenida en el tamiz N°200, además este, deberá de cumplir con los límites especificado en la norma.

La granulometría ensayada tendrá que ser continua, es decir, deberán de ser retenidas en los tamices desde el tamiz N°4 hasta el tamiz N° 100 de forma continua. Si el ensayo no se llega a realizar, el producto final podría fallar, como consecuencia la descomposición o adherencia de la mezcla.

Tabla N°1: Límites granulométricos del agregado fino

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 - 100
N°8	80 - 100
N°16	50 - 85
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	2 - 10

Fuente: NTP 400.037

Tabla N°2: Usos granulométricos del agregado fino

TAMIZ	LÍMITES TOTALES	Porcentaje de peso que pasa		
		*C	M	F
3/8"	100	100	100	100
N°4	89 - 100	95 - 100	89 - 100	89 - 100
N°8	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
N°16	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
N°30	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
N°50	5 - 70	10- 30	5 - 48	5 - 70
N°100	0 - 12	2 - 10	0 - 12*	0 - 12

Fuente: NTP 400.037

Agregado Grueso: La NTP 400.011 afirma es aquel material que proviene de la desintegración de las rocas, o también de manera natural, la partícula del agregado grueso podrá ser de grava natural, pero deberá de estar limpia, bien perfilada.

Tabla N° 3: Usos granulométricos del agregado grueso

Uso	Tamaño máximo nominal	% que pasa por los tamices normalizado													
		4"	3 1/2 "	3 "	2 1/2"	2"	1 1/2"	1 "	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50
1	3 1/2 " a 1 1/2 "	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	2 1/2 " a 1 1/2 "	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	2 " a 1 "	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	2 " a N°4	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	1/2 " a 3/4"	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	---
467	1 1/2 " a N°4	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	1 " a 1/2 "	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	1 " a 3/8 "	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	1 " a N°4	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	3/4 " a 3/8"	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	3/4 " a N°4	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	1/2 " a N°4	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---

8	3/8 " a N°8	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	1/2 " a 3/8"	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	N°4 a N°16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

Características físicas de los agregados

Peso Específico: Para hallar el peso específico del agregado se tiene que pasar por un procedimiento normalizado que consiste desde cuartear la muestra hasta la saturación de la misma. (NTP 400.021,2011)

La norma indica que el peso específico es una de las más importantes propiedades o características físicas de los agregados pues con dicha propiedad se podrá determinar el volumen de la muestra.

Absorción: Esta característica de los agregados, depende de la porosidad, es muy importante realizar las correcciones ideales a la hora de hacer las dosificaciones respectivas para hacer el concreto, en obra o laboratorio. (NTP 400.021,2011)

Según la norma nos dice que una de las características físicas de los agregados es la absorción la cual consiste en rellenar los vacíos en la muestra de la estructura interna. Se deberá de dejar la muestra durante un lapso de 24 horas sumergidas en agua y luego se determinará su absorción en porcentaje.

Análisis Granulométrico: El análisis granulométrico es un estudio que nos permite o ayuda a determinar de forma cuantitativa de la cantidad de los agregados, pero en pequeñas partículas, las cuales deberán de pasar por diferentes tamizados, cabe resaltar que el tamiz N°200 es la última etapa donde pasan los agregados. Cabe resaltar que para realizar este ensayo se necesitarán varios materiales como: balanza, tamiz o mallas, horno de secado, bandejas y por supuesto los agregados que será analizados.

El ensayo consiste en mezclar bien la mezcla o la muestra la cual vamos a ensayar, para eso necesitaremos una herramienta conocida como espátula en Perú,

tendremos que hacer una mezcla uniforme sobre un lugar plano. Después de realizar la mezcla uniforme, deberemos de partir en 4 partes iguales a la muestra, para luego tomar las dos partes opuesta por el vértice, una vez ya tomada las dos partes opuestas, estas serán lista deberán de ser eliminadas para llegar al peso estimado de la muestra, luego se pasa a pesar la muestra ya seleccionada para posteriormente ser llevada al horno, en dicho equipo la muestra seleccionada permanecerá por un total de 24 horas para su secado total. Una vez que hayan pasado las 24 horas, inmediatamente después deberemos de pesar la muestra seca, para pasar por su respectivo tamizado, para el proceso de tamizado deberemos de colocar bien los tamices del más pequeño al más grande, en ese orden para no alterar nada, finalmente cada vez que la muestra pasa por cada tamiz, este deberá de ser pesado inmediatamente.

Tabla N° 4: Cantidad de muestra a ensayar mediante el análisis granulométrico

TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTICULAS	PESO APROXIMADO DE LA MUESTRA (KG)
3/8"	1.00
1/2"	2.00
3/4"	5.00
1"	10.00
1 1/2"	15.00
2"	20.00
2 1/2"	35.00
3"	60.00
3 1/2"	100.00

Fuente: NTP 400.021

Peso Unitario: Nos dice que es una unidad de volumen puede ser de un material granular, para que este ensayo se pueda realizar, la muestra deberá de estar en estado compactado o húmedo, es uno de los requerimientos que nos exige la norma, además que los valores que nos resulten serán expresados en kg/m³, este ensayo es para el fino y grueso.

Lo que la norma nos quiere decir que el peso unitario simplemente es el volumen de algún material granular, teniendo en cuenta que la muestra se ensayará ya sea en estado húmedo o compactado ya que es algo que la norma nos exige, además los valores serán expresados en kg/m³.

Contenido de Humedad: Afirma que es simplemente es la cantidad almacenada en el interior de la estructura de la muestra, a la hora de realizar el peso, para así determinar su masa. Además, la norma nos dice que la muestra puede estar constituida por la suma de su humedad superficial y contenida en sus poros. (NTP 339.185,2013)

La norma expresa que el contenido de humedad es la cantidad de agua retenida o almacenada en el interior de la muestra o estructura a la hora de realizar el peso, esto nos servirá para determinar su masa.

Cemento: Es un agregado que sirve para la elaboración del concreto, la dosificación de este agregado se dará en diferentes formas, ya que depende del tipo de diseño del concreto, además depende de la relación agua/cemento y lo mucho que le aporta este al concreto, ya que para que el concreto tenga más resistencia se deberá de utilizar más cemento, para así obtener el concreto de una resistencia alta, es por eso que se deben definir inicialmente la cantidad de cemento para determinado diseño o el famoso f'c.

En el Perú existen muchos tipos de cementos:

- ✓ Cemento Portland
- ✓ Cemento Portland tipo I
- ✓ Cemento Portland tipo II
- ✓ Cemento Portland tipo V

Como se observa existen muchos más tipos de cementos en nuestro país, es por eso que la competencia de comercializar este producto, es muy usado ya que hace algunos años, el Perú se encontraba en la etapa del BUM de la construcción, es por eso que el cemento era un producto muy comercial y usado en toda obra, resaltando que el cemento es un material necesario para la elaboración del concreto de construcción.

Curado del Concreto: Nos dice que son o es el procedimiento a lo cual se deben de someter las muestras de concreto, también llamados probetas o especímenes de concreto, de manera que este, él curado permite mantener la hidratación del cemento, además afirma que si este procedimiento, se debe de realizar de forma obligatoria para la determinación de la resistencia. (Ruiz,2006, p 12)

Afirma que el curado del concreto hace que se mantenga la temperatura y la húmeda por un determinado tiempo, la cual comienza desde la colocación del concreto, con el principal objetivo de hidratar al cemento y a su vez fortalecer al desarrollo de las propiedades del concreto. (Ginnerman y Shuman ,1928)

Duración del Curado: La duración de curado del concreto según muchos ingenieros deberá de un total de 28 días para que así el concreto alcance el 100% de su resistencia mediante el ensayo a compresión, según la norma nos dice que a los 7 días el concreto deberá de llegar como mínimo al 70% de su resistencia del diseño dado. El curado más usado en obra y en laboratorio es de sumergir las probetas de concreto en agua normal y dejarlas sumergidas hasta los 28 días, se demostrará e intentar a incentivar a los profesionales a usar los diferentes curados acelerados que existen, que en total son 4, en esta investigación se desarrolla y centrara el curado por agua hirviendo, sometiendo las probetas al agua en estado de ebullición, para así determinar la resistencia temprana del concreto, para mí como futuro ingeniero es muy importante el control de las probetas, ya que las probetas son lo único que validan nuestro trabajo realizado en obra. Por otro lado, con este trabajo de investigación nos permitirá corregir la dosificación o algo que nos impida a alcanzar la resistencia del concreto de manera rápida, ya que los resultados salen casi inmediatos y esto nos permitiría modificar y no tener errores.

Métodos de Curados Acelerados según NTP 339.213: Existen diferentes métodos de curado en el concreto, uno de los más conocidos o llamado también el curado tradicional, el cual se tiene que sumergir las probetas en agua, dentro de una poza de agua, de altura adecuada y almacenarlas dentro de ellas, para ser ensayadas en diferentes días, ya sea 7, 14, 21 y 28 días para posteriormente ser ensayadas en laboratorio mediante el ensayo de resistencia, para hallar cuanto puede soportar tal elemento. Pero según la NTP 339.213 existen otros tipos de curados, en mi parecer pueden ser más eficaces para la obtención de resultados de manera rápida y segura, estos están denominados como "métodos de curado acelerado" y nos pueden ayudar a ahorrar tiempo, ya que todo ingeniero en el mundo sabe que el tiempo en obra es muy valioso, ya que, muchas veces el tema de la resistencia en elementos estructurales no son las requeridas o dadas en el plano, es por eso que se vienen difundiendo más tipos de curado, la cual sirvan

precisamente para ahorrar tiempo en obra, y tener un resultado s con una confiabilidad alta y de buena calidad y estos están clasificados en:

- ✓ A (Método de agua caliente)
- ✓ B (Método de agua hirviendo)
- ✓ C (Método autógeno)
- ✓ D (Método de calor y presión)
- ✓

Tabla N° 5: Clasificación de los métodos de curados acelerados

Métodos/ procedimientos	Moldes a utilizar	Fuentes de Aceleración	Temperatura de Curado Acelerado °C	Inicio del tiempo del curado acelerado	Duración del Curado Acelerado	Duración total del ensayo
A	Reutilizables o de uso simple	Calor de Hidratación	35°C	Inmediatamente después del vaciado	23.5 h +- 30 min	24 h +- 30 min
B	Reutilizables o de uso simple	Agua Hirviendo	Ebullición del Agua	23 h +- 30 min después del vaciado	3.5 h +- 30 min	28.5 h +- 30 min
C	Un solo uso	Calor de Hidratación	Temperatura inicial del Concreto	Inmediatamente después del vaciado	48 h +- 30 min	49 h +- 30 min
D	Reutilizables	Presión y calor Externo	150°C	Inmediatamente después del vaciado	5 h +- 30 min	5.25 h +- 30 min

Cabe resaltar que en la presente investigación solo se utilizará el método de acelerado "B" el cual consiste en sumergir a las probetas de concreto en agua hirviendo, siguiendo paso a paso lo que nos dice la norma para la obtención de la resistencia del concreto de manera temprana y con confiabilidad, pero a continuación señalare los procedimientos de los 4 curados.

Método de agua caliente "A": Una vez ya tengamos nuestras muestras, que obviamente deben de cumplir con la norma de ASTM C31, inmediatamente se

procederá a colocar las muestras de concreto dentro del tanque de curado a una temperatura de 35°C, mientras las probetas están sumergidas se deberá de hacerle seguimiento, viendo que la temperatura se mantenga en los 35°C, puede ser cada hora estar controlándolo, para esto necesitaremos un pirómetro, para un mejor control. Después de haber cumplido con el tiempo de curado que es de 23.5 h se procederá a retirar los moldes del tanque y se comenzará a remover los moldes y obtendremos las probetas, se recomienda dejar a secar por unas 3 horas, para luego ser ensayadas en el laboratorio para su ensayo a compresión.

Método de agua hirviendo "B": De acuerdo a la norma para realizar un buen curado es necesario tener un lugar óptimo para la elaboración de las probetas, dependiendo si se realizarán en obra o en el mismo laboratorio, una vez ya definidas las dosificaciones de los agregados, teniendo esto ya se procede a elaborar la probeta, en 3 capas, por cada capa se tendrá que dar 25 golpes en todo el borde de los molde cilíndricos usando una varilla normalizada para obtener una buena consistencia del concreto, ya habiendo terminado el proceso de moldeo de las muestras se deberá de colocar en un lugar que la lluvia no la alcance, después de 24 horas se procederá a desencofrar las muestras del molde cilíndrico, para ser sometidas al curado acelerado mediante el curado acelerado, se deberá de sumergir a las probetas dentro de un tanque de agua hirviendo, para tener un mejor control de temperatura usaremos un equipo llamado pirómetro que se usará para hacer seguimiento, una vez el agua se encuentre en estado de ebullición (hirviendo) se deberá de sumergir las probetas de concreto,, para esto se deberá de contar con equipos de seguridad necesarios, para realizar este ensayo, ya que se estará trabajando con agua hirviendo, los equipos necesarios y básicos son caso, lentes, botas, guantes y chaleco de seguridad, usaremos alambre N°8 para hacerle una canastilla con aza para sujetar desde arriba e introducir las probetas al agua hirviendo, cabe resaltar para la comparación de resultados a la compresión, presentare una equivalencia de edades en días y horas para la obtención de la resistencia:

- ✓ 7 días = 3.5 h sumergida en agua hirviendo
- ✓ 14 días = 7 h sumergida en agua hirviendo
- ✓ 28 días = 12 h sumergida en agua hirviendo

Cabe resaltar que las probetas se deberán de separar entre ellas mínimo con un espacio de 10 cm entre probetas.

Después de cada edad correspondiente, se deberá de sacar la probeta del tanque o recipiente para ser secada durante un plazo de 1 hora, para luego ser sometida al ensayo a la compresión para obtener las resistencias

Método autógeno "C": Para este método de curado acelerado, una vez obtenido el moldeado se procederá a cubrir el molde con una placa metálica o también se puede tapar con capa de sellado hermético, además se deberá de cubrir todo el molde con una bolsa, puede ser con una de cemento o una bolsa que tengo peso, pero asegurándonos que quitarle todo el aire atrapado, para posteriormente colocarlos en el contenedor, cabe resaltar que en este contenedor como máximo solo se pueden colocar hasta 2 probetas, el cual en el transcurso del ensayo se deberá de estar dando seguimiento a la temperatura que los aislantes térmicos producen calor, se recomienda que aproximadamente 15 minutos antes de introducir las probetas de concreto al contenedor se deberá de reiniciar las medida de la temperatura en el termómetro de máximas y mínimas. Una vez pasada las 48h se deberá de abrir la tapa o sello para sacar las probetas del contenedor y colocarlas en un lugar seguro para proceder a desencofrar el molde y obtener las probetas para luego ser llevadas al laboratorio y ser ensayadas.

Método de calor y presión "D": En este método de curado es muy particular, ya que es muy exquisito, por ejemplo los moldes a usar para el moldeado de la muestra son de dimensiones de 75mmx150mm el cual se debe de sellar los tapones antes del llenado de concreto, otra características que posee y para mí como investigador es una desventaja es que solo se puede usar con agregados de dimensiones máximas de 25mm, en lo personal pienso que todos los concretos deberían ser usados para obtener resultados rápidos, pero este caso no lo es, por eso solo es especial.

Una vez terminado el moldeado se procederá a colocar las probetas dentro del contenedor y a comenzar a configurar la temperatura y la presión. El proceso de curado dura un total de 5h, pero durante las primeras 3 horas se deberán de mantener la temperatura en 150 °C, una vez pasada las 3 horas de curado se procederá a apagar el calentador y se deberá de mantener la presión en 10.3 MPa por lo que resta del curado. Una vez finalizado el tiempo de curado se procederá a

liberar la presión, se remueven los moldes del contenedor y se procede a desencofrar los especímenes, para pronto ensayo de resistencia a la compresión.

Método de curado estándar: Es el método de curado más usado en obra o laboratorio, si es que no se necesitan saber los resultados de manera rápida, o quizás por el factor económico, este método de curado consiste en realizar una buena dosificación y curado, es decir el ingeniero deberá de realizar un buen procedimiento de moldeo, viendo la consistencia del concreto mediante el slump, para luego obtener las probetas, pasadas 24 horas del vaciado se deberá de desencofrar los moldes, para extraer las probetas y sumergirlas al agua, cabe resaltar que este método se necesita tener un contenedor, puede ser de albañilería, usando ladrillo y un buen tartajeó, las edades más comunes para romper las probetas son de 7,14,21 y 28 días respectivamente, recordando que a los 28 días es el 100% de su resistencia inicial del concreto, además cabe resaltar que para una buena obtención de resultados se debe de considerar el transporte de las probetas, es recomendable si te encuentras en obra debes de construir cajas de madera para la colocación de las probetas según las dimensiones de estas.

Para el transporte de las probetas se debe de considerar la distancia de la obra al laboratorio y tráfico, ya que las probetas de concreto deberán de estar con Tecnopor para amoldar las paredes de la caja y estas no se choquen entre sí y puedan originar alguna rotura mínima y esto pueda afectar la confiabilidad de los resultados, ya que si las probetas se golpean entre sí o con algo rígido o se caen pierden su resistencia, por ende cuando le apliquen una carga rápidamente se debilitara y llegará a su máxima capacidad de resistencia.

Ventajas del método "B" respecto a los otros métodos de curado: Las ventajas que nos brinda el método de curado acelerado, el método "B" respecto a los demás curados es que lo obtendremos los resultados de manera más rápida, respecto al método "A", "C", y "D". A continuación, detallare los las ventajas del método B.

Si comparamos el método B con el método A, la ventaja es que es el método B tiene una duración mucho menor al método "A", es por eso que en ambos ensayos deberemos de contar con ayuda profesional, recordemos que el método A por agua caliente tiene una duración de 24 h, es por eso que en comparación del método "B" (agua hirviendo), el método "B" nos será más fácil, ya que solo dura 3.5 horas. (Mjid 2001, Malhotra 1981).

La única ventaja del acelerado por agua hirviendo "B" respecto al método "C", es que el tiempo de curado es menor al método de curado acelerado "C", recordemos que el método por agua hirviendo es de 3.5 horas y el del método por calor de hidratación es de 48 horas, resaltando que solo es tiempo de curado.

Por último, la ventaja que tiene el método de curado acelerado "B", respecto al método "D", es que para este último, necesitaremos implementar más cosas, ya que recordemos que el método "D" trabaja a presión y calor, es por eso que la implementación de todos estos materiales y los tanques son un poco más difíciles de conseguir, tanto en tiempo, como en costo, es por eso que el método de agua hirviendo sale mucho menos costoso y es más simple de realizarse.

Cabe resaltar que el método de curado acelerado por el uso de agua hirviendo se viene realizando en distintos países del mundo, como por ejemplo: Italia y China , quienes son fabricantes de la maquina o tanque de agua para sumergir las probetas, es por eso que el ingenio peruano para fabricar nuestros propios tanque, que satisfagan los requerimientos indicados en la NTP 339.213, además nos sale mucho más barato e igual de eficiente y confiable, ya que comprar estas máquinas de dichos países nos saldría un precio altísimo que rondarían desde los 1000\$ hasta 1800\$.

Importancia del curado en obra: Como todos sabemos en obra algo muy importante es el tiempo en la cual se ejecuta, además de ser el concreto el material más usado para cualquier tipo de obra, ya sea en sus diferentes ramas de la ingeniería civil, estas pueden ser obras viales, estructurales o hidráulica. Por esto como futuro ingeniero civil me es necesario de realizar y demostrar de manera práctica que la implementar y difundir este tipo de curado acelerado es muy viable, ya que es muy necesario para ahorrar tiempo; ya que para el ingeniero el tiempo es igual a dinero. Actualmente ya sea en construcciones de menor hasta de gran magnitud el concreto viene siendo el material más usado y preferido de los ingenieros, ya que, gracias a sus diferentes propiedades físicas y mecánicas y su gran trabajabilidad, la cual nos permite adaptarla a cualquier forma, o a una forma a la cual nosotros necesitaremos en obra. Hoy en día a las probetas no se le toma la importancia debida, a pesar que estas muestras son lo único lo cual, yo como ingeniero constructor puedo defenderme o avalar que mi trabajo está bien hecho, según las indicaciones del plano. Para esto, en el año 2007 se realiza la primera

publicación de la norma NTP 339.213 que trata del curado acelerado, pero esta no se viene aplicando hasta recién la última actualización que fue en el año 2015. Actualmente pocos laboratorios tienen las máquinas para realizar dichos ensayos de curado acelerado, pero lo bueno es que hay. Por eso es importante realizar este tipo de curado, ya que nos permitiría saber en mucho menor tiempo (solo horas) la resistencia a la compresión del material vaciado un día antes, este método curado sirve para cualquier tipo de elemento estructural y para cualquier valor de $f'c$, es por eso que en el presente trabajo de investigación se quiere demostrar y a la vez difundir este tipo de curado acelerado para no esperar a los 7 días recién saber si estamos en lo correcto o no. Con este método podremos realizar las correcciones necesarias rápidamente y poder seguir con la producción de manera más rápida y confiable en obra. El método por agua hirviendo consiste en sumergir las probetas de concreto a una maquina o tanque de curado, este tanque se puede construir con material metálico o también se puede realizar con una cocina industrial y un olla, para sumergir las probetas al agua hirviendo, controlando la temperatura mediante un pirómetro, cabe recalcar que la temperatura no debe de bajar de 100°C y como mínimo las probetas deberán de estar sumergidas durante un lapso de 3.5 horas hirviendo, para esto es muy importante cumplir con todos los requerimientos que nos especifica los requerimientos para que las probetas salgan en buen estado y lista para la rotura. Una vez cumplido con esto recién se puede realizar el ensayo o método de curado acelerado. Una vez la probeta sea extraída de la olla o tanque de curado se tendrá que poner las muestras a secar durante 1 hora para ser posteriormente ser ensayadas mediante la resistencia a la compresión para así determinar cuánto puede resistir esa muestra o concreto. Si se desea practicar este método de curado acelerado para probetas de más edad es el mismo procedimiento, lo único que va a variar sería el tiempo en el cual las probetas serán sumergidas en el agua en estado de ebullición, para probetas de 28 días de edad, las probetas deberán ser sumergidas durante 12 horas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque: Es la manera o camino por la cual el investigador llegará a una respuesta, cabe resaltar que esta respuesta debe de ser cuantitativa, es decir, se deberá de obtener un número, para luego analizar si esta correcto o no, de acuerdo a lo que el investigador desee hallar. (Bonilla y Rodríguez, 1997: 83).

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo ya que se va a cuantificar algo, es decir, vamos a tener como resultado un número que será calculado o medido mediante un ensayo, en este caso ensayo de compresión a la resistencia y ensayos a los agregados como granulometría, además de calcular el diseño para un concreto de 210 y 280 kg/cm².

Diseño: Afirma que es el conjunto de procedimientos para poder llegar a la respuesta de manera concreta, para esto se deberá de utilizar un método de recolección de datos. (Kerlinger, 2002)

Por tal motivo, el presente informe es de diseño experimental, ya que la variable independiente (Métodos de curado estándar y acelerado) influye sobre la variable dependiente (probetas de concreto), es decir la variable dependiente tiene otro comportamiento, un ejemplo claro es de los 2 tipos de curado, para cada tipo se obtendrá otro comportamiento.

Asimismo, el presente informe es cuasi -experimental, pues se manipulará la variable independiente y la variable dependiente tendrá otro comportamiento.

Tipos: La investigación aplicada es también llamada "investigación práctica o empírica", pues se enfocó en la aplicación de los conocimientos/ experiencias adquiridas en un proceso de investigación. (Murillo, 2008).

Por lo tanto, la presente investigación será aplicada, ya que gracias a los datos o procedimientos reflejados en la norma podremos obtener un resultado, pasando por un proceso o practica para la elaboración de probetas de concreto, para finalmente tener como respuesta los resultados de la resistencia de los especímenes mediante los métodos de curado convencional y método de agua hirviendo, este trabajo servirá para futuras investigaciones, ya que se proporcionara paso a paso cada procedimiento para la elaboración de los curados.

Nivel: Responder los porqués del objeto que se investiga. Además, describir la explicación del comportamiento de las variables. (Behar, 2008, p.21)

Por lo tanto, el presente proyecto de investigación es de nivel explicativa pues se tratará de responder o encontrar una respuesta al objeto a estudiar.

3.2 Variables y operalización

Variables

Las variables que se sitúan en la presente investigación son:

- ✓ Variable Independiente: Métodos de curado estándar y acelerado
- ✓ Variable Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2

Variable independiente: métodos de curado estándar y acelerado

Nos dice que la variable independiente es aquel que el autor puede usar a propia voluntad para así saber si las modificaciones en estas provocan cambios o no en la variable dependiente. (Pino ,2010)

Variable dependiente: Propiedades mecánicas en concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2

Nos dice que es la variable de estudio, además que se puede medir y a su vez describe el problema que se está estudiando, pero siempre necesitará de la variable independiente, pero se verá condicionado. (Guzmán, Reyes ,2013).

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Para la siguiente investigación que consta en comparar los 02 diseños de concretos mediante el ensayo de curado acelerado en probetas de concreto, por tal razón definimos que la población es infinita, ya que no se cuantifica sino se analiza mediante la norma la cantidad de probetas.

Muestra: La muestra del presente estudio son los ensayos de ruptura de probetas que se tienen que realizar según la norma NTP 339.034 donde nos indica que se tiene que realizar 3 muestras por cada diseño de concreto, así se obtuvo un total de 36 probetas.

Tabla N°6: Resumen de muestras totales

Curado Estándar	Días / Horas de curados		
	7 días	14 días	28 días
210 kg/cm ²	3 muestras	3 muestras	3 muestras
280 kg/cm ²	3 muestras	3 muestras	3 muestras
Curado Acelerado	3.5 horas	7 horas	12 horas
210 kg/cm ²	3 muestras	3 muestras	3 muestras
280 kg/cm ²	3 muestras	3 muestras	3 muestras
Total, de muestras			36 muestras

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: El presente trabajo de investigación es de carácter No probabilístico porque el número de muestras se obtiene por la norma NTP 339.034.

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica: El autor nos dice que “las técnicas en investigaciones son recursos o configuraciones exclusivos por conseguir resultados o indagaciones. Estas técnicas son especiales de normas, por lo que trabaja complementando una investigación con fines detallados y precisos” (Arias, 2012, p. 67).

Entonces para la presente investigación se empleará como técnica la observación experimental, ya que se hará una recolección de datos, y es la que más se asienta para este tipo de investigación.

Instrumentos de recolección de datos: “Los instrumentos son los medios que se emplean para obtener y almacenar la información”(Arias, 1999),”

Por lo tanto, en la presente investigación se emplearán los siguientes instrumentos:

- ✓ Fichas de recolección de datos
- ✓ Norma técnica peruana 339.213 (curado acelerado)
- ✓ Norma técnica peruana 339-034
- ✓ Microsoft Excel como herramienta computacional para recolectar datos

Validez: Los autores nos dicen que la autenticidad, en conclusiones genéricas, hace mención al nivel en que el instrumento cuantifica y califica la variable como es realmente. La validez en instrumentos para calificar se analiza sobre el principio de diversos modelos de certeza. (Fernández, Baptista y Hernández, 2003)

Por lo tanto, la presente investigación, será válida, ya que se va a realizar todos los ensayos necesarios en un laboratorio certificado, con máquinas apropiadas para la obtención de un número y se sustentará con certificados de los ensayos utilizados en determinado laboratorio.

Confiabilidad: Nos dicen que la confiabilidad de un instrumento de cuantificación se relaciona al nivel en que la práctica repetitiva del mismo objeto o individuo genera efectos similares. (Fernández, Hernández y Baptista, 2002, p 12)

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación será confiable ya que se presentarán fichas de calibración de los equipos que se utilizarán durante la realización de los ensayos, como la prensa hidráulica la cual sirve para aplicarle una carga a la probeta y esta haga que se produzca una fisura.

3.5 Procedimientos

- 1.- Elaborar fichas de recolección de datos.
- 2.- Acopiar los agregados a usar arena gruesa, piedra chancada de 1/2".
- 3.- Ensayo granulométrico, peso específico, contenido de humedad de los agregados.
- 4.- Elaborar diseños de mezclas (210 kg/cm² y 280 kg/cm²), según el método ACI 211.1
- 5.- Medir la trabajabilidad del concreto mediante el ensayo del cono de Abrams.
- 6.- Moldear las probetas en encofrado de dimensiones 15x30 cm, previamente haber dado los 25 golpes alrededor y en 3 capas. Serán un total de 36 probetas a moldear tanto para curado estándar y acelerado.
- 7.- Desencofrar las probetas pasadas 24 horas del vaciado.
- 8.- Colocar las probetas en una poza con agua durante 7, 14 y 28 días para luego ser ensayo en laboratorio. (Curado estándar).
- 9.- Someter las probetas durante un lapso de 3.5 7 y 12 horas en agua hirviendo para obtención de la resistencia temprana del concreto. (Curado Acelerado)
- 10.- Dejar secar las probetas por un lapso de 1 hora.
- 11.- Ensayar las probetas mediante el ensayo de resistencia a la compresión.
- 12.- Llenar las fichas de recolección de datos de obtención de la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad (curado estándar) y 3.5, 7 y 12 horas (Curado acelerado).

3.6 Método de análisis de datos

Procesamiento de datos se procederá a analizar los datos recolectados mediante los ensayos, los cuales están regulados por las fichas e instrumentos confiables que serán aplicadas a los agregados para obtener el concreto para las resistencias de 210 kg/cm² y 280 Kg/cm² de especímenes de concreto por profesionales capacitados. Los resultados que obtendremos mediante el ensayo a la compresión con los dos tipos de curado, serán registrados en una tabla, para eso usaremos el

programa Microsoft Office Excel para tener un mejor control de las diferentes resistencia y resultados de los agregados para posterior comparación. A continuación, se mencionará los ensayos de los cuales obtendré parámetros más importantes.

- ✓ Diseño de concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2
- ✓ Curado estándar a probetas de 7, 14 y 28 días de edad
- ✓ Curado acelerado a probetas
- ✓ Ensayo de rotura de concreto

3.7 Aspectos éticos

La recolección de datos e información del presente proyecto de investigación se realiza con total transparencia, honestidad y responsabilidad del caso, ya que se obtendrá de un laboratorio certificado, tanto en calidad y seguridad, además de no manipular los datos que se obtengan en los diferentes ensayos. Además, el presente trabajo de investigación se basa netamente en la confiabilidad del estudio, también la validez de la información a recolectar ya que se demostrará de manera concreta mediante certificados la validez de las pruebas a realizar al concreto.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio de las propiedades físicas de los agregados

En el presente informe de investigación se extrajo la arena fina y piedra chancada de 1/2" de la cantera Trapiche- Puente Piedra. A continuación, se mostrará el estudio de las propiedades físicas de los agregados, información que nos sirvió para la elaboración de los testigos de concreto.

4.1.1 Agregado Fino

Se usó una porción del agregado para realizar los principales ensayos como: granulometría, contenido de humedad, módulo de fineza, equivalente de arena, peso específico, absorción, peso unitario seco y compactado.

4.1.2 Granulometría

Para la granulometría del agregado fino se obtuvieron los pesos retenidos en la malla 1/2" hasta la malla N°100.

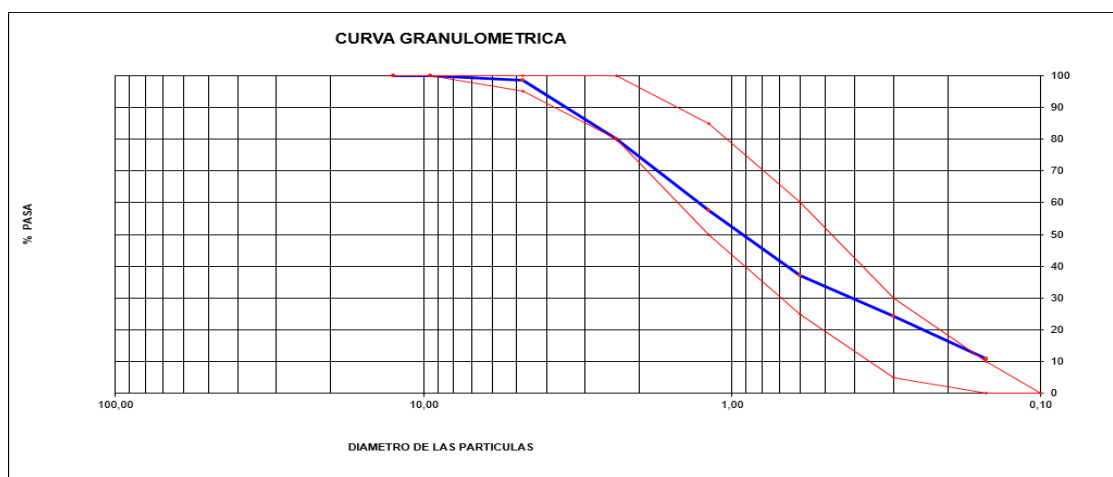
Tabla N°7: Granulometría del agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO						
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.5	0	0	0	100	
3/8"	9.5	0	0	0	100	100
N°4	4.76	8.5	1.4	1.4	98.6	95 - 100
N°8	2.38	115.2	18.6	20	80	80 - 100
N.º 16	1.19	138.8	22.4	42.4	57.6	50 - 85
N.º 30	0.6	127.2	20.6	63	37	25 - 60
N.º 50	0.3	78.9	12.8	75.8	24.2	05 - 30
N.º 100	0.15	81.5	13.2	89	11	0 - 10
FONDO		68.3	11	100	0	0 - 0

Fuente: Elaboración Propia

Los límites del agregado fino y la curva granulométrica del agregado fino se pueden ver en la figura 2.

Figura 2: Curva Granulométrica del agregado fino



4.1.3 Contenido de Humedad

Como bien lo expresa su nombre, este ensayo busca determinar la masa contenida en el agregado, que generalmente se expresa en %. En la tabla N° 8 se mostrarán los resultados.

Tabla N° 8: Contenido de Humedad

Número de muestra	A. FINO
Método de Ensayo	B
Tara N°	N1
Peso de tara (gr.)	289.68
Tara + m. húmeda (gr.)	915.98
Tara + m. seca (gr.)	908.08

Número de muestra	M1
Profundidad (m.)	-
Método de reporte	B
Peso del suelo seco (gr.)	618.4
Peso del agua (gr.)	7.9
Contenido de humedad (%)	1.3

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Peso específico y absorción

El peso específico y absorción de los agregados permite el cálculo del volumen ocupado por el agregado en mezclas y la variación de la masa debido al agua contenida dentro de sus poros. Los resultados cumplen una función fundamental de ayudar en la corrección de los diseños de mezclas.

Tabla N°9: Peso específico y absorción

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	982.1	982.9	982.5
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.2	671.4	671.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.9	311.5	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	664.9	665.2	665.05
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171.2	171.7	171.45
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	493.7	493.5	493.6
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.7	497.7	497.7
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))		g/cc	2.64	2.65	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cc	2.68	2.69	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W) - (500-A)])		g/cc	2.74	2.75	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]		%	1.3	1.3	1.3

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 Peso unitario suelto y compactado

Mediante este ensayo se logra obtener el peso unitario suelto y el peso unitario compactado. Dichos valores son muy importantes para realizar el diseño de mezclas.

Tabla N° 10: Peso unitario suelto

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6492	6488	6496
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4129	4125	4133
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.496	1.495	1.497
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.496		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11: Peso unitario compactado

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7312	7298	7304
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4949	4935	4941
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.793	1.788	1.79
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.79		

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Agregado Grueso

Para la obtención de las propiedades físicas del agregado grueso, se sometió una porción de esta a los principales ensayos tales como: granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción, y peso unitario seco y compactado.

4.2.1 Granulometría

Para la granulometría del agregado fino se obtuvieron los pesos retenidos en las mallas de 2" hasta la malla 16.

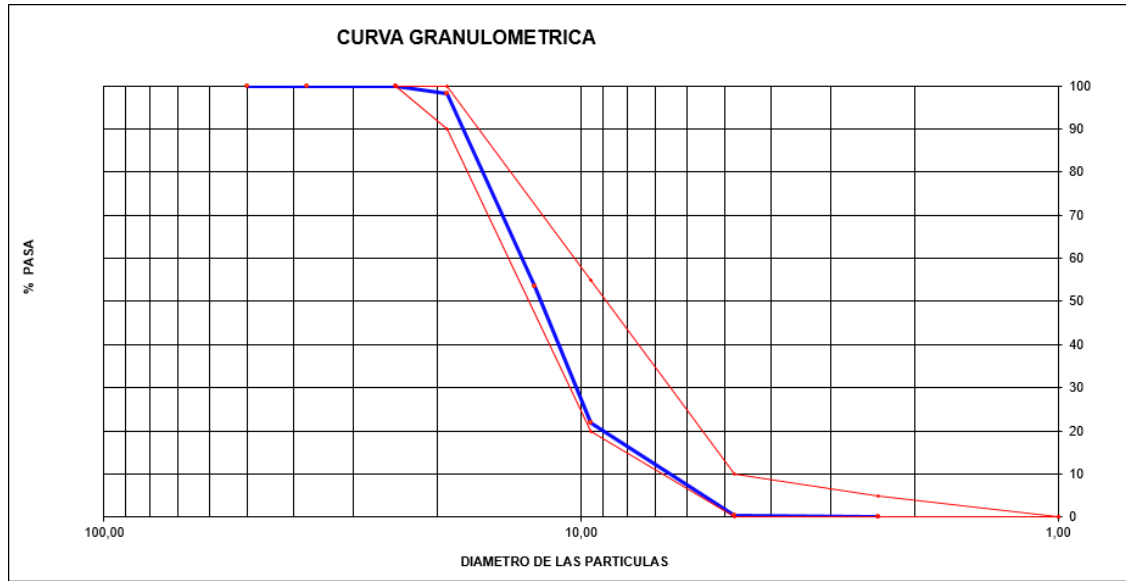
Tabla N° 12: Granulometría del agregado grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO						
MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	HUSO # 67
2"	50	0	0	0	100	
1 1/2"	37.5	0	0	0	100	
1"	24.5	0	0	0	100	100
3/4"	19.05	73	1.7	1.7	98.3	90 - 100
1/2"	12.5	1,917.00	44.8	46.5	53.5	---
3/8"	9.53	1,356.00	31.7	78.2	21.8	20 - 55
N° 4	4.76	920	21.5	99.7	0.3	0 - 10
N° 8	2.38	8	0.2	99.9	0.1	0 - 5
N° 16	1.18	0	0	100	0	
FONDO		2	0			

Fuente: Elaboración Propia

Los límites del agregado fino y la curva granulométrica del agregado grueso se muestran en la figura 3.

Figura 3: Curva Granulométrica del agregado grueso



4.2.2 Contenido de Humedad

Al igual que el agregado fino, este ensayo elaborado en el laboratorio busca determinar el contenido de masa de agua atrapada en el agregado grueso.

Tabla N° 13: Contenido de Humedad del agregado grueso

Número de muestra	A. GRUESO
Método de Ensayo	B
Tara N°	B2
Peso de tara (gr.)	625.1
Tara + m. húmeda (gr.)	4907.1
Tara + m. seca (gr.)	4901.1

Número de muestra	M2
Profundidad (m.)	-
Método de reporte	B
Peso del suelo seco (gr.)	4276
Peso del agua (gr.)	6
Contenido de humedad (%)	0.1

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 Peso específico y absorción

Se realizó el ensayo de peso específico y absorción en el agregado grueso.

Los resultados obtenidos para el agregado grueso se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14: Peso específico y absorción

MUESTRA N. ^a			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A g	1528	1575	1551.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B g	2425	2502	2463.5
3	Peso muestra Seco	C g	2396	2473	2434.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.7	2.7	2.7
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.67	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.76	2.75	2.76
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.2	1.2	1.2

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 Peso unitario suelto y compactado

De la misma manera se realizó el ensayo que permitió obtener los valores del peso unitario seco y peso unitario compactado, necesarios para el diseño de mezclas.

Tabla 15: Peso unitario suelto

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30723	30776	30708
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20923	20976	20908
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.5	1.504	1.499
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO			g/cc	1.501	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Peso unitario compactado

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32544	32431	32509
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22744	22631	22709
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.63	1.622	1.628
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO			g/cc	1.627	

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Diseño de mezcla

En el presente informe de investigación se llevará a cabo 02 diseños de mezclas con el método ACI 211, los diseños son: 210kg/cm² y 280kg/cm². Para eso continuación se explicará paso a paso el diseño de mezcla.

4.3.1 Diseño para un f'c= 210kg/cm²

Paso 01: Cálculo de f'c requerida.

De acuerdo a la resistencia nos apoyaremos con la tabla N° 17.

Tabla 17: Resistencia a la compresión promedio

f'c	f'cr
Menos de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+84
Sobre 350	f'c+98

Fuente: Comité ACI 211

Nuestro f'c se encuentra en la segunda fila, por lo tanto, al diseño 210 se le sumará + 84, es decir:

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 02: Cálculo de contenido de aire atrapado

Para determinar el aire atrapado nos apoyaremos en la tabla N°18.

Tabla N° 18: Contenido de atrapado

TN máx.	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2%
1"	1.5%
1 1/2"	1%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Comité AC1 211

Teniendo como resultado:

$$\text{Aire} = 2\% \quad \text{Vol. Aire} = 0.02\text{m}^3$$

Paso 03: Determinación del agua de mezclado

Para determinar el agua de mezclado se hará uso de la tabla N° 19. Cabe recalcar que el asentamiento o slump fue de 4”.

Tabla N° 19: Volumen unitario del agua

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO								
SIN AIRE INCORPORADO								
Slump	3/8"	1/2"	3/4"	1 "	1 1/2"	2"	3"	6"
1_2	207	199	190	179	166	154	130	113
3_4	228	216	205	193	181	169	143	124
6_7	243	228	216	202	190	178	160	

Fuente: Comité ACI 211

Como resultado obtenido:

$$\text{Agua} = 205 \text{ l/m}^3 \quad \text{Vol. Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

Paso 04: Relación agua -cemento (a/c)

Para determinar la relación agua – cemento se deberá usar la tabla N° 20.

Tabla N°20: Relación agua cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	1	2
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Comité ACI 211

Ya que no encontramos nuestro valor, se procederá a interpolar para poder hallar nuestra relación agua- cemento.

$$a/c = 0.558$$

Paso 05: Calculo del contenido de cemento

Mediante una pequeña ecuación se podrá calcular el contenido de cemento por lo tanto tendremos:

$$\text{Cemento} = \text{Agua} (a/c) = 448.029 \text{ kg} \quad \text{Vol. Cemento} = 0.142 \text{ m}^3$$

Paso 06: Calculo del peso del agregado grueso

Se usará la tabla N°21. para determinar el peso del agregado grueso.

Tabla N° 21: Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

T.N máx. del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.532
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
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: Comité ACI 211

Nuevamente se tendrá que interpolar, para poder hallar el peso del agregado grueso, obteniendo:

$$b/b_o = 0.608$$

Con esta relación se puede calcular la cantidad del agregado grueso.

$$\text{Peso} = 989.216 \text{ Kg} \quad \text{Vol. A. grueso} = 0.370 \text{ m}^3$$

Paso 07: Cálculo del peso del agregado fino

Ya que se conoce la cantidad del agregado grueso, podremos obtener la cantidad de agregado fino.

$$\text{Peso} = 696.95 \text{ Kg} \quad \text{Vol. A. fino} = 0.263 \text{ m}^3$$

Paso 08: Corrección del peso de los agregados por humedad

A continuación, se realizará la corrección del peso de los agregados por la humedad contenida.

Teniendo como resultado lo siguiente:

- A. grueso = 990.205 kg
- A. fino = 705.40 kg

Paso 09: Corrección por aporte de agua

Se determinó el aporte de agua en los agregados para la mezcla.

C. grueso = +10.88 litros

C. fino = +0.697 litros

Agua total = 205 litros

Paso 10: Resumen final del diseño

Finalmente, se mostrarán en la tabla N° 22 las cantidades de materiales a utilizar expresadas en peso, las cuales serán requeridas para la elaboración de del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 22: Proporción para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Proporción en peso
Cemento	448.029 kg = 1.00
Agregado fino	705.45 kg = 1.57
Agregado grueso	990.205 kg = 2.21
Agua	215.18 litros = 20.4 lt

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Diseño para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Paso 01: Cálculo de $f'c$ requerida

$$F'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

Paso 02: Calculo de contenido de aire atrapado

$$\text{Aire} = 2\% \quad \text{V. Aire} = 0.02 \text{ m}^3$$

Paso 03: Determinación del agua de mezclado

$$\text{Agua} = 205 \text{ lt/m}^3 \quad \text{V. Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

Paso 04: Relación agua -cemento (a/c)

Calculo hallado mediante la interpolación

$$a/c = 0.466$$

Paso 05: Calculo del contenido de cemento

$$\text{Cemento} = \text{agua (a/c)} = 439.914 \text{ kg} \quad \text{Vol. Cemento} = 0.140 \text{ m}^3$$

Paso 06: Calculo del peso del agregado grueso

$$b/b_0 = 0.608$$

Cantidad del agregado grueso

$$\text{Peso} = 989.216 \text{ kg} \quad \text{Vol. A. grueso} = 0.379 \text{ m}^3$$

Paso 07: Cálculo del peso del agregado fino

$$\text{Peso} = 678.4 \text{ kg} \quad \text{Vol. A. fino} = 0.256 \text{ m}^3$$

Paso 08: Corrección del peso de los agregados por humedad

- A. grueso = 990.205 kg
- A. fino = 686.676 kg

Paso 09: Corrección por aporte de agua

$$C. \text{ grueso} = 0.678 \text{ lt}$$

$$C. \text{ fino} = 10.88 \text{ lt}$$

$$\text{Agua total} = 216.56 \text{ lt}$$

Paso 10: Resumen final del diseño

Finalmente, se mostrarán en la tabla N° 23 las cantidades de materiales a utilizar expresadas en peso, las cuales serán requeridas para la elaboración de del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla N° 23: Proporción para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Proporción en peso
Cemento	439.914 kg = 1.00
Agregado fino	686.676 kg = 1.56
Agregado grueso	990.205 kg = 1.44
Agua	216.56 litros = 21lt

Fuente: Elaboración propia

4.4 Ensayo de resistencia a la compresión

En el presente trabajo de investigación, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión a testigos de concreto en un laboratorio particular llamado MTL GEOTECNIA SAC, los diseños empleados en este informe fueron $f'c$ 210 y 280 kg/cm^2 bajo 02 tipos de curado, los cuales fueron el curado estándar y acelerado.

4.4.1 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión usando el método de curado estándar para los $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2

Se aprecian los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión a las 18 probetas de concreto, mediante el método de curado estándar.

Tabla 24: Resultados de resistencia a la compresión $f'c = 210$ a los 7 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM ²	KG	KG/CM ²	KG/CM ²
CURADO ESTANDAR F'C= 210 KG/CM2					
7	15.1	179.1	31611.1	176.5	178.8
	15.1	179.1	32166.3	179.6	
	15	176.7	31859	180.3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a los 14 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ESTANDAR F'C= 210 KG/CM2					
14	15	176.7	38524	218	217.1
	15	176.7	38211	216.2	
	15	176.7	38369	217.1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a los 28 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ESTANDAR F'C= 210 KG/CM2					
28	15	176.7	44621	252.5	251.3
	15	176.7	44287	250.6	
	15	176.7	44321	250.8	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 7 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ESTANDAR F'C= 280 KG/CM2					
7	15	176.7	42443.3	240.2	240.2
	15	176.7	42726	241.8	
	15.1	179.1	42715.3	238.5	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 14 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ESTANDAR F'C= 280 KG/CM2					
14	15.1	179.1	50217	280.4	282
	15.1	179.1	50415	281.5	
	15	176.7	50204	284.1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a los 28 días

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
DÍAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ESTANDAR F'C= 280 KG/CM2					
28	15.1	179.1	56841	317.4	316.5
	15.1	179.1	56325	314.5	
	15.1	179.1	56902	317.7	

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Resultados de ensayo de resistencia a la compresión usando el método de curado acelerado para los $f'c= 210$ y 280 kg/cm²

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión a las 18 probetas de concreto, mediante el método de curado acelerado se detallan a continuación:

Tabla 30: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 3.5 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 210 KG/CM2					
3.5	15.1	179.1	33900	189.3	190.3
	15	176.7	33663.2	190.5	
	15.1	179.1	34243.9	191.2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 7 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 210 KG/CM2					
7	15	176.7	42012	237.7	237.4
	15.1	179.1	42029	234.7	
	15	176.7	42368	239.8	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=210$ a las 12 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 210 KG/CM2					
12	15	176.7	45698	258.6	260.1
	15	176.7	46214	261.5	
	15	176.7	45968	260.1	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 3.5 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 280 KG/CM2					
3.5	15.1	179.1	45563	254.4	254.3
	15	176.7	45270.5	256.2	
	15.1	179.1	45186.9	252.3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 7 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 280 KG/CM2					
7	15	176.7	53958	305.3	305.8
	15	176.7	54029	305.7	
	15	176.7	54142	306.4	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Resultados de resistencia a la compresión $f'c=280$ a las 12 horas

EDAD	DIÁMETRO	ÁREA	CARGA MÁXIMA	RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO
HORAS	CM	CM2	KG	KG/CM2	KG/CM2
CURADO ACELERADO F'C= 280 KG/CM2					
12	15.1	179.1	58051	324.2	327.3
	15	176.7	58269	329.7	
	15	176.7	57964	328	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se mostrará la tabla N° 36 donde indica todas las resistencias obtenidas con el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 36: Resumen comparativo de resistencia a la compresión

PROBETA DE CONCRETO CURADO POR METODO DE:	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm ²)	DIAS DE CURADO		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CURADO ESTANDAR	210 KG/CM2	176.5	218	252.5
		179.6	216.2	250.6
		180.3	217.1	250.8
CURADO ESTANDAR	280 KG/CM2	240.2	280.4	317.4
		241.8	281.5	314.5
		238.5	284.1	317.7
PROBETA DE CONCRETO CURADO POR METODO DE:	RESISTENCIA DE DISEÑO	HORAS DE CURADO		
		3.5 HORAS	7 HORAS	12 HORAS
CURADO ACELERADO	210 KG/CM2	189.3	237.7	258.6
		190.5	234.7	261.5
		191.2	239.8	260.1
CURADO ACELERADO	280 KG/CM2	254.4	305.3	324.2
		256.2	305.7	329.7
		252.3	306.4	328

Fuente: Elaboración Propia

Se procederá a hacer gráficos de comparación de las resistencias obtenidas, es decir, se hará un versus de curado estándar vs el curado acelerado a distintas edades.

Figura 4: Curado estándar (7 días) vs Curado acelerado (3.5 horas) $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

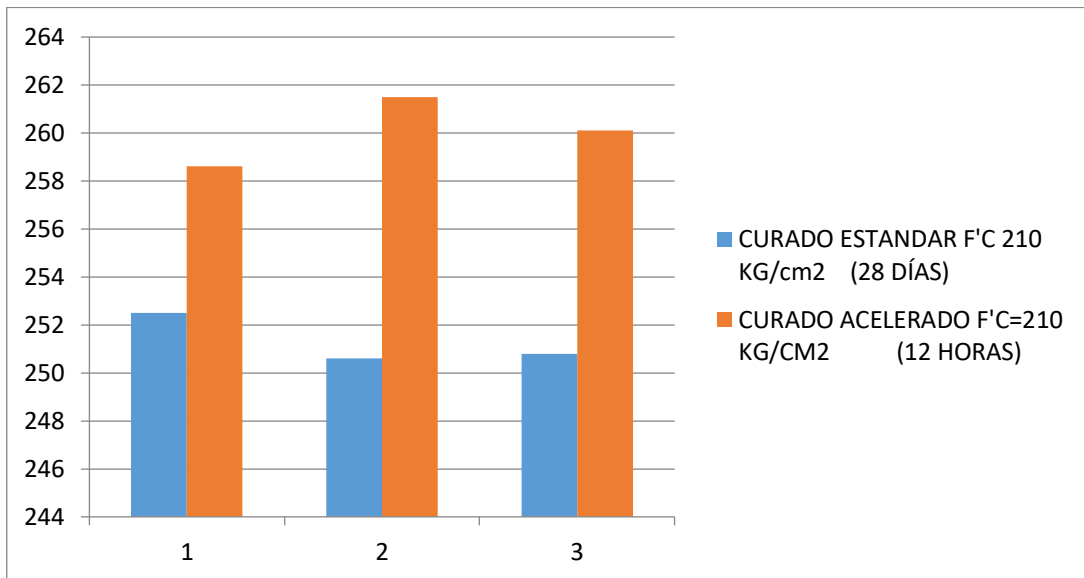
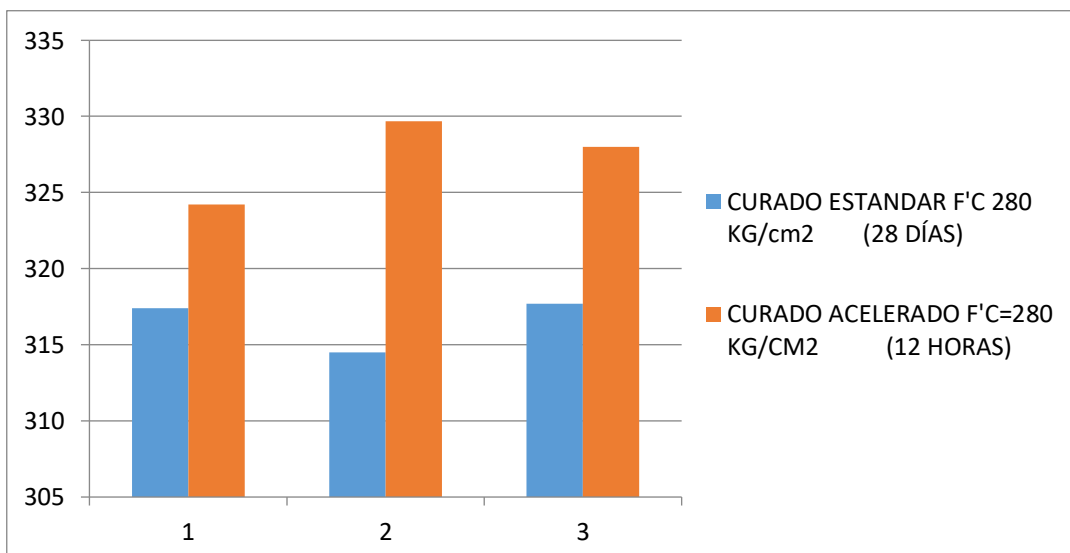


Figura 5: Curado estándar (7 días) vs Curado acelerado (3.5 horas) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$



Se puede observar que, en ambos casos, el curado acelerado en tan solo 3.5 horas obtuvo mayor resistencia a la compresión que el típico curado estándar.

Figura 6: Curado estándar (14 días) vs Curado acelerado (7 horas) $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

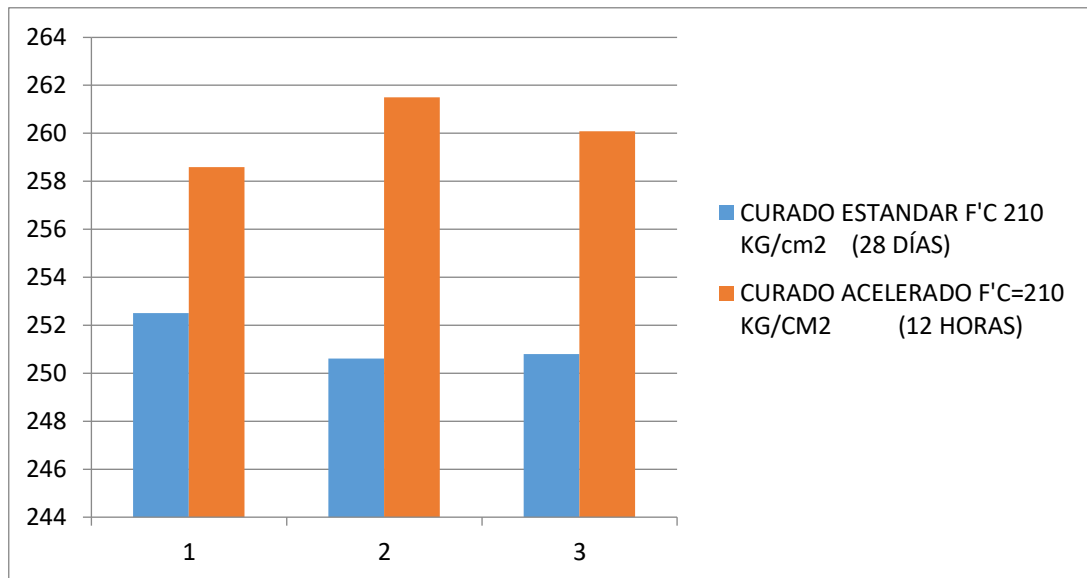
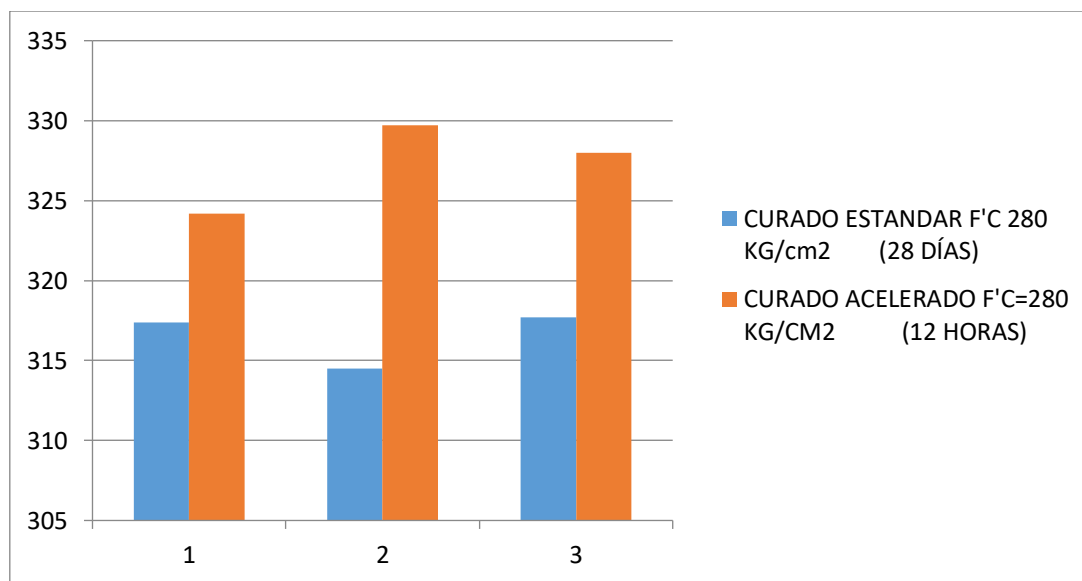


Figura 7: Curado estándar (14 días) vs Curado acelerado (7 horas) $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$



Se puede observar que, en ambos casos, el curado acelerado en 7 horas obtuvo mayor resistencia a la compresión que el típico curado estándar en 14 días.

Figura 8: Curado estándar (28 días) vs Curado acelerado (12 horas) f'c= 210 kg/cm2

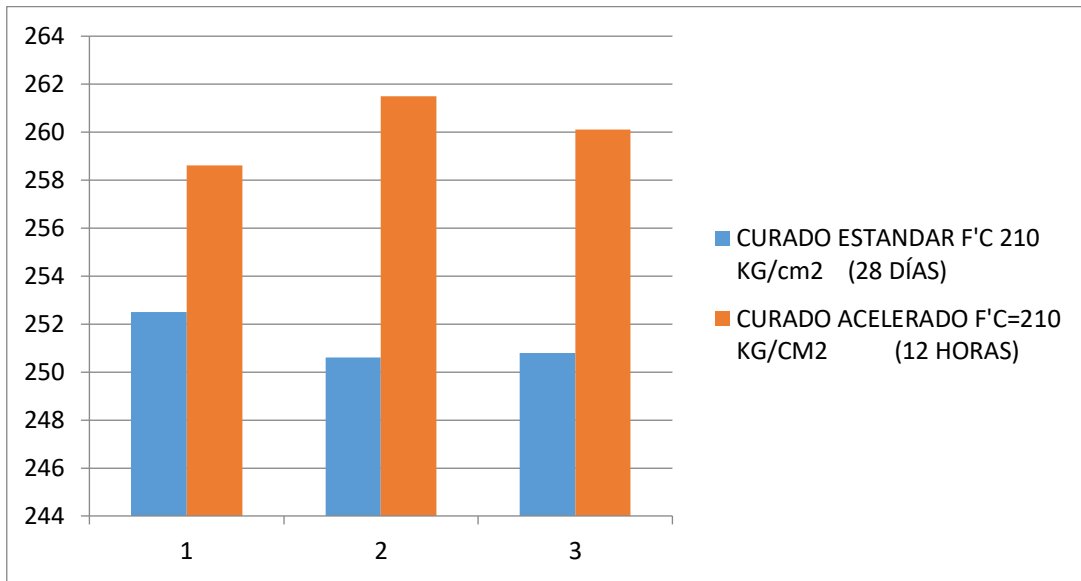
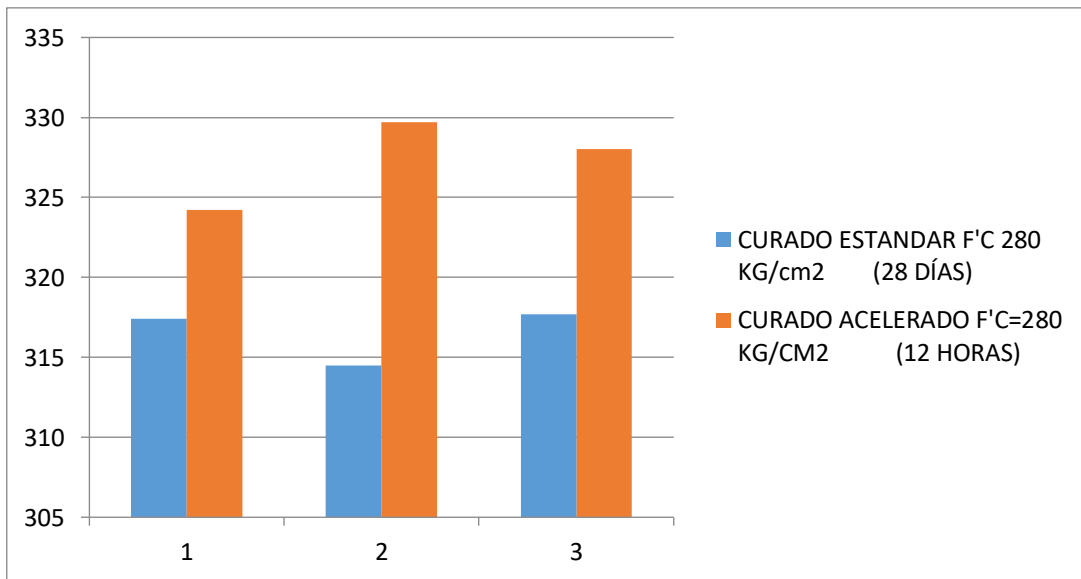


Figura 9: Curado estándar (28 días) vs Curado acelerado (12 horas) f'c= 280 kg/cm2



Se puede observar que, en ambos casos, el curado acelerado en 12 horas obtuvo mayor resistencia a la compresión que el típico curado estándar, pero en mucho menos tiempo, pero con la misma confiabilidad que el curado estándar.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: El método de curado estándar para un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Según Zorrilla (2018) en su tesis titulada "Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $F'C=280\text{ kg/cm}^2$ ". Tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión a testigos de concreto con un $f'c= 280\text{kg/cm}^2$, sometiéndolos al curado estándar o convencional dentro de una poza durante 7,14 y 28 días.

Las unidades de estudio muestran los siguientes resultados:

Tabla N° 37: Resistencias a 7,14 y 28 días $f'c= 280\text{kg/cm}^2$

CURADO ESTÁNDAR	ZORILLA	INFORME DE INVESTIGACIÓN
7 DÍAS	230.5 kg/cm^2	240.2 kg/cm^2
14 DÍAS	272. kg/cm^2	280.4 kg/cm^2
28 DÍAS	317.5 kg/cm^2	314.5 kg/cm^2

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos por Zorrilla muestran que los resultados a la compresión utilizando el método de curado estándar o convencional para un $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ cumplieron según normas.

Así mismo en el presente informe de investigación los resultados obtenidos también lograron una resistencia a la compresión que cumplen lo especificado por la norma.

Por lo tanto, se determina la influencia del curado estándar en probetas de 7,14 y 28 días de edad.

Discusión 2: El método de curado acelerado para un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ proporciona una mayor resistencia a la compresión.

Según Zorrilla (2018) en su tesis titulada "Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $F'C=280\text{ kg/cm}^2$ ". Tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión a testigos de concreto con un $f'c= 280\text{kg/cm}^2$, sometidos a 3.5,7 y 12 horas por medio del curado acelerado.

Las unidades de estudio muestran los siguientes resultados:

Tabla N° 38: Resistencias aceleradas a 3,5,7 y 12 horas $f'c= 280\text{kg/cm}^2$

CURADO ACELERADO	ZORILLA	INFORME DE INVESTIGACIÓN
3.5 h	202.3 kg/cm^2	254.4 kg/cm^2
7 h	253.63 kg/cm^2	305 kg/cm^2
12 h	311 kg/cm^2	324.2 kg/cm^2

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos por Zorrilla muestran que los resultados a la compresión utilizando el método de curado acelerado aumentan significativamente con respecto al diseño inicial que es de 280 kg/cm^2 .

Así mismo en el presente informe de investigación los resultados obtenidos también lograron una resistencia a la compresión de manera rápida.

Por lo tanto, se determina que el método de curado acelerado proporciona en mucho menos tiempo mayor o igual resistencia a la compresión que el curado estándar.

Discusión 3: El método de curado estándar para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Según Cruzado (2018) como título de tesis "Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, Año 2015". Tiene como objetivo determinar la influencia del curado acelerado y poder compararlo con el curado estándar, para demostrar que en menor tiempo se puede obtener resultados a la compresión de manera confiable.

Las unidades de estudio muestran los siguientes resultados:

Tabla N° 39: Resistencias a 7,14,7 y 28 días $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

CURADO ESTÁNDAR	CRUZADO	INFORME DE INVESTIGACIÓN
7 DÍAS	170.6kg/cm ²	176.5 kg/cm ²
14 DÍAS	219.6kg/cm ²	216.2 kg/cm ²
28 DÍAS	251.6kg/cm ²	250.6 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados que obtiene Cruzado muestran que los resultados a la compresión utilizando el método de curado estándar o convencional para un $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ cumplieron según normas.

Así mismo, los resultados obtenidos también lograron una resistencia a la compresión que cumplen lo especificado por la norma.

Por lo tanto, se determina la influencia del curado estándar en probetas de 7,14 y 28 días de edad para un $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Discusión 4: El método de curado acelerado para un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ proporciona una mayor resistencia a la compresión

Según Cruzado (2018) como título de tesis "Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, Año 2015". Tiene como objetivo determinar la influencia del curado acelerado y poder compararlo con el curado estándar, para demostrar que en menor tiempo se puede obtener resultados a la compresión de manera confiable.

Las unidades de estudio muestran los siguientes resultados:

Tabla N° 40: Resistencias aceleradas a 3.5,7 y 12 horas $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

CURADO ACCELERADO	CRUZADO	INFORME DE INVESTIGACIÓN
3.5, 7,12 HORAS / 28 HORAS	259.7kg/cm ²	189.3 kg/cm ²
		234.7 kg/cm ²
		258.6 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos por Cruzado muestran que los resultados a la compresión utilizando el método de curado acelerado aumentan significativamente con respecto al diseño inicial que es de 210 kg/cm².

Así mismo en el presente informe de investigación los resultados obtenidos también lograron una resistencia a la compresión de manera rápida.

Por lo tanto, se determina que el método de curado acelerado proporciona en mucho menos tiempo mayor o igual resistencia a la compresión que el curado estándar.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general:

Los métodos de curados aplicados en este presente informe de investigación el método de curado estándar y el acelerado, brindan la resistencia del concreto necesaria, resaltando que el curado acelerado te brinda los resultados casi instantáneamente y con la misma confiabilidad del curado estándar

Conclusiones específicas:

1.- La resistencia a la compresión de los testigos de concretos curados mediante el ensayo de curado estándar a los 7, 14 y 28 días para un $f'c$ 210 kg/cm² alcanzaron el 84%, 103% y 119.3% de la resistencia diseñada. Asimismo, también se determinó la resistencia a la compresión para un $f'c= 280$ kg/Cm² a los 7, 14 y 28 días de curado alcanzaron el 85.2%, 100.1% y 112.3% de la resistencia diseñada

2.- La resistencia a la compresión de los testigos de concreto curados mediante el ensayo de curado acelerado a 3.5, 7 y 12 horas para un $f'c$ 210 kg/cm² alcanzaron el 90.1%, 111.8% y 123.1% de la resistencia diseñada. Asimismo, también se determinó la resistencia a la compresión para un $f'c= 280$ kg/Cm² a 3.5, 7 y 12 horas las cuales alcanzaron el 90.9%, 109% y 115.8% de la resistencia respectivamente.

3.- Los costos para la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar, excede en 20 soles más por probeta, por lo tanto, es un método económico y viable para cualquier futura investigación o también para un proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se le recomienda lo siguiente:

1.- Durante el ensayo en laboratorio, siempre se deberá de utilizar todos los necesario como casco, guantes, lentes y botas de seguridad ya que trabajaremos con agua hirviendo y esto puede ocasionar un accidente.

2.- Continuar con los estudios a los diferentes tipos de curado acelerado que existen, los cuales son método de curado A, curado con agua caliente, C curado autógeno y D curado de alta presión y temperatura establecidos en la norma técnica peruana 339.213.

3.- Para una futura investigación se recomienda utilizar otros diseños de concreto, con el fin de demostrar que el método de curado acelerado según la ntp 339.213 cumple para cualquier diseño de concreto, un concreto al cual se recomienda sería para un $f'c= 350 \text{ kg/Cm}^2$.

4.- Para optimizar los costos en el proceso, se deberá de utilizar una olla para hervir las probetas de concreto y una cocina de marca surge, estos materiales también reemplazaran al tanque de curado acelerado, todo con el fin de reducir costos y con la misma confiabilidad.

5.- Para obtener los resultados satisfactorios se deberá de emplear materiales de calidad es decir extraído de una cantera certificada porque en una cantera te hacen la entrega de un material sin contaminación, esto es muy importante para la realización de la investigación porque puede afectar la resistencia de los testigos de concreto.

REFERENCIAS

A.B.M`c Daniel. (1927) *Cilindros curados al vapor dan la resistencia del concreto de 28 días*, Año 1927

Absalón V. y Salas R. (2008). *Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el Estado de Mérida* (Tesis de Grado). Universidad de los Andes, Mérida Venezuela.

ACI The American Concrete Institute (2003). *Century of Progress*, American Concrete Institute, 2003.

AGUILAR, Oscar, RODRIGUEZ, Edwin y SERMEÑO, Martin." *Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C1874 en viviendas de concreto coladas en el sitio*" Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Ciudad Universitaria: Universidad del Salvador,2009.

ALVA, Ricardo. *"Experiencia de implementación en laboratorio de la norma NTP 339.213 para el curado acelerado de probetas de concreto mediante el uso de agua hirviendo"* (Tesis para optar por el título de Ing. Civil) Piura: Universidad Nacional de Piura, 2013.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE: *Recommended Practice for Evaluation of Strenght test results of concrete* (ACI 214-77) Reproved 1997.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE: *Reglamento de la construcción del concreto reforzado (ACI-318-R02) y comentarios*. Edición Instituto mexicano del cemento y del concreto tercera edición, 1979, cuarta impresión Mexic,1980.

A.M. NEVILLE Y J.J BROOKS. *"Tecnología del Concreto"*. Primera edición, Editorial Trillas, México DF 1998.

ARIAS, Fidas. *El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica*. 6.ª ed. Caracas: Episteme, 2012.

BINTI, Nurul. *" Investigative study on common curing methds in reducing plastic shrinkage in concrete slabs"* (Tesis para optarpor el título profesional de Ing. Civil) University Malaysia Pahang,2012.

BOLAÑOZ, Viviana. *" Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión"*(Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia,2011

CADENA, Andrea. PALACIOS, Pedro. *Influencia de la temperatura de curado en la resistencia a la compresión del hormigón y parámetros mecánicos: módulo de elasticidad y coeficiente de poisson*. Tesis (Título en Ingeniería Civil mención en Estructuras). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2017, 186pp.

CHAIÑA, Ana. y PAZ, Sixto. *Utilización de material estéril de la mina cerro verde, para la elaboración de concreto con resistencias de 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm² en la ciudad de Arequipa*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Arequipa: 2015.

CRUZADO, Jhony. " *Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213*" (Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018.

DAN, Ye , ZOLLINGER, Dan , CHOI, Seongcheol y WO, Moon. " *Literature review of curing in Portland Cement concrete pavement*" (Investigación científica), 2006.

GIRIO, Jairo. *Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 kg/m², empleando como agregado grueso, concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs concreto con agregado natural, Barranca – 2015. Tesis (Título de Ingeniería Civil)*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2015

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. *Metodología de la investigación [en línea]*. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014. ISBN: 9781456223960 Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>

INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM. *Manual de Tecnología del hormigón*. Sección 4, Producción y Central del hormigón, México, Editorial Limusa 1997

LEZAMA LEIVA, J.L. *Tecnología del Concreto*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca – Perú, 1996.

LOYA, Lizbeth. "*Evaluación de la resistencia a la compresión de concreto en obra y laboratorio*"(Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2017.

MORALES, Víctor. "*Estudio de concretos de alta durabilidad*"(Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

MORAN, Gabriela y ALVARADO, Darío. *Métodos de investigación*. México: Pearson, 2010.

NIÑO, Werner. "*Características mecánicas y de durabilidad de concreto de alto desempeño*" (Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana de Colombia,2013.

Norma Técnica Peruana ntp 339.213. "*Métodos de curado acelerado*", 2015.

Norma Técnica Peruana ntp 339.033. "*Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo* ", 2015.

Norma Técnica Peruana ntp 339.034. "*Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestrascilíndricas*",2008.

Norma Técnica Peruana ntp 339.128. "*Método de ensayo para análisis granulométrico*", 2015.

NUÑEZ, María. *Las variables: estructura y función en la hipótesis*. Revista Investigación educativa, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

ORTIZ, Álvaro " *Análisis y descripción de la producción de concretos en obra de cinco proyectos de viviendas en Colombia*"(Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada,2015.

PALACIOS, Abraham. " *Influencia del curado acelerado con agua hirviendo en la resistencia temprana del concreto*" (Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019.

PASQUEL E.C (2011) *Nuevas tendencias en edificaciones urbanas e industriales; comportamiento de los materiales y sus posibilidades estructurales*, UPC Escuela de Postgrado.

POWER, T.C., " *A discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete*", Proceedings, Highway Research Board, V.27, 1948.

Rivera Villarreal, Raymundo (1983). *Ensayes acelerados para determinar la resistencia potencial a la tensión por compresión diametral y el módulo de rotura del concreto los 28 días y aplicaciones*. (Tesis de posgrado, Maestría en Ciencias). Universidad Autónoma de Nuevo León, facultad de ingeniería civil división de estudios superiores. México.

RIVVA, Enrique. *Naturaleza y materiales del concreto*. Libro. Lima, 2000

RUIZ ENERO, Patricia A., " *Influencia de los métodos comunes de curado en los especímenes de concreto de alto desempeño*", Lima-Perú. 2006.

SALKIND, Neil. *Métodos de Investigación [en línea]*. 3ra ed. México: Prentice Hall Hispanoamérica. S.A., 1999. [fecha de consulta 6 junio 2017] ISBN: 9701702344. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?isbn=9701702344>

TAMAYO, Carlos. *El proceso de la investigación científica*. 4.ª ed. México: Limusa, 2003. 345 pp.

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta*. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013. 7

WADDELL, Joseph. *Manual de la construcción con concreto*, 3era edición, Tomo 1 y 2 Editorial Shaum México 1996.

WALELIGN, Samson. " *Assessment of the effectiveness of different curing practices in Addis Ababa*" (Tesis para optar por el título profesional de Ing. Civil) Addis ababa university addisababa institute of technology school of civil and environmental engineering, 2014.

ZORRILLA, Cesar. " *Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un $F'_{C}=280\text{kg/cm}^2$* " (Tesis para optar por el título de Ing. civil) Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Método de curado estándar y acelerado para determinar las propiedades mecánicas en concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
VI (X1): Curado Estándar	Instituto Universitario "Santiago Mariño"(2014) nos dice que el curado de concreto es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa para garantizar la completa hidratación del cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objetivo del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; si no se llega a completar lo dicho, la resistencia final tenderá a disminuir considerablemente".	Las probetas serán sometidas a 2 métodos, el tradicional o estándar que consiste en sumergir la probeta bajo agua durante un lapso de 28 días calendarios, para así obtener el 100% de la resistencia, en esta tesis analizaremos 2 tipos de concreto los cuales son de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .	Método de Curado Estándar	_Curado con Agua _Probetas de 7,14 y 28 días de edad	-Razón
VI (X2): Curado Acelerado	Norma ASTM C 684 indica que en la aplicación del método de curado acelerado ASTM C 684, por cualquiera de los cuatro procedimientos optativos que se considera, lo que se determina es la resistencia temprana del concreto incrementada por efecto de la elevación de la temperatura. A partir de este dato temprano de resistencia acelerada se estima la resistencia potencial del concreto ensayado, mediante el uso de relaciones experimentales previamente establecidas"	Un total de 18 probetas serán sometidas al curado acelerado en el presente trabajo de investigación la cual se usará el procedimiento B el método de curado acelerado por agua hirviendo, lo cual determinará la resistencia acelerado del concreto y nos permitirá obtener resultados en cuestión de horas y con mucha confiabilidad.	Método de Curado Acelerado	_Ensayo de agua hirviendo _Probetas de 3.5,7 y 12 horas de edad	-Razón
			Costos	Presupuesto	
VD (Y): Propiedades Mecánicas del Concreto	La propiedad más importante en concreto es la propiedad mecánica es decir la resistencia a la compresión que generalmente es usado para medir la calidad del material. Últimamente se viene observando diferentes tipos de concreto, ya que le vienen adicionando diversos tipos de aditivos lo cual hace que se obtenga un concreto de alta resistencia. Para determinar la propiedad mecánica es mediante el ensayo a la compresión y flexión. (Rivera,2005).	Mediante ensayos a los agregados sabremos las propiedades físicas, para la elaboración de concreto de 210 y 280kg/cm^2 , midiendo la consistencia, para obtener una probeta de $15 \times 30 \text{ cm}$, la cual será sometida al ensayo de compresión para mí la propiedad más importante la cual es la mecánica.	Compresión	_Ensayo de resistencia a la compresión	-Razón

"Método de curado estándar y acelerado para determinar las propiedades mecánicas en concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019"

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cuál será la resistencia a la compresión aplicando los métodos de curado estándar y acelerado en concretos $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima - 2019?	Analizar la resistencia a la compresión aplicando los métodos de curado estándar y acelerado en concretos $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019	El método de curado acelerado proporciona en menor tiempo mayor o igual resistencia a la compresión que el método de curado estándar en concretos $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 , Lima-2019.	VI (X1): Método de curado Estándar VI(X2): Método de curado acelerado	Método de curado estándar	Curado con agua	-NTP 339.033 (Curado Estándar) - ACI 211 -NTP 339.033 (Elaboración probetas de concreto)
					Probetas de 7,14 y 28 días de edad	
				Método de curado acelerado	Ensayo de agua hirviendo	-NTP 339.213 (Curado Acelerado) -NTP 339.033 (Elaboración de probetas de concreto)
					Probetas de 3.5,7 y 12 horas de edad	
			Costos	Presupuesto		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VD (Y): Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2	Compresión	Ensayo de resistencia a la compresión	-NTP 339.034 (Ensayo de resistencia a la compresión)
¿Cuál será la influencia del método de curado estándar en probetas de 7, 14 y 28 días de edad?	Determinar la influencia del curado estándar en probetas de 7, 14 y 28 días de edad.	Se determinó la influencia del curado estándar en probetas de 7, 14 y 28 días de edad.				
¿Cuál será la influencia del método de curado acelerado en probetas de 3.5, 7 y 12 horas de edad?	Determinar la influencia del curado acelerado en probetas de 3.5, 7 y 12 horas de edad.	Se determinó la influencia del curado acelerado en probetas de 3.5, 7 y 12 horas de edad.				
¿De qué manera influyen los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar?	Determinar la influencia de los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar	Se determinó que la influencia de los costos en la elaboración del curado acelerado respecto al curado estándar es mayor.				



CEMENTO SOL

Descripción:

- Es un Cemento Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.
- Cuenta con la fecha y hora de envasado en la bolsa en beneficio de los consumidores, ya que permite una mayor precisión en la trazabilidad.

Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Ideal para la producción de prefabricados en concreto.

Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C 150.

Formato de distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

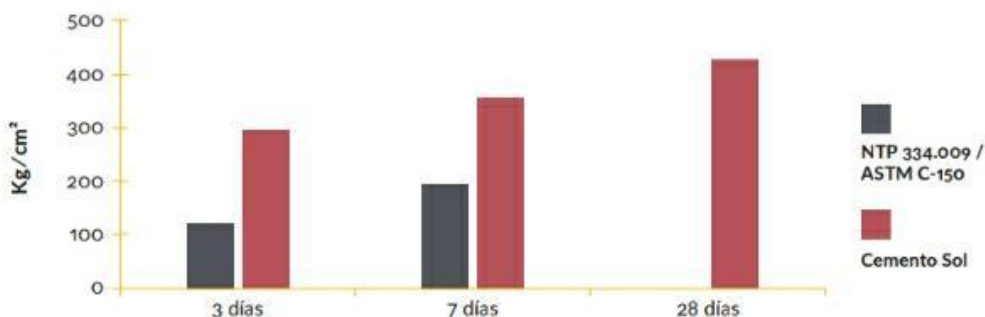
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP 334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol Tipo I	Requisitos 334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	3361	Máximo 2600
Densidad	g/ml	3.12	No Específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427	No específica
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	13.15	No específica
C ₃ S	%	53.60	No específica
C ₃ A	%	9.66	No específica
C ₄ AF	%	9.34	No específica

ANEXO: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN -PRENSA DE CONCRETO



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-5684-2019

PROFORMA : 2004A

Fecha de emisión : 2019 - 08 - 02

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca : ELE
Modelo : ADR TOUCH
Nº Serie : 1887-1-00074
Intervalo de indicación : 120000 kgf
Resolución : 0,1 kgf
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2019 - 08 - 01

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de LEMICONS S.R.L.

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

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 * Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga*.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,2°C	19,1°C
HUMEDAD RELATIVA	72,0%	72,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC-5684-2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión Clase de Exactitud 0,005 DM-INACAL	Manómetro de 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP - C - 029 - 2019

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
102	0,61	0,61	0,00	0,02
200	1,10	1,11	0,01	0,02
500	2,72	2,68	-0,04	0,02
800	4,33	4,26	-0,07	0,02
1000	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000	26,77	26,26	-0,51	0,02
10000	53,46	52,44	-1,02	0,03
20000	107,17	105,12	-2,05	0,05
50000	266,47	261,35	-5,12	0,07
80000,5	423,45	415,30	-8,15	0,09

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN- BALANZA



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



ANEXO: DISEÑO DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS : MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO
Fc 210 kg/cm² y 280 Kg/cm²
UBICACION : LIMA **Fecha de ensayo:** 01/05/2020

MATERIAL	F'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.92	1.3	1.3	1496.0	1790.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.80	0.1	1.2	1501.0	1627.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO					
1 ASENTAMIENTO			4	3/4"	ulg
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			0.60		
3 RELACION AGUA CEMENTO			2.0		
4 AGUA			2.0		
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.33		
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO					
B) ANALISIS DE DISEÑO					
FACTOR CEMENTO		383.000		9.6	Bis/m ²
Volumen absoluto del cemento			0.1228	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agua			0.2300	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Aire			0.0290	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.373
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3010	m ³ /m ³	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3280	m ³ /m ³	
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO					
CEMENTO			383	Kg/m ³	
AGUA			230	Lit/m ³	
AGREGADO FINO			796	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			871	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA			2281	Kg/m ³	
CORRECCION POR HUMEDAD					
AGREGADO FINO HUMEDO			907.9	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO HUMEDO			871.4	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO			0.00	Lit/m ³	
AGREGADO GRUESO			1.10	9.6	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				9.6	Lit/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO					
CEMENTO			383	Kg/m ³	
AGUA			240	Lit/m ³	
AGREGADO FINO			808	Kg/m ³	
AGREGADO GRUESO			871	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA			2302	Kg/m ³	
CANTIDAD DE MATERIALES (36 Lt.)					
CEMENTO			20.88	Kg	
AGUA			12.94	Lit	
AGREGADO FINO			43.83	Kg	
AGREGADO GRUESO			47.06	Kg	
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)					
C			1.0		
A.F			2.11		
A.G			2.28		
H2o			26.07	Kg	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)					
C			1.0		
A.F			2.12		
A.G			2.27		
H2o			26.07	LT.	

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 1000	CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: DISEÑO DE CONCRETO F'C= 280 KG/CM2



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 01/05/2020
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA	
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO	
	: Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²	
UBICACION	: LIMA	

MATERIAL	Fc 280 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.65	2.92	1.3	1.3	1496.0	1790.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.80	0.1	1.2	1501.0	1627.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO		4	pu/g		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.54			
4	AGUA		230			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.32			
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO			425.000	Kg/m ³	19.9	Bla/m ³
Volumen absoluto del cemento			0.1362	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua			0.2300	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³		0.380
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
Volumen absoluto del Agregado fino			0.2947	m ³ /m ³		0.614
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3193	m ³ /m ³		1.000
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
CEMENTO			425	Kg/m ³		
AGUA			230	L/m ³		
AGREGADO FINO			781	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			852	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA			2288	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD						
AGREGADO FINO HUMEDO			791.2	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			853.3	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
AGREGADO FINO			0.00	L/m ³		
AGREGADO GRUESO			1.10	L/m ³		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					239.4	L/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
CEMENTO			425	Kg/m ³		
AGUA			239	L/m ³		
AGREGADO FINO			791	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO			853	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA			2309	Kg/m ³		
CANTIDAD DE MATERIALES (36 lt.)						
CEMENTO			22.95	Kg		
AGUA			12.93	Lb		
AGREGADO FINO			42.72	Kg		
AGREGADO GRUESO			46.58	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.88					
A.G	2.31					
H2o	26.07 Kg					
PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)						
C	1.0					
A.F	1.87					
A.G	2.01					
H2o	26.07 LT.					

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 30/04/2020

MATERIAL : Agregado fino CANTERA: TRAPICHE-PUENTE PIEDRA
PESO INICIAL HUMEDO (g) : 826.3 % W = 1.3
PESO INICIAL SECO (g) : 818.4 MF = 2.92

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	8.5	1.4	1.4	98.6	95 - 100
Nº8	2.38	115.2	18.6	20.0	80.0	80 - 100
Nº 16	1.19	139.8	22.4	42.4	57.6	50 - 85
Nº 30	0.60	127.2	20.6	63.0	37.0	25 - 60
Nº 60	0.30	78.9	12.8	75.8	24.2	65 - 90
Nº 100	0.15	81.8	13.2	89.0	11.0	8 - 10
FONDO		68.3	11.0	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA		
TESIS	: METODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECANICAS EN CONCRETO		
	: Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²		
UBICACION	: LIMA		
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA:	TRAPICHE-PUENTE PIEDRA
PESO INICIAL HUMEDO (g)	4,282.00	% W =	0.1
PESO INICIAL SECO (g)	4,278.00	MF =	9.80
		Fecha de ensayo:	30/04/2020

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUBO #17
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	73.0	1.7	1.7	98.3	95 - 100
1/2"	12.50	1,917.0	44.8	46.5	53.5	—
3/8"	9.53	1,356.0	31.7	78.2	21.8	20 - 55
Nº 4	4.75	920.0	21.5	99.7	0.3	0 - 10
Nº 8	2.36	6.0	0.2	99.9	0.1	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		7.0	0.0			



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA QUEA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 11543	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: PESO UNITARIO (F, G o G1b)



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G1b)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29

REFERENCIA : Datos de laboratorio	
SOLICITANTE : DIEGO ALBERTO OLIVA MORA	
TESIS : MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO	
UBICACIÓN : LIMA	Fecha de ensayo: 30/04/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** TRAPICHE-PUENTE PIEDRA

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3	
1 Peso de la Muestra + Molde	g	30723	30776	30708
2 Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3 Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20923	20976	20908
4 Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5 Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.500	1.504	1.499
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.501		

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3	
1 Peso de la Muestra + Molde	g	32544	32431	32509
2 Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3 Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22744	22631	22709
4 Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5 Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.630	1.622	1.628
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.627		

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO/ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 113893	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO/ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 113893	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS : MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO
 Fc 210 Kg/cm² y 280 Kg/cm²
UBICACIÓN : LIMA Fecha de ensayo: 30/04/2020

MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA** : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1528.0	1575.0	1551.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2425.0	2502.0	2463.5
3	Peso muestra Seca C	g	2396.0	2473.0	2434.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.67	2.67	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.76	2.75	2.76
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.2	1.2	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA QUEIR BARRAZA INGENIERA CIVIL CIP 14533	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS ASTM C128

REFERENCIA	Datos de laboratorio
SOLICITANTE	DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS	MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONCRETO
UBICACION	Fc 210 Kt/cm ² y 280 Kt/cm ² LIMA Fecha de ensayo: 30/04/2020

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : TRAPICHE-PUENTE PIEDRA

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	PROMEDIO
1 Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	982.1	982.9
2 Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	871.2	871.4
3 Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.9	311.5
4 Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	904.9	905.2
5 Peso del Balón N° 2	g/cc	171.2	171.7
6 Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	493.7	493.5
7 Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.7	497.7

RESULTADOS			
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.84	2.85
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.88	2.89
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.74	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	1.3	1.3

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 115903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	08/05/2020
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA		
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	31611.1	179.1	176.5	210.0	84.0
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	32166.3	179.1	179.6	210.0	85.5
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	31859.0	176.7	180.3	210.0	85.9
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	42443.3	176.7	240.2	280.0	85.8
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	42726.0	176.7	241.8	280.0	86.4
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	8/05/2020	7	42715.3	179.1	238.5	280.0	85.2

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO Y ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP: 111593	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	15/05/2020
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA		
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACCELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% Fc
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	38524.0	176.7	218.8	210.0	103.8
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	38211.0	176.7	216.2	210.0	103.0
Fc 210 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	38369.0	176.7	217.1	210.0	103.4
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	50217.0	176.1	285.4	280.0	101.9
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	50415.0	176.1	286.5	280.0	102.5
Fc 280 CURADO ESTANDAR	1/05/2020	15/05/2020	14	50294.0	176.7	284.1	280.0	101.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad-MTL GEOTECNIA

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de emisión:	29/05/2020
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA		
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTÁNDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²		
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
Fc 210 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	44821.0	176.7	253.5	210.0	120.2
Fc 210 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	44287.0	176.7	250.6	210.0	119.3
Fc 210 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	44321.0	176.7	250.8	210.0	119.4
Fc 280 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	58841.0	179.1	327.4	280.0	113.4
Fc 280 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	58325.0	179.1	324.5	280.0	112.3
Fc 280 CURADO ESTÁNDAR	1/05/2020	29/05/2020	28	58902.0	179.1	327.7	280.0	113.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- * Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LAS 3.5 HORAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN F _c 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de emisión: 02/05/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN HORAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F _c Diseño kg/cm ²	% F _c
F _c 210 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	33900.0	179.1	189.3	210.0	90.1
F _c 210 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	33663.2	176.7	196.3	210.0	90.7
F _c 210 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	34243.9	179.1	191.2	210.0	91.0
F _c 280 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	45563.0	179.1	254.4	280.0	90.9
F _c 280 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	45270.5	176.7	256.2	280.0	91.5
F _c 280 CURADO ACELERADO 3.5 HRS	1/05/2020	2/05/2020	3.5	45196.9	179.1	253.3	280.0	90.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de amonedadas de neopreno como material referencial
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p>Elaborado por:</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p style="text-align: center;">MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASPALTO</p> <p style="text-align: center;">YESENIA QUEVARRAZA INGENIERO CIVIL CIF 15943</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	--	---

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LAS 7 HORAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 329.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESTS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN
	: Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²
UBICACIÓN	: LIMA
	Fecha de emisión: 02/05/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN HORAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% Fc
Fc 210 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	42012.0	175.7	237.7	210.0	113.2
Fc 210 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	42029.0	175.1	234.7	210.0	111.8
Fc 210 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	42366.0	175.7	239.8	210.0	114.2
Fc 280 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	53958.0	175.7	306.3	280.0	109.0
Fc 280 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	54029.0	175.7	306.7	280.0	109.2
Fc 280 CURADO ACELERADO 7 HRS	1/05/2020	2/05/2020	7	54142.0	175.7	306.4	280.0	109.4

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de atomógrafos de neopreno como material retentivo
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS YESENIA ROSA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.I.T. 1118903	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	--

ANEXO: RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LAS 12 HORAS



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
 ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: DIEGO ALBERTO OLIVA MORA
TESIS	: MÉTODO DE CURADO ESTANDAR Y ACELERADO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN Fc 210 Kg/cm ² y 280 Kg/cm ²
UBICACIÓN	: LIMA

Fecha de emisión: 02/05/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN HORAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	Fc Diseño kg/cm ²	% Fc
Fc 210 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	45666.0	176.7	258.8	210.0	123.1
Fc 210 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	48214.0	176.7	261.5	210.0	124.5
Fc 210 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	45668.0	176.7	268.1	210.0	123.9
Fc 280 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	58051.0	179.1	324.2	280.0	115.8
Fc 280 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	58289.0	176.7	329.7	280.0	117.8
Fc 280 CURADO ACELERADO 12 HRS	1/05/2020	2/05/2020	12	57964.0	176.7	328.6	280.0	117.1

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material rellentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL CMT 11245	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA