

## **Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $210 \text{ kg/cm}^2$ .**

### ***Influence of three accelerating additives in the development of the compressive strength in a concrete $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ and $210 \text{ kg/cm}^2$ .***

Valle Gómez, Quelmer<sup>1</sup>Saldaña Nuñez, John Hilmer<sup>2</sup>.

#### **RESUMEN**

Con la investigación se determinó la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chachapoyas. El diseño de investigación utilizado fue experimental, con un tipo de muestreo probabilístico, según las unidades experimentales necesarias como mínimo 3 repeticiones. Los factores evaluados fueron los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe y su influencia para aumentar la resistencia inicial tanto de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Para determinar el mejor aditivo se elaboraron probetas con 2.5%, 3% y 3.5% de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento, luego se realizó la rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de edad y se compararon las resistencias con datos de rotura de probetas elaboradas sin aditivos. Los datos fueron procesados en el software estadístico SPSS V23.0 para el análisis de los indicadores de correlación. Se concluyó que el aditivo acelerante que mayor efecto tuvo aumentando la resistencia inicial del concreto fue es el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además de ser el más económico.

Palabras Claves: Aditivo, resistencia, acelerante, concreto.

#### **ABSTRACT**

With the investigation, the influence of three accelerating additives in the development of the compressive strength in a concrete  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  and  $210 \text{ kg/cm}^2$  in the city of Chachapoyas was determined. The research design used was experimental, with a type of probabilistic sampling, according to the experimental units needed at least 3 repetitions. The factors evaluated were the additives Z Forge N ° 05, Chema 3 and Sika R Sem Accelerating Pe and their influence to increase the initial strength of both concrete  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  and  $210 \text{ kg/cm}^2$ . To determine the best additive, samples were made with 2.5 %, 3 % and 3.5 % additive with respect to the volume of the cement bag, then the test pieces were broken at 7, 14 and 28 days of age and the resistances were compared. with breakage data of test pieces made without additives. The data were processed in the statistical software SPSS V23.0 for the analysis of the correlation indicators. It was concluded that the accelerating additive that had the greatest effect increasing the initial strength of the concrete was the additive Sika R Sem Accelerante Pe, besides being the most economical.

Key Words: Additive, strength, accelerant, concrete.

---

<sup>1</sup> Bachiller en Ingeniería Civil, egresada de la facultad de ingeniería civil y ambiental de la UNTRM [ingvallegomez@hotmail.com](mailto:ingvallegomez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniero Civil, docente de la UNTRM A. Correo electrónico [40368714m9@untrm.edu.pe](mailto:40368714m9@untrm.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el mundo en que vivimos el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados en las diferentes obras de construcción de los países del mundo en las provincias, regiones y sectores que se requiera una construcción, por tanto, se hace indispensable que se conozcan sus propiedades mecánicas: Resistencia a la compresión, tracción, flexión, corte, etc. El concreto se considera un material pétreo, durable y resistente; pero, dado que se trabaja en su forma fluida o plástica, puede adquirir prácticamente cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular, empleado para todo tipo de construcciones. La resistencia del concreto depende de la calidad y proporción de los materiales que lo componen, de la calidad de la mano de obra y de los cuidados posteriores al vaciado (Castellón & De la Ossa, 2013). El cemento es un insumo primordial para el desarrollo y crecimiento de un país. Su participación en el sector de la construcción es el más determinante, y este es uno de los sectores con mayor importancia en el producto interno bruto del mismo. La característica más relevante en la medición de la calidad del concreto es su resistencia a la compresión. Por lo tanto, es trascendental conocer como varía esta resistencia con relación a la variación de sus componentes, en especial con respecto al tipo de cemento utilizado para su elaboración (Castellón & De la Ossa, 2013). En años recientes no se han realizado estudios con respecto a la variación de la resistencia a la compresión del concreto en relación con los diferentes tipos de cementos utilizados para su elaboración utilizando muchas veces aditivos. Por ello es de gran importancia para todos los profesionales que están relacionados con el ámbito

de la construcción contar con la suficiente información acerca de los cementos con los cuales se trabaja, esto debido a que el cemento representa el elemento activo dentro de la mezcla de concreto o mortero y cualquier variación en sus características repercutiría en las propiedades de éstos (Castellón & De la Ossa, 2013). Perú, es un país con muchos tipos de climas, por eso en el proceso constructivo en cada parte del país es diferente; muchas veces, como es el caso donde hay climas fríos se necesitará de un fraguado más rápido, otros casos serán para la fabricación de elementos prefabricados, pos tensados o pretensados; también para la fabricación de tubos. En otras ocasiones se necesitará un fraguado más lento, ya sea porque el clima es cálido o porque se necesita transportar el concreto a una larga distancia, y con su utilización se podrían obtener ciertas propiedades de manera más efectiva que por otros medios, mencionando también la capacidad de superar ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado (Castellón & De la Ossa, 2013). En general los aditivos, a diferencia muchas veces del cemento, los agregados y el agua, no son componentes muy esenciales para la mezcla del concreto, pero son importantes y su uso se extiende cada vez más por el aporte que hacen a la economía de la mezcla; y la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor es necesario en toda construcción. El presente proyecto está dirigido al estudio de la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f_c = 175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chachapoyas de la región Amazonas utilizando para ello cemento Pacasmayo Extraforte ICo, analizando la influencia que tienen los aditivos acelerantes Z fragua N°5, Chema 3 y Sika R Cem

Acelerante PE Vs. La resistencia a la compresión en concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual es necesario investigar para este estudio y generalizarlo para el área de la construcción y sirva para el uso de los constructores en nuevas investigaciones, teniendo en cuenta que este tipo de información se maneja de una manera muy empírica muchas veces en nuestra ciudad. Un problema del distrito de Chachapoyas, es que se encuentra ubicada geográficamente al norte del Perú a una altura promedio de 2350 msnm, con temperatura promedio de  $14 \text{ }^\circ\text{C}$  que oscilan entre los  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución. En la ciudad de Chachapoyas, las losas de las edificaciones se construyen convencionalmente sin el uso de ningún aditivo para acelerar el proceso constructivo, no logran una fragua más rápida y al mismo tiempo no logran la máxima resistencia en siete días; dejando de esta manera de colocar los revestimientos (cerámicos, parquet, porcelanato) antes del tiempo indicado. De este modo, en la investigación se evaluará si los tres aditivos influyeron significativamente en la resistencia a la compresión para que sirva como conclusión relevante en la mezcla de concreto elaborada con cemento Pacasmayo Extraforte ICo, elaborando con o sin aditivos la muestra y probar con la convencional evaluando así la resistencia a la compresión y se pueda analizar aquellos aditivos que retienen mejor el agua para tener mejor superficie de hidratación, entonces los tiempos de fraguado serán menores, lo cual se traduce en un incremento en la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta la relación agua, aditivos acelerantes con el cemento Pacasmayo Extraforte ICo, y observar cual fue óptimo para el diseño de la fuerza a la compresión, ya que la relación para

las tres muestras de concreto será utilizando los tres aditivos acelerantes y sin aditivos.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 1.1. Objeto de estudio

El objeto de estudio fueron los aditivos acelerantes Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE y su influencia para acelerar el proceso constructivo, lograr una fragua más rápida y al mismo tiempo lograr la máxima resistencia a los siete días, en un concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

### 1.2. Diseño de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue correlacional de tipo experimental, ya que determinaremos mediante un análisis de laboratorio de muestras repetidas, la influencia de los aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE).

Para el estudio, se utilizó el diseño en bloque completo al azar (DBCA)-diseños experimentales, (Ostle-2008), con el cual se pudo evaluar si existe diferencia significativa entre los aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE y convencional) a proporciones experimentales para la influencia en la resistencia a la compresión en concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

Modelo aditivo Lineal del diseño experimental:  $Y_{ij}=U+ T_i+ B_j+ E_{ij}$

$Y_{ij}$ : Observación experimental en la i-esimo aditivo acelerante, j-esima repetición.

U: Efecto de la media poblacional  $T_i$ : efecto del i-esimo aditivo acelerante.

$B_j$ : Efecto del j-esimo día.

$E_{ij}$ : Error experimental del i-esimo aditivo acelerante, j-esima repetición.

Tabla N° 1.- *Diseño en bloque completo al azar (DBCA)*

T (días)	Aditivos Acelerantes											
	Z Fragua N05			Chema 5			Sika 03			Convencional		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
7	Y <sub>11</sub>											
14	Y <sub>21</sub>											
28	Y <sub>31</sub>											

Fuente: Métodos estadísticos – Montgomery (2017)

**Modelo correlacional lineal múltiple:**

Aquel modelo que evaluó la relación o dependencia de la variable dependiente y varios factores.

$$Y = f(x) \text{ en general } Y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_4x_4 + \dots + B_kx_k$$

Donde:

Y: Resistencia a la compresión (variable dependiente)

B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>: Coeficientes del modelo múltiple correlaciona

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub>: Factores o aditivos acelerantes y convencional (variable independiente).

**1.3. Población, muestra y muestreo****1.3.1 Población**

La población destinada para esta investigación fueron cilindros de concreto que se ensayaron según la NTP 334.051 (98) "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto del concreto, en muestras cilíndricas según los tipos de aditivos Z Fragua N05, Chema 5, Sika 3 y convencional".

**1.3.2 Muestra**

Se tomaron 180 muestras en total para los diferentes Aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE y convencional) para la compresión de 175' y 210', donde por cada aditivo se tomaron 3 repeticiones a 3 niveles por cada aditivo las cuales se ensayaron según la NTP 339.034; 2008 "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia

a la compresión del concreto".

**1.3.3 Muestreo**

El tipo de muestreo para el estudio fue probabilístico, según las unidades experimentales necesarias como mínimo 3 repeticiones requeridas para el estudio experimental, según los aditivos acelerantes para obtener muestras de la resistencia a la compresión de la mezcla del cemento portland Tipo ICo.

**1.4 Técnicas**

Se evaluó la resistencia a la compresión a diferentes niveles de aditivos acelerantes, en el laboratorio experimentalmente. Se tomó nota de las observaciones realizadas en el laboratorio, mediante una ficha técnica para el análisis posterior de la resistencia a la compresión.

**1.5 Instrumentos**

Se utilizó la ficha técnica de las mediciones observadas.

**1.6 Procedimiento**

Para la consecución de los objetivos de esta investigación, se efectuaron los siguientes pasos:

- Para la obtención de datos se seleccionaron los tipos de materiales necesarios para la toma de los datos en el laboratorio para las muestras de ensayo de las mezclas a realizar.
- Se analizaron los materiales, agregados o complementarios que se necesitaron para el ensayo experimental de los tres tipos de aditivos acelerantes, se evaluó la resistencia de compresión.
- Se procedió a evaluar el diseño de las mezclas a aplicar para tomar las muestras de estudio necesarias según las repeticiones indicadas y según los materiales necesarios y complementarios para el estudio.
- Se realizó la mezcla con los diferentes aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE), donde por cada aditivo se tomaron 3 repeticiones a

diferentes niveles, los cuales fueron ensayados según NTP 339.034.

- e. Se ensayaron los concretos según los tipos de aditivos utilizados.
- f. Se elaboraron las probetas según el ensayo realizado de los diferentes aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE).
- g. Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos practicados a todas las muestras.

### III. RESULTADOS

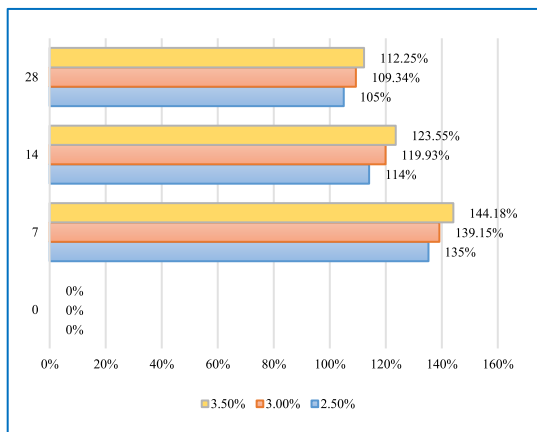


Figura N° 1. Resistencia % respecto a lo esperado según el aditivo Zfragua 05

En la figura se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 39.53 % por sobre del requerido, esto demostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 19.35% por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtuvo un porcentaje de 9.09 %; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

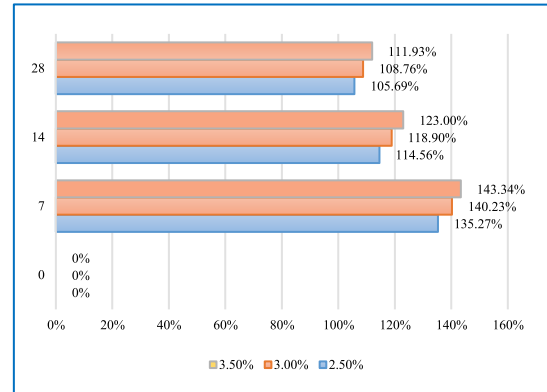


Figura N° 2. Resistencia % respecto a lo esperado según el aditivo CHEMA 03

En la figura se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 39.52% por sobre del requerido, esto nos mostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días tenemos un porcentaje promedio de 18.63 % por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtuvo un porcentaje de 8.56 %; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

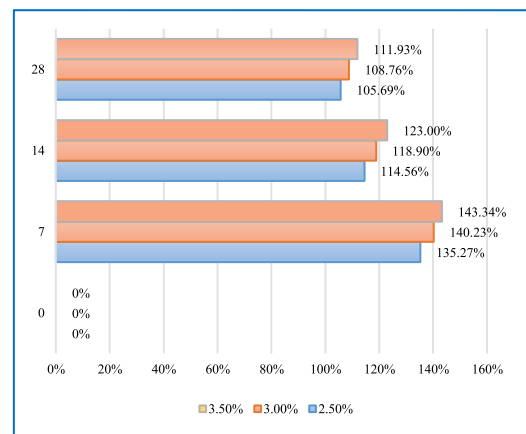


Figura N° 3. Resistencia % esperado según el aditivo SIKAR SEM acelerante PE

En la figura se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 40.83 % por sobre del requerido, esto mostró que el crecimiento es exponencial hasta

este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 20.16 % por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia fue disminuyendo hasta llegar al día 28 donde se obtiene un porcentaje de 9.51%; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

#### IV. DISCUSIÓN

En las especificaciones del aditivo Z Fragua una de sus ventajas es la facilidad de trabajar ya que se puede utilizar en cualquier trabajo en que se necesita acelerar el proceso de fragua, no bajando la resistencia al concreto, ayudando a desencofrar en menor tiempo lo cual significará avanzar más rápido el trabajo. Esto se comprueba al analizar las tablas donde se presentaron el análisis de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo Z Fragua y sin aditivo para los 7 días, 14 días y 28 días con 2.50%, 3.00% y 3.50% de aditivo. Se observó las ventajas que ofrece este aditivo ya que a los 7 días y con una dosis de aditivo del 2.50% alcanza una resistencia aproximada a la un concreto sin aditivo a los 28 días; esta resistencia es mayor si consideramos una dosis de 3.00% de aditivo. Además, si consideramos una dosis de 3,50% de aditivo la resistencia a la compresión del concreto es mucho mayor, llegando a una resistencia promedio de 184.49 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados demostraron que es factible realizar el desencofrado de estructuras a los 7 días de haberse realizado es vaciado de estas, lo cual significa optimizar tiempos en las partidas acelerando el proceso constructivo.

De igual manera se observó la comparación de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con 2.50%, 3.00% y 3.50% de aditivo Z Fragua y sin aditivo para 7, 14 y 28 días. En dicho cuadro se pudo ver que el concreto con aditivo a

los 7 días alcanzó una resistencia 207.59, 216.45, 221.62 kg/cm<sup>2</sup> con 2, 2.5 y 3% de aditivo respectivamente. Si consideramos esta resistencia versus la resistencia aproximada que alcanzó el concreto sin considerar aditivo,  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>, se tendrían los siguientes porcentajes: 98.85%, 103.07% y 105.53%. Estos valores demostraron la factibilidad de realizar el desencofrado de los elementos estructurales a los siete días de haber realizado el vaciado del concreto con aditivo Z Fragua. De esta manera se puede continuar con las demás partidas, agilizando el proceso constructivo. De acuerdo a (CHEMA , 2017), sus especificaciones de la utilización del aditivo Chema 3 es agregar un porcentaje de 1.20 % a 4.00 % del peso del cemento al agua de amasado y conseguir la resistencia requerida en un menor tiempo a comparación de un concreto convencional (concreto sin aditivo).

Para esta investigación se hizo el diseño del concreto y a la hora de elaborar la mezcla diseñada se le agregó el aditivo en cantidades de 2.50%, 3.00% y 3.5% a la masa, Se tomó la decisión de agregar estos porcentajes porque están dentro del rango de la especificación técnica del fabricante. También se realizó probetas sin al aditivo para compararlas con las que tenían el aditivo.

Además, se mostró claramente que el concreto con aditivo Chema 3 alcanzó su resistencia requerida en menor tiempo a comparación que el concreto sin el aditivo, mientras mayor es el porcentaje del aditivo menor es el tiempo que tarda en alcanzar su resistencia requerida. Y se pudo observar que las probetas con aditivos tienen un aumento de su resistencia de manera exponencial los primeros 7 días. Y en los siguientes 14 se comportaron de una forma lineal. Mientras que las probetas que no contienen el aditivo acelerante su aumento en los primeros 7 días también se podría decir que fue exponencial, pero no alcanza la resistencia que se

logró con el aditivo. Luego va aumentando su resistencia de manera gradual hasta alcanzar la resistencia requerida a los 28 días.

## V. CONCLUSIONES

Los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, influyeron aumentando la resistencia del concreto, haciendo que este alcance su resistencia de diseño en menos tiempo que un concreto normal, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.

La mayor influencia de los aditivos se obtuvo a los 7 días, alcanzando valores cercanos a la resistencia de diseño, debido a que estos son acelerantes de fraguado y aumentaron la resistencia inicial del concreto. La influencia de los aditivos se determinó en función de un concreto normal. Para un concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$  se obtuvieron los siguientes porcentajes en función del aditivo y la cantidad utilizada de este:

Las probetas estudiadas alcanzaron la resistencia de diseño en los primeros siete días, observándose en su gráfico un aumento exponencial de la resistencia y en los siguientes días tuvieron un aumento de resistencia de forma lineal.

La máxima resistencia a la compresión del concreto se obtuvo a los 28 días, en las probetas que fueron elaboradas con 3.5% de aditivo. Para concreto  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo al aditivo se obtuvieron las siguientes resistencias: Z Fragua N° 05 =  $199.22 \text{ kg/cm}^2$ , Chema 3 =  $198.65 \text{ kg/cm}^2$  y para Sika R Sem Acelerante Pe =  $200.51 \text{ kg/cm}^2$ . Mientras tanto, para un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo al aditivo utilizado se obtuvieron las siguientes resistencias: Z Fragua N° 05 =  $238.81 \text{ kg/cm}^2$ , Chema 3 =  $237.92 \text{ kg/cm}^2$  y para Sika R Sem Acelerante Pe =  $239.42 \text{ kg/cm}^2$ .

El acelerante que mayor efecto tuvo aumentando la resistencia inicial del concreto fue el aditivo Sika

R Sem Acelerante Pe, tanto para concreto  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , así como también para concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

El uso de los aditivos acelerantes se debió realizar de acuerdo a sus especificaciones técnicas, de acuerdo al clima y el tiempo de fraguado que se desee alcanzar. La cantidad de aditivo debe estar en un rango promedio de 1.5 % a 4 % respecto al volumen del cemento.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADITIVOS, Z. (2017). *Z FRAGUA N° 5*. Obtenido de <http://zaditivos.com.pe/index.php/productos/acelerante/z-fragua-nd-5.html>
- Castellón, H., & De la Ossa, k. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo i y tipo iii, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Recuperado el 05 de mayo de 2017, de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/537/1/TESIS%20DE%20GRADO.pdf>
- CHEMA . (Diciembre de 2017). *Ficha Técnica Chema 3 ó Chema Estruct.* Lima-Perú.
- CHEMA. (Diciembre de 2017). *CHEMA N° 5*.
- Córdova Zamora, M. (2009). *Estadística Descriptiva e inferencial* (Quinta Edición ed.). Lima: MOSHERA S.R.L.