



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON ADITIVO ACELERANTE Y RETARDANTE EN LA CIUDAD DE TRUJILLO - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Br. Esban Becerra Garcia

Asesor:

Mg. Ing. Eduar José Rodríguez Beltrán

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi padre Francisco Becerra García,
a mi madre Dilma Eloisa García Culque
y a mi hermano Augusto Becerra García,
por su apoyo incondicional, su paciencia,
sus valores, su amor y principalmente por
todo el esfuerzo que han hecho por mí,
para guiarme por el camino del bien,
impulsándome en cada paso que daba para
cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darnos la vida y protegernos en cada momento, y en ese sentido también quiero expresar mi total agradecimiento a mi familia por el gran esfuerzo que han hecho y siguen haciendo para apoyarme día a día, en cada trayecto de mi camino.

A sí mismo, a mis docentes por brindarme sus conocimientos necesarios para desarrollarme como un profesional de éxito. Finalmente, mi sincero y profundo reconocimiento de una manera muy especial a mi asesor el Ingeniero Eduar José Rodríguez Beltrán, por sus conocimientos brindados, por su paciencia y orientación para encaminar el desarrollo y culminación de la presente tesis.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	50
CAPÍTULO III. RESULTADOS	64
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clases de mezclas según su asentamiento.....	30
Tabla 2	Tolerancia para asentamiento nominal.....	31
Tabla 3	Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.....	34
Tabla 4	Contenido de aire incorporado.....	34
Tabla 5	Volumen unitario de agua.....	34
Tabla 6	Relación agua/cemento por resistencia.....	35
Tabla 7	Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	35
Tabla 8	Características del cemento portland.....	38
Tabla 9	Límites de granulometría para el agregado fino.....	42
Tabla 10	Clasificación de la arena por su módulo de finura.....	42
Tabla 11	Límites de granulometría para el agregado grueso.....	43
Tabla 12	Esquema del diseño de investigación.....	50
Tabla 13	Matriz de clasificación de las variables.....	51
Tabla 14	Tamaño de muestra.....	53
Tabla 15	Investigaciones con aditivo Tipo B.....	58
Tabla 16	Investigaciones con aditivo Tipo C.....	60
Tabla 17	Valores de diseño (Dosificación) Con agregado de Río.....	64
Tabla 18	Cantidades de latas de materiales por bolsa de cemento.....	64
Tabla 19	Resistencia a compresión con cantera cerro y con tipo de cemento.....	64
Tabla 20	Resistencia a compresión con cantera Río y con tipo de cemento.....	65
Tabla 21	Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con agregado de cantera y río.....	66
Tabla 22	Resistencia a compresión con cantera cerro, Aditivo retardante y con tipo de cemento.....	67
Tabla 23	Resistencia a compresión con cantera Río, aditivo retardante y con tipo de cemento.....	68
Tabla 24	Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con aditivos retardantes, agregado de cerro y río.....	69
Tabla 25	Resistencia a compresión con cantera cerro, Aditivo Acelerante y con tipo de cemento.....	71
Tabla 26	Resistencia a compresión con cantera Río, aditivo Acelerante y con tipo de cemento.....	72
Tabla 27	Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con aditivos retardantes, agregado de cerro y río.....	73
Tabla 29	Matriz de Consistencia.....	88
Tabla 30	Matriz de operacionalización de variables.....	89
Tabla 31	Cuadro de registro 1.....	90
Tabla 32	Cuadro de registro 2.....	91
Tabla 33	Diseño de Mezclas.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de la fabricación del cemento	37
Figura 2	Producción de cemento por empresa en Perú.....	39
Figura 3	Clasificación de los aditivos.	47
Figura 4	Diseño de investigación	50
Figura 5	Técnicas de muestreo	52
Figura 6	Técnicas de muestreo (exclusión e inclusión).....	52
Figura 7	Procedimiento No Experimental de la Investigación.	56
Figura 8	Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Cerro.....	65
Figura 9	Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Río.....	66
Figura 10	Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Cerro y Río.....	67
Figura 11	Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo retardante con agregado de Cerro ..	68
Figura 12	Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo retardante con agregado de Río.....	69
Figura 13	Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivos retardantes, agregado de Cerro y Río.....	70
Figura 14	Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo Acelerante con agregado de Cerro.	71
Figura 15	Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo Acelerante con agregado de Río	72
Figura 16	Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivos Acelerantes, agregado de Cerro y Río.	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Módulo de Finura.....	43
Ecuación 2: Porcentaje de vacíos	44
Ecuación 3: Humedad.....	44
Ecuación 4: Porcentaje de desgaste	45

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Trujillo, en donde se realizó el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante y retardante, para la realización de esta tesis se utilizó el diseño de investigación de tipo No Experimental descriptivo, utilizando técnicas de recolección de datos como la exclusión e inclusión, para luego obtener la muestra de 16 investigaciones con los instrumentos de recolección de datos como el registro de información de documentos. El problema es que vivimos en un país que está expuesto a sismos de cualquier tipo de magnitud, por ende, se debe tener un concreto de calidad. Los principales resultados de resistencia a compresión más altos a 28 días de curado fueron la del concreto patrón con un resultado 383.56kg/cm^2 con cantera de Río y con CPP tipo I, con aditivo retardante se obtuvo una resistencia a compresión de 523.93kg/cm^2 con 0.50% de Retardante Sikament-290N, con cantera de Río y con CPP tipo I. Finalmente se obtuvo un resultado con aditivo acelerante una resistencia a compresión de 368.19kg/cm^2 con 2.00% de Sika-3, con cantera de Río y con CPP tipo I.

Palabras clave: Concreto, Resistencia, Compresión, Aditivo, Retardante, Acelerante.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día el concreto se ha convertido en uno de los materiales más utilizados por la industria de la construcción en el mundo, ya que gracias a su resistencia mediante los diferentes aditivos este permite la construcción de diversas edificaciones establecidas en el país. El concreto está compuesto por cemento, arena, grava, agua y aditivos para obtener una mayor resistencia. Es por esa razón la importancia de su estudio en cuanto a su comportamiento mecánico estructural, desarrollando tecnologías de monitoreo e inspección confiables que permitan ejercer un control rápido de sus propiedades sin alterarlas, teniendo en cuenta que está expuesto a varias condiciones como la temperatura, el clima y la humedad que pueden afectar sus propiedades. Es por esa razón, que se tiene que tener un control adecuado del concreto, las características de los materiales, las dosificaciones de la mezcla y las condiciones de curado del concreto juntamente con el tiempo.

Montoya, Cadavid & Gómez. (2009). En Medellín-Colombia presentaron un estudio sobre el comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento portland gris tipo III con aditivos, analizando cada una de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del cemento Portland gris tipo III, donde midieron los tiempos de fraguado inicial y final utilizando diferentes dosis de aditivos, encontrando que el aditivo en dosis hasta de 0,6 % en peso del cemento, aumentó el tiempo de retardo a valores entre 550 y 600 min, con el aumento del contenido de aditivo retardante, bajó la resistencia inicial y aumentó la resistencia final del mortero. Con dosis crecientes de aditivo acelerante disminuyó el tiempo de fraguado de las mezclas.

Desde luego en el país colombiano se menciona que el módulo de elasticidad del concreto o módulo de Young es uno de los parámetros más importantes en la

construcción de estructuras de concreto. Su valor depende del tipo de concreto, la dosificación utilizada y el tipo y origen del agregado. En términos general mientras mayor sea la resistencia del concreto mayor será su módulo de elasticidad (Quimbay, 2011).

En Cuba, se menciona que el manejo del agua ha sido y seguirá siendo un factor trascendental para la elaboración de mezclas de concreto, pues es una variable que incide tanto en sus características en estado fresco, lo que afecta positiva o negativamente su transporte y colocación del concreto en estado endurecido lo que afecta su estabilidad en el tiempo. Por lo tanto, debe permanecer en la academia la rigurosidad en el tratamiento de este aspecto que, a veces, suele asumirse como de menor importancia dada la sencillez de su naturaleza y la facilidad aparente de su manejo por parte de la mano de obra.

Es muy común que en las obras, especialmente en las de pequeña magnitud o del sector informal, se intente lograr una aceptable trabajabilidad de las mezclas adicionando agua, pensando exclusivamente en el momento de su transporte y colocación en el sitio, pero afectando negativamente a futuro características tan importantes como la resistencia a la compresión y la durabilidad, máxime cuando el contenido de agentes atmosféricos como el CO₂ aumentan anualmente en el mundo y, en especial, en centros urbanos congestionados. (Bedoya, 2017)

Sin embargo, en Venezuela. Fernández, Morales & Soto. (2016). En su investigación Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. Menciona que la resistencia depende de muchos factores como lo son la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la

temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades.

En el Perú, región de Tacna, Torres & Condori. (2018). Presentaron un informe de tesis denominado Evaluación e influencia de los aditivos acelerantes de fragua y endurecimiento en especímenes de concreto usando cemento tipo IP, determinando que el mayor promedio del acelerante utilizado se obtuvo con la aplicación de Aditivo Chema Estruct con un promedio de 239,512 kg/cm², a los 14 días, los especímenes con la aplicación de aditivo SikaRapid-1 con un promedio de 235,658 kg/cm².

En Cajamarca, Abanto. (2015). En su tesis Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto usando cemento portland tipo I y agregados de río; en la ciudad de Cajamarca, menciona que hay una diferencia significativa entre la resistencia a compresión de los cilindros de concreto con aditivo con respecto a sin aditivo ensayados a la edad de 3 y 7 días del 29.37% y 28.58% indicando un incremento en la resistencia a la compresión de 38.15 kg/cm² y 52.73% kg/cm² respectivamente; respecto a los cilindros de concreto ensayados a los 28 días de edad entre ambas mezclas no se observó diferencia estadísticamente significativa. El reglamento nacional de edificaciones la norma E.060 menciona que La resistencia mínima del concreto es 10 MPa. Como también la piedra desplazadora no excederá del 30% del volumen total de concreto ciclópeo y será colocada de manera homogénea, debiendo quedar todos sus bordes embebidos en el concreto.

Según la ASTM C39 y la NTP 339.034 las probetas deben ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la condición de curado, es decir, se ensayarán en condiciones húmedas superficialmente secas.

Estela. (2011). También Explica en su trabajo denominado Diferentes tipos de Aditivos para el Concreto, las condiciones ambientales a las que se trabaja el concreto

y el tipo de Aditivos que existen en el mercado hoy en día para su trabajabilidad, además del uso de acuerdo a las condiciones de diseño y resistencia a la que será trabajado el concreto. Es por ello, el trabajar este tema se logró conocer el uso adecuado para cada tipo de Aditivo, su funcionamiento en la mezcla y que no solo es usar el Aditivo por usarlo, sino que hay que cumplir con ciertas normatividades y estándares que se han desarrollado para los diferentes tipos de Aditivos que existen en el mercado.

Por otro lado, la falta de conocimiento de la población muchas veces elige el producto de menor costo creyendo que esto genera un ahorro sin embargo el producto más económico no es aquel que asegure una buena calidad en las estructuras.

Torres & Condori. (2018) en su tesis Evaluación e influencia de los aditivos acelerantes de fragua y endurecimiento en especímenes de concreto usando cemento tipo IP en la ciudad de Tacna, determino que en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm² con la aplicación de Aditivo Chema Estruct con el promedio de 239,512 kg/cm² a los 14 días fue mayor, seguido de los especímenes con la aplicación de aditivo SikaRapid-1 con un promedio de 235,658 kg/cm².

Esto nos deja un conocimiento que con aplicación de Aditivos Chema Estruct y SikaRapid-1 existieron diferencias altamente significativas a los 3 y 7 días, por lo que se asumen que son más efectivos, además su aplicación tuvo mayores efectos en la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto en la ciudad de Tacna con agregados de la cantera “Arunta”.

Zegarra. & Zegarra. (2016) realizo un Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca sika-3 y chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque, demostrando y comparando los diseños elaborados con diferentes mezclas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² dando como resultado que la

influencia de las bajas temperaturas de ambiente dio lugar a un mayor tiempo de fraguado del concreto de tal manera que se debe usar aditivos acelerantes ya que esto daría lugar a la reducción de costos de mano de obra.

Sin embargo, Baca & Boy. (2015). Evaluó la Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado, determinando que los dos aditivos acelerantes SIKA 3 y CHEMA 3 nos dio a conocer que influyen incrementando la resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento ICo a 7 días de curado, logrando alcanzar la resistencia máxima cuando el concreto presenta 4% de aditivo.

Valle. (2018). Realizó un estudio sobre 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 kg/cm^2 en Chachapoyas logrando concluir que Los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, influyen 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 y reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.

La mayoría de construcciones pueden ser calificadas como “concreto masivo”, “losas” y “estructuras encofradas” que son vigas, columnas, muros, arcos y algunos lineamientos de túneles, normalmente armadas con acero para asegurar la resistencia ya que el concreto en un elemento resistente a esfuerzos de compresión, teniendo en cambio muy poca resistencia a los esfuerzos de tracción y flexión, por esa razón es que se introduce el acero como parte complementaria. (Ortega, 2000)

Salazar & Triana. (2016). Presentaron los resultados de su tesis denominada Influencia de la dosis de un tipo de acelerante en el módulo de elasticidad estático del concreto simple a edades tempranas, la cual concluyeron que para dosificaciones de aditivo

acelerante mayores del porcentaje recomendado por la casa del aditivo, el módulo de elasticidad disminuye en todas las edades de curado para los dos diseños de mezcla, lo que hace que la rigidez del material este siendo afectada de manera negativa; por otro lado dosificaciones inferiores al tres por ciento 3% (tipo 2 y tipo3 de aditivo acelerante), el módulo de elasticidad a los veintiocho días (28) de curado tiende a hacer más alto.

Por otro lado, los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, por lo que su selección es importante y consiste en partículas con resistencia adecuada, así como resistencia a condiciones de exposición a la intemperie, además no deben contener materiales que causen el deterioro del concreto. Para poseer el uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaño de partículas. (Polanco, 2012).

Finalmente Godoy & Gándara en el año 2018 en Ecuador, presentaron un artículo sobre El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica, dando como resultado que el aumento de la resistencia y del módulo de elasticidad del concreto cuando se reemplaza hasta el 30% de la masa de la arena o hasta el 20% de la masa del cemento, gracias a su morfología que demanda menor cantidad de agua disminuye la porosidad del hormigón, por lo que los aditivos mejoran las propiedades del concreto aumentando su trabajabilidad y resistencia además de disminuir la segregación, sangrado y la relación A/C y en cuanto al uso del aditivo de ceniza volante concluyeron que es beneficioso para el hormigón cuando se utilizan en un correcto porcentaje de su dosificación.

Es por ello, que esta investigación tiene como finalidad incorporar ciertos porcentajes de aditivos retardantes y acelerantes para poder determinar las influencias que generar en la resistencia a la compresión del concreto.

Hace muchos años atrás, inclusive hasta la fecha, la mayoría de construcciones no utilizan criterios técnicos, o no se afianzan en las normas establecidas, es por ello que están expuestas a ser altamente vulnerables en caso de movimientos telúricos.

Sin embargo, mucha gente tiene desconocimiento sobre la cuales son los tipos de materiales más adecuados para la construcción, así como también el uso de aditivos para lograr su resistencia optima del concreto, como también reducir el tiempo de fraguado de la concreta in situ y permitir el rápido desencofrado de la obra.

Es por ello que el concreto en estado fresco empieza el proceso de fraguado o endurecimiento a medida que reacciona el agua de la mezcla con el cemento, y se produce un alto calor de hidratación que puede ocasionar una rápida evaporación del agua de mezclado y una reducción del asentamiento necesario para colocarlo en los moldes, por lo que se recurre a Aditivos que mantienen esa trabajabilidad sin que deban producir modificaciones en las resistencias del mismo. (Fernández, Morales & Soto, 2016).

Además de ello, se presentan algunas causas que generan problema en el concreto como la humedad, variaciones de temperatura y agentes externos como la sobrecarga que se le coloca al concreto, lo cual hace que se produzca fisuras, por falta de algún curado con aditivo, lo cual estos factores hacen que el concreto pierda su resistencia.

Ante esto se ha planteado el objetivo en primera instancia de analizar la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo, para luego sacar los resultados más óptimos mediante el análisis documental, que sirvan como base para tener en cuenta al momento de tener que escoger tipos de materiales más resistentes y adecuados para una construcción.

La importancia de esta investigación se debe al análisis de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante y retardante, para ello se tendrá en

cuenta realizar el análisis de la resistencia a compresión del concreto que se ha obtenido utilizando el tipo de agregado, cemento y los tiempos de curado para obtener la resistencia, de esa forma se procedió a realizar el análisis documental para el análisis con aditivo retardante y acelerante, como también sin aditivo o patrón, que posteriormente se pueden usar en una construcciones de alta envergadura. Así mismo, conocer las resistencias máximas del concreto con la incorporación de aditivos, además del tipo de cemento y agregado que se utilice, de tal manera que cumpla con la resistencia mínima que da la norma. Sin embargo, entra a tallar las consecuencias que se podría tener más adelante el no conocer los materiales óptimos que se debe de conocer para realizar una construcción de manera óptima y segura, ya que vivimos en un país altamente sísmico. Es por ello, que la realización de esta investigación es de mucha importancia, puesto que conocemos los tipos de materiales como aditivos, cemento, agregados y el tiempo de curado del concreto, para que de esta manera ayuden a mejorar el concreto y que finalmente tengamos un producto de alta calidad, y así poder realizar una construcción segura, ya que vivimos en un país altamente sísmico. Además de ello estos resultados de esta presente investigación ayudaran a los lectores a conocer que materiales son más resistentes para una construcción.

Antecedentes de la investigación

Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante y retardante de fragua en altitudes cálidas, templadas y frías

Alva & Fabian, (2018), en esta investigación nos muestra resultados de resistencia obtenidos por medio de ensayos realizados en el concreto, lo cual evolucionan de manera distinta según la zona que se analice, en ella podemos observar que en una zona fría y templada a los primeros días de curado arrojan un valor parecido al promedio, luego en la zona fría se ve como la resistencia se va perdiendo con respecto

a la resistencia de la zona templada y en la zona cálida la resistencia va lento con respecto a los dos mencionados, pero con la adición de los aditivos se pudo observar que alcanzaron a la resistencia que se esperaba a los 28 días, obteniéndose una resistencia sin aditivo en Cerro de Pasco, Huánuco y Pucallpa de 206.42 Kg/cm², 214.46 Kg/cm² y 198.42 Kg/cm² respectivamente, en cambio con aditivo acelerante a los 28 días se obtuvo en Cerro de Pasco, una resistencia de 218.73 Kg/cm², con aditivo retardante en Pucallpa de 214.80 Kg/cm².

Esta investigación nos brinda una perspectiva clara para tener en cuenta los factores que afectan al concreto, así como también el tiempo de curado, el lugar, el tipo de clima, el cual debemos de tener cuenta para la realización del concreto de calidad para una construcción.

Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)

Garay & Quispe, (2016). Este trabajo analiza cómo se comporta el concreto en una construcción, es por eso que se analiza especímenes de concreto, añadiendo aditivo, con el propósito de ver el cambio en las propiedades del concreto. Menciona que, al incorporar aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, logrando un aumento hasta en un 25% en comparación al concreto sin aditivo o concreto patrón. El promedio de los valores obtenidos sin aditivo y con aditivo fueron de 138 y de 184 kg/cm², superando la resistencia mínima recomendada por la norma. Si bien es cierto, el uso de los aditivos no soluciona el problema de la autoconstrucción; de cualquier modo, estos ayudan a mitigar y mejorar las propiedades del concreto. (pg.88).

Esta investigación nos permitirá analizar los resultados que vamos a obtener con respecto a este estudio, además nos ayudara a que al momento de colocar el aditivo acelerante y retardante al concreto hace comparaciones con su resistencia máxima de cada una de ellas.

Resistencia a la compresión de un concreto, elaborado con cemento Portland tipo I y aditivo SikaCem -I Acelerante en polvo

Tinen,(2018), menciona que en su investigación se realizaron tres tipos de especímenes de concreto para determinar la resistencia a compresión del concreto, un grupo control sin la presencia de aditivo, con presencia de 1.18% y 2.35% de aditivo a edades de 3,7 y 28 días de curado logrando obtener para la dosificación del 1.18% de aditivo la resistencia a la compresión del concreto alcanzó valores de 105.72 Kg/cm² a los 3 días de curado, 121.03 Kg/cm² a los 7 días de curado y 226.86 Kg/cm² a los 28 días de curado, y con la dosificación del 2.35% de aditivo alcanzó los valores de 187.38 Kg/cm² a los de 3 días de curado, 221 Kg/cm² a los 7 días de curado y 243.32 Kg/cm² a los 28 días de curado. (pg.168).

A través de ello se puede decir que es importante el tiempo de curado del concreto, ya que en esta investigación el aditivo empieza a influir de una manera significativa en la resistencia del concreto a partir de los 7 días de curado, esto indica que a partir de este tiempo el concreto llega alcanzar su máxima resistencia.

Diferentes tipos de aditivos para el concreto

Santiago, (2011), menciona la existencia de diferentes tipos de aditivos, que le pueden usar en el concreto, cuando se encuentre ya sea en estado fresco o endurecido. Se establecieron los usos de acuerdo a las normatividades establecidas para su uso, se explica las condiciones ambientales a las que se trabaja el concreto y el tipo de Aditivos que existen en el mercado hoy en día para su trabajabilidad. Así también el uso de

acuerdo a las condiciones de diseño y resistencia a la que será trabajado el concreto, se exponen una gama de productos que se pueden conseguir en el mercado y otros más que la propia concretera lo suministra en el momento de solicitar la mezcla de concreto. (pg.84).

Este trabajo nos muestra cuán importante es la incorporación de los aditivos al concreto, puesto que con ello podemos tener concreto de alta calidad, para ser utilizados en cualquier elemento estructural de una construcción.

Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco

Apolinario, (2017), en esta investigación menciona que los resultados los aditivos tuvieron un comportamiento en la elaboración de la mezcla y en la resistencia a las edades ensayadas. En donde el aditivo acelerante, en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto sin aditivo presento resultados menores a los esperados en los días ensayados mientras que los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo si presentaron resultados iguales y mayores a los esperados en los días ensayados. Se obtuvieron una resistencia a compresión final de 204.80 kg/cm² sin aditivo y 220.33 kg/cm² con aditivo acelerante, en el lugar de Gelleycancha, luego obtuvieron una resistencia de final de 206.55 kg/cm² sin aditivo y 219.50 kg/cm² con aditivo acelerante, en el lugar de Shiki. finalmente obtuvieron una resistencia final de 206.59 kg/cm² sin aditivo y 226.58 kg/cm² con aditivo acelerante, en el lugar de Pulpuliag. (pg.150).

Esta investigación nos muestra que el clima es uno de los factores muy importantes en la resistencia a compresión del concreto, ya que no es lo mismos construir edificaciones en diferentes zonas, con diferentes climas con aditivo acelerante a diferentes edades de curado, esto implica que para tener un concreto confiable se debe

de tener en cuenta que un concreto necesita ser mejorado con aditivos que ayuden a su resistencia máxima de acuerdo al lugar.

Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento portland gris Tipo III con aditivos

Montoya, Cavidad & Gómez (2009), En este trabajo se verifica cual es el comportamiento de los dos tipos de aditivos tanto el acelerante como el retardante en el mortero. Los resultados de los análisis de fraguado desarrollados al cemento Portland gris tipo III mostraron que el tiempo de fraguado inicial del cemento sin ningún aditivo es de 74 min, mientras que el tiempo de fraguado final es de 171 min. La resistencia aumentó con el paso de los primeros días. Al cabo de un día es de 23 MPa; a los 3 días, 35 MPa, y sube a 43 MPa el día 7. (pg.43)

Las propiedades mecánicas del patrón de referencia no se vieron afectadas con la adición de 0,2 % de aditivo retardante, mientras que con las dosificaciones de 0,4 y 0,6 % de este aditivo la resistencia a la compresión mejoró para edades de curado de 3, 7 y 28 días. Con la dosificación de 0,8 % a las edades de 1 y 3 días de curado la resistencia a la compresión disminuyó respecto al mortero sin aditivo, mientras que a los 7 y 28 días se obtuvieron valores levemente superiores. Los resultados de tiempos de fraguado y resistencia a la compresión indican que el aditivo retardante se debe emplear en dosis de 0,4 a 0,6 % para obtener los mejores resultados. (pg.48)

Además se tiene que con una dosificación de 3 % de aditivo acelerante prácticamente no disminuye el tiempo de fraguado respecto al mortero sin aditivo, mientras que con dosificaciones de 6, 9 y 12 % disminuye de modo ostensible el tiempo de fraguado, obteniéndose con el 9 % y el 12 % tiempos de fraguado final alrededor de 150 s, en tanto que con 6 % de aditivo se obtuvo un tiempo de fraguado final alrededor de 210 s, lo que sugiere que 6 % es la cantidad óptima para no desperdiciar el aditivo. (pg.48).

Esta investigación nos da a conocer que la resistencia del concreto sin aditivo varía mucho con respecto a un concreto con aditivo. Sin embargo, cuando se añade el aditivo con porcentajes progresivos, va alcanzado su máxima resistencia con respecto al tiempo de fraguado. Es por eso que es importante realizar especímenes con diferentes edades de curado y con diferentes porcentajes para realizar la influencia de los aditivos.

Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con Aditivo Chemaplast

Alcalde & Alcalde, (2019), obtienen una resistencia patrón de 362.17 Kg/cm² a los 28 días, sin embargo, ellos utilizaron dosificaciones con aditivo natural(Azúcar) de 0.075%, 0.10% y 0.15%, obteniendo como resultado de curado de 404.64, 421.16 y 464.50Kg/cm², también utilizaron el aditivo acelerante Chemaplast con dosificaciones de 0.85%, 1.13% y 1.41%, obteniendo una resistencia a 28 días de curado de 357.19, 360.59 y 337.47Kg/cm² respectivamente. Concluyendo que los diseños donde se utilizó azúcar como estímulo adquieren mayor resistencia que el concreto patrón además de que a mayor cantidad de azúcar utilizada, mayor es la resistencia adquirida; y los diseños estimulados por Chemaplast adquieren valores similares a los del concreto patrón. (pg.107)

Por ello es que esta investigación nos ayudará a tener una idea acerca del comportamiento de los aditivos en diferentes edades, así como también tener en cuenta que el azúcar es un aditivo natural que puede brindar y mayor resistencia a edades finales y no a iniciales.

Concreto (hormigón) con cemento Portland Puzolánico tipo IP atlas de resistencias tempranas con la tecnología

Benites, (2009), menciona en sus resultados obtenidos en su investigación que, en cuanto a los resultados de resistencias a la compresión, se observa que tanto en los

diseños de mezcla patrón como en los diseños con aditivo superplastificante Sika Viscocrete 20 HE, las resistencias van incrementando con relación a la cantidad de cemento empleada en cada diseño. Además, se observa que las resistencias obtenidas a los 28 días en los diseños de mezcla patrón son equivalentes a las resistencias obtenidas a los 3 días en los diseños con aditivo en todas las cantidades de cemento evaluadas. Las resistencias en los diseños patrón varían entre $f'c = 130 \text{ Kg/cm}^2$ a $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ y para el caso de los diseños con aditivo están comprendidas entre $f'c = 309 \text{ Kg/cm}^2$ y 507 Kg/cm^2 . (pg.249).

Esta investigación nos dará a entender que el tiempo de fraguado de las probetas tienen mucho que ver al momento que se agrega este aditivo retardante. Sin embargo, tendremos en cuenta estos alcances para el trabajo que estamos realizando.

Optimización del uso de encofrado para losas y columnas $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez del concreto

Recabarren & Tafur, (2019), obtienen como resultados que resistencia a compresión obtenidos por el método de madurez son similares al del método de resistencia a compresión de especímenes cilíndricos, lo cual no difieren en más del 10% de la resistencia de estos últimos tal como recomienda el ACI, por lo que se puede demostrar que para la mezcla de $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos del proyecto en estudio, el método de madurez es útil y podrá ser usado para siguientes proyectos con concretos de similares características como un método alternativo para determinar la resistencia a compresión de elementos estructurales tanto verticales como horizontales. (pg.49).

En esta investigación nos muestra cuán importante es el correcto uso del concreto de calidad, es por ello que hoy en día se está utilizando aditivos que son de mucha importancia, lo cual ayuda a mejorar sus propiedades como por ejemplo su resistencia.

Evaluación del efecto retardante del aditivo Sika Retarder Pe y la azúcar blanca, en elemento columna para un concreto $f'c=210$ kg/cm², en Lima 2019

Mego, (2019), en esta tesis obtiene resistencias a compresión del concreto con aditivo Sika Retarder Pe y la azúcar blanca realizadas a edades de 8, 14 y 28 días con una dosificación de 0.60% de aditivo Sika Retarder pe obteniendo la resistencia más alta que las demás dosificaciones, obteniendo una resistencia de 383.80 kg/cm² y la dosificación mejor para el concreto adicionado azúcar blanca fue la dosis mínima de 0.075% obteniendo una resistencia de 345.37 kg/cm². (pg.80).

Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades

Gonzales, (2019), determina que el porcentaje de variación de la resistencia es positiva, en cuanto al aumento de resistencia a compresión, al utilizar concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo acelerante al 2%; teniendo una variación mayor al 10% en las edades de 3, 7, 14 y 21 días. También obtiene una influencia positiva, en cuanto al aumento de resistencia a compresión, al utilizar concreto $f'c=210$ kg/cm² con aditivo retardante al 0.5%, teniendo una variación mayor al 10% en las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días. (pg.60).

En esta investigación nos muestra la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades, esto quiere decir que han determinado la resistencia en diferentes tiempos de curado tanto con aditivo acelerante y retarde, logrando obtener que el aditivo retardante genera mayor influencia en la resistencia del concreto.

Influencia de los aditivos tipo C en la resistencia a la compresión de concreto en la Ciudad de Huancayo

Chávez & Ñavincopa, (2013), mencionan que el aditivo Sika Rapid 1 con su dosificación máxima es el que menor tendencia a acelerar la ganancia de la resistencia

a la compresión de concretos en todas las relaciones agua/cemento, seguida por el aditivo Sika 5 con su dosificación máxima. Además de ello nos dice que el aditivo Sika Rapid 1 con su dosificación máxima es el que menor tendencia a acelerar la ganancia de la resistencia a la compresión de concretos en todas las relaciones agua/cemento, seguida por el aditivo Sika 5 con su dosificación máxima. Sin embargo, los aditivos tipo C pueden incrementar o reducir la resistencia a la compresión de los concretos a los 28 días. (pg.273).

Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado

Baca & Boy, (2015), logran determinar que los dos aditivos acelerantes SIKA 3 y CHEMA 3 influyen considerablemente, incrementando la resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento ICo a 7 días de curado, logrando alcanzar la resistencia máxima cuando el concreto presenta 4% de aditivo. Es decir que el porcentaje aditivo acelerante adecuado para el concreto elaborado con cemento Pacasmayo ICo es de 4%, debido a que con esta cantidad se logró alcanzar la resistencia máxima para los acelerantes Sika 3 y Chema 3 cuyos valores fueron de 209.3 kg/cm² y 205.8 kg/cm² respectivamente. Por lo cual concluyó que a partir de los resultados obtenidos el concreto elaborado con cemento Pacasmayo tipo ICo presenta mejores resistencias iniciales con un aditivo acelerante SIKA 3 en comparación con el aditivo acelerante Chema 3. (pg.32).

En esta investigación utilizan dos tipos de aditivos acelerantes que incorporan al concreto para mejorar su resistencia, para ello utilizaron un porcentaje de ellos, logrando determinar que el aditivo Sika 3 con el cemento ICo obtuvieron una mayor resistencia a comparación el Chema 3.

Estudio de la influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con cemento Pacasmayo y Cemento Inka

Izquierdo, (2015), en el estudio, la influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con cemento Pacasmayo y cemento Inka, obtiene resistencias promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados sin aditivo Cherna Estruct a los 28 días, lo cual dio como resultado de 232.00 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 225.680 kg/cm², y resistencias promedio a la compresión de especímenes de concreto elaborados con aditivo Cherna Estruct a los 28 días, lo cual dio como resultado de 258.586 kg/cm² con cemento Pacasmayo Tipo I y con cemento Inka Tipo I Co, fue de 239.990 kg/cm². (pg.135).

Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades, del concreto. usando cemento portland tipo I y agregados de río; en la ciudad de Cajamarca

Incio,(2015), logra determinar estadísticamente, que existe una diferencia significativa entre la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto elaborados con la mezcla B (concreto con 2% de aditivo) respecto a los cilindros de concreto elaborados con la mezcla A (concreto sin aditivo) ensayados a la edad de 3 y 7 días del 29.37% y 28.58% indicando un incremento en la resistencia a la compresión de 38.15 kg/cm² y 52.73 kg/cm² respectivamente; respecto a los cilindros de concreto ensayados a los 28 días de edad entre ambas mezclas no se observó diferencia estadísticamente significativa. Por lo anterior se concluye que el aditivo CHEMA 3 cumple con la función esperada como acelerador de resistencia, permitiendo alcanzar mayor resistencia a temprana edad sin afectar la resistencia de diseño a los 28 días la cual también se incrementó. (pg.105).

En esta investigación nos muestra que los aditivos son de mucha importancia hoy en día para el concreto, ensayaron probetas con aditivo y sin aditivo a diferentes días de curado de tal manera que se determine la influencia de este aditivo en la resistencia de concreto, utilizaron un tipo de cemento y agregado, lo cual determinaron la diferencia significativa con respecto al concreto patrón, alcanzando una resistencia mayor a la requerida.

Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del cusco en concretos expuestos a climas alto andinos

Ponce, (2016), concluye que al utilizar los aditivos Sika 5 y Chema Estruct en el concreto, en cualquiera de sus proporciones recomendadas por cada fabricante (mínima, media y máxima), se observa que existe un incremento de resistencia a los 3, 7 y 14 días de 235.21, 236.56 y 247.67 kg/cm² respectivamente, cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. $F'c=210\text{kg/cm}^2$. Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Chema 5, al catorceavo día, la resistencia del concreto es de 178.64 kg/cm², disminuyendo la resistencia, este resultado, reflejan una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. $F'c=210\text{kg/cm}^2$. (pg.221).

Esta investigación nos muestra que cada aditivo tiene sus proporciones como mínimas, media y máxima que recomiendan para que sean utilizadas en las probetas a ensayar, es decir, que van a determinar la resistencia máxima con estas dosificaciones en diferentes días de curado.

Efectos de los aditivos acelerantes de fraguado en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² con cemento tipo I en estado fresco y endurecido, Trujillo 2017

Ponce, (2017), en su artículo de investigación logró comprobar que ambos aditivos, Accelguard 80 y Sika Cem Acelerante PE, influyen aumentando considerablemente la

resistencia a la compresión de un concreto fabricado con cemento Pacasmayo Portland Tipo I a la edad de 3 días, logrando obtener una máxima resistencia cuando se adiciona el 2% de aditivo. Por ello estableció que el porcentaje de aditivo acelerante apropiado para el concreto fabricado con cemento Pacasmayo Portland Tipo I es de 2%, dado que con esta proporción se obtuvo la máxima resistencia a los 3 días de edad para los acelerantes Accelguard 80 y Sika Cem Acelerante PE cuyos valores fueron de 215.99 kg/cm² y 211.33 kg/cm² correspondientemente. En consecuencia, concluyo que un concreto fabricado con cemento Pacasmayo tipo Portland Tipo I muestra mejores resistencias iniciales con el aditivo acelerante Accelguard 80 en contraste con el aditivo acelerante Sika Cem Acelerante PE. (pg.5).

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 kg/cm^2 Chachapoyas-Amazonas 2016

Valle, (2016), obtuvo que los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, si influyeron aumentando la resistencia del concreto, en los ensayos a compresión logro obtener 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 kg/cm², Chema 3 = 198.65 kg/cm² y para Sika R Sem Acelerante Pe = 200.51 kg/cm². 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 kg/cm², Chema 3 = 237.92 kg/cm² y para Sika R Sem Acelerante Pe = 239.42 kg/cm². (pg.102).

En esta investigación utilizaron tres tipos de aditivos acelerantes para aumentar su resistencia a 28 días de curado con un porcentaje de cada aditivo, determinaron una

gran influencia que genera este aditivo a comparación con el concreto patrón, es por ello que hoy en día recomiendan la utilización con su correcta dosificación.

Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700

Nuñez & Villanueva, (2018), concluye que el Sikaplast 700 mejora considerablemente las propiedades físicas y mecánicas del concreto, al realizar los ensayos y ser analizados los resultados de la resistencia a la compresión del concreto de resistencia acelerada, se denota que en los tres comparativos. de cada diseño de mezcla (210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm²) el concreto dosificado con aditivo Sikaplast 700 presenta mayores resultados en todas las edades analizadas respecto al concreto dosificado con aditivo Viscocrete SC-50. Los diseños de 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² presentan resistencias de 799 kg/cm², 872 kg/cm² y 1068 kg/cm² a la edad de 28 días respectivamente, garantizando estructuras de calidad. (pg.109).

Evaluación e influencia de los aditivos acelerantes de fragua y endurecimiento en especímenes de concreto usando cemento tipo IP en la Ciudad de Tacna

Nina & Condori, (2018), concluye que para la resistencia a la compresión a los 14 días, la aplicación de Aditivos acelerantes de fragua demostró que existieron bajas diferencias entre los tratamientos; obteniendo el mayor promedio con el aditivo Chema Estruct el cual fue de 239.51 kg/cm² en segundo lugar por orden de méritos con el aditivo SikaRapid1 con 235.65 kg/cm² y 225.97 kg/cm² sin la aplicación de aditivos, se presume que fue por la composición y las cualidades adicionales de los producto que solamente actúan a edades tempranas, llegando a los 14 días a ser casi homogéneos. Además, el aditivo acelerante Chema Estruct fue superior incrementando la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto a los 3 y 14 días respecto a los demás aditivos, con un promedio de 190,735 kg/cm² y 239,512 kg/cm²

respectivamente; el aditivo SikaRapid-1 fue superior incrementando la resistencia a esfuerzos de compresión a los 7 días con un promedio de 212,716 kg/cm². (pg.129-130).

Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z fragua N°5, cemento Portland compuesto tipo ICO y agregados de cantera de la Ciudad de Trujillo

Floriano, (2018), de los ensayos a compresión, para la comparación de la mezcla con 3 % de aditivo respecto de la mezcla convencional afirma que el uso del aditivo en pocas proporciones (3 % del peso del cemento), acelera el fraguado del concreto a los 3, 7 y 28 días de curado en un 34.4 %, equivalente a 36.143 kg/cm², 7.33 % equivalente a 11.543 kg/cm² y 6.29 %, y 13.200 kg/cm² respectivamente y según los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, para la comparación de la mezcla con 7 % de aditivo respecto de la mezcla convencional, se puede afirmar rotundamente que el uso del aditivo en altas cantidades (7 % del peso del cemento), acelera el fraguado del concreto a los 3, 7 y 28 días de curado, en un porcentaje de 29.1 %, 37.5 % y 15.6 %, equivalente a 30.563 kg/cm², 59.050 kg/cm² y 32.763 kg/cm². (pg.57).

En esta investigación nos muestra el uso correcto de los aditivos, las proporciones que deben colocarse al concreto para mejorar su resistencia a compresión de ella. Sin embargo, ellos utilizaron un 7% de aditivo con respecto al peso del cemento, logrando determinar que se obtuvo mayor resistencia con el porcentaje antes mencionado, con respecto a las otras dosificaciones.

Bases teóricas

➤ Concreto

Definición

El RNE define al concreto como la mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Propiedades del concreto

En estado fresco

Trabajabilidad

Se define a esta propiedad como el estado no endurecido del concreto la cual determina la capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. (Rivva Lopez, 2007, p. 37).

Consistencia

Depende principalmente de la cantidad de agua usada. Capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. (Abanto Castillo, pg. 47).

Tabla 1

Clases de mezclas según su asentamiento.

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0”a 2”	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3”a 4”	trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	>5”	Muy trabajable	chuseado

Fuente: Tecnología del concreto (p.49), F. Abanto Castillo, (s.f.), Editorial San Marcos.

Cuando las especificaciones del asentamiento no se dan como requisito máximo la NTP 339.114 – Concreto premezclado, da algunas tolerancias, cuyos valores se muestran en la tabla Clases de mezclas según su asentamiento.

Tabla 2

Tolerancia para asentamiento nominal.

Asentamiento especificado (cm)	Tolerancia (cm)
0-5	(+-) 1,3
05-10	(+-) 2,5
>10	(+-) 3,8

Fuente: NTP 339.114 Hormigón. Concreto premezclado, (1999), 2ª Edición, Lima.

Segregación

Viene a ser la mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del mortero y se produce lo que se conoce como segregación. En los concretos con contenidos de piedra > del 55% en peso con respecto al peso total de agregados. (Universidad de Oviedo, 2012).

Exudación

Esta propiedad viene a ser cuando una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. La exudación está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. (Universidad de Oviedo, 2012).

En estado endurecido

Resistencia

La resistencia del concreto endurecido es la propiedad más importante para cumplir con la exigencia estructural, por lo que usualmente es considerada como la propiedad más valiosa del concreto; sin embargo, no debemos olvidar que en muchas ocasiones otras características como la durabilidad y la permeabilidad, resultan ser más importantes. (Estrada & Páez. 2014, pg. 201).

Durabilidad

El concreto debe ser capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo aún en aquellas condiciones de exposición normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales está sometido. (Rivva Lopez, 2007, p. 44 - 45).

➤ **Diseño de mezclas de concreto**

Métodos de diseño de mezclas

Existen diversos métodos para el diseño de mezclas de concreto como, por ejemplo:

- Método del ACI (American Concrete Institute)
- Método de WALKER
- Método del módulo de fineza
- Método del agregado global
- Método de Fuller

De los cuales vamos a utilizar el método ACI 211, para ello tenemos que contar con esta información

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados.
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados

Fuente: (Laura Huanca, 2006, pg.4).

Método ACI 211

Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.

- a. Selección de la resistencia requerida (F'_{cr}).
- b. Selección del TMN del agregado grueso.
- c. Selección del asentamiento.

Tabla 3

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MAXIMO	SLUMP MINIMO
Zapatas y muros de cimientos reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzados	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Método ACI-Asentamiento Mínimo y Máximo

d. Seleccionar el contenido de aire atrapado.

Tabla 4

Contenido de aire incorporado.

TNM del agregado grueso	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
4"	0.2

Fuente: Método ACI

e. Seleccionar el contenido de agua.

Tabla 5

Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en lt/m ³ , para TMN agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113

3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	175	166	154	-

Fuente: Método ACI

- f. Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.

Tabla 6

Relación agua/cemento por resistencia.

f'c kg/cm2	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
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: Método ACI

- g. Cálculo del contenido de cemento (e)/(f).
- h. Seleccionar el peso del agregado grueso proporciona el valor de b/bo, donde bo y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso).

Tabla 7

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

TNM del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de fineza del fino (b/bo).			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44

½"	0.59	0.57	0.55	0.53
¾"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	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
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método ACI

- i. Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- j. Cálculo del volumen del agregado fino.
- k. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- l. Presentación del diseño en estado seco.
- m. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- n. Presentación del diseño en estado húmedo.

Fuente: (Torres C., 2004, pg. 96)

➤ Componentes del concreto

❖ Cemento

• Definición

Según la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice que el cemento es un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

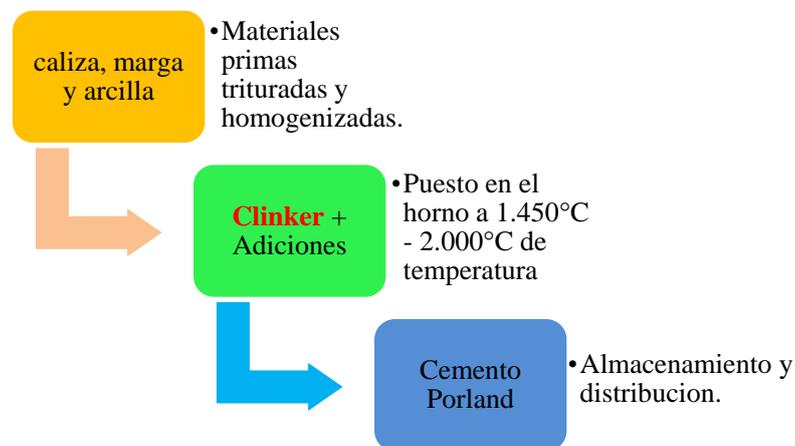
• Cemento portland

El reglamento nacional de edificaciones RNE, define al cemento portland como el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de sulfato de calcio.

Procesos de fabricación

Según Sanjuán Barbudo & Chinchón Yepes. Este es un proceso industrial que se realiza en instalaciones de gran escala que consiste en la obtención de materiales primas como caliza, marga y arcilla que al ser demolidas se obtiene el “Crudo”; luego de almacenar dichos materiales y combustible se procede a la cocción del crudo en un horno rotatorio hasta temperaturas de 1.450°C (2.000°C de temperatura de llama) del cual se resulta el “Clinker de cemento” que al moler con otros componentes (cenizas volantes, escoria, puzolana natural, yeso, etc.) se logra obtener el cemento, finalmente se termina con el almacenamiento, ensacado y expedición de cemento.

Figura 1
Esquema de la fabricación del cemento



Fuente: Elaboración Propia

• Tipos de cemento portland

Según la Norma Técnica Peruana 334.090-2013 los tipos de cemento son:

Tabla 8

Características del cemento portland

TIPO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS OPCIONALES
I	Uso general	1, 5
II	Uso general, calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos.	1, 4, 5
III	Alta resistencia inicial	1, 2, 3, 5
IV	Bajo calor de hidratación	5
V	Alta resistencia a los sulfatos.	5, 6

Características opcionales:

Aire incluido, IA, IIA, IIIA

Resistencia moderada a los sulfatos: C-A máximo, 8%

Alta resistencia a los sulfatos: C-A máximo, 5%

Calor de hidratación moderado: calor máximo de 290 Kg(70cal/g) a los 7 días, o la suma C, S y C, A máximo, 58%

Álcali bajo: máximo, 0.60% expresado como Na, O equivalente.

El límite de resistencia alternativa de sulfatos está basado en el ensayo de expansión de barras de mortero

Fuente: ASTM.C.150.

Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno.

Tipo IP: Cemento Portland puzolánico.

Tipo IL: cemento Portland – caliza.

Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado.

Tipo IT: Cemento adicionado ternario.

Tipo ICo: Cemento Portland compuesto.

• **Cementos en el Perú**

Según Keyyuan. W, en el año 2007 afirma que la industria de cemento en el Perú produce tipos y clases de cemento que son requeridos en el mercado nacional,

según las características de los diferentes procesos que comprende la construcción de la infraestructura necesaria para el desarrollo, la edificación y las obras de urbanización que llevan a una mejor calidad de vida, además, estos cumplen estrictamente con las normas nacionales e internacionales. De esta manera existe gran variedad cemento, de distintos componentes, productores y precios, pero casi todos con la misma finalidad.

Las empresas cementeras en Perú, producen los siguientes tipos de cemento:

Figura 2

Producción de cemento por empresa en Perú.

<p>Cemento Andino S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I •Cemento Portland Tipo II •Cemento Portland Tipo V •Cemento Portland Puzolánico Tipo I (PM) 	<p>Cementos Lima S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I; Marca "Sol" •Cemento Portland Tipo IP - Marca "Super Cemento Atlas" 	<p>Cementos Pacasmayo S.A.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I •Cemento Portland Tipo II •Cemento Portland Tipo V •Cemento Portland Puzolánico Tipo IP •Cemento Portland MS-ASTM C-1157 •Cemento Portland Compuesto Tipo 1Co
<p>Cementos Selva S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I •Cemento Portland Tipo II •Cemento Portland Tipo V •Cemento Portland Puzolánico Tipo IP •Cemento Portland Compuesto Tipo 1Co 	<p>Cemento Sur S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I - Marca "Rumi" •Cemento Portland Puzolánico Tipo IPM - Marca "Inti" •Cemento Portland Tipo II* •Cemento Portland Tipo V* 	<p>Yura S.A.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cemento Portland Tipo I •Cemento Portland Tipo IP •Cemento Portland Tipo IPM

Fuente: Keyyuan. W, 2007

• **Cemento Pacasmayo portland tipo I**

Descripción

El cemento portland Tipo I es un cemento de uso general que cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I y yeso que le brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

Propiedades

- **Mayor resistencia inicial:** Debido a su óptima formulación el cemento Tipo I desarrolla mayor resistencia a edades tempranas y menores tiempos de fraguado.
- **Menores tiempos de fraguado.**

Aplicaciones

Se emplean en obras que no requieran propiedades especiales de ningún tipo:

- Obras de concreto y de concreto armado en general.
- Para estructuras que requieren rápido desencofrado.
- Concreto en clima frío.
- Prefabricados.
- Pavimentos y cimentaciones

Fuente: (Cementos Pacasmayo, s.f.).

❖ **Agua**

• **Definición**

El agua ocupa un papel predominante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto, la

presente sección pretende dar una visión generalizada acerca de las características que debe tener desde un punto de vista de la tecnología del concreto. (Portugal Barriga, 2007).

- **Requisitos de calidad**

Benítez, (2011) menciona que la calidad del agua es importante, ya que las impurezas que contenga pueden inferir en el endurecimiento del cemento, afectar negativamente la resistencia del concreto (hormigón) u ocasionar el manchado de su superficie, así como llevar a la corrosión del refuerzo. Por estas razones, debe evaluarse su conveniencia para fines de mezclado y curado. (pg.41)

- ❖ **Agregados**

- **Definición**

Rivera López (s.f.) afirma que: “Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto” (pg.41).

- **Agregado fino**

El reglamento nacional de edificaciones define como el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5mm (3/8”).

- **Agregado grueso**

El reglamento nacional de edificaciones define como el agregado retenido en el tamiz 4,75mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

• **Propiedades físicas de los agregados**

Análisis granulométrico de los agregados

✓ **Análisis granulométrico del agregado fino**

Según la NTP 400.037 nos muestra que:

Tabla 9

Límites de granulometría para el agregado fino

Tamiz		% que pasa
3/8"	9.5mm	100
N^o. 4	4.75mm	95 a 100
N^o. 8	2.36mm	80 a 100
N^o. 16	1.18mm	50 a 85
N^o. 30	600um	25 a 60
N^o. 50	300um	10 a 30
N^o. 100	150um	2 a 10

Fuente: NTP 400.037

Tabla 10

Clasificación de la arena por su módulo de finura

Tipo	Módulo de finura
Gruesa	2.9 - 3.2 gramos
Media	2.2 – 2.9 gramos
Fina	1.5 – 2.2 gramos
Muy fina	1.5 gramos

Fuente: NTP 400.037

✓ **Análisis granulométrico del agregado grueso**

Tabla 11

Límites de granulometría para el agregado grueso

Tamaño nominal	% que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	No.4	No.8
2"	95-100	-	35-75	-	10-30	-	0.5	-
1 ½"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0.5	-
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0.1	0.5
¾"	-	-	100	90-100	-	20-55	0.1	0.5
½"	-	-	-	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0.1

Fuente: NTP 400.037

Módulo de finura

Según Rivera (s.f.). en su libro Concreto Simple menciona que el módulo de finura es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Y se encuentra de la siguiente manera.

Ecuación 1:Módulo de Finura

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Acumulados retenidos}(1 \frac{1}{2}" , 3/4" , 3/8" , N^{\circ} 4 , N^{\circ} 8 , N^{\circ} 16 , N^{\circ} 30 , N^{\circ} 50 \text{ Y } N^{\circ} 100)}{100}$$

Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento. (Torres C., 2004, pg. 48).

Porcentaje de vacíos

Los vacíos en los agregados se pueden determinar (valor relativo, ya que depende del acomodo de las partículas) a partir de la relación: (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006, pg.38)

Ecuación 2: Porcentaje de vacíos

$$\%vacios = \frac{(SxW - PUC)}{SxW} x 100$$

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

Fuente: (Torres C., 2004, p. 48).

Humedad

Viene a ser el agua superficial que se queda en cada partícula.

Ecuación 3: Humedad

$$\% Humedad = \frac{(Peso natural - Peso seco)}{Peso seco} x 100$$

Fuente. (Torres C., 2004, p. 47 - 48).

Resistencia mecánica de los agregados- abrasión

La resistencia a la abrasión (desgaste) de un agregado frecuentemente se usa como un índice general de su calidad. La baja resistencia al desgaste de un agregado puede aumentar la cantidad de finos en el concreto durante el mezclado y, consecuentemente, puede haber un aumento en la demanda de agua, requiriéndose ajustes de la relación agua-cemento. (Portland Cement Association, 2004, pg. 117).

Ecuación 4: Porcentaje de desgaste

$$\% \text{ desgaste} = \frac{(Pa - Pb)}{Pa} \times 100$$

Pa = Masa de la muestra seca antes del ensayo.

Pb = Masa de la muestra seca retenida en el tamiz No. 12.

- **Cantera**

- Definición**

- Según la Universidad Nacional de Colombia, (2014). Menciona que una cantera es el lugar de donde se extraen agregados pétreos para la industria para toda obra civil, utilizando diferentes procesos de extracción dependiendo del tipo y origen de los materiales

- ❖ **Aditivos**

- **Definición**

- Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades (Norma E.060).

- **Razones para el empleo de un aditivo**

- Concreto fresco**

- Benítez (2009), en la pg.45 de su libro “concreto (hormigón) con cemento portland puzolánico tipo IP atlas de resistencias tempranas con la tecnología”, hace mención a las razones por la cual se debe de utilizar el aditivo en su estado fresco.

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.

- Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla.
- Crear una ligera expansión.
- Modificar la velocidad y/o el volumen de exudación.
- Reducir la segregación.
- Facilitar el bombeo.
- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.

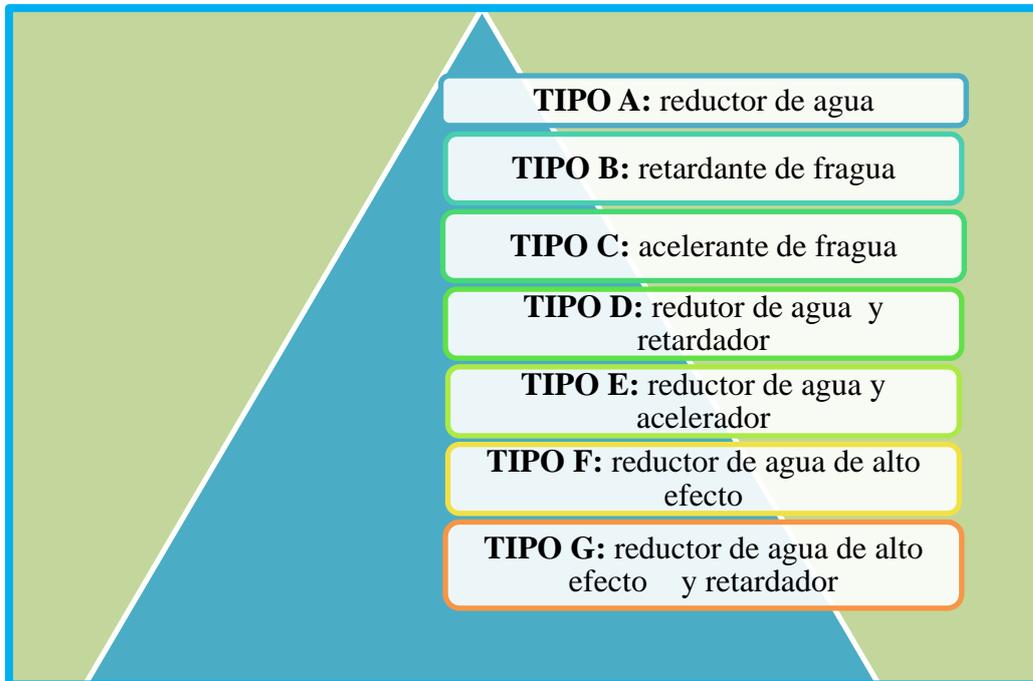
Concreto Endurecido

Benítez (2009), en la pg.45 de su libro “concreto (hormigón) con cemento portland puzolánico tipo IP atlas de resistencias tempranas con la tecnología”, hace mención a las razones por la cual se debe de utilizar el aditivo en su estado endurecido.

- Disminuir el calor de hidratación.
 - Desarrollo inicial de resistencia.
 - Incrementar las resistencias mecánicas del concreto (hormigón).
 - Incrementar la durabilidad del concreto (hormigón).
 - Disminuir el flujo capilar del agua.
 - Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
 - Mejorar la adherencia concreto-acero de refuerzo.
 - Mejorar la resistencia al impacto y la abrasión.
- **Clasificación de los aditivos.**
- Según la norma ASTM C 494 “Chemical Admixtures for Concrete”, distingue siete tipos:

Figura 3

Clasificación de los aditivos.



Fuente: La norma ASTM C 494

Acelerante, aditivo C

Estos aditivos se emplean para retardar el tiempo de fraguado o el tiempo de endurecimiento del hormigón o mortero. A temperaturas altas la colocación del hormigón puede ser dificultosa en vez de reducir la temperatura enfriando los ingredientes del hormigón, se pueden añadir retardadores. (Baca & boy,2015, pg.15)

Retardante, aditivo B

Según Benítez (2009), menciona que los aditivos retardadores actúan envolviendo (absorción) las partículas de cemento, formando una capa que inhibe transitoriamente la hidratación normal de los compuestos del cemento, en especial aquellos responsables de la resistencia temprana como el aluminato

tricálcico (C3A). Estos aditivos generalmente se comercializan combinados con reductores de agua, es decir, como aditivos de doble función, siendo la reducción de agua la función primaria y el retardo la secundaria. De esta manera se aprovecha el efecto plastificante y el retardo, combinación que permite controlar la pérdida acelerada de manejabilidad (pg.61).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis de la Resistencia a la compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo - 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar la Resistencia a la compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo – 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1: Realizar el diseño de mezclas para una resistencia de 210kg/cm².

OE2: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento y a diferentes días de curado sin aditivos.

OE3: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento, aditivo y a diferentes días de curado con aditivo retardante.

OE4: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento, aditivo y a diferentes días de curado con aditivo acelerante.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo se encontró resultados óptimos que cumple con la Resistencia del concreto según la norma E.060 del RNE.

1.4.2. Hipótesis específicas

HE1: El uso del agregado de cantera de río, ofrece una mejor resistencia a la compresión del concreto que el uso del agregado de cantera de cerro.

HE2: El aditivo retardante mejora la Resistencia a la compresión del concreto.

HE3: El aditivo acelerante mejora la Resistencia a la compresión del concreto.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- **Por el propósito**

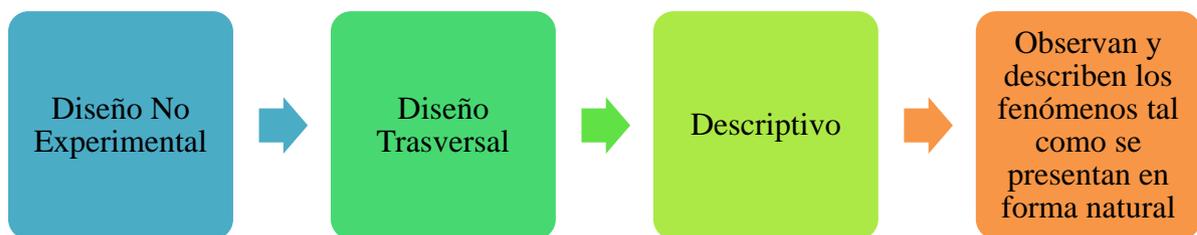
Según su propósito, esta investigación es de tipo aplicada, porque busca la aplicación de los conocimientos o investigaciones para corroborar con lo que estamos haciendo.

- **Según el diseño de investigación**

Según el diseño, el tipo de investigación es No Experimental - Descriptivo ya que no existe la manipulación deliberadamente de variables.

Figura 4

Diseño de investigación



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12

Esquema del diseño de investigación.

Estudio	T1
Resistencia a la compresión del concreto	Descripción

Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLES

Tabla 13

Matriz de clasificación de las variables

CLASIFICACIÓN					
VARIABLES	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Resistencia a la compresión del concreto	Dependiente	Mixto	Razón	Unidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia.

- **Población.**

La población son las 16 investigaciones que estudian la resistencia a la compresión del Concreto a una resistencia de 210 kg/cm² en el Perú, Ciudad de Trujillo en el año 2021.

- **Muestra.**

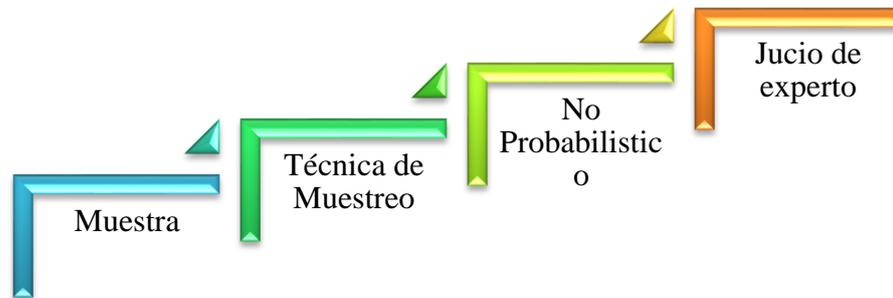
La muestra corresponde a las 16 investigaciones que estudian la resistencia a la compresión del concreto que tiene una resistencia de 210 kg/cm².

Técnicas de muestreo

La técnica de muestro que se utilizó en esta investigación fue no probabilístico por conveniencia, ya que no podemos estar seguros de que la muestra sea representativa, y además el tamaño de muestra se realizó por juicio de experto considerando los estudios que traten de la variable de la unidad de estudio.

Figura 5

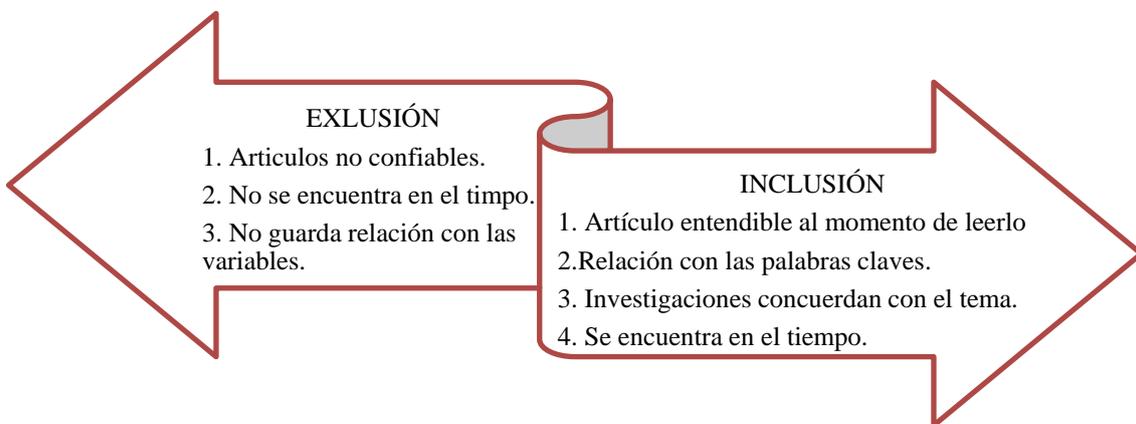
Técnicas de muestreo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Técnicas de muestreo (exclusión e inclusión)



Fuente: Elaboración propia.

Tamaño de muestra.

A continuación, se muestra 16 investigaciones que tienen relación con las dimensiones de la investigación, es decir, tratan de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos de tipo B y C. Para ello, se escogió cinco investigaciones con Aditivo de tipo B retardantes y Once con Aditivo de tipo C acelerantes.

Tabla 14
Tamaño de muestra

CINCO INVESTIGACIONES CON ADITIVO B (RETARDANTES)		
TESIS	AÑO	RESISTENCIAS
Optimización del uso de encofrado para losas y columnas $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con aditivo retardante de fragua utilizando el método de madurez del concreto	2019	210kg/cm ²
Evaluación del efecto retardante del aditivo Sika Retarder Pe Y el azúcar blanca, en elemento columna para un concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$, en lima 2019”	2019	210kg/cm ²
Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades	2019	210kg/cm ²
Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chemaplast	2019	210kg/cm ²
Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante y retardante de fragua en altitudes cálidas, templadas y frías	2018	210kg/cm ²
ONCE INVESTIGACIONES CON ADITIVO C (ACELERANTES)		
TESIS	AÑO	RESISTENCIAS
Influencia de los aditivos tipo c en la resistencia a la compresión de concretos en la ciudad de Huancayo	2013	210kg/cm ²
Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado	2015	210kg/cm ²
Estudio de la influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con cemento Pacasmayo y cemento Inka	2015	210kg/cm ²
Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión, a diferentes edades del concreto usando cemento portland Tipo I y agregados de río; en la ciudad de Cajamarca	2015	210kg/cm ²
Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema Y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del cusco en concretos expuestos a climas alto andinos	2016	210kg/cm ²

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 Kg/cm^2 chachapoyas-amazonas 2016.	2016	175 y 210 kg/cm^2
Efectos de los aditivos acelerantes de fraguado en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con cemento Tipo I en estado fresco y endurecido, Trujillo 2017	2017	210 kg/cm^2
Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700	2018	210 kg/cm^2
Evaluación e influencia de los aditivos acelerantes de fragua y endurecimiento en especímenes de concreto usando cemento Tipo IP en la ciudad de Tacna.	2018	210 kg/cm^2
Resistencia a la compresión de un concreto, utilizando aditivo acelerante Z Fragua N°5, cemento portland compuesto Tipo Ico y agregados de cantera de la ciudad de Trujillo.	2018	210 kg/cm^2
Variación de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con aditivo acelerante al 2% y retardante al 0.5%, para diferentes edades.	2019	210 kg/cm^2

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

- **Técnica de revisión Documental.**

Esta técnica nos permite realizar el análisis documental, la recopilación de información Bibliográfica para profundizar los conocimientos sobre la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante, que nos servirá para realizar una correcta justificación de esta investigación. Por ende, se recurrirá a realizar el análisis de la documentación existente como tesis, artículos, revistas y libros, que a priori nos servirán como un sustento durante el análisis de datos.

- **Técnica del Gabinete.**

Esta técnica mayormente se centra en la observación directa de nuestro objeto de estudio llamado la resistencia a la compresión de concreto. Sirve para analizar las principales características de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo

acelerante y retardante, para ello se utiliza programas computacionales como el Excel.

- **Instrumento de recolección de datos**

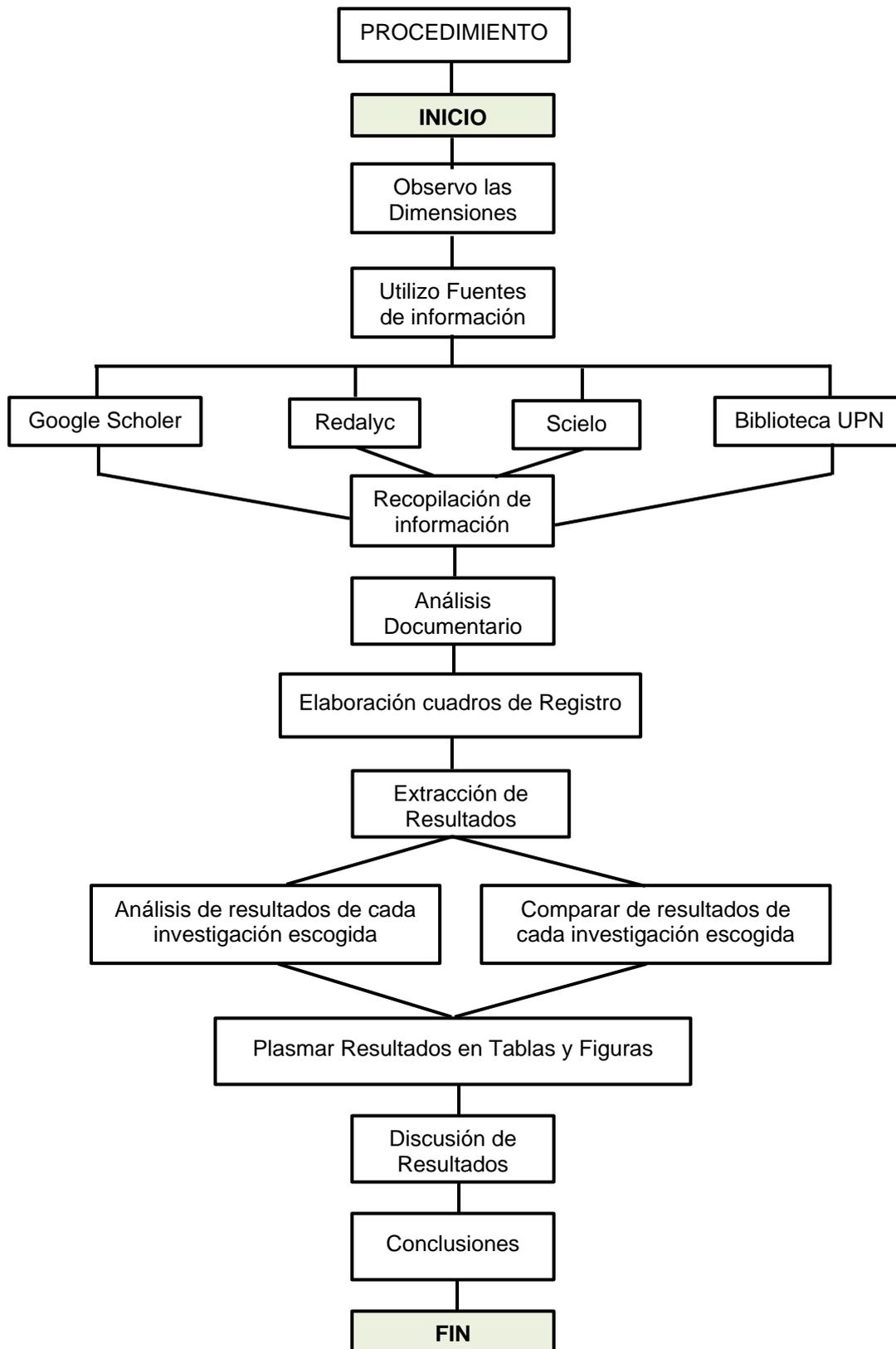
Los instrumentos para la recolección de datos que se va a emplear en la presente investigación, que servirán para el logro de cada uno de los objetivos específicos serán cuadros de registro de información de documentos o investigaciones existentes (VER ANEXOS, Tabla 32 y Tabla 33). Además, se utilizará la estadística descriptiva con la herramienta informática como el Microsoft Excel, y Microsoft Word, en donde analizaremos resúmenes, tablas y gráficos.

2.3. Procedimiento

El siguiente cuadro sinóptico está referido sobre el procedimiento No Experimental de la investigación, donde se muestra el orden de cada una de las etapas.

Figura 7

Procedimiento No Experimental de la Investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Desarrollo de tesis**

En esta presente investigación se realizó el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante y retardante en la ciudad de Trujillo. Para ello, se identificó cuáles son las dimensiones de la investigación, lo cual nos guie por el camino para llegar a la meta. Una vez identificada las dimensiones de la investigación, que son los principales ítems a analizar, se procedió a buscar investigaciones que tengan relación con el tema a investigar, en diferentes fuentes (Bases de datos) de internet reconocidas como Google Académico, Redalyc, Scielo, Biblioteca Upn y Google Scholer.

Seguidamente, se recopiló toda la información necesaria obtenida de estos motores de búsqueda haciendo un análisis documentario de cada una de ellas y ver si tenían correlación o no con las dimensiones de la investigación. Es así como, se realizó un estudio retrospectivo de la información, para luego extraer la información necesaria que me pueda servir como base para realizar mis resultados.

Finalmente se analizó cada investigación, como por ejemplo tipo de materiales que se ha utilizado, tiempos de curado y aditivos acelerantes como retardantes. de ello las resistencias máximas que llegan con la adición de aditivos.

A continuación, se enumera los pasos seguidos en la presente investigación, para el análisis de ellas, tanto con aditivo retardante y acelerante.

Pasos para el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo tipo B retardantes.

Para el concreto Patrón y Para el concreto con aditivo Tipo B retardante.

PASO N° 1.

Con los criterios de inclusión y exclusión se seleccionó investigaciones realizadas en el país de Perú, relacionadas con la variable independiente llamada resistencia a la compresión del concreto.

PASO N° 2.

Se plasmo en un cuadro las investigaciones que tienen que ver con aditivo de tipo B retardantes y se identificó, el lugar, fecha, tipo de aditivo, tipo de cemento y procedencia del agregado. A continuación, se plasma en la siguiente tabla.

Tabla 15

Investigaciones con aditivo Tipo B

NOMBRE	LUGAR	FECHA	ADITIVO	CEMENTO	MATERIAL
OPTIMIZACIÓN DEL USO DE ENCOFRADO PARA LOSAS Y COLUMNAS F'C 210 KG/CM2 CON ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA UTILIZANDO EL MÉTODO DE MADUREZ DEL CONCRETO	Lima	2019	Retardante de Fragua	Pacasmayo tipo I.	Cantera
EVALUACIÓN DEL EFECTO RETARDANTE DEL ADITIVO SIKA RETARDER PE Y EL AZÚCAR BLANCA, EN ELEMENTO COLUMNA PARA UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2, EN LIMA 2019"	Lima	2019	Sika retarder pe y Azúcar blanca	Pacasmayo tipo I.	Cantera
VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm2 CON ADITIVO ACELERANTE AL 2% Y RETARDANTE AL 0.5%,	Cajamarca	2019	Sikament-290N	Pacasmayo Portland Tipo I	Rio

PARA DIFERENTES EIDADES ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRINCIPALES PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO: PATRÓN, CON ADITIVO NATURAL (AZÚCAR) Y CON ADITIVO CHEMAPLAST	Trujillo	2019
ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE Y RETARDANTE DE FRAGUA EN ALTITUDES CÁLIDAS, TEMPLADAS Y FRÍAS	Huánuco	2018

Fuente: Elaboración propia.

PASO N° 3.

Se analizó la resistencia a la compresión del concreto a los diferentes días de curado, partiendo de una resistencia de diseño. También se tuvo en cuenta el tipo de cemento, el tipo de agregado para el concreto sin aditivo o concreto patrón y con los diferentes tipos de aditivos.

PASO N° 4.

Se analizó la resistencia a la compresión del concreto a los diferentes días de curado, partiendo de una resistencia de diseño. También se tuvo en cuenta el tipo de cemento, el tipo de agregado a diferentes días de curado y aditivos.

PASO N° 5.

Se comparo los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con las resistencias mayores a diferentes días de curado con tipo de cemento, agregado tanto de cantera y de rio.

Para el concreto Patrón y Para el concreto con aditivo Tipo C Acelerante.

PASO N° 1.

Con los criterios de inclusión y exclusión se seleccionó investigaciones realizadas en el país de Perú, relacionadas con la variable independiente llamada resistencia a la compresión del concreto.

PASO N° 2.

Se plasmo en un cuadro las investigaciones que tienen que ver con aditivo de tipo B retardantes y se identificó, el lugar, fecha, tipo de aditivo, tipo de cemento y procedencia del agregado. Se plasma en la siguiente tabla.

Tabla 16

Investigaciones con aditivo Tipo C

NOMBRE	LUGAR	FECHA	ADITIVO	CEMENTO	MATERIAL
INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS TIPO C EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO	Huancayo	2013	SIKA 5, CHEMA ESTRUCT Y SIKA RAPID 1	CEMENTO ANDINO TIPO 1	Cantera
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE Y TIPO DE ACELERANTE, SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA FABRICACION	Trujillo	2015	SIKA 3 Y CHEMA 3	PACASMAYO TIPO Ico	Rio

DE UN CONCRETO
DE RAPIDO
FRAGUADO

ESTUDIO DE LA
INFLUENCIA DEL
ADITIVO CHEMA
ESTRUCT EN LA
RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL
CONCRETO CON
CEMENTO
PACASMAYO Y
CEMENTO INKA

Cajamarca

2015

CHEMA
ESTRUCT

PACASMAYO
TIPO 1 Y
CEMENTO
INKA TIPO 1
Co

Rio

INFLUENCIA DEL
ADITIVO CHEMA 3
EN LA
RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN, A
DIFERENTES
EDADES DEL
CONCRETO
USANDO CEMENTO
PORTLAND TIPO I Y
AGREGADOS DE
RÍO; EN LA CIUDAD
DE CAJAMARCA

Cajamarca

2015

CHEMA 3

Cemento
Portland Tipo I

Rio

ESTUDIO
COMPARATIVO
DEL EFECTO DE
ADITIVOS CHEMA
Y SIKA
ACELERADORES
DE FRAGUA EN LA
CIUDAD DEL
CUSCO EN
CONCRETOS
EXPUESTOS A
CLIMAS ALTO
ANDINOS

Cusco

2016

Sika 3, Sika 5,
Chema 5 y
Chema Struct

Cemento Yura,
Cemento
Portland
Puzolánico IP

Cantera

EFFECTOS DE LOS
ADITIVOS
ACELERANTES DE
FRAGUADO EN EL
CONCRETO F°C 210
KG/CM2 CON
CEMENTO TIPO I EN
ESTADO FRESCO Y

Trujillo

2017

Aditivo
Accelguard
80 Y Sika
Cem

cemento tipo I

Cantera

ENDURECIDO,
TRUJILLO 2017

INFLUENCIA DE
TRES ADITIVOS
ACELERANTES EN
EL DESARROLLO
DE LA
RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN EN
UN CONCRETO F'C =
175 KG/CM² Y 210
KG/CM²
CHACHAPOYAS-
AMAZONAS 2016

Chachapoyas 2016

Z Fragua N°
5, Chema 3 y
Sika R Cem
Acelerante PE

Pacasmayo
Extraforte Ico

Rio

EVALUACIÓN DE
LA MEJORA EN LAS
PROPIEDADES
FÍSICAS Y
MECÁNICAS DEL
CONCRETO DE
RESISTENCIA
ACELERADA
INCORPORANDO EL
ADITIVO
SIKAPLAST 700

Lima

2018

ADITIVO
SIKAPLAST
700

Pacasmayo
tipo I

Cantera

EVALUACIÓN E
INFLUENCIA DE
LOS ADITIVOS
ACELERANTES DE
FRAGUA Y
ENDURECIMIENTO
EN ESPECÍMENES
DE CONCRETO
USANDO CEMENTO
TIPO IP EN LA
CIUDAD DE TACNA

Tacna

2018

CHEMA3,
CHEMA
ESTRUCT Y
SIKARAPID1

Cemento
Portland tipo
IP

Cantera

RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE
UN CONCRETO,
UTILIZANDO
ADITIVO
ACELERANTE Z
FRAGUA N°5,
CEMENTO
PORTLAND
COMPUESTO TIPO
ICO Y AGREGADOS
DE CANTERA DE LA

Trujillo

2018

Z fragua N°5

Cemento p
Portland
compuesto tipo
ICO

Cantera

CIUDAD DE
TRUJILLO

VARIACIÓN DE LA
RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $f'_c=210$
kg/cm² CON
ADITIVO
ACELERANTE AL
2% Y RETARDANTE
AL 0.5%, PARA
DIFERENTES
EADADES

Cajamarca 2019 Sika®-3 Portland Tipo I Rio

Fuente: Elaboración propia.

PASO N° 3.

Se analizó la resistencia a la compresión del concreto a los diferentes días de curado, partiendo de una resistencia de diseño. También se tuvo en cuenta el tipo de cemento, el tipo de agregado para el concreto sin aditivo o concreto patrón y con los diferentes tipos de aditivos.

PASO N° 4.

Se analizó la resistencia a la compresión del concreto a los diferentes días de curado, partiendo de una resistencia de diseño. También se tuvo en cuenta el tipo de cemento, el tipo de agregado a diferentes días de curado y aditivos.

PASO N° 5.

Se comparo los resultados de la resistencia a la compresión del concreto con las resistencias mayores a 28 días con tipo de cemento, agregado tanto de cantera y de río.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

1. Diseño de Mezclas para una Resistencia de 210 kg/cm²

Tabla 17

Valores de diseño (Dosificación) Con agregado de Río.

	Bolsas	Kg	m³	Latas
Cemento	8.28 bolsas	351.93 kg	0.112 m ³	
Agua		156.70 kg	0.193 m ³	8.71
A grueso		1025.16 kg	0.387 m ³	20.10
A fino		825.80 kg	0.294 m ³	15.27

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Cantidades de latas de materiales por bolsa de cemento.

	Bolsas	Latas
Cemento	1.00 bolsas	
Agua		1.05
A grueso		2.43
A fino		1.84

Fuente: Elaboración Propia

2. Análisis de la Resistencia a compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, a los diferentes días de curado sin aditivo retardante (PATRÓN).

Tabla 19

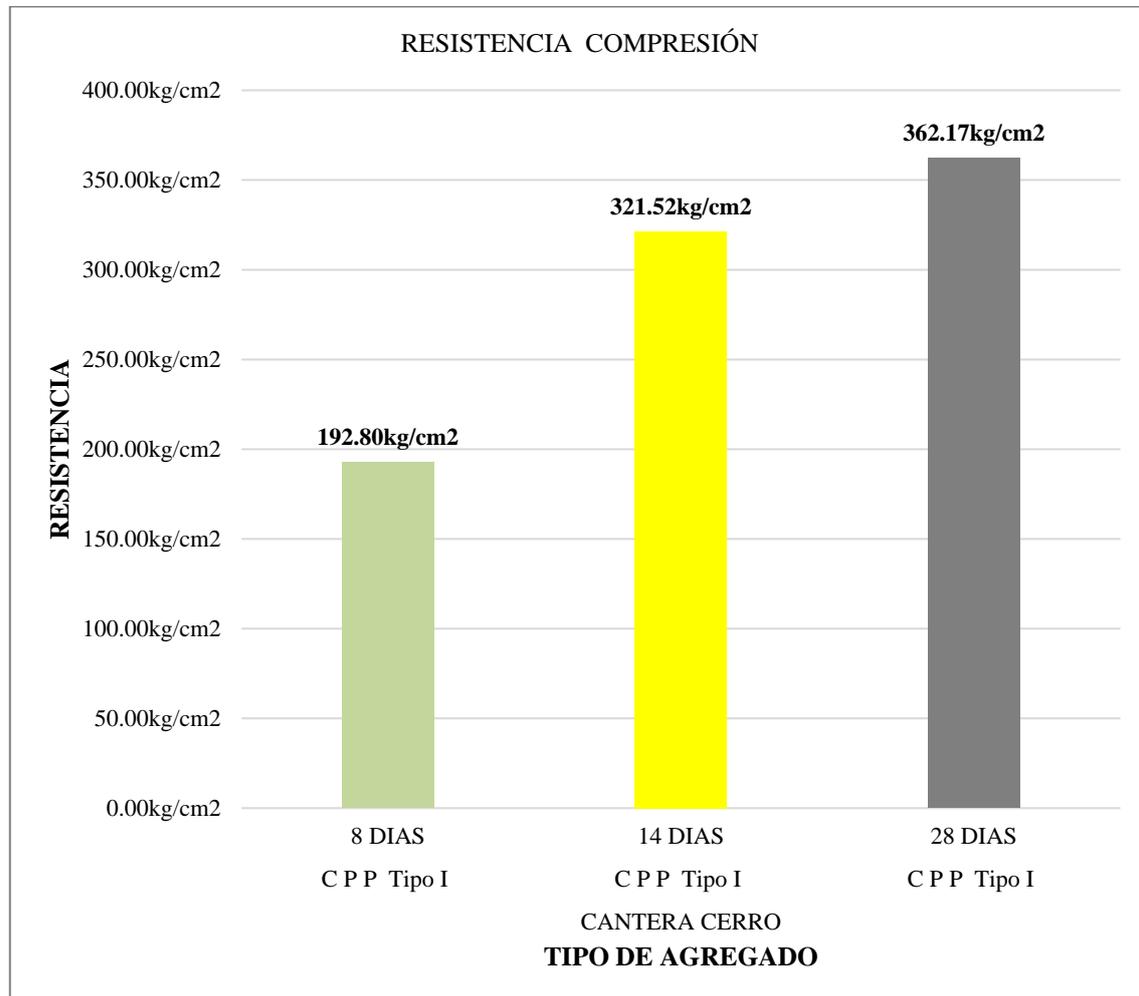
Resistencia a compresión con cantera cerro y con tipo de cemento.

AGREGADO	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	C P P Tipo I	8 DIAS	192.80kg/cm ²
	C P P Tipo I	14 DIAS	321.52kg/cm ²
	C P P Tipo I	28 DIAS	362.17kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8

Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Cerro.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

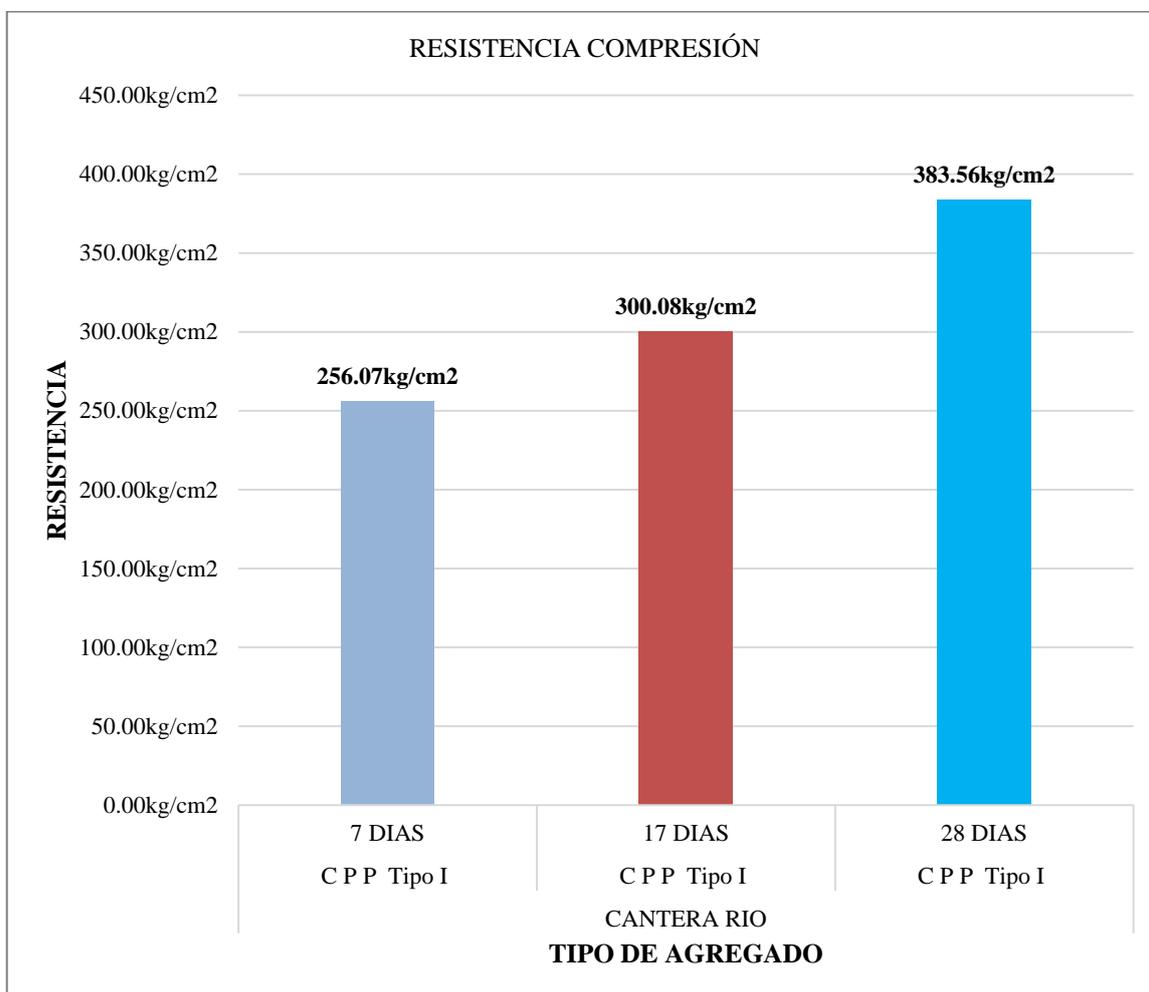
Resistencia a compresión con cantera Rio y con tipo de cemento.

AGREGADO	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA RIO	C P P Tipo I	7 DIAS	256.07kg/cm ²
	C P P Tipo I	17 DIAS	300.08kg/cm ²
	C P P Tipo I	28 DIAS	383.56kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 9

Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Río.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

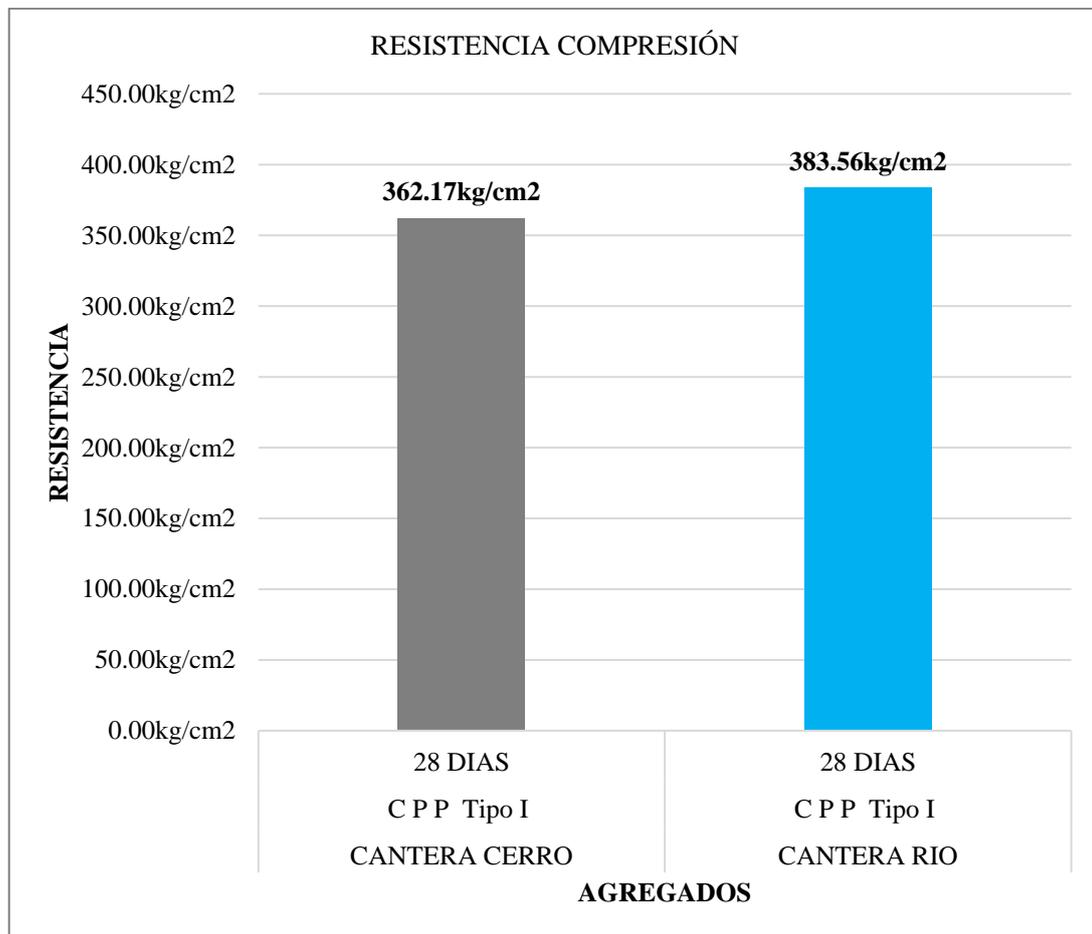
Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con agregado de cantera y río.

AGREGADOS	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	C P P Tipo I	28 DIAS	362.17kg/cm ²
CANTERA RÍO	C P P Tipo I	28 DIAS	383.56kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 10

Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto Patrón con agregado de Cerro y Río



Fuente: Elaboración Propia

3. Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo retardante.

Tabla 22

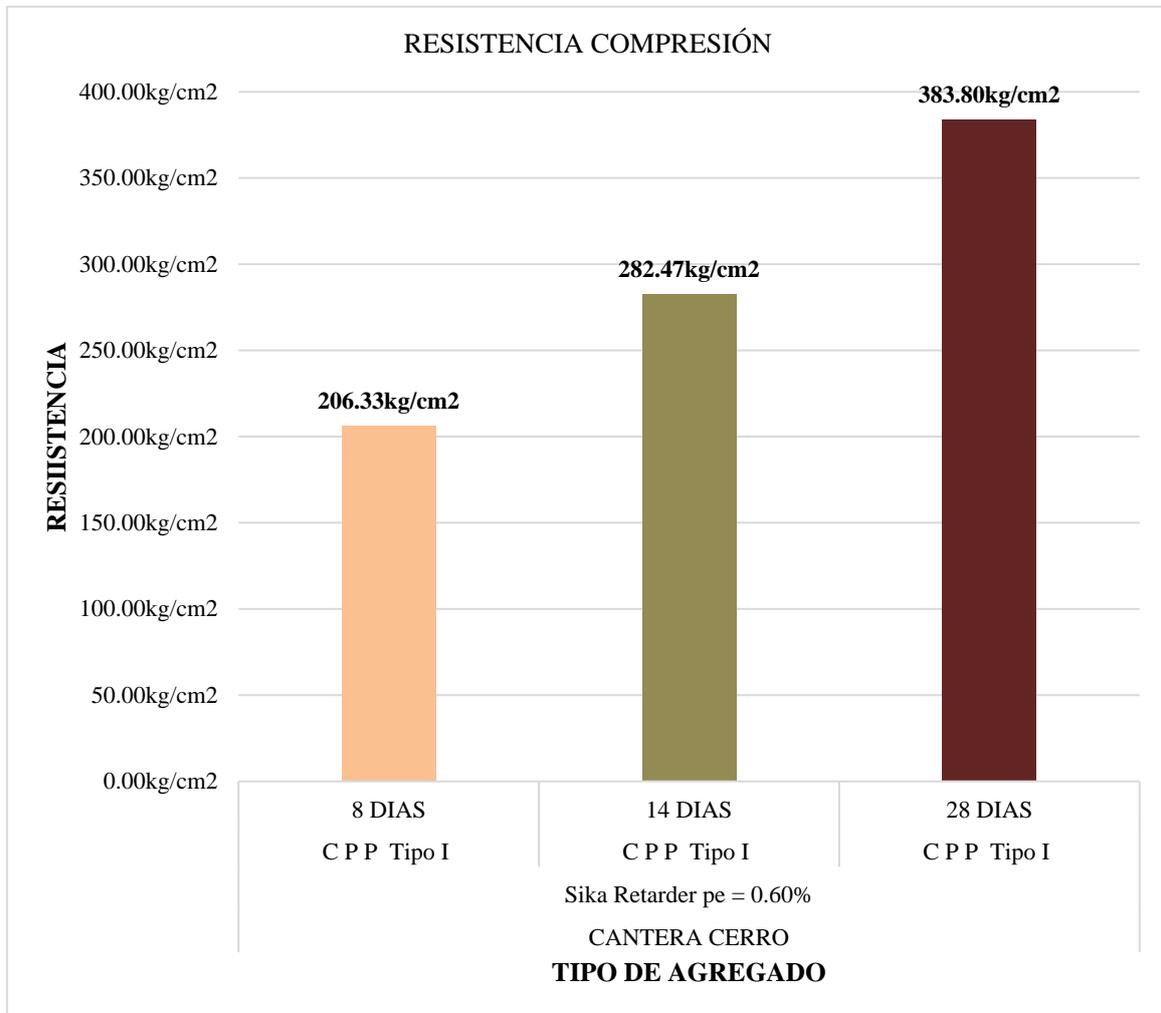
Resistencia a compresión con cantera cerro, Aditivo retardante y con tipo de cemento.

AGREGADOS	ADITIVO	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	Sika Retarder pe=0.60%	C P P Tipo I	8 DIAS	206.33kg/cm ²
		C P P Tipo I	14 DIAS	282.47kg/cm ²
		C P P Tipo I	28 DIAS	383.80kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11

Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo retardante con agregado de Cerro



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

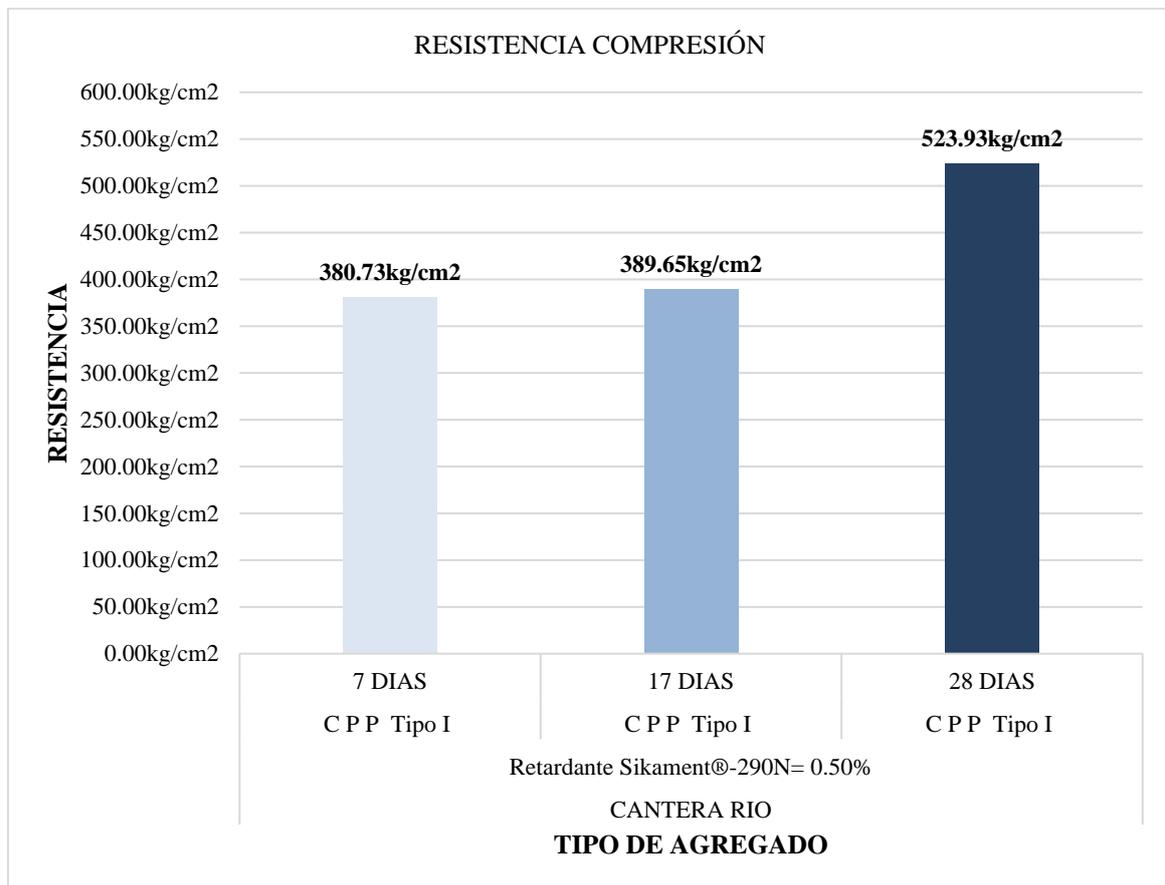
Resistencia a compresión con cantera Rio, aditivo retardante y con tipo de cemento.

AGREGADOS	ADITIVO	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA RIO	Retardante	C P P Tipo I	7 DIAS	380.73kg/cm ²
	Sikament®-	C P P Tipo I	17 DIAS	389.65kg/cm ²
	290N=0.50%	C P P Tipo I	28 DIAS	523.93kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12

Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo retardante con agregado de Río.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24

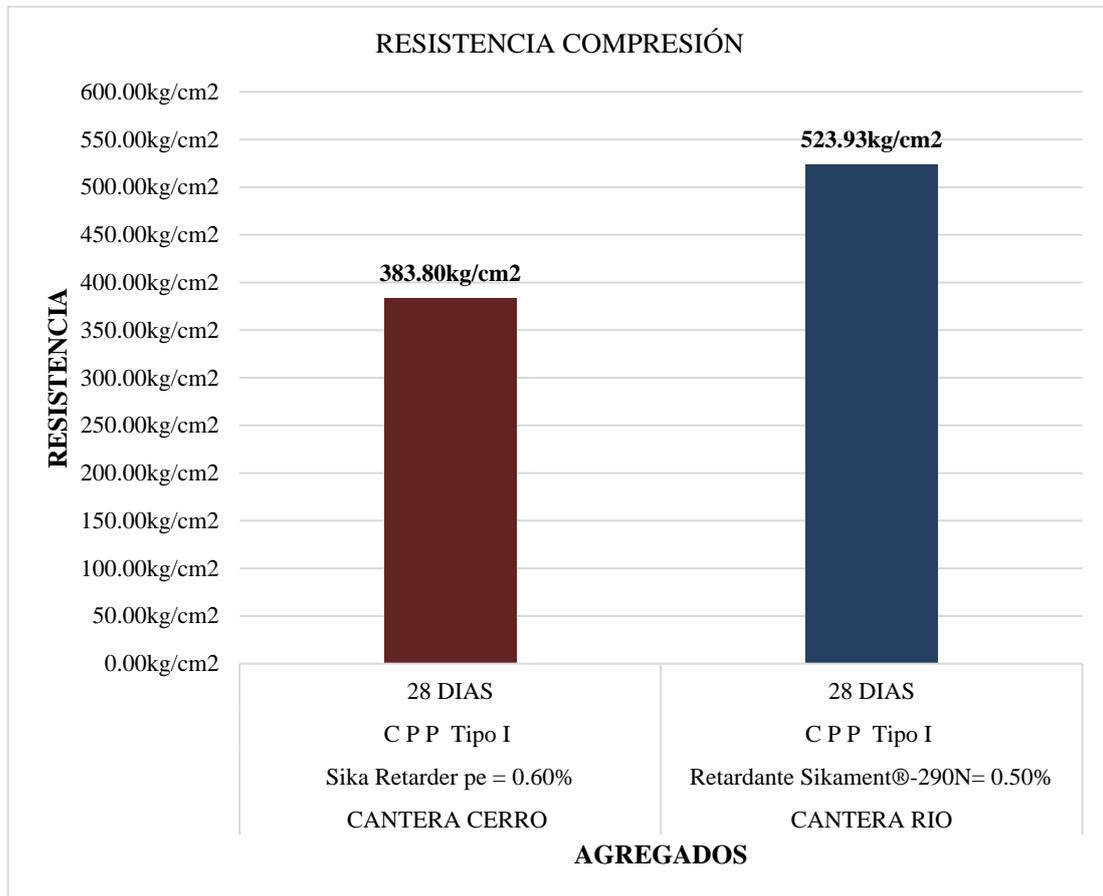
Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con aditivos retardantes, agregado de cerro y río.

AGREGADOS	ADITIVO	CEMENTO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	Sika Retarder pe=0.60% Retardante	C P P Tipo I	28 DIAS	383.80kg/cm ²
CANTERA RÍO	Sikament®- 290N=0.50%	C P P Tipo I	28 DIAS	523.93kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13

*Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivos retardantes,
 agregado de Cerro y Río.*



Fuente: Elaboración Propia

4. Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo Acelerante.

Tabla 25

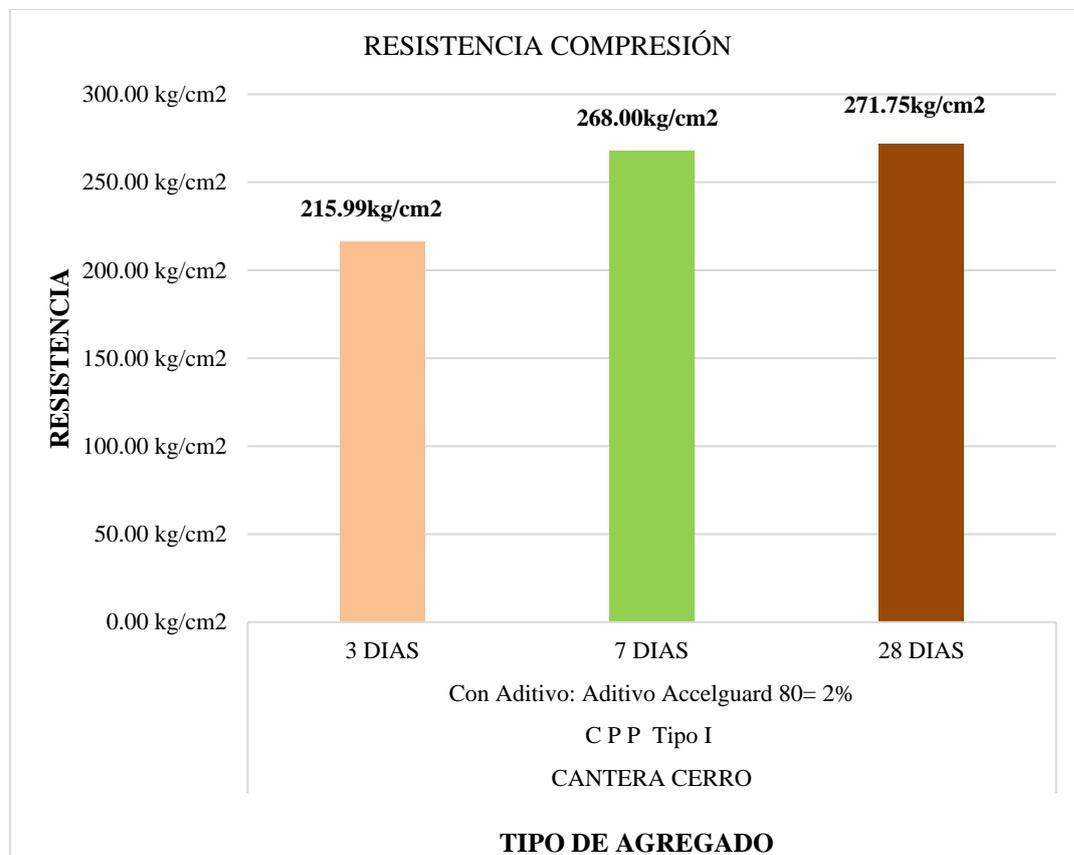
Resistencia a compresión con cantera cerro, Aditivo Acelerante y con tipo de cemento.

AGREGADOS	CEMENTO	ADITIVO	TIEMPO DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	C P P Tipo I	Con	3 DIAS	215.99kg/cm ²
		Aditivo:	7 DIAS	268.00kg/cm ²
		Aditivo Accelguard 80= 2%	28 DIAS	271.75kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 14

Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo Acelerante con agregado de Cerro.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

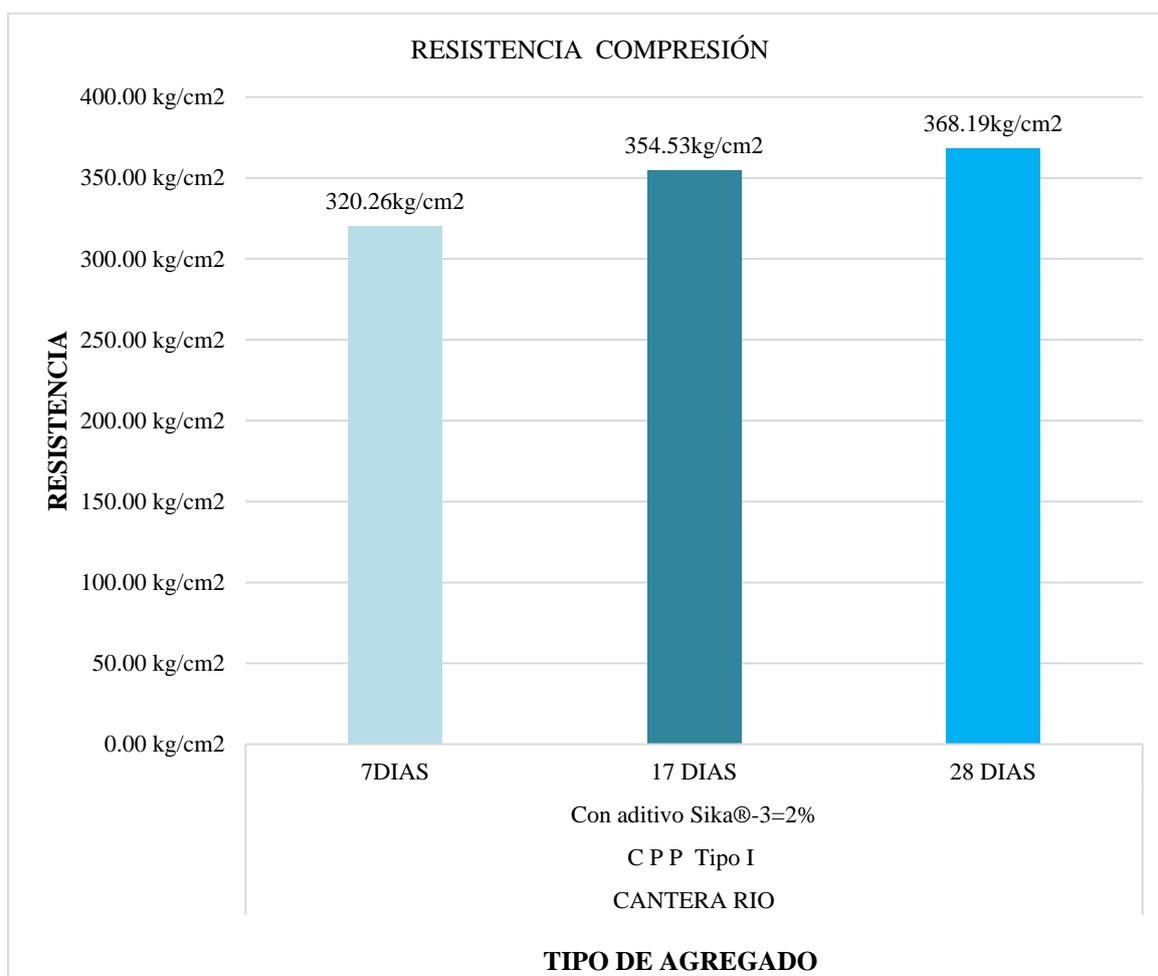
Resistencia a compresión con cantera Rio, aditivo Acelerante y con tipo de cemento.

AGREGADOS	CEMENTO	ADITIVO	TIEMPO DE CURADO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
CANTERA RIO	C P P Tipo I	Con aditivo	7DIAS	320.26kg/cm ²
		Sika®-	17 DIAS	354.53kg/cm ²
		3=2%	28 DIAS	368.19kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 15

Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivo Acelerante con agregado de Río



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27

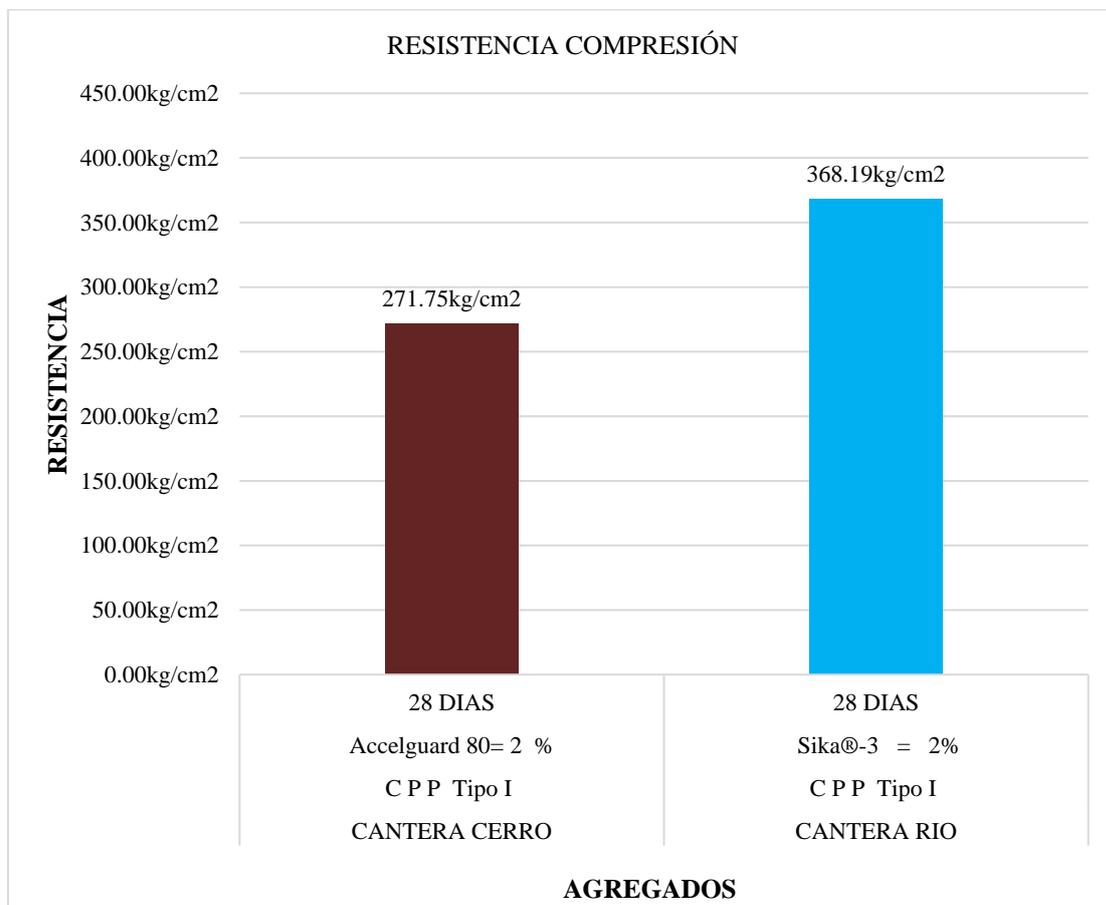
Comparación de Resistencia máxima a los 28 días de curado con aditivos retardantes, agregado de cerro y río

AGREGADOS	CEMENTO	ADITIVO	TIEMPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN
CANTERA CERRO	C P P Tipo I	Accelguard 80= 2 %	28 DIAS	271.75kg/cm ²
CANTERA RIO	C P P Tipo I	Sika@-3 = 2%	28 DIAS	368.19kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16

Comparación de Resistencias a un tiempo de curado del concreto con aditivos Acelerantes, agregado de Cerro y Río.



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los resultados obtenidos con el análisis documental de 16 investigaciones de los cuales 5 incorporan el aditivo retardante y 11 incorporan el aditivo acelerante al concreto con una resistencia a compresión de diseño, ante ello, podemos observar que se cumple la Hipótesis planteada en un principio en esta investigación, lo cual resulta que la resistencia a la compresión del concreto con aditivo acelerante y retardante cumple con la resistencia mínima que establece el RNE, donde menciona que no debe ser inferior a 17 MPa. Para ello, se realizó una exhaustiva verificación de los resultados de las investigaciones encontradas para el respectivo análisis.

Diseño de Mezclas para una Resistencia de 210 kg/cm²

De la tabla 18 tenemos como resultado la dosificación del concreto para una resistencia de 210 kg/cm² con material de cantera de río y cemento Pacasmayo portland tipo I, obteniendo las siguientes cantidades: cemento 0.112 m³, agua 0.193 m³, A. grueso 0.387 m³ y A. fino 0.294 m³.

De la tabla 19 tenemos como resultado las cantidades por bolsa de cemento, en donde obtenemos que para una bolsa de cemento se tiene que agregar 1.05 latas de agua, 2.43 latas de A. grueso y 1.84 latas de A. fino.

Análisis de la Resistencia a compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, a los diferentes días de curado sin aditivo retardante (PATRÓN).

De la Figura 8 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 8, 14 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 192.80, 321.52 y 362.71 kg/cm², con un tipo de Cemento Pacasmayo Portland Tipo I y un material extraído de Cantera de Cerro.

En la Figura 9 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 7, 17 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 256.07, 300.08 y 383.56kg/cm², con un tipo Cemento Pacasmayo Portland Tipo I y un material extraído de cantera de río.

De la Figura 10 podemos observar una comparación de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado alcanzando una resistencia de 362.17kg/cm² con material de cantera de cerro y una resistencia de 383.56kg/cm² con material de cantera de río, lo cual indica que la resistencia a compresión del concreto con material de cantera de río supera en 21.39 kg/cm² a la resistencia a compresión de concreto con material de cantera de cerro.

Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo retardante.

De la Figura 11 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 8, 14 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 206.33, 282.47 y 383.80kg/cm², con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I, Con 0.60% de aditivo Sika Retarder pe y un tipo de agregado de Cantera de Cerro.

De la Figura 12 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 7, 17 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 380.73, 389.65 y 523.93 kg/cm², con 0.50% de aditivo Retardante Sikament®-290N además del tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y agregado de Cantera de Río.

De la Figura 13 podemos observar una comparación de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado alcanzando una resistencia de 383.80kg/cm² con 0.60% de aditivo Retarder pe y material de cantera de cerro y una resistencia de 523.93kg/cm² con 0.50% de aditivo Sikament 290N y material de cantera de río, lo cual indica que la resistencia a compresión del concreto con material de cantera de

río supera en 120.13 kg/cm² a la resistencia a compresión de concreto con material de cantera de cerro.

Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo Acelerante.

De la Figura 14 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 3, 7 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 215.99, 268.00 y 271.75kg/cm², con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I, Con 2.00% de aditivo Accelguard 80 y un tipo de agregado de Cantera de Cerro.

De la Figura 15 podemos observar que la resistencia a la compresión del concreto a 7, 17 y 28 días de curado alcanza una resistencia de 320.26, 354.53 y 368.19 kg/cm², con 2.00% de aditivo Sika®-3, además del tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y agregado de Cantera de Río.

De la Figura 16 podemos observar una comparación de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado alcanzando una resistencia de 271.75kg/cm² con 2.00% de aditivo Accelguard 80 y material de cantera de cerro y una resistencia de 368.19 kg/cm² con 2.00% de aditivo Sika®-3 y material de cantera de río, lo cual indica que la resistencia a compresión del concreto con material de cantera de río supera en 96.44 kg/cm² a la resistencia a compresión de concreto con material de cantera de cerro.

Sin embargo, Garay & Quispe, (2016). “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)”, nos dice que, al añadir el aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, ésta aumentó en un 25% en comparación al concreto sin aditivo. El promedio de los valores obtenidos sin aditivo y con aditivo fueron de 138 y de 184 kg/cm², superando la resistencia mínima recomendada por la norma. Desde luego, guardan relación con los resultados obtenidos en esta investigación, lo cual se plasma en la Figura 10, en donde observamos que la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado alcanza una resistencia de 362.17 kg/cm², sin aditivo, pero con cemento Pacasmayo Portland tipo I y agregado de cantera de cerro, además nos muestra una resistencia de 383.56 kg/cm² sin aditivo, pero con cemento Pacasmayo Portland tipo I y agregado de cantera de río, esto nos da a entender que el agregado de río es mejor que el agregado de cerro, ya que la resistencia mejora considerablemente, lográndose posicionar en el primer lugar de utilización para una obra de construcción.

Además de ello, estos resultados guardan relación con la investigación de Alcalde & Alcalde, (2019), Denominada “Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con Aditivo Chemaplast”, obteniendo resultados de resistencia a compresión del concreto de 362.17 Kg/cm² a los 28 días de curado sin aditivo(llamado concreto patrón), con material de cantera de Cerro y Cemento Portland Pacasmayo Tipo I, guardando relación con los resultados de la Figura 10 de esta investigación lo cual se muestra que la resistencia a compresión del concreto con Cemento Portland Pacasmayo Tipo I, con material de cantera de río a 28 días de curado una resistencia de 383.56 kg/cm²,

en comparación con el resultado de la investigación, superando la resistencia mínima recomendada por la norma.

Además utilizaron un aditivo de tipo B retardante, obteniendo como resultado a 28 días de curado una resistencia de 464.50Kg/cm con 0.15%, de aditivo natural (Azúcar), guardando relación con la Figura 13, en donde se plasma resistencias a 28 días de curado de 383.80 con 0.60% de aditivo Sika Retarder pe con material de cerro y cemento Portland Pacasmayo tipo I, también se obtuvo una resistencia de 523.93kg/cm² con 0.50% de aditivo Retardante Sikament-290N con material de cantera de río y cemento Portland Pacasmayo tipo I.

Por otro lado, en esta investigación se obtuvo resultados de la resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado en donde se alcanzó una resistencia de 271.75kg/cm², con el aditivo Accelguard 80 al 2.00% y 368.19 kg/cm² con aditivo Sika-3 al 2.00% con tipo con cemento Pacasmayo tipo I y agregado de cantera de cerro por ende guardan relación con lo que sostiene Tinen, (2018), en donde señala que al incorporar aditivo acelerante con una dosificación del 1.18% obtiene una resistencia de 226.86 Kg/cm² a los 28 días de curado y con una dosificación del 2.35% a los 28 días de curado obtiene una resistencia de 243.00 Kg/cm². Esto quiere decir que estos aditivos acelerantes influyen considerablemente en la mejora de la resistencia a la compresión del concreto, de acuerdo a la dosificación de aditivo, los tipos de agregados que se utilicen y el tiempo de curado que se empleen, por ende, podemos decir que el aditivo acelerante Sika-3 con respecto al aditivo acelerante SikaCem-1 supera en un 32.12 % de resistencia a la compresión del concreto con la utilización de Cemento Pacasmayo Tipo I y agregado de cerro.

Para el desarrollo de esta investigación se presentaron algunas limitaciones, puesto que, para la búsqueda de información se contaba con la cobertura de internet un poco

baja, además de ello, no se tenía el acceso completo al documento para ser analizado, también los documentos que se encontraban estaban fuera del intervalo de tiempo. Sin embargo, ante toda limitación se pudo realizar la investigación, logrando obtener un aporte referido a la resistencia la compresión del concreto, es decir, que para obtener un concreto de calidad y que sea utilizado en obras como edificaciones o puentes, etc. se deben de utilizar los materiales adecuados como tipo de cemento, tipo de agregado y sobre todo el tipo de aditivo ya sea Acelerante o retardante, pero que ayuden a mejorar su resistencia del mismo, de tal manera que la obra se comporte adecuadamente ante cualquier evento sísmico sin sufrir daños.

De acuerdo a las investigaciones encontradas, están han sido analizadas, siendo concatenadas con los objetivos que han sido planteados anteriormente. Para ello, se analizó la resistencia a la compresión del concreto de cada investigación, identificando los tipos de cementos, tipo de agregado y la utilización de los aditivos tanto acelerante como retardante lo cual hacen que el concreto sea más resistente con respecto al concreto patrón, superando la resistencia mínima de acuerdo lo que dice la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones, es decir, que estos aditivos cumplen una función de modificar las propiedades del concreto, dando como resultado el aumento de su resistencia en la mayoría de investigaciones.

Para el inicio de esta investigación documental se realizó la búsqueda de información teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de acuerdo al tema, luego se procedió a analizar cada una de ellas, extrayendo la información necesaria para hacer el análisis, además de ello, se identificó en cada una de ellas los tipos de materiales que han utilizado como por ejemplo tipo de cemento, tipo de agregado de Rio o de Cantera y el tipo de aditivo ya sea acelerante o retardante, así como también el tiempo de curado del concreto y las dosificaciones de los aditivos que han utilizado para

que de esa manera poder sacar los resultados de la resistencia a la compresión de las investigaciones tanto con aditivo y sin aditivo y luego ver la importancia que es la utilización de los aditivos para mejorar su resistencia del concreto.

4.2 Conclusiones

- Se realizó el Análisis de la Resistencia a la compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo, logrando obtener la resistencia máxima de 523.93kg/cm² a los 28 días de curado, con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I, Con aditivo Retardante Sikament-290N al 0.50% de dosificación y un tipo de agregado de Cantera de Rio, lo cual es muy superior a la mínima de lo que estipula la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se realizó el diseño de mezclas para una resistencia de 210 kg/cm², logrando obtener una dosificación de que para una bolsa de cemento se necesita 1.05 latas de gua, 2.43 latas de agregado grueso y 1.84 latas de agregado fino.
- Se realizó el Análisis de la Resistencia a compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, a los diferentes días de curado sin aditivos, logrando obtener una resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado de 362.17kg/cm², con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y material de cantera de cerro y 383.56kg/cm² con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y material de cantera de río.
- Se realizó el Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo retardante, logrando obtener una resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de 383.80kg/cm², con 0.60% de aditivo Sika Retarder pe, con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y un agregado de cantera de cerro y

una resistencia a 28 días de curado de 523.93kg/cm², con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I, Con aditivo Retardante Sikament®-290N al 0.50% y un tipo de agregado de Rio.

- Se realizó el Análisis de la Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo Acelerante, logrando obtener una resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de 271.75kg/cm², con 2.00% de aditivo Accelguard, con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I y un agregado de cantera de cerro y una resistencia a 28 días de curado de 368.19kg/cm², con un tipo cemento Pacasmayo Portland Tipo I, con 0.50% de aditivo Sika-3 y un tipo de agregado de Rio.

- **Recomendaciones**

Esta investigación nos dio un nuevo enfoque sobre la utilización de los aditivos acelerante y retardante para mejorar su resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Trujillo, para ello recomendamos lo siguiente.

A las entidades públicas y privadas:

- Se recomienda a todas las municipalidades de la ciudad de Trujillo, que, para la ejecución de proyectos de cualquier envergadura, en donde se utilice el concreto, se realice la prueba de la resistencia a la compresión del concreto, realizando probetas cilíndricas para luego ser sometidas a la máquina de ensayos a compresión, de tal manera que cumplan con la resistencia mínima requerida por la Norma.
- Se recomienda a todas las municipalidades de la ciudad de Trujillo, que deben de exigir un plan de control de calidad del concreto, en donde se detalle de manera concisa la importancia de la utilización de los aditivos acelerantes y

retardantes, puesto que ellos mejoran las propiedades del concreto de una manera significativa. Además de ello, hacen que las construcciones sean más seguras para cualquier evento sísmico que se pueda presentar, ya que no somos ajeno a ello, debido a que vivimos en una zona sísmica.

A los futuros investigadores:

- Se recomienda a los futuros investigadores, que se centren en el estudio de la resistencia del concreto, puesto que es primordial para tener una obra de calidad, como en el caso de hospitales, lo cual son de categoría A como edificaciones esenciales tal como lo establece el RNE.
- Se recomienda a los futuros investigadores, que deseen analizarla resistencia a la compresión del concreto, analizar las propiedades de los aditivos acelerantes y retardantes de tal manera que encuentren el tipo de aditivo acelerante y retardante más óptimo para lograr una alta resistencia del concreto.

REFERENCIAS

- Apolinario Fabian, F. (2017). *“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco”*. Huánuco. Perú.
- Alcalde Ibañez, A.X, & Alcalde Ibañez, J.C. (2019). *“Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con Aditivo Chemaplast”*. Trujillo. Perú.
- ASTM. *“Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens”* (Norma ASTM C39).
- Abanto Castillo, F. (s.f.). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima: San Marcos.
- Alva Cruz, A.J & Fabian Berauni, W. (2018). *“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante y retardante de fragua en altitudes cálidas, templadas y frías”*. Huánuco. Perú
- Baca Pinelo, J.F & Boy Sánchez, J. R. (2015). *“Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado”*. Trujillo, Perú. Obtenido de: <http://dspace.unitru.edu.pe/>
- Bedoya Montoya, C.M. (2017). *“Influencia del contenido de agua en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad del concreto”*. Cuba.
- Benites Espinoza, C. M. (2009). *“Concreto (hormigón) con cemento pórtland puzolánico tipo IP atlas de resistencias tempranas con la tecnología”*. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/93/1/benites_cm.pdf
- Estela Santiago, P. (2011). *“Diferentes tipos de aditivos para el concreto”*. Venezuela. Obtenido de: <https://cdigital.uv.mx/>

Cementos Pacasmayo. (s.f.). *Pacasmayo, El especialista en cementos*. Obtenido de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>

E.060. “Reglamento nacional de edificaciones”

Estrada, CG; Páez, R. (2014). *Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto*. Tesis Ing. Civil. México, Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. Pg. 201.

Fernández, A., Morales, J. & Soto, F. (2016). “*Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días*”. Carabobo, Venezuela.

Garay Pichardo & Quispe Cotrina, (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante*. (Tesis de grado, Pontificia universidad Católica del Perú) obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7625>

Godoy, M.E. & Gándara Vivar, C.L. (2018). “*El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica*”. Ecuador.

Incio Abanto, P.P. (2015). “*Influencia del aditivo Chema 3 en la resistencia a la compresión a diferentes edades del concreto. Usando cemento portland tipo I y agregados de río en la ciudad de Cajamarca*”. Cajamarca, Perú. Obtenido de: <http://repositorio.unc.edu.pe/>

Keyyuan Willy, Y. (2007). *Tipos de cemento en el mercado peruano*. Lima, Perú.: Universidad San Martín de Porres.

Laura Huanca, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Manual. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Montoya, Y., Cavidad, A., & Gómez, M.A. (2009). *“Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento portland gris tipo III con aditivos”*. Medellín, Colombia.
- Monsalve, C. I. (2007). *Ajuste de la docilidad en hormigones con aditivo incorporador de aire disminuyendo la dosis de agua y determinar la influencia en la resistencia mecánica*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcim754a/doc/bmfcim754a.pdf>
- Norma ASTM C39.” *Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”*
- NTP 334.034:2008 HORMIGÓN (CONCRETO). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas*. 3ª Edición. INDECOPI.
- NTP 334.090:2013 CEMENTO. *Cementos Portland adicionados*. Requisitos. 5ª Edición. INDECOPI
- NTP 339.114: 1999 HORMIGÓN(CONCRETO). *Concreto premezclado*. 2ª Edición. INDECOPI
- NTP 334.009:2013 CEMENTOS. *Cementos Portland*. Requisitos. 5ª Edición. INDECOPI
- Nina Torres, B.S & Condori Quispe, E. E. (2018), *Evaluación e influencia de los aditivos acelerantes de fragua y endurecimiento en especímenes de concreto usando cemento tipo IP en la ciudad de Tacna*. Tacna. Perú.
- Ortega García, J. (2000). *“Concreto Armado I, con el reglamento ACI-83”*. Lima, Perú.
- Polanco Rodríguez, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto*.
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. París.: IMPRIMERIE LAFAYETTE.

- Portland Cement Association. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Estados Unidos: PCA.
- Quimbay Herrera, R. (2011). *“Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM”*. Colombia.
- Quiroz Crespo, M. V., & Salamanca Osuna, L. E. (2006). *Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje en la Asignatura de "Tecnología del Hormigón"*. Cochabamba, Bolivia: UMSS.
- Rivera López, G. A. (s.f.). *Concreto Simple*. Cauca - Colombia.
- Rivva Lopez, E. (2007). *Diseño de mezclas*. Lima: WILLIAMS E.I.R.L.
- Salazar Ríos, C.C. & Triana Alucena, A. F. (2016). *“Influencia de la dosis de un tipo de acelerante en el módulo de elasticidad estático del concreto simple a edades tempranas”*. Bogotá, Colombia.
- Santiago Patricia, E. (2011). *Diferentes tipos de aditivos para el concreto*. Monografía, Universidad Veracruzana, Veracruz - México.
- Sanjuán Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Tinen Ruiz, S.A. (2018). *“Resistencia a la compresión de un concreto, elaborado con cemento Portland tipo I y aditivo SikaCem -I Acelerante en polvo”*. Trujillo. Perú.
- Torres C., A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Lima.
- Universidad Nacional de Colombia. (21 de octubre de 2014). *Explotación subterránea de canteras, una alternativa económica y ambiental en zonas urbanas*. Recuperado, de <http://www.angelfre.com/mi/cantera4/>
- UNIVERSIDAD DE OVIEDO. (2012). *“El Hormigón”*.

Valle Gómez, Q. (2018). *“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 kg/cm^2 Chachapoyas-amazonas 2016”*. Amazonas. Perú. Obtenido de:
<http://repositorio.untrm.edu.pe/>

Zegarra Agip, A.M. & Zegarra Suarez, J.L. (2016). *“Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca sika-3 y chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque”*. Pimentel, Perú. Obtenido de:
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/1>

ANEXOS

Tabla 28

Matriz de Consistencia

Titulo	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Análisis de la Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo - 2021	¿Cuál es el análisis de la Resistencia a la compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo - 2021?	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar la Resistencia a la compresión del Concreto con Aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo – 2021</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>OE1: Realizar el diseño de mezclas para una resistencia de 210kg/cm2.</p> <p>OE2: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento y a diferentes días de curado sin aditivos.</p> <p>OE3: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento, aditivo y a diferentes días de curado con aditivo retardante.</p> <p>OE4: Realizar el análisis de la resistencia a la compresión del concreto con agregado de cantera de río y cantera de cerro, cemento, aditivo y a diferentes días de curado con aditivo acelerante.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El análisis de la resistencia a compresión del concreto con aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo se encontró resultados óptimos que cumple con la Resistencia del concreto según la norma E.060 del RNE.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>HE1: El uso del agregado cantera de río, ofrece una mejor resistencia a la compresión del concreto que el uso del agregado de cantera de cerro.</p> <p>HE2: El aditivo retardante mejora la Resistencia a la compresión del concreto.</p> <p>HE3: El aditivo acelerante mejora la Resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto</p>	<p>Diseño:</p> <p>No Experimental-Descriptivo por conveniencia. La población son las 16 investigaciones que estudian la resistencia a la compresión del Concreto a una resistencia de 210 kg/cm2 en el Perú, Ciudad de Trujillo en el año 2021.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Fichas de recolección de información de documentos o investigaciones existentes.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra corresponde a las 16 investigaciones que estudian la resistencia a la compresión del concreto que tiene una resistencia de 210kg/cm2.</p> <p>Análisis de datos:</p> <p>En esta investigación se utilizará la técnica de la Estadística Descriptiva porque tiene como objetivo analizar las características y comportamientos de la muestra, lo cual nos permite plasmarlos mediante tablas y figuras, mediante herramientas informáticas como software Excel y Word.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Matriz de operacionalización de variables

Título de la Tesis: Análisis de la Resistencia a la Compresión del Concreto con aditivo Acelerante y Retardante en la Ciudad de Trujillo -2021

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>-Resistencia a la compresión del concreto.</p>	<p>La resistencia del concreto endurecido es la propiedad más importante para cumplir con la exigencia estructural, por lo que usualmente es considerada como la propiedad más valiosa del concreto; sin embargo, no debemos olvidar que en muchas ocasiones otras características como la durabilidad y la permeabilidad, resultan ser más importantes. (Estrada & Páez. 2014, pg. 201).</p>	<p>Para medir la variable de la resistencia a la compresión se realizó el análisis documental de ello, y luego Plasmarlo en los resultados en función de las dimensiones.</p>	<p>¿Que necesito estudiar de la variable?</p> <p>Resistencia a compresión del concreto con tipo de agregado, cemento y a los diferentes días de curado sin aditivo retardante</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo retardante.</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento y a los diferentes días de curado sin aditivo acelerante</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto con tipo de agregado, cemento, aditivo y a los diferentes días de curado con aditivo Acelerante.</p>	<p>¿Que necesito estudiar de la dimensión?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los diferentes das de curado • Tipo de cemento • Tipo de aditivo • Tipo de material 	<p>¿Qué necesito estudiar del indicador? Datos patrones</p> <p>Rangos en los que encuentran.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Cuadro de registro 2

TIEMPO DE CURADO	RESISTENCIA DE DISEÑO							
	TIPO DE ADITIVO							
1 DIA								
3 DIAS								
7 DIAS								
8 DIAS								
14 DIAS								
17 DIAS								
21 DIAS								
28 DIAS								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Diseño de Mezclas

DISEÑO DE MEZCLAS - MÉTODO ACI 211

DATOS:

COMPONENTES	TIPO	Peso Específico	Peso Unitario Compactado	Módulo de Finura (MF)	Tamaño Máximo	Contenido de Humedad	Absorción
CEMENTO	Cemento Portland Tipo I	3150.00 kg/cm ³					
PIEDRA	RIO	2.61 kg/cm ³	1552.13 kg/m ³		1"	1.613 %	1.177 %
ARENA	RIO	2.657 kg/cm ³		3.037 kg/m ³		5.812 %	1.958 %
AGUA	Potable	1000.00 kg/m ³					

PASO 1: Cálculo de f'_{cr} (resistencia promedio requerida)

$$f'_{c} = 210.00 \text{ kg/cm}^2$$

f'_{c}	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
Sobre 350	$f'_{c} + 98$

$$f'_{cr} = 294.00 \text{ kg/cm}^2$$

Selección del asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

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

Elegir el Slump deseado.

Tabla 1.- Asentamiento recomendados para diversos tipos de obras

Tipo de Estructuras	Slump	
	máximo	mínimo
Zapatasy muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclopeo	2"	1"

Notas:
 1) El slump puede incrementarse cuando se usan aditivos. Siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.
 2) El slump puede incrementarse cuando en 1" si no se usa vibrador en la compactación.

PASO 2: Contenido de aire

$$TMN = 1"$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

TMN del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

$$\text{Aire} = 1.5$$

PASO 3: Contenido de Agua

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Asentamiento	Agua en lt/m3, para TMN agregados y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	175	166	154	-

Agua= 193.0 lt/m3

PASO 4: Relación de Agua/cemento

F' cr = 294.00 kg/cm2

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

Resistencia a compresión a los 28 días (kg/cm2) (*)	Relación agua/cemento, por peso (w/c)	
	concreto sin aire incluido	concreto con aire incluido
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota : como no esta el valor, tenemos que interpolar

300	-	294.0	=	0.54	-	x
300	-	250.0		0.54	-	0.61

X = a/c= 0.5484

PASO 5: Contenido de Cemento

$$\frac{193.0}{C} = 0.548$$

C= 351.933 kg

Entonces

Factor C= 8.281 bls

PASO 6: Peso del agregado grueso

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

TNM del agregado grueso		Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos Módulos de finura del fino (b/bo).				Módulo de finura del agregado Fino
		2.40	2.60	2.80	3.00	
mm	pulg.					
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65	
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7	
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72	
75	3"	0.81	0.79	0.77	0.75	
101	4"	0.87	0.85	0.83	0.81	

Peso A.G. = $\frac{b}{bo}$ x Peso u.s.c.

Peso A.G. = 0.65 x 1552.13 kg/m3
Peso A.G. = 1008.88 kg

PASO 7: Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{351.93 \text{ kg}}{3150.00 \text{ kg/cm}^3}$$

$$\text{Cemento} = 0.112 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{193.0}{1000.00 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \frac{1.5}{100}$$

$$\text{Aire} = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = \frac{1008.88 \text{ kg}}{2.61 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.387 \text{ m}^3$$

$$\text{SUMA} = 0.706 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado fino} = 1 - 0.706$$

$$\text{Vol. Agregado fino} = 0.294 \text{ m}^3$$

PASO 8: Calculamos el peso del agregado fino

$$\text{Peso agregado . Fino} = 780.439 \text{ kg}$$

PASO 9: Diseño en estado seco

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 351.933 \text{ kg} \\ \text{A . Fino} &= 780.439 \text{ kg} \\ \text{A . Grueso} &= 1008.885 \text{ kg} \\ \text{Agua} &= 193.0 \text{ lt} \end{aligned}$$

PASO 10: Corrección por Humedad de los agregados

$$\text{Agregado Fino} = 780.439$$

$$\text{Agregado Fino} = 825.798 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1008.885$$

$$\text{Peso Seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1025.158 \text{ kg}$$

PASO 11: Aporte de Agua a la Mezcla

$$\text{Agregado Fino} = 31.826 \text{ lt}$$

$$\frac{(\%w - \%Abs) * \text{Agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 4.470 \text{ lt}$$

$$\text{SUMA} = 36.296 \text{ lt}$$

PASO 11: Agua Efectiva

$$\text{Agua} = 156.704 \text{ lt}$$

PASO 12: PROPORCIÓN DEL DISEÑO PARA UN M3

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 351.933 \text{ kg} \\ \text{Agregado Fino} &= 825.798 \text{ kg} \\ \text{Agregado Grueso} &= 1025.158 \text{ kg} \\ \text{Agua} &= 156.704 \text{ kg} \end{aligned}$$

CEMENTO(kg)	A. FINO (kg)	A. GRUESO (kg)	AGUA (lt/bls)
351.933	825.798	1025.158	156.704
÷	÷	÷	÷
351.933	351.933	351.933	8.281
1	2.346	2.913	18.924

RESUMEN

DOSIFICACIÓN PARA EL CONCRETO PATRÓN

MATERIALES	TIPO	UNIDAD	DOSIFICACIÓN
CEMENTO	Portland tipo I	Kg	351.933
AGREGADO FINO	Río	Kg	825.798
AGREGADO GRUESO	Río	Kg	1025.158
AGUA	Potable	lt	156.704

PASO 13: VALORES DE DISEÑO (DOSIFICACIÓN)

	Bolsas	Kg	m3	Latas
Cemento	8.28 bolsas	351.93 kg	0.112 m3	
Agua		156.70 kg	0.193 m3	8.71
A grueso		1025.16 kg	0.387 m3	20.10
A fino		825.80 kg	0.294 m3	15.27

Cantidades de latas de materiales por bolsa de cemento

1m3	52 latas		
1 latas	18 litros		
		Bolsas	Latas
		Cemento	1.00 bolsas
		Agua	1.05
		A grueso	2.43
		A fino	1.84