



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Molina Muñoz, Angel Jhonatan (ORCID: 0000-0001-9108-5705)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Víctor Molina Palacios y Emilia Muñoz Arana por cuidarme, a mis hermanos por apoyarme y a Dios por guiarme.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a mis docentes de Ing. Civil de la Universidad César Vallejo, por la apropiada formación académica.

A mi asesor Mg. Ing. Raúl Antonio Pinto Barrantes, por la guía durante la realización del presente proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos por su confianza y apoyo durante la realización de la presente investigación.

# PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

**Molina Muñoz Angel Jhonatan**

Cuyo título es: "**Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019**"

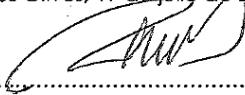
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 15 (número) ..... QUINCE ..... (letras).

  
.....  
**PRÉSIDENTE**

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto

Los Olivos, 19 de julio de 2019.

  
.....  
**SECRETARIO**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto

  
.....  
**VOCAL**

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Angel Jhonatan Molina Muñoz a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Lima, 19 de Julio de 2019**

  
Angel Jhonatan Molina Muñoz

DNI: 72403863

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada “Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima – 2019”, cuyo objetivo es determinar la variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

La investigación consta de seis capítulos. El primer capítulo comprende la parte introductoria, donde se explica y se detalla la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas al tema, la formulación del problema, la justificación del estudio, los objetivos y las hipótesis de la investigación; el segundo capítulo comprende el método, donde se describen las fases del proceso de investigación: enfoque, tipo de estudio, nivel y diseño de investigación, las variables y su operacionalización, población, muestra, muestreo, técnica e instrumento de recolección de datos, validez, confiabilidad, procedimiento, método de análisis de datos y aspectos éticos; el tercer capítulo comprende los resultados que comprueban las hipótesis planteadas en base a los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio (resistencia a compresión, resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión), además de datos adicionales de interés como lo son el análisis económico y ambiental que justifican la aplicación de aditivo superplastificante en el concreto; en el cuarto capítulo se redacta las discusiones de los resultados obtenidos con respecto a los de los antecedentes; en el quinto capítulo se presentan las conclusiones de la investigación en base a los objetivos; en el sexto capítulo se enuncian las recomendaciones; y por último, se detallan las referencias utilizadas en la investigación; así también, se presentan los anexos correspondientes a: matriz de consistencia, matriz de operacionalización de variables, validación de instrumentos por expertos, recolección de datos, certificados de laboratorio y un registro fotográfico del proceso de investigación.

# ÍNDICE

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
I. Introducción.....	1
II. Método.....	31
2.1. Fases del proceso de investigación .....	31
2.2. Variables, operacionalización.....	33
2.3. Población y muestra.....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	36
2.5. Procedimiento .....	39
2.6. Métodos de análisis de datos .....	199
2.7. Aspectos éticos .....	200
III. Resultados .....	201
3.1. Propiedades mecánicas .....	201
3.2. Resistencia a compresión.....	203
3.3. Resistencia a tracción por compresión diametral .....	204
3.4. Resistencia a flexión .....	205
3.5. Análisis económico.....	206

3.6. Análisis ambiental .....	208
3.7. Resumen de resultados .....	209
IV. Discusión .....	210
V. Conclusiones .....	216
VI. Recomendaciones .....	218
REFERENCIAS .....	219
ANEXOS .....	228



## RESUMEN

La presente investigación se titula “Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019”, realizada con la teoría basada en reducir la cantidad de cemento en el concreto al incorporar aditivo superplastificante, reduciendo la cantidad de agua mientras se mantiene la relación agua/cemento. Tiene como objetivo general el determinar la variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante.

La investigación es experimental, por lo cual se realizaron ensayos de laboratorio con materiales comercialmente disponibles (cemento Sol tipo I, aditivo Sika Cem Plastificante y agregados de cantera UNICON); además, los datos se recolectaron mediante fichas de observación indirecta.

La población estuvo comprendida por diseños de mezcla de concreto con aditivo superplastificante en proporciones de 0 a 2.5% del peso del cemento; la muestra constó en 4 diseños de mezcla correspondientes a un concreto patrón y otros tres diseños con aditivo al 0.5%, 1.0% y 2.0% del peso del cemento, para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, considerando 3 probetas a compresión, 3 probetas a tracción y 1 viga a flexión en cada diseño.

En la conclusión se determinó que la variación en las propiedades mecánicas expresa mejores resistencias en compresión y tracción con respecto al concreto patrón, presentando mejores resultados para una adición de 1.0% de aditivo, con un máximo incremento de 10.09% en compresión y de 36.68% en tracción indirecta; por otro lado, la variación en flexión expresó decrementos al adicionar aditivo, cuya menor reducción fue de 7.25% para una dosis de 1.0% de aditivo; sin embargo, es posible despreciar las reducciones debido a que los valores se encuentran dentro del rango teórico; adicionalmente, se obtuvo una máxima reducción de cemento en 2.38 bls/m<sup>3</sup> con 2.0% de aditivo.

**Palabras Clave:** Propiedades mecánicas del concreto, Cemento tipo I, Aditivo superplastificante, Diseño de mezcla, Relación agua/cemento.

## ABSTRACT

This research is entitled "Comparative study of the mechanical properties of concrete with cement type I and superplasticizer additive, Lima - 2019", made with the theory based on reducing the amount of cement in the concrete by incorporating superplasticizer additive, reducing the amount of water while maintaining the water / cement ratio. Its general objective is to determine the variation in the mechanical properties of concrete with Type I cement by the addition of superplasticizing additive.

The research is experimental, for which laboratory tests were carried out with commercially available materials (Sol cement type I, Sika Cem plasticizer additive and UNICON quarry aggregates); In addition, the data was collected through indirect observation cards.

The population was comprised of concrete mix designs with superplasticizer additive in proportions of 0 to 2.5% of the cement weight; the sample consisted of 4 mixing designs corresponding to a concrete pattern and three other designs with additive at 0.5%, 1.0% and 2.0% of the cement weight, for a concrete of  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  at the age of 28 days, considering 3 compression test specimens, 3 tensile specimens and 1 flex beam in each design.

In the conclusion it was determined that the variation in the mechanical properties expresses better resistance in compression and traction with respect to the concrete pattern, presenting better results for an addition of 1.0% of additive, with a maximum increase of 10.09% in compression and 36.68% in indirect traction; On the other hand, the variation in flexion showed decreases when adding additive, whose lowest reduction was 7.25% for a 1.0% additive dose; however, it is possible to neglect the reductions because the values are within the theoretical range; additionally, a maximum cement reduction was obtained at 2.38 bls / m<sup>3</sup> with 2.0% additive.

**Keywords:** Concrete mechanical properties, Cement type I, Superplasticizer additive, Mix design, Water / cement ratio.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es un compuesto formado principalmente por: material conglomerante, agregado grueso, agregado fino y agua; además, a este compuesto se le puede añadir aditivos, sustancias capaces de otorgar propiedades especiales al concreto (tiempo de fraguado más largo o corto, mezcla más cohesiva, mejor adherencia al refuerzo de acero, etc.); las cantidades de dichos insumos se definen a partir de un diseño de mezcla, el cual dependerá de las características que se deseen alcanzar en el concreto, ya sea en su estado fresco como endurecido, como puede ser una resistencia, consistencia y/o trabajabilidad específica.

En las últimas décadas, la producción del cemento portland ha ido en aumento debido al gran uso que se le da como principal material conglomerante en el concreto para la construcción, este aumento se ha traducido en una mayor emisión de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) resultante del proceso de la elaboración del cemento que se da en un 50% a 60% durante el proceso de producción del Clinker a partir de la piedra caliza (Grupo Civilizate, 2016, p. 12), principal insumo para la elaboración del cemento. La cantidad producida varía entre 0.85 a 1.00 kgCO<sub>2</sub> por kg de cemento fabricado, 0.95 según (Borralleras, Jurado, Parra y Caballero, 2018, p. 166), una cifra preocupante dentro del contexto actual en el que se trata de minimizar la producción de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, dentro de industrias tan grandes como el de la construcción.

A nivel mundial, la fabricación del cemento ha llegado a generar al menos el 6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Sobrevilla, 2016, p. 10), con una cifra de 6 mil millones de toneladas por año para el 2016, cantidad que ha ido en aumento en años posteriores.

Según el INEI, durante el mes de diciembre de 2017, en el Perú, el consumo de cemento se incrementó en un 6.67%, aumento de consumo que va de la mano con un incremento del 2% en las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el mismo año debido a procesos industriales, actividad de la que se estima el 90% de las emisiones de CO<sub>2</sub> se debe a la fabricación del cemento; y más recientemente, dicho consumo volvió a incrementarse en un 2.54% para abril de 2019.

Recientes investigaciones han tratado de reducir el consumo de cemento en el concreto mediante el uso de adiciones sustitutorias (puzolanas naturales), así como con el uso de aditivos que sean capaces de reducir el uso de agua en la mezcla y a la vez reducir el uso de

cemento al conservar la relación agua/cemento de un concreto patrón; dentro de este último grupo se encuentran los aditivos plastificantes (reductores de agua) y los superplastificantes (reductores de agua de alto rango) que ofrecen una mejora en las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como endurecido, a la vez que son capaces de reducir la cantidad de agua en mezcla en rangos de entre 15 a 40% (Carhuamaca, 2012, p. 8).

Sin embargo, el uso de los aditivos plastificantes y/o superplastificantes debe tener un control adecuado en su uso a fin de evitar obtener efectos adversos en el concreto como puede ser el retraso del fraguado, menor resistencia a edades tempranas (incluyendo a los 28 días), incorporación de aire, entre otros; además de que su uso recomendado por el fabricante puede variar dependiendo de las circunstancias en las que se vaya a enfrentar el concreto desde su elaboración hasta el respectivo vaciado del mismo.

En este sentido, se busca estudiar las propiedades mecánicas del concreto bajo el criterio de optimizar el uso de cemento, utilizando un aditivo superplastificante que reduzca el contenido de agua en la mezcla y ofrezca un concreto con propiedades mecánicas adecuadas, de manera que se pueda reducir el uso de cemento portland contribuyendo a disminuir el costo y las emisiones de CO<sub>2</sub> por cantidad de concreto.

Así mismo, para el desarrollo y una mejor comprensión en el tema de investigación, se ha consultado a las siguientes investigaciones como antecedentes nacionales:

(Coapaza Aguilar y Cahui Hilazaca, 2018) **Título** Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Nacional del Antiplano – Perú. **Objetivo** Estudiar las propiedades de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar aditivo superplastificante para techos de vivienda construidos de manera informal en Puno. **Conclusión** Para una edad de 28 días y un  $f'c$  de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se alcanzó una resistencia del diseño patrón de 229.70 kg/cm<sup>2</sup>, el cual fue superado al adicionar aditivo superplastificante, aumentando un 89.84% con una adición de 0.7% de aditivo, de igual manera, se tuvo un incremento de 102.35% para una adición de 1.05% de aditivo y un 82.00% para una adición de 1.40% de aditivo.

(Palomino Badillo, 2017) **Título** Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad

Nacional de Ingeniería – Perú. **Objetivo** Investigar el comportamiento del concreto con cemento tipo IP y aditivo superplastificante para reducir la fisuración. **Conclusión** Se concluye que para la resistencia a compresión a la edad de 28 días para un  $f'c$  de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , se tiene un incremento de 9% con aditivo superplastificante al 0.5% respecto al concreto patrón, así como un incremento de 28% para el uso de aditivo al 1.0% y un 15% de incremento para el diseño con aditivo al 2.0%; por otro lado, en la resistencia a tracción por compresión diametral se observó un incremento de 14%, 18% y 12% para las dosificaciones de aditivo en 0.5%, 1.0% y 2.0% respectivamente.

(Sánchez Zárate, 2017) **Título** Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para  $F'c=175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ . Huancayo, 2016. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero civil en la Universidad Continental – Huancayo. **Objetivo** Determinar la influencia de adicionar aditivo superplastificante en la consistencia y resistencia a compresión en concretos de  $f'c=175, 210$  y  $245 \text{ kg/cm}^2$  en Huancayo, 2016. **Conclusión** Se determinó que las mezclas con aditivo superplastificante a 28 días, para un  $f'c$  de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , superaron la resistencia del concreto patrón de  $241.83 \text{ kg/cm}^2$  cuyo mayor incremento fue de 16.71% para la dosis de 1.1% de aditivo con  $282.23 \text{ kg/cm}^2$ ; así mismo, se tuvo un incremento de 8.67% para una adición de 0.6% de aditivo con  $262.80 \text{ kg/cm}^2$ ; por otro lado, se tiene que para la dosis de 1.6% de aditivo se obtuvo el menor de los incrementos en 2.84% con una resistencia de  $248.69 \text{ kg/cm}^2$ , por lo cual, se puede inferir que para dosis mayores a 1.1% se obtienen menores beneficios en resistencia a compresión.

(Fernández López, 2017) **Título** Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima - 2016. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad César Vallejo – Perú. **Objetivo** Determinar la influencia de incorporar aditivo superplastificante sikament-290N en el concreto con cemento tipo I. **Conclusión** Se determinó que para la resistencia a compresión a 28 días y un  $f'c$  de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , las mezclas con aditivo superplastificante superaron al diseño patrón en todos los casos, logrando un incremento de 44.38% para la máxima dosificación de 1.4% de aditivo, manteniendo el asentamiento, así mismo, al comparar las dosis con aditivo, se tiene que la resistencia aumenta a mayor adición; por otro lado, el aditivo sikament-290N permite un máximo de reducción de agua de 25%, pero en la investigación la máxima reducción de agua posible fue de 18.32%.

(Bernal Díaz, 2017) **Título** Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias en la Universidad Nacional de Cajamarca – Cajamarca. **Objetivo** Optimizar la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes. **Conclusión** Se concluye que la adición de aditivo superplastificante Sika Plas 1000 en la mezcla con cemento Pascasmayo tipo I, obtuvo su mayor resistencia al incorporarlo en 1.0% del peso del cemento en mezcla, con una resistencia de 349 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un incremento de 14.03% respecto al concreto patrón y en 11.00% como máximo respecto al concreto con aditivo en otras dosis.

Así también, se ha recurrido a las siguientes investigaciones como antecedentes internacionales:

(Mattam H.; Paulose R.; Sherin R. y Mathew V., 2018) **Título** Un estudio sobre las características de fluidez y resistencia del concreto superplastificado. Artículo científico de la International Research Journal of Engineering and Technology – India. **Objetivo** Estudiar las características de fluidez y resistencia del concreto superplastificado **Conclusión** Para una mezcla con aditivo superplastificante de base naftaleno sulfonato adicionado en 1.9% se obtuvo las siguientes resistencias a 28 días: una resistencia a compresión de 395.30 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento de 9.80% sobre el concreto patrón con 360.00 kg/cm<sup>2</sup>; así mismo se obtuvo una resistencia a la tracción por compresión diametral de 43.20 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 4.09% más que la del concreto patrón con 41.50 kg/cm<sup>2</sup>, y equivale a un 11.93% de la resistencia a compresión para la misma muestra y en un 12.00% de la resistencia del concreto patrón; además, se obtuvo una resistencia a la flexión de 67.30 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 0.90% más que la del concreto patrón con 66.70 kg/cm<sup>2</sup>, y equivale a un 17.03% de la resistencia a compresión para la misma muestra y en un 18.69% de la resistencia del concreto patrón; en este sentido, se obtuvo mejoras en la resistencia a compresión, tracción y flexión con la dosificación propuesta respecto a un concreto patrón.

(Rasheed H.; Usman M.; Farooq H. y Hanif A., 2018) **Título** Efecto de la dosis de superplastificante en las propiedades de estado fresco y resistencia del concreto a edades tempranas. Artículo científico de la IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – Pakistán. **Objetivo** Estudiar los efectos del aditivo Duraplast 400 SP sobre las propiedades de estado fresco y resistencia del concreto a edades tempranas. **Conclusión** Se aumentó la resistencia a compresión con la dosis de aditivo superplastificante, la mezcla

patrón a los 28 días obtuvo una fuerza de 306.80 kg/cm<sup>2</sup> y a medida que el porcentaje de dosis aumentó, también incrementó la resistencia a compresión en 25.29%, alcanzando el valor máximo de 384.40 kg/cm<sup>2</sup> para la dosis de 2,5%; sin embargo, mediante la adición de 0,5% de aditivo, el valor se redujo en un 2.93% con un valor de 297.80 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual, se tiene que para dosificaciones mayores al 1.0% se tiene mejoras en la resistencia a compresión y resultados ligeramente menores para dosificaciones menores con respecto a la resistencia patrón.

(Fernández A.; Morales J. y Soto F., 2016) **Título** Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. Artículo científico de la revista Ingeniería UC de la Universidad de Carabobo – Venezuela. **Objetivo** Estudiar la resistencia de probetas de concreto al utilizar aditivo superplastificante PSP NLS. **Conclusión** El concreto con aditivo superplastificante PSP NLS en su dosis máxima recomendada por el fabricante de 1.7%, se alcanzó una resistencia de 327.72 kg/cm<sup>2</sup>, similar al concreto patrón con 332.28 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un porcentaje de 98.63% para un diseño de 250 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días; por otro lado, al utilizar un porcentaje sobredosificado de 2.1%, se obtuvo una resistencia de 332.28 kg/cm<sup>2</sup>, superando en 7.83% al concreto patrón con una resistencia de 308.16 kg/cm<sup>2</sup>; así mismo, para un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, con la dosificación máxima del fabricante de 1.7% se alcanzó una resistencia de 350.07 kg/cm<sup>2</sup>, similar al concreto patrón con 348.79 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un porcentaje de 100.37%; por otro lado, al utilizar un porcentaje sobredosificado de 2.1%, se obtuvo una resistencia de 342.93 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un 98.32% del concreto patrón con una resistencia de 348.79 kg/cm<sup>2</sup>; finalmente, se tiene que para una sobredosificación de 2.1% de aditivo se puede obtener una resistencia similar con una reducción promedio de 1.68%, lo cual puede ser despreciable si la resistencia final supera igualmente a la de diseño.

(Salem M.; Alsadey S. y Johari M., 2016) **Título** Efecto de la dosificación de superplastificante en las características de trabajabilidad y resistencia del concreto. Artículo científico de la IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering – Malasia. **Objetivo** Estudiar la influencia de la dosis de superplastificante en 0.4%, 0.6%, 0.8% 1.0% y 1.2% del peso del cemento en el desempeño del concreto. **Conclusión** La resistencia a compresión del concreto adicionado con aditivo superplastificante es mayor a la resistencia patrón en todos los casos; para la edad de curado de 28 días, el mejor resultado se obtuvo con una

adición de 0.8% del peso del cemento, obteniendo una resistencia de 467.90 kg/cm<sup>2</sup>, 10.80% más que el concreto patrón con 422.20 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente la mejor resistencia se obtuvo con un porcentaje del 0.6% de aditivo, con una resistencia de 446.10 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 5.66% sobre el patrón; finalmente, la adición en 1.0% obtuvo el tercer lugar con una resistencia de 442.10 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 4.71%; así mismo, cabe mencionar que la adición de 1.2% obtuvo la mínima mejora de 424.6 kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 0.57%, ubicándose por debajo de los resultados obtenidos con la menor dosis de 0.4% que obtuvo una resistencia de 427.7 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 1.30% con respecto al patrón.

(Alsadey S., 2015) **Título** Efecto del superplastificante en las propiedades de concreto fresco y endurecido. Artículo científico de la Journal of Agricultural Science and Engineering – Libia. **Objetivo** Estudiar la influencia de la dosis de superplastificante en 0.6%, 0.8%, 1.2% 1.8% y 2.5% en el rendimiento del concreto. **Conclusión** La resistencia a compresión del concreto del diseño de 300 kg/cm<sup>2</sup> para la edad de curado a 28 días, se obtuvo una resistencia patrón de 376.80 kg/cm<sup>2</sup>, superado solamente por la mezcla con aditivo al 0.8% en un porcentaje de 6.79% con una resistencia de 402.40 kg/cm<sup>2</sup>; para los otros porcentajes de adición, se obtuvieron resistencias menores en 1.35%, 2.47%, 2.47% y 4.00% respectivamente para las adiciones de 0.6%, 1.2%, 1.8% y 2.5% con resistencias respectivas de 371.70 kg/cm<sup>2</sup>, 367.50 kg/cm<sup>2</sup>, 367.50 kg/cm<sup>2</sup> y 361.70 kg/cm<sup>2</sup>; teniéndose que el mayor decremento se dio para dosificaciones mayores al 1.0%; sin embargo, en vista de que se presentaron resistencias por encima de la requerida en el diseño, se puede considerar que todas las mezclas son aptas.

(Alsadey S., 2012) **Título** Influencia del superplastificante en la resistencia del concreto. Artículo científico de la International Journal of Research in Engineering and Technology – India. **Objetivo** Estudiar el efecto de adicionar aditivo superplastificante en las propiedades del concreto con resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. **Conclusión** La resistencia a compresión con aditivo superplastificante obtiene mejoras en comparación con el diseño patrón, el mayor incremento se dio para una dosificación 1.0% de aditivo con un aumento del 25% respecto al patrón, alcanzando una resistencia de 550 kg/cm<sup>2</sup> sobre la resistencia patrón de 440 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días; así mismo, se tiene que para dosificaciones de aditivo entre 0.6% a 1.0% se obtuvieron resistencias de 520 kg/cm<sup>2</sup> a 550 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, sin embargo, al añadir una mayor dosificación en 1.2% de aditivo, se obtuvo una menor resistencia de 430 kg/cm<sup>2</sup> incluso por debajo del patrón.



A continuación, se presentan las teorías relacionadas al tema de investigación, cuyo fin es permitir un mejor entendimiento del tema al lector.

Para definir el concreto para la construcción, según la Norma ACI 318S-14 (Comité ACI 318, 2015, p. 37), se entiende por concreto a la mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, que puede llevar o no aditivos.

Por otro lado, el cemento es un material pulverulento artificial que, al mezclarse adecuadamente con agua, forma una pasta conglomerante capaz de fraguar y endurecerse ya sea al aire libre o bajo el agua (Coapaza y Cahui, 2018, p. 34).

En el Perú, según la NTP 334.009 de requisitos en el cemento portland (como se citó en Coapaza y Cahui, 2018, p. 37) se tipifica cinco tipos de cemento, clasificados de acuerdo a sus propiedades específicas para asegurar la durabilidad como se muestra a continuación:

TIPO I: Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo;

TIPO II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación;

TIPO III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales;

TIPO IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación;

TIPO V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos

Sin embargo, los cementos tipo III y IV no se comercializan debido a la falta de tecnología requerida para elaborar  $C_3S$  más fino (Silicato Tricálcico), o en todo caso resultaría muy costoso (Coapaza y Cahui, 2018, p. 38).

Así mismo, el cemento de la marca Sol, que se utilizó en la presente investigación, es “un cemento tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso” (UNACEM, s.f. p. 1).

De acuerdo a lo descrito por UNACEM, se trata de un cemento de uso general, para concretos que no enfrenten situaciones especiales como puede ser congelamiento, deshielo o ataque de sulfatos; dicho cemento fue el utilizado en la presente investigación por ser el más comercial y usado de su tipo en la ciudad de Lima.

Los datos técnicos proporcionados por UNACEM (s.f., p. 2) especifican que el cemento Sol tipo I posee una densidad de 3.12 g/ml; así también, el producto cumple con los requisitos normativos para el cemento, normalizados por la NTP 334.009 a nivel nacional por INACAL y la ASTM C 150 de la American Society for Testing and Materials de Estados Unidos.

Por otro lado, los agregados son aquellos materiales que forman la parte granular del concreto, se tiene el agregado fino y agregado grueso, para los cuales se suele usar arena gruesa y piedra chancada respectivamente; estos materiales se encargan de brindar la mayor parte de la resistencia al concreto, tratándose de materiales duros y libres de cualquier agente extraño que altere su aporte de resistencia en el concreto una vez endurecido (Palomino, 2017, p. 32).

De acuerdo a la NTP 400.037, el agregado fino es un material compuesto por partículas cuyo diámetro pasa a través del tamiz N° 3/8" (9.5 mm) y se retiene en el tamiz N° 200 (0.08 mm), gracias a su fineza es utilizado para rellenar los espacios diminutos que ocupa la mezcla de concreto y otorga una mejor trabajabilidad a la misma; para su uso en el concreto debe encontrarse limpia y libre de agentes extraños (SENCICO, 2018, p. 6).

Así también, conforme a la NTP 400.037, el agregado grueso viene a ser la roca triturada, comúnmente denominada "piedra chancada", el cual es un material duro y resistente cuyo diámetro es aquel que queda retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm); para su uso en la mezcla de concreto, este debe encontrarse limpio y sin recubrimiento alguno, lo cual se logra mediante el lavado (SENCICO, 2018, p. 6).

Además, de acuerdo a la norma E.060, el agua para la mezcla de concreto es agua potable común y debe encontrarse lo más limpia posible de manera que no comprometa la calidad del concreto, ya que es la responsable de realizar las reacciones entre los distintos componentes del concreto, se debe evitar agentes extraños que alteren la reacción o generen una reacción deficiente (SENCICO, 2009, 31).

Adicionalmente, según la Norma ACI 318S-14, el aditivo es una sustancia aparte de los agregados, el agua, el cemento y las adiciones, que se incluye durante el proceso de mezclado con el fin de dotar de cualidades específicas al concreto (Comité ACI 318, 2015, p. 33), de esta manera se pretende obtener un trabajo más rápido y/o una mejor calidad; la

elección del tipo de aditivo se establece según el elemento que se pretende fabricar y a los agentes externos a los que dicho elemento se irá a someter.

Los aditivos superplastificantes, por su parte, son surfactantes aniónicos, compuestos que reducen la tensión superficial entre dos cuerpos (cemento y mezcla), dispersando las partículas y mejorando su cohesión, dando como resultado una mezcla mucho más plástica (Bernal, 2017, p.15).

Para Bernal (2017, p. 15-16) el uso de aditivos superplastificantes se centra en tres casos particulares: como reductor de agua de alto rango, como plastificante y finalmente como reductor de cantidad de cemento en mezcla.

El uso de aditivo superplastificante como reductor de agua se emplea para obtener concretos de alta resistencia, manteniendo el asentamiento y la cantidad de cemento, se busca la combinación de agua con aditivo que produzcan un asentamiento adecuado, por lo que será necesario reducir la cantidad de agua para compensar la fluidez extra que proporciona el aditivo como surfactante aniónico, obteniendo una menor relación agua/cemento que conllevará a un incremento de la resistencia (Bernal, 2017, p.16).

Por otro lado, el uso de aditivo superplastificante como plastificante se emplea para aumentar la trabajabilidad de la mezcla, manteniendo el asentamiento, la relación agua/cemento y cantidad de cemento, se busca agregar fluidez extra a la mezcla mediante la suma de aditivo, dando la posibilidad de obtener un mayor asentamiento y cohesión en la mezcla según la cantidad de aditivo adicionado (Bernal, 2017, p.15).

Finalmente, su uso como reductor de cantidad de cemento es similar al uso como reductor de agua, con la única diferencia de que se mantiene la relación agua/cemento, por lo que, al reducir la cantidad de agua, se ve necesario reducir la cantidad de cemento; sin embargo, su uso debe ser consciente a fin de no afectar la durabilidad del concreto, respetando la cantidad mínima de cemento (Bernal, 2017, p.15).

Así mismo, desde la primera aparición de aditivos superplastificantes, se ha innovado en la creación de distintos tipos según su base química, de acuerdo a Sánchez (2017, p.29-32) se tiene la siguiente evolución cronológica de aditivos:

Lignosulfonatos (1940): superplastificante reductor de agua en un rango de 5 a 10%, con propiedad de eliminar impurezas (carbohidratos).

Sulfonatos (1960): superplastificante reductor de agua en un rango de 10 a 20%, pueden ser derivados de melamina (Melamina Sulfonatos) o de Naftaleno (Naftalen Sulfonatos).

Policarboxilatos (1990): superplastificante reductor de agua en un rango hasta 40%, producido de derivados de ácido acrílico o metacrílico.

Por su parte, el aditivo Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante utilizado en la presente investigación “es un súper plastificante para mezclas de concreto, permite la reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada” (Sika, 2015, p. 1).

En este sentido, de acuerdo al rango de reducción de agua, se clasifica como aditivo superplastificante a base de Sulfonatos; dicho aditivo será el utilizado para el presente estudio debido a su considerable margen de reducir el agua en mezcla y a su accesible venta comercial en presentación de envase PET x 4 litros.

Los datos técnicos ofrecidos por Sika (2015, p. 2) especifican que Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante tiene una densidad de 1.20 kg/L  $\pm$  0.02, por otro lado, el producto cuenta con una valoración LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), cumpliendo con los requisitos del mismo especificados por la US Green Building Council (USGBC) de Estados Unidos, el cual expresa que Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante tiene un contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC) menor a 420 g/L.

Por lo tanto, Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante se califica como un material de baja emisión, lo cual lo convierte en un insumo viable para utilizar y reducir el consumo de otro insumo que no contiene dicha calificación (cemento portland), permitiendo desplazar mayores cantidades de cemento que las de aditivo adicionado, a fin de reducir emisiones de gases contaminantes relacionados a la producción de concreto para la construcción.

En cuanto a las principales propiedades de los agregados, se encuentran el contenido de humedad, análisis granulométrico (granulometría), peso específico, porcentaje de absorción, peso seco compactado y peso seco suelto; los cuales se describen a continuación:

El contenido de humedad evaporable, de acuerdo a la NTP 339.185 (INACAL, 2018, p. 1) es la cantidad de agua atrapada en el agregado en su estado natural, que es posible

evaporar mediante secado, la cual se expresa como un porcentaje del peso seco del agregado.

Para realizar el ensayo de contenido de humedad, la NTP 339.185 (INACAL, 2018, p. 3) indica el uso de los siguientes equipos:

- Balanza, con sensibilidad al 0.1% del peso.
- Horno ventilado, con capacidad de mantener temperaturas de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Recipiente para la muestra, que no pueda ser afectado por el calor.

Así mismo, conforme a la NTP 339.185 (INACAL, 2018, p. 5), el procedimiento se resume en pesar una muestra representativa en su estado ambiental, posteriormente llevar la muestra al horno y mantenerla a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, pasado dicho tiempo, se procede a retirar la muestra del horno y pesarla; el porcentaje de contenido de humedad se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Hum. (\%)} = 100 * (Ph - Ps) / Ps$$

Donde:

*Hum. (%)*: Contenido de humedad del agregado (%)

*Ph*: Peso de la muestra en estado ambiental (gr)

*Ps*: Peso de la muestra seca al horno (gr)

El análisis granulométrico del agregado, de acuerdo a la NTP 400.012 (INACAL, 2018, p. 1) expresa cómo se distribuye el agregado en cuanto al tamaño de las partículas que ocupa, dicha expresión se da en el porcentaje de un determinado tamaño de partícula con respecto al total de la muestra ensayada, para cada tamaño obtenido.

Para realizar el ensayo de análisis granulométrico, la NTP 400.012 (INACAL, 2018, p. 3) indica el uso de los siguientes equipos:

- Balanza, con sensibilidad al 0.1% del peso, o de 0.1g para agregado fino y 0.5g para agregado grueso.
- Horno ventilado, con capacidad de mantener temperaturas de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

- Tamices, adecuados para el tipo de agregado en diámetro de la malla y en tamaño acorde a la cantidad de muestra.

- Agitador para tamices, para realizar el movimiento que permitirá la distribución de las partículas por los tamices.

Así mismo, conforme a la NTP 400.012 (INACAL, 2018, p. 4), el procedimiento se resume en obtener una muestra representativa y secarla al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, pasado dicho tiempo, la muestra se retira y se coloca en el tamiz de mayor diámetro, el cual se encuentra previamente armado con los demás tamices necesarios para el ensayo según el tipo de agregado, una vez colocada la muestra, se instala el conjunto en el agitador, se asegura al mismo y se procede a agitar durante 3 minutos, la granulometría del agregado se determina como el porcentaje retenido en cada malla con respecto al total de la muestra.

El peso específico del agregado, de acuerdo a la NTP 400.022 y NTP 400.021 (INACAL, 2018, p. 6; INACAL, 2018, p. 3) representa la cantidad de material que puede pesar por unidad de volumen cuando este se encuentra superficialmente seco, así mismo, el porcentaje de absorción expresa la cantidad de agua que puede absorber el agregado con respecto al peso seco del mismo.

Para realizar el ensayo de peso específico del agregado fino, la NTP 400.022 (INACAL, 2018, p. 7) indica el uso de los siguientes equipos:

- Balanza, con sensibilidad al 0.1% del peso.
- Picnómetro (fiola), con capacidad de  $500\text{ cm}^3$ .
- Frasco de Le Chatelier.
- Molde y barra compactadora.
- Estufa, con capacidad de mantener temperaturas de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Así mismo, conforme a la NTP 400.022 (INACAL, 2018, p. 5), el procedimiento se resume en pesar una muestra representativa superficialmente seca para luego calibrar su peso sumergido en el picnómetro, posteriormente llevar la muestra al horno a una

temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, pasado dicho tiempo, se procede a retirar la muestra del horno y pesarla; el peso específico se calculará de la siguiente manera:

$$P.E. = Ps / (V - Pa)$$

Donde:

*P.E.*: Peso específico del agregado fino ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

*Pa*: Peso del agua en el picnómetro (gr)

*Ps*: Peso de la muestra seca al horno (gr)

*V*: Volumen del picnómetro en aforo ( $\text{cm}^3$ )

Por otro lado, para realizar el ensayo de peso específico del agregado grueso, la NTP 400.021 (INACAL, 2018, p. 4) indica el uso de los siguientes equipos:

- Balanza, con sensibilidad a 0.5g y capacidad de 5000g.
- Cesta de alambre, de abertura N° 6, con capacidad de contener la muestra.
- Depósito de agua, para sumergir la muestra.
- Tamices, N° 4 o según la muestra.
- Estufa, con capacidad de mantener temperaturas de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Así mismo, conforme a la NTP 400.021 (INACAL, 2018, p. 5), el procedimiento se resume en pesar una muestra representativa saturada superficialmente seca para luego sumergirla en la cesta y pesarla en dicho estado, luego se retira la muestra, se lleva al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, pasado dicho tiempo, se procede a retirar la muestra del horno y se pesa; el peso específico se calculará de la siguiente manera:

$$P.E. = Ps / (Pm - Ph)$$

Donde:

*P.E.*: Peso específico del agregado grueso ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

*Ps*: Peso de la muestra seca al horno (gr)

*P<sub>m</sub>*: Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

*P<sub>h</sub>*: Peso de la muestra saturada (gr)

Finalmente, tanto para el agregado fino como grueso, el porcentaje de absorción se determina de la siguiente manera:

$$Abs. (\%) = (P - P_s) * 100 / P_s$$

Donde:

*Abs. (%)*: porcentaje de absorción del agregado (%)

*P*.: Peso del picnómetro para agregado fino o peso de la muestra saturada superficialmente seca para agregado grueso (gr)

*P<sub>s</sub>*: Peso de la muestra seca al horno (gr)

El peso unitario volumétrico suelto seco (P.U.S.S.), de acuerdo a la NTP 400.017 (INACAL, 2018, p. 1) representa la cantidad de agregado en estado seco por unidad de volumen; por otro lado, el peso unitario volumétrico compactado seco (P.U.C.S.), de representa la cantidad de agregado en estado seco y compactado por unidad de volumen.

Para realizar el ensayo de P.U.S.S. y P.U.C.S., la NTP 400.017 (INACAL, 2018, p. 4) indica el uso de los siguientes equipos:

- Balanza, con sensibilidad al 0.1% del peso.
- Varilla lisa, de 16 mm de diámetro y 60 cm de largo.
- Horno ventilado, con capacidad de mantener temperaturas de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipiente hermético, cuyo tamaño será de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado.
- Pala o cucharón, para manejar la muestra.

Así mismo, conforme a la NTP 400.017 (INACAL, 2018, p. 8), el procedimiento se resume en realizar el cuarteo con ayuda de una pala, de una muestra representativa secada previamente al horno durante 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , para posteriormente llenar el recipiente al ras con la muestra, mediante 3 capas compactadas por



varillado a 25 golpes por capa en el caso de P.U.C.S., luego se pesa el conjunto y se obtiene el peso unitario correspondiente de la siguiente manera:

$$P.U. = Pm/V$$

Donde:

*P.U.*: Peso unitario volumétrico (suelto o compactado) seco del agregado (kg/m<sup>3</sup>)

*Pm*: Peso de la muestra en el recipiente (kg)

*V*: Volumen del que ocupa la muestra en el recipiente (m<sup>3</sup>)

Por otro lado, el diseño de mezcla es la determinación de las cantidades de cada componente del concreto, en base a criterios de trabajabilidad y densidad para la mezcla en estado fresco, así como la resistencia y durabilidad requerida una vez que esta haya endurecido, mediante un procedimiento lógico y directo de pasos (Comité ACI 211, 2009, p.13).

El Comité 211 del ACI propone un método para estimar las cantidades de los componentes del concreto en base a una resistencia o durabilidad especificada, mediante el uso de tablas normadas para obtener una proporción estimada que puede ajustarse con ayuda de resultados de ensayos realizados en laboratorio, que permitan comprobar los resultados del método y realizar cambios pertinentes para asegurar la calidad que se espere del mismo.

Para la presente investigación, se ha utilizado el método del ACI en base a la resistencia requerida en el concreto, el cual requiere datos preliminares para poder estimar las proporciones en mezcla de concreto para un diseño preliminar, que posteriormente será ajustado mediante resultados de ensayos previos obtenidos de laboratorio; en este sentido, es necesario conocer previamente la resistencia a compresión de diseño, la medida del asentamiento o slump, y las propiedades de los agregados.

La resistencia a compresión de diseño viene dada por el ingeniero estructural o responsable a cargo, quien decidirá dicho valor a partir del elemento diseñado y de las condiciones de carga en la que será sometido a lo largo de su vida útil; para la presente investigación, la resistencia será propuesta por el autor, basándose en elementos estructurales de tipo zapatas, columnas, losas y vigas, así como en el hecho de que dichos elementos pueden verse solicitados por fuerzas inducidas por sismo; para lo cual, se requerirá un

concreto estructural cuya resistencia debe ser igual o mayor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo a la norma de concreto armado E.060 (SENCICO, 2009, p. 167), en este sentido, la resistencia elegida fue de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por ser la resistencia mínima requerida para los elementos estructurales considerados.

Por otro lado, el asentamiento o slump puede elegirse de acuerdo al tipo de elemento estructural a diseñar, de acuerdo a la Tabla 1:

**Tabla 1:** Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción		
Tipos de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
- Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
- Vigas y muros reforzados	4	1
- Columnas de edificios	4	1
- Pavimentos y losas	3	1
- Concreto masivo	2	1
* El concreto con aditivo químico puede presentar mayor asentamiento, y debe tener una relación agua/cemento que evite la segregación. * Los Valores Máximos pueden ser incrementados en 1" para métodos de consolidación diferentes de vibración.		

Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 21)

En este sentido, de acuerdo a los elementos estructurales considerados (zapatas, vigas, columnas, losas), se considera un Slump de 3 a 4 pulgadas para el diseño del concreto en la presente investigación.

Las propiedades de los agregados que son necesarias de conocer para realizar el diseño de mezcla se obtienen de ensayos de laboratorio normalizados por las normas técnicas peruanas (N.T.P.); en la Tabla 2 se puede observar un resumen de dichas propiedades:

**Tabla 2: Propiedades requeridas en agregados para el diseño de mezcla**

<b>Propiedades requeridas en agregados para el diseño de mezcla</b>			
<b>Agregado</b>	<b>Propiedad</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>
Agregado Grueso	Tamaño máximo nominal (TMN)	Ensayo de análisis granulométrico	NTP 400.012
	Peso unitario seco compactado	Ensayo de peso volumétrico compactado seco	NTP 400.017
	Peso específico	Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso	NTP 400.021
	Porcentaje de absorción		
	Contenido de humedad	Ensayo de contenido de humedad	NTP 339.185
Agregado Fino	Módulo de fineza (MF)	Ensayo de análisis granulométrico	NTP 400.012
	Peso unitario seco compactado	Ensayo de peso volumétrico compactado seco	NTP 400.017
	Peso específico	Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino	NTP 400.022
	Porcentaje de absorción		
	Contenido de humedad	Ensayo de contenido de humedad	NTP 339.185

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, se procede a describir el diseño de mezcla por el método del ACI mediante los siguientes pasos:

Como primer paso, de acuerdo a la norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 40) “el concreto debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión,  $f'_{cr}$ ”. Además, cuando no se tiene registro de ensayos previos de resistencia, se puede determinar la resistencia promedio a partir de la Tabla 3:

**Tabla 3: Resistencia promedio a la compresión requerida**

<b>Resistencia promedio a la compresión requerida</b>	
Resistencia especificada a la compresión, Mpa	Resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa
$f_c < 21$	$f'_{cr} = f_c + 7,0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f'_{cr} = f_c + 8,5$
$f_c > 35$	$f'_{cr} = 1,1f_c + 5,0$

Fuente: Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 42).

Como segundo paso, se obtiene la cantidad de agua y de aire atrapado en la mezcla, para lo cual, la norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 23) dispone la Tabla 4 para la estimación del volumen unitario de agua y contenido de aire en mezcla, según el asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, para concreto sin aire incorporado:

**Tabla 4: Volumen unitario de agua y porcentaje de aire atrapado**

<b>Volumen unitario de agua y porcentaje de aire atrapado</b>								
Agua en lt/m <sup>3</sup> , para los TMN del AG y consistencia indicada								
Sin aire incorporado	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (pulg)							
Asentamiento (pulg)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
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	...
Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 23).

Como tercer paso, se determina el contenido de cemento en mezcla, para lo cual, primero es necesario conocer la relación agua/material cementante ( $a/c$ ), conforme a la norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p.26); para ello, se presentan dos criterios a considerar, si el diseño es por resistencia o por durabilidad. A continuación, se presenta la Tabla 5 para definir la relación  $a/c$  en base a la resistencia del concreto a los 28 días y si lleva aire incorporado o no, para el diseño por resistencia considerado en la presente investigación:

**Tabla 5: Relación Agua/Cemento por resistencia**

<b>Relación Agua/Cemento por Resistencia</b>		
$f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )*	Relación agua/cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
450	0.38	0.28
*Si la resistencia $f_c$ se encuentra entre los rangos, se permite interpolar.		

Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 24).

Una vez conocida la relación a/c, el peso del cemento por volumen de concreto se calcula con la siguiente ecuación:

$$Cemento = \frac{Agua}{a/c}$$

Donde:

*Cemento*: Peso de cemento por m<sup>3</sup> de concreto (kg).

*Agua*: Volumen de agua por m<sup>3</sup> de concreto (lt).

*a/c*: Relación agua/material cementante.

Como cuarto paso, se determina el contenido de agregado grueso, por lo cual, para estimar el peso del agregado grueso en la mezcla, el método del ACI ofrece la Tabla 6 con la cual se puede obtener la relación de peso suelto/ peso seco compactado del agregado grueso (b/bo), en base al tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso y el módulo de fineza (MF) del agregado fino.

**Tabla 6:** Relación del Peso suelto/ Peso seco compactado del agregado grueso

<b>Relación del Peso suelto/ Peso seco compactado del agregado grueso</b>				
Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/bo) en m <sup>3</sup> .				
TMN AG	Módulo de Fineza AF			
(pulg)	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81
*Si el módulo de fineza se encuentra entre los rangos, se permite interpolar.				

Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 26).

Para obtener el peso unitario del agregado grueso, se debe multiplicar la relación b/bo, por el peso compactado seco del agregado grueso, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$P.S.P. = (b/b_o) * P.U.C.$$

Donde:

*P.S.P.*: Peso compactado seco del agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto (kg).

*b/b<sub>o</sub>*: Relación peso suelto/peso compactado seco del agregado grueso.

*P.U.C.*: Peso unitario compactado seco del agregado grueso (kg).

Como quinto paso, se determina el contenido de agregado fino que, conforme a la norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 27), una vez obtenido las cantidades de todos los materiales a excepción del agregado fino, este último se puede hallar por diferencia por volumen cúbico de concreto de la siguiente manera:

$$V_{af} = 1.00 - (V_{aire} + V_{cemento} + V_{agua} + V_{ag} + V_{aditivo})$$

Donde:

*V<sub>af</sub>*: Volumen del agregado fino por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

*V<sub>aire</sub>*: Volumen de aire por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

*V<sub>cemento</sub>*: Volumen de cemento por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

*V<sub>agua</sub>*: Volumen de agua por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

*V<sub>ag</sub>*: Volumen del agregado grueso por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

*V<sub>aditivo</sub>*: Volumen del aditivo por metro cúbico de concreto (m<sup>3</sup>).

Estimado los volúmenes de los componentes del concreto por metro cúbico, se puede llevar la relación de componentes para un volumen de 1.025 m<sup>3</sup>, considerando así un factor por contracción del volumen del concreto al pasar de estado fresco a endurecido.

Como sexto y último paso, se realizan los ajustes por humedad y absorción de los agregados, en este sentido, de acuerdo a Bernal (2017, p. 34), el contenido de agua estimado debe afectarse por el contenido de humedad de los agregados y su capacidad de absorber agua en la mezcla; en tal sentido, si los agregados se encuentran secos absorberán mucha

agua y reducirían la relación a/c y la trabajabilidad; por otro lado, si el contenido de humedad es muy alto, la relación a/c crece y se tendrá una mayor trabajabilidad.

Debido a que los agregados fueron calculados en peso suelto, a partir de un peso seco compactado, no se ha considerado la humedad en ellos, por lo que, al incluir dicha humedad, se debe de utilizar una mayor cantidad de agregado que compense el volumen de agua en su interior, dicho aumento se obtiene de la siguiente manera:

$$P.H. = P.S.* \left( 1 + \frac{Hum. \%}{100\%} \right)$$

Donde:

*P.H.*: Peso húmedo del agregado (kg)

*P.S.*: Peso compactado seco del agregado (kg)

*Hum. %*: Contenido de humedad del agregado en porcentaje.

Por otro lado, teniendo en cuenta que los agregados absorberán agua en la mezcla, la cantidad absorbida debe de sumarse a la cantidad de agua en mezcla a fin de mantener intacta la relación a/c en la mezcla; los aportes de agua por absorción de los agregados se hallan de la siguiente manera:

$$A.A. = P.S.* \frac{(Hum. \% - Abs. \%)}{100\%}$$

Donde:

*A.A.*: Aporte de agua del agregado a la mezcla (lt).

*P.S.*: Peso compactado seco del agregado (kg).

*Hum. %*: Contenido de humedad del agregado en porcentaje.

*Abs. %*: Porcentaje de absorción del agregado en porcentaje.

Así mismo, la cantidad de agua se corrige de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

Donde:

*A. C.*: Agua corregida para el diseño en obra (lt).

*Agua*: Agua para el diseño en estado seco (lt).

*A. A. A.*: Aporte de agua en mezcla por el agregado fino (lt).

*A. A. P.*: Aporte de agua en mezcla por el agregado grueso (lt).

Por otro lado, el concreto también posee sus propias propiedades, en este sentido, de acuerdo a Mendoza, Aire y Dávila (2011, p. 36), las propiedades del concreto se manifiestan según el estado en el que se encuentra; cuando el concreto se encuentra en estado plástico se desarrollan propiedades físicas como el asentamiento, peso unitario en estado fresco, aire atrapado y agrietamiento por contracción; por otro lado, cuando el concreto se encuentra en estado endurecido obtiene propiedades mecánicas como la resistencia a compresión, resistencia a tracción por compresión diametral, resistencia a flexión, resistencia al impacto, módulo de elasticidad, contracción por secado y tenacidad.

Para la presente investigación, se consideraron dos de las principales propiedades físicas del concreto, la consistencia observada a través del asentamiento del concreto (NTP 339.035) y el peso específico determinado a través del peso unitario de la mezcla en estado fresco (NTP 339.046); propiedades importantes a tener en cuenta para el proceso constructivo del concreto, en donde será necesario manejar una trabajabilidad específica y conocer la carga sobre el encofrado u otros elementos estructurales.

En este sentido, según la NTP 339.035 (INACAL, 2015, p. 2), el ensayo de asentamiento o revenimiento del concreto permite dar una inspección de la consistencia del concreto en su estado fresco; es aplicable para concretos plásticos con un agregado no mayor de 37.5 mm de tamaño, caso contrario, solo se considera el ensayo para concretos que pasen por el tamiz 37.5 mm a los cuales se le hayan sustraído los agregados de mayor tamaño; este ensayo no aplica para concretos no cohesivos.



De acuerdo a la NTP 339.035, el método se resume en tomar una muestra de concreto fresco y ponerlo dentro de un molde cónico truncado (cono de Abrams), colocando la muestra en 3 capas y compactándola por varillado; una vez lleno el molde, se retira verticalmente. El asentamiento viene a ser la medida desplazada (en pulgadas) medida desde el centro de la superficie de concreto (INACAL, 2015, p. 2).

Así también, el ensayo de peso unitario permite obtener el peso por unidad de volumen de concreto, cuyo objetivo es el de comparar distintos concretos de diferente composición, debido a que el peso del concreto va directamente relacionado al peso de los materiales que lo componen (Palomino, 2017, p. 59).

El ensayo de peso unitario según la NTP 339.046 (INACAL, 2018, p. 5-7) y (Palomino, 2017, p. 59), se resume en la compactación (ya sea por apisonado o vibración) del concreto previamente colocado en un recipiente, distribuido de forma homogénea con mínima segregación; la compactación se realiza por capas hasta llenar el recipiente, extrayendo el excedente por lisado y finalmente pesado, donde dicho peso se dividirá entre el volumen ocupado en el recipiente, obteniendo así el peso unitario.

Además, en la presente investigación, de acuerdo a (Carrillo, González y Aperador, 2013, p. 436; Carrillo, Alcocer y Aperador, 2013, p. 285) se ha considerado medir tres de las principales propiedades mecánicas básicas del concreto (compresión, tracción y flexión), siendo la resistencia a compresión ( $f'c$ ) determinada a través del ensayo a compresión normalizado por la NTP 339.034, la resistencia a tracción ( $Fct$ ) hallada mediante el ensayo de tracción por compresión diametral normalizado por la NTP 339.084, y el módulo de rotura ( $Mr$ ) obtenido a través del ensayo de resistencia a la flexión normalizado por la NTP 339.078; propiedades de conocimiento indispensable para el diseño de elementos que sean sometidos a dichos esfuerzos.

En este sentido, la resistencia a compresión es una propiedad mecánica del concreto que representa la resistencia del mismo ante esfuerzos que lo comprimen, de acuerdo a la NTP 339.034, se determina mediante ensayo de laboratorio para probetas de concreto mediante la aplicación de una carga axial que va creciendo a una velocidad normalizada, registrando los esfuerzos en la probeta hasta que esta llegue a fallar y ceda ante los esfuerzos aplicados (INACAL, 2015, p. 3).

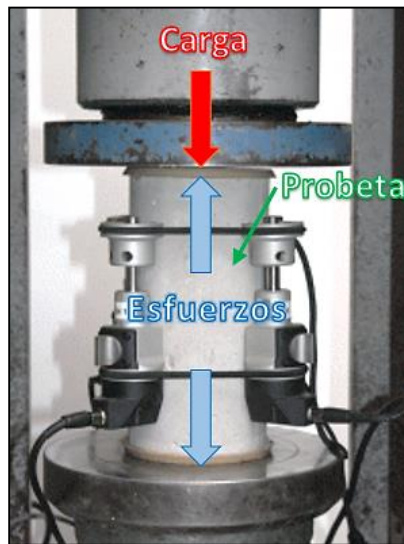


Figura 1: Ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: Adaptado de Blog 360 en concreto. Ensayos al concreto: ¿Qué y cómo?

Según la NTP 339.034, el cálculo de la resistencia a la compresión se determina como el cociente entre la máxima carga alcanzada en la probeta y el promedio del área de la sección circular plana de la misma, con una aproximación a 0.1 MPa (INACAL, 2015, p. 13), así mismo se expresa en la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{4 * P}{\pi * D^2}$$

Donde:

$f'c$ : Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$ : Carga máxima de compresión (kg)

$D$ : Diámetro promedio de la sección transversal (cm)

Así también, la resistencia a tracción por compresión diametral (tracción indirecta) se obtiene mediante un ensayo que permite determinar el esfuerzo máximo de tracción indirecta del concreto debido a una carga perpendicular a la cara que forma la circunferencia del elemento o espécimen. De acuerdo a (Palomino, 2017, p. 71), el método consiste en la rotura de un cilindro de concreto echado y ubicado entre dos platos de triplay (de 5 mm de espesor), a través de los cuales una prensa de compresión transmite una carga transversal al eje del cilindro; de manera similar al ensayo de compresión.

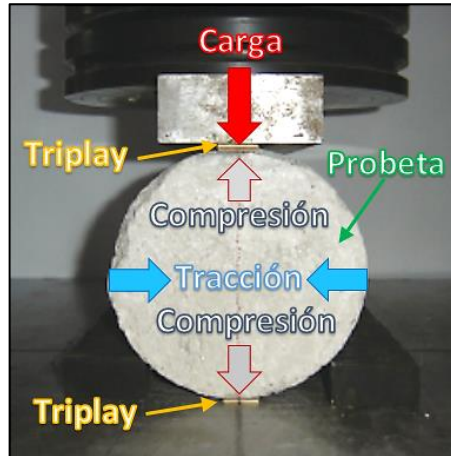


Figura 2: Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.

Fuente: Adaptado de (Carrillo, Gonzáles y Aperador, 2013). Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero.

La resistencia a la tracción indirecta se cuantifica a partir de la siguiente fórmula:

$$F_{ct} = \frac{2 * P}{\pi * D * L}$$

Donde:

$F_{ct}$ : Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$ : Carga de rotura (kg)

$D$ : Diámetro de la probeta ensayada (cm)

$L$ : Longitud de la probeta ensayada (cm)

Así mismo, teóricamente la tracción directa ( $f_t$ ) se encuentra entre el 8% a 15% de la resistencia a compresión ( $f'_c$ ) del concreto y puede estimarse como aproximadamente el 90% de la tracción indirecta por compresión diametral ( $F_{ct}$ ).

Además, en cuanto a la resistencia a flexión, de acuerdo a la NTP 339.078, es una propiedad mecánica del concreto que representa la resistencia a la flexión del mismo (INACAL, 2017, p.2), se determina mediante ensayo de laboratorio para vigas prismáticas de concreto (de sección transversal 15 cm \* 15 cm, y 50 cm de longitud) mediante la aplicación de cargas perpendiculares a la luz de la viga, aplicadas a los tercios de los extremos de la misma (NTP 339.078) o al centro de la viga (NTP 339.079), flexionando el elemento prismático mientras registra el incremento de las fuerzas que se le aplican hasta que dicho elemento llegue a fallar, todo ello sin ningún refuerzo de acero, con el fin de estimar el aporte de resistir la flexión del concreto en elementos estructurales y no estructurales.

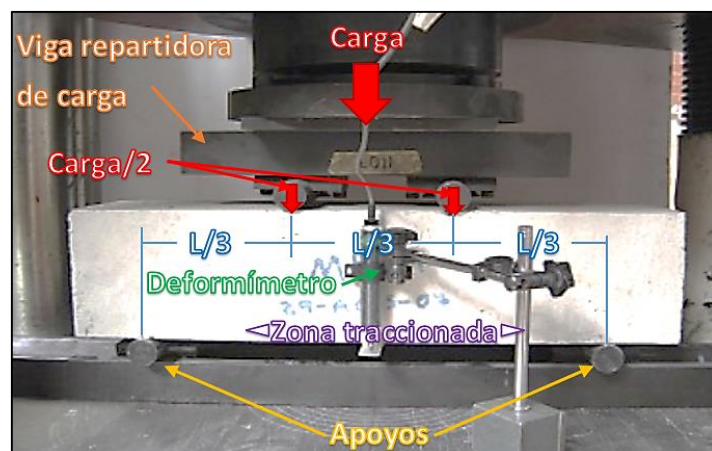


Figura 3: Ensayo de resistencia a la flexión con cargas a los tercios de la luz libre.

Fuente: Adaptado de (Carrillo, Alcocer y Aperador, 2013). Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.

De acuerdo a la NTP 339.078 (INACAL, 2017, p.7), la resistencia máxima a la tracción por flexión se cuantifica mediante el módulo de rotura ( $M_r$ ), el cual se obtiene a partir de las siguientes ecuaciones, dependiendo en dónde se ubique la falla de la viga:

Si la falla se da en el tercio central:

$$M_r = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Donde:

$M_r$ : Módulo de rotura ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$ : Fuerza total aplicada a la viga (kg)

$L$ : Longitud de la viga (cm)

$b$ : Base de la sección transversal de falla de la viga (cm)

$h$ : Altura de la sección transversal de falla de la viga (cm)

Si la falla se da fuera del tercio central con un distanciamiento al tercio central no mayor al 5% de la luz libre:

$$M_r = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$$

Donde:

$M_r$ : Módulo de rotura ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$ : Fuerza total aplicada a la viga (kg)

$a$ : Longitud entre la sección de falla y su apoyo más próximo, medido desde el eje longitudinal inferior (cm)

$b$ : Base de la sección transversal de falla de la viga (cm)

$h$ : Altura de la sección transversal de falla de la viga (cm)

Finalmente, el módulo de rotura ( $M_r$ ) del concreto puede estimarse teóricamente como la raíz cuadrada de la resistencia a compresión, por un factor “ $k$ ” que varía entre 2.0 y 2.7.

A continuación, el tema de investigación continua con el planteamiento del problema, de este modo, para Wolverton (2009, p. 1), el problema se expresa como preguntas acerca de lo que se desea investigar y se formula con el objetivo de valorar aspectos importantes de la investigación, que al ser respondidas permitan comprobar las hipótesis a través de los resultados obtenidos.

En este sentido, se procedió a plantear el siguiente problema general:

- ¿Cómo varían las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?

Así mismo, fue necesario trazar preguntas que pretendan expresar términos concretos cuya investigación es de interés en el proceso de dar respuesta al problema general (Kross y Giust, 2019, p. 24). Por lo cual, se consideró de suma importancia dar respuesta a los siguientes problemas específicos:

- ¿Cómo varía la resistencia a compresión del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?
- ¿Cómo varía la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?
- ¿Cómo varía la resistencia a flexión del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?

Además, es necesario establecer las justificaciones del estudio que brindan una importancia del mismo en diferentes aspectos, por lo tanto, se consideró las siguientes justificaciones para el presente estudio:

Este estudio se justifica de manera práctica debido a que la comercialización de aditivo superplastificante Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante lo hace muy accesible y a un precio económico que ronda en S/ 133.20 por balde de 20 litros, además de que se puede adquirir al por mayor, con lo cual el precio se vuelve aún más económico; cabe mencionar que el uso de este tipo de aditivos ronda entre 0.5% a 2% del peso del cemento en mezcla, lo cual implica que es necesaria una cantidad relativamente mínima por metro cúbico de concreto. En este sentido, cualquier tipo de consumidor lo puede adquirirlo para pequeñas a grandes construcciones.

Así mismo, se justifica económicamente debido a la importancia de investigar acerca de materiales que puedas reducir el uso de insumos como el cemento, incluyendo otros más baratos como el aditivo superplastificante; reduciendo el costo al intercambiar el uso de un insumo por otro más económico en consumo, manteniendo siempre la calidad en las características del producto final o concreto convencional para el presente estudio, de manera que se genere un estímulo de ahorro económico hacia los consumidores, incentivando el pedido de concretos con aditivo superplastificante como un estándar dentro de los concretos para la construcción, lo cual se aplica en países del extranjero como España y Estados Unidos.

Así también, se justifica de manera medio ambiental debido a que se contribuye con la idea de reducir el consumo de cemento, insumo del cual cuyo proceso de manufactura genera grandes cantidades de CO<sub>2</sub> en emisión, principalmente durante la calcinación de la caliza para obtener el clinker; en este sentido, se trata de alcanzar un concreto que sea más amigable con el medio ambiente al reducir el consumo de cemento en el mismo, lo cual se traduce en una menor cantidad de emisión del gas de CO<sub>2</sub> por volumen de concreto que a la vez representa un menor impacto al medio ambiente, consiguiendo un concreto del cual se requiere una menor emisión de gases de efecto invernadero en su producción.

Además, se justifica socialmente debido a que el nuevo concreto podrá utilizarse para la construcción de viviendas, pistas de concreto, veredas, losas en parques recreativos, entre otros; ofreciendo una opción más viable al crecimiento de pueblos jóvenes y asentamientos humanos donde aún existe mucho por construir; así mismo, se asume que la reducción de costo en el nuevo concreto se puede reflejar en un ahorro económico por parte de las familias peruanas que adquieran este concreto, haciendo de este una opción algo más accesible a la población.

Por otro lado, las hipótesis son enunciados que proponen tentativamente una respuesta anticipada al problema de investigación en base a los conocimientos adquiridos por el autor (Shardlow et al., 2018, p. 4); de acuerdo a ello, para el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis general:

- La variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I expresa mejores resistencias al adicionar aditivo superplastificante.

Así mismo, conforme a lo descrito por Shardlow et al. (2018, p. 4), se planteó de manera específica las siguientes hipótesis:

- La adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a compresión del concreto con cemento tipo I.
- La adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto con cemento tipo I.
- La adición de aditivo superplastificante no expresa variaciones significativas, conservando una resistencia a flexión análoga en el concreto con cemento tipo I.

Además, de acuerdo a Farrugia, Petrisor, Farrokhyar y Bhandari (2009, p. 3) los objetivos indican aquello que se pretende investigar y tienen la intención de dar respuesta al problema planteado mediante la búsqueda de un resultado. En este sentido, se planteó el siguiente objetivo general:

- Determinar la variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante.

De igual manera, conforme a Farrugia et al., (2009, p. 3), se consideraron los siguientes objetivos específicos:

- Encontrar la variación en la resistencia a compresión por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.
- Hallar la variación en la resistencia a tracción por compresión diametral, por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.
- Descubrir la variación en la resistencia a flexión por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.



## **II. MÉTODO**

El método científico es una técnica que mediante un procedimiento lógico y razonable plantea preguntas e hipótesis acerca de un problema en estudio, buscando explicar el origen del problema, analizarlo y darle respuesta (Aguilera, 2013, p.88).

El presente proyecto de investigación se sustenta en el método científico, debido a que se aplicará un procedimiento lógico y razonable a través del método de diseño de mezcla del American Concrete Institute (ACI) y la aplicación de normas técnicas para elaborar un concreto con aditivo superplastificante, buscando explicar la influencia de la adición de aditivo en las propiedades mecánicas del concreto, analizando los resultados para diferentes porcentajes de adición y ofrecer un diseño óptimo.

### **2.1. FASES DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.1.1. ENFOQUE**

Según (Corona, 2016, p. 82), el enfoque cuantitativo se caracteriza por medir numéricamente las variables de manera detallada, en base a objetivos definidos y delimitados, a través de un procesamiento estadístico que permita contrastar las hipótesis de estudio.

En el presente proyecto de investigación se considera el enfoque cuantitativo, debido a que las variables serán medidas por medio de información cuantificada, procesada en gráficos estadísticos con el fin de contrastar las hipótesis planteadas.

#### **2.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación de tipo aplicada busca hacer uso de un conocimiento existente dentro de una realidad específica, con el objetivo de permitir la toma de decisiones ante cualquier fenómeno encontrado (Mirón, Alonso e Iglesias, 2010, p. 4).

Por lo tanto, la investigación del presente proyecto es del tipo aplicada, debido a que se busca poner en práctica los conocimientos previos en diseño de mezcla y uso de aditivos en el concreto con el fin de tomar decisiones en la elección de un diseño óptimo del concreto con aditivo superplastificante en base a los resultados obtenidos en laboratorio y criterios de resistencia, durabilidad y ahorro en material cementante.

### **2.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

La investigación de nivel explicativo busca dar a conocer el porqué de un fenómeno o en qué condiciones se presenta, así como la relación entre las variables de estudio (Díaz y Calzadilla, 2016, p. 118).

En este sentido, el presente proyecto de investigación tiene un nivel explicativo, debido a que busca explicar la relación entre la variación en las propiedades mecánicas del concreto con la adición de aditivo superplastificante para distintas proporciones.

### **2.1.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Para definir el diseño de investigación, (Manterola y Otzen, 2015, p. 382) sostienen que el diseño de investigación experimental consta en un estudio donde se manipula de manera intencionada una o más variables independientes, con el objetivo de analizar los efectos de su manipulación sobre una variable dependiente; además, (Manterola y Otzen, 2015, p. 383) mencionan que las investigaciones experimentales pueden clasificarse en: experimental verdadero, cuasi-experimentales o pre-experimentales.

Así también, acorde a (Manterola y Otzen, 2015, p. 382) se define a los diseños cuasi-experimentales como aquellos en donde los grupos de estudio se encuentra pre definidos y no son elegidos al azar.

De este modo, el proyecto se considera experimental, debido a que se manipularán intencionalmente las cantidades de aditivo superplastificante en el diseño de mezcla, con el objetivo de analizar su influencia en las propiedades mecánicas del concreto; además, se sub-clasifica como cuasi-experimental, puesto a que el diseño de mezcla para el presente estudio ha sido pre definido por el investigador, contando con cuatro diseños que corresponden al concreto patrón y a los concretos con aditivo superplastificante en 0.5%, 1.0% y 2.0% del peso del cemento; dosificaciones elegidas tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores realizados con aditivo superplastificante en el concreto.

## **2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

### **2.2.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**

Según Mendoza et al. (2011, p. 36), Carrillo et al. (2013, p. 436) y Carrillo et al. (2013, p 285), las propiedades mecánicas del concreto se desarrollan durante transición al estado endurecido, siendo las básicas caracterizadas por la resistencia a compresión, resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a flexión.

En este sentido, para la presente investigación se considerará la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y resistencia a la flexión como las principales propiedades mecánicas para el concreto, los cuales serán de importante conocimiento para elementos de concreto sometidos a compresión, tracción y flexión respectivamente.

### **2.2.2. ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

Para Bernal (2017), “los aditivos superplastificantes o reductores de alto rango son surfactantes aniónicos de naturaleza orgánica, que una vez disueltos en agua, dispersan las partículas de cemento y mejoran la cohesión y plasticidad del sistema cementante” (p. 15).

En este sentido, los aditivos superplastificantes permiten obtener un concreto consistente, que permite un mejor llenado y una mejor densidad en la mezcla para obtener una mejor resistencia de acuerdo a la dosificación.

## 2.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 7:** Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Propiedades Mecánicas del Concreto	Según Mendoza et al. (2011, p. 36), Carrillo et al. (2013, p. 436) y Carrillo et al. (2013, p. 285), las propiedades mecánicas del concreto se desarrollan durante transición al estado endurecido, siendo las básicas caracterizadas por la resistencia a compresión, resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a flexión.	Las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión) en el concreto adicionado con aditivo superplastificante serán halladas y comparadas con las mismas de un concreto convencional sin dicho aditivo.	Resistencia a la compresión	Resistencia a compresión (F'c)	<b>Método:</b> Científico
			Resistencia a la tracción por compresión diametral	Resistencia a la tracción indirecta (Fct)	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo
			Resistencia a la flexión	Módulo de rotura (Mr)	<b>Tipo:</b> Aplicada
Aditivo Superplastificante	Bernal (2017), “los aditivos superplastificantes o reductores de alto rango son surfactantes aniónicos de naturaleza orgánica, que una vez disueltos en agua, dispersan las partículas de cemento y mejoran la cohesión y plasticidad del sistema cementante” (p. 15).	El aditivo superplastificante (Sika® Cem Plastificante) será utilizado en diferentes muestras de concreto patrón variando la dosificación entre 0.5, 1.0 y 2.0% del peso de cemento en el diseño de mezcla.	Dosificación con Aditivo Superplastificante	Incluyendo Superplastificante al 0.5%	<b>Nivel:</b> Explicativo
				Incluyendo Superplastificante al 1.0%	<b>Diseño:</b> Experimental
				Incluyendo Superplastificante al 2.0%	<b>Instrumento:</b> *Ensayos de materiales  *Ficha de recolección de datos

Fuente: elaboración propia.

## 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.3.1. POBLACIÓN

De acuerdo a López (2004, p. 1) la población es el conjunto total de objetos posibles para el estudio de una investigación.

Para la presente investigación, la población se comprende por los diseños de mezcla de concreto con aditivo superplastificante en dosificaciones de 0% a 2.5% del peso del cemento, porcentajes en base a dosificaciones utilizadas dentro de las investigaciones consultadas, incluyendo las recomendadas por el fabricante, para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días de curado.

### **2.3.2. MUESTRA**

Para (Argibay, 2009, p. 15) la muestra es una parte de la población, que se caracteriza por representar a la población en sus características, cuyo tamaño es conocido y justificado como adecuado mediante un método de análisis y proceso de selección; así mismo, según (Acharya, Prakash, Saxena y Nigam, 2013, p. 1) su toma es necesaria debido a la imposibilidad de estudiar toda la población.

En este sentido, la muestra de la investigación consta de 4 diseños de mezcla, uno para el concreto sin aditivo (patrón) y otros tres diseños correspondientes a las sumas de aditivo en 0.5%, 1.0% y 2.0%; además, para la muestra de ensayos a 28 días se tendrá 3 probetas por cada resistencia promedio a compresión, 3 probetas por cada resistencia promedio a tracción por compresión diametral y 1 viga por cada resistencia a flexión.

### **2.3.3. MUESTREO**

De acuerdo a (Bustamante, 2011, p. 2), en el muestreo no probabilístico el investigador elige los elementos de la muestra en base a criterios de selección.

En el presente proyecto, se ha considerado mezclas con tres porcentajes de aditivo superplastificante (0.5%, 1.0% y 2.0%) y el concreto patrón, lo cual comprende una muestra de 4 diseños de mezcla, donde las cantidades de aditivo fueron elegidas de manera tentativa por el autor, basándose en la consulta a investigaciones pasadas de otros autores, realizadas con aditivos plastificantes en el concreto.

Además, para cada diseño, de acuerdo a la norma ACI 318S-14 (Comité ACI 318, 2015, p. 507) se ha considerado una muestra de 3 probetas de concreto para estimar 1 valor de resistencia promedio a la compresión, para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días. Así mismo, basándose en dicho criterio se ha considerado una muestra 3 probetas de concreto para estimar un valor de resistencia promedio a tracción por compresión diametral; por otro lado, para cada resistencia a flexión se ha considerado utilizar 1 viga que, conforme a criterio de laboratorio, se puede brindar resultados aceptables que van acorde a la viabilidad económica del proyecto; además, bajo este último criterio se determinó realizar ensayos concluyentes a la edad de 28 días, junto a ensayos preliminares a 7 días en base a la viabilidad en el tiempo de ejecución del proyecto.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1. TÉCNICA**

La observación es una técnica confiable que permite registrar datos a partir de situaciones observables (Aigner, 2002, p. 8).

Además, la técnica de observación indirecta se basa en el registro de datos con los cuales se puede elaborar un informe, que ofrezca el resultado de lo que se deseaba evaluar (Anguera, 1986, p. 31).

En este sentido, para la recolección de datos en la presente investigación, se utilizó la técnica de la observación de tipo indirecta, pues se registraron los datos a partir de ensayos observados de laboratorio, a través de fichas de observación que mediante el uso de fórmulas permiten obtener los resultados buscados para la investigación.

### **2.4.2. INSTRUMENTO**

De acuerdo a (Zohrabi, 2013, p. 254), el instrumento de recolección de datos más adecuado para investigaciones de enfoque cuantitativo es una encuesta cerrada, cuyos ítems se desarrollan en función de los objetivos.

En vista de que los resultados se obtienen a partir de datos cuantitativos provenientes de ensayos de laboratorio, es necesario utilizar encuestas cerrada en forma de fichas para la recolección de los datos, las cuales han sido elaboradas por el investigador en base a los procedimientos normalizados para la realización de diseños de mezcla, ensayos en los materiales y en muestras de concreto que parten de los objetivos de la investigación; así como en formatos estándar utilizados en laboratorio y en otras investigaciones consultadas sobre ensayos para el concreto, las cuales serán revisadas y validadas con el fin de afianzar la confianza del procedimiento realizado.

### **2.4.3. VALIDEZ**

La validez es la certeza de medir exactamente lo que se pretende, dar fe de que la técnica utilizada mide lo que se busca o que el investigador pueda asegurar un grado de veracidad sobre su estudio (Martínez, 2006, p. 4).

Además, (Argibay, 2006, p. 26) sostiene que la validez de contenido de un instrumento consta en la evaluación de los ítems del instrumento, bajo el criterio de que dichos ítems deben cubrir el rango de interés de lo que se pretende medir.

Así mismo, (Escobar y Cuervo, 2008, p. 28) mencionan que la validez de contenido se realiza mediante un juicio de expertos, el cual se define como una opinión de personas experimentadas en el tema que, mediante juicio propio, brindan una valoración al instrumento evaluado.

En este sentido, la validez de los instrumentos utilizados en la presente investigación se afianza mediante la validez de contenido a través de la evaluación de las fichas de observación por juicio de expertos, para lo cual, se consultó al juicio de 3 expertos que calificaron los instrumentos (Ver Anexo N° 3) mediante la evaluación de los ítems que reflejan los procedimientos de ensayos estandarizados por normas, cuyo rango de medición permite medir las propiedades de los materiales y las propiedades mecánicas del concreto consideradas en la investigación (resistencia a la compresión, resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a flexión).

La valoración de los instrumentos se calificó mediante la Tabla 8:

**Tabla 8:** *Criterios de validez*

<b>Criterios de Validez</b>	
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Fuente: Estrategia de internacionalización considerando la marca y su influencia en la complacencia de los estudiantes de las escuelas de negocio de lima. (Chenet, 2017, p. 88).

De este modo, como se observa en el Anexo N° 3, las fichas de recolección de datos contienen puntuaciones dentro del rango de 0.80 a 1.00, por lo cual, se tiene una excelente validez para el contenido de las fichas mediante juicio de expertos.

#### **2.4.4. CONFIABILIDAD**

La confiabilidad significa que es posible obtener resultados similares si se replica el procedimiento realizado para el estudio, para lo cual, el investigador debe especificar cómo se han controlado las variables de estudio (Cortés, 1997, p. 78).

En este sentido, el presente proyecto se considera confiable, debido a que se basa en procedimientos estandarizados por normas técnicas peruanas y la norma ACI para el diseño de mezcla, los cuales deben ser replicados para asegurar un buen control de las variables como se realizó en la presente investigación; así mismo, el autor deja expresa las normas utilizadas en cada ficha de recolección de datos (Ver Anexo N° 3), así como todos los detalles del procedimiento y criterios tomados en cuenta para la manipulación de las variables en el subtítulo 2.5.

Así también, se afianza la confiabilidad debido a que los ensayos se realizaron en el Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales “ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA” de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), que cuenta con certificado ISO 9001 (Ver Anexo N° 4), así mismo, los equipos e instrumentos utilizados cuentan con sus certificados de calibración respectivos (Ver Anexo N° 5) lo cual brinda la confiabilidad de que los procedimientos y resultados obtenidos son precisos y válidos.

Adicionalmente, debido a que los instrumentos de recolección de datos realizados por el investigados son un reflejo de los procedimientos normativos estandarizados que se replican siempre que se desea hallar los indicadores del presente estudio, la aseveración de dicho reflejo se afianza con la evaluación de 3 ingenieros expertos en el tema, al igual que en la validez de contenido, con el fin de cerciorar que es el procedimiento replicable estipulado por las normas técnicas peruanas y de diseño de mezcla del ACI.

La evaluación constó en una calificación por parte de los expertos (Ver Anexo N° 3), en base a la Tabla 9:



**Tabla 9:** *Criterios de confiabilidad*

<b>Criterios de Confiabilidad</b>	
Baja confiabilidad (No aplicable)	0.01 a 0.60
Moderada confiabilidad	0.61 a 0.75
Alta confiabilidad	0.76 a 0.89
Muy alta confiabilidad	0.90 a 1.00

Fuente: Estrategia de internacionalización considerando la marca y su influencia en la complacencia de los estudiantes de las escuelas de negocio de lima. (Chenet, 2017, p. 94).

De esta manera, se tiene que las fichas de recolección de datos contienen puntuaciones dentro del rango de 0.80 a 1.00 (Ver Anexo N° 3), por lo cual, se tiene una alta a muy alta confiabilidad en el sentido de que al replicar el procedimiento de las fichas se pueda obtener la medición de los indicadores propuestos en la investigación (Ver Anexo N° 1).

## **2.5. PROCEDIMIENTO**

### **2.5.1. ENSAYOS EN LOS AGREGADOS**

Los ensayos a los agregados se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI, en coordinación con el ingeniero a cargo, donde se llevó a cabo los siguientes ensayos:

#### **2.5.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD**

Para determinar el contenido de humedad en el agregado fino (arena gruesa) se procedió a obtener una muestra de 500 gramos la cual fue secada en horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas; posteriormente se pesó la muestra seca obteniendo un peso de 497.80 gramos y se procedió a calcular el contenido de humedad como se indica en la Tabla 10:

**Tabla 10:** *Contenido de humedad del agregado fino*

<b>Contenido de humedad del agregado fino</b>			
Peso de la muestra en estado ambiental	(gr)	Ph	500.00
Peso de la muestra seca al horno	(gr)	Ps	497.80
Peso del agua perdida	(gr)	(Ph-Ps)	2.20
Contenido de humedad	(%)	$100*(\text{Ph-Ps})/\text{Ps}$	0.44%

Fuente: elaboración propia.

Para el caso del agregado grueso (piedra chancada), se realizó el mismo procedimiento de secado con una muestra inicial de 1000 gramos, que luego del proceso de secado pesó 996.40 gramos; del mismo modo, se procedió a calcular el contenido de humedad como se muestra en la Tabla 11:

**Tabla 11:** *Contenido de humedad del agregado grueso*

<b>Contenido de humedad del agregado grueso</b>			
Peso de la muestra en estado ambiental	(gr)	Ph	1000.00
Peso de la muestra seca al horno	(gr)	Ps	996.40
Peso del agua perdida	(gr)	(Ph-Ps)	3.60
Contenido de humedad	(%)	$100*(Ph-Ps)/Ps$	0.36%

Fuente: elaboración propia.

Cabe aclarar que la cantidad de muestra del agregado grueso se encuentra por debajo de lo requerido en la NTP 339.185, la cual exige un peso aproximado de 2000 gramos para un agregado de 1/2" (INACAL, 2018, p. 5); sin embargo, en coordinación con laboratorio y en base a su experiencia, se consideró que la muestra es representativa y que en efectos prácticos el resultado no varía.

Finalmente, se obtuvo el contenido de humedad para el agregado fino en 0.44% y para el agregado grueso en 0.36%.

### 2.5.1.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Para realizar el análisis granulométrico, primero se tuvo que hacer el tamizado de los agregados; para el caso del agregado fino, se tamizó una muestra de 600 gramos a través de los tamices especificados en la Tabla 12:

**Tabla 12:** *Tamices para granulometría de agregado fino*

<b>Tamices para granulometría de agregado fino</b>	
Abertura (mm)	Nº Tamiz
9.50	3/8"
4.75	4
2.36	8
1.18	16
0.60	30
0.30	50
0.15	100
FONDO	

Fuente: Adaptado de NTP 400.037 (INACAL, 2018, p. 8).

Del tamizado se obtuvieron los siguientes porcentajes de peso retenido, Tabla 13:

**Tabla 13:** *Tamizado del agregado fino*

<b>Tamizado del agregado fino</b>				
Malla o Tamiz		Peso Retenido	Error	Error (%)
Abertura (mm)	N° Tamiz	(gr)	(gr)	(Máx. 0.3%)
9.50	3/8"	0.00	0.10	0.02%
4.75	4	0.60		
2.36	8	94.10		
1.18	16	165.70		
0.60	30	146.10		
0.30	50	111.20		
0.15	100	59.00		
FONDO		23.40		
TOTAL		600.10		

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realizó la corrección de los pesos retenidos para una muestra inicial de 600 gramos, posteriormente se obtuvo los pesos retenidos acumulados y porcentajes que pasan en cada malla, estos últimos se compararon con los límites inferior y superior de porcentajes que pasan establecido por la NTP 400.37, los mismos que se observan en la Tabla 14:

**Tabla 14:** *Límites granulométricos del agregado fino*

<b>Límites granulométricos del agregado fino</b>	
Tamiz	Porcentaje que Pasa (%)
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 (INACAL, 2018, p. 8).

Los pesos calculados para realizar la curva granulométrica se muestran en la Tabla 15:

**Tabla 15:** Granulometría del agregado fino

Granulometría del agregado fino							
Malla o Tamiz		Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Límite inferior	Límite superior
Abertura (mm)	N° Tamiz						
9.50	3/8	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4.75	4	0.60	0.10%	0.10%	99.90%	95.00%	100.00%
2.36	8	94.00	15.67%	15.77%	84.23%	80.00%	100.00%
1.18	16	165.70	27.62%	43.38%	56.62%	50.00%	85.00%
0.60	30	146.10	24.35%	67.73%	32.27%	25.00%	60.00%
0.30	50	111.20	18.53%	86.27%	13.73%	5.00%	30.00%
0.15	100	59.40	9.90%	96.17%	3.83%	0.00%	10.00%
FONDO		23.00	3.83%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL		600.00	100.00%				

Fuente: elaboración propia.

En base al resultado de porcentajes que pasan en cada malla y con los datos de límite superior e inferior se procedió a construir la curva granulométrica que se muestra a continuación:

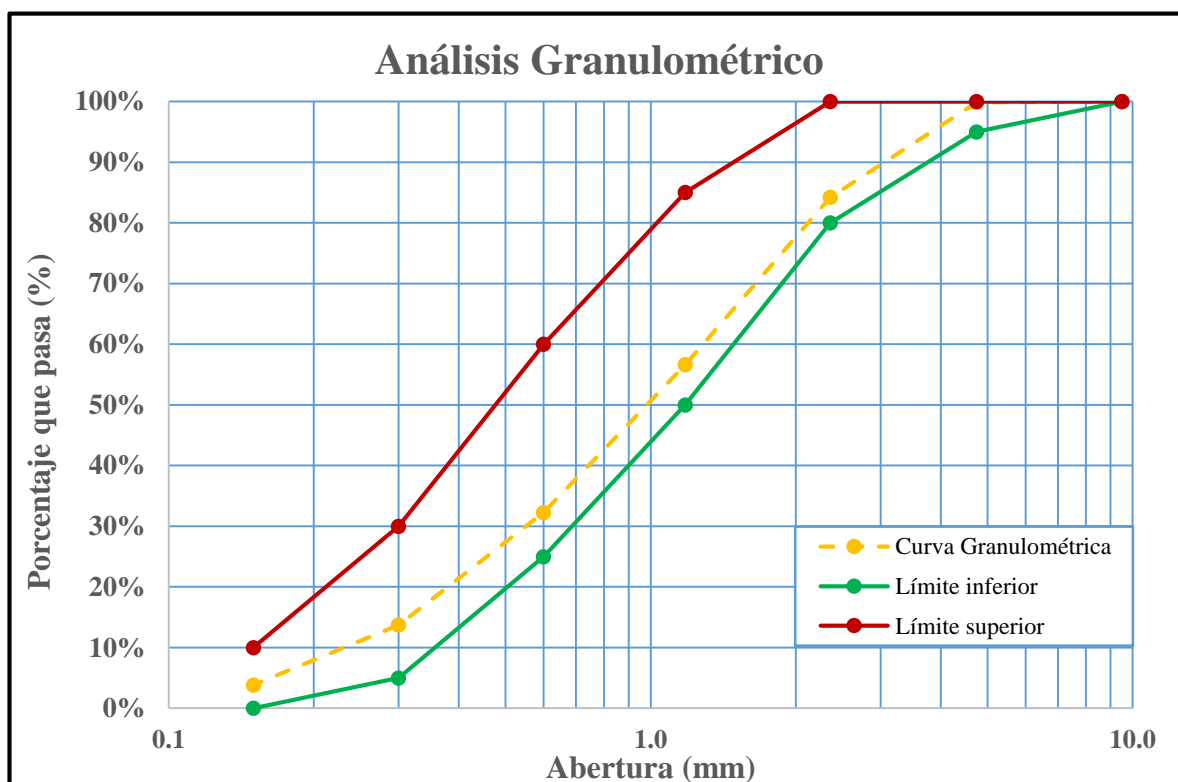


Figura 4: Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: elaboración propia

Tal y como se puede observar, la granulometría del agregado fino cumple con los rangos de límite inferior y superior establecidos por la NTP 400.037.

En este sentido, se procedió a calcular el módulo de fineza del agregado fino (MF), el cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum_{N^{\circ}4}^{N^{\circ}100} \text{Porcentaje Retenido Acumulado}}{100}$$

$$MF = \frac{0.10\% + 15.77\% + 43.38\% + 67.73\% + 86.27\% + 96.17\%}{100}$$

$$MF = 3.09$$

De este modo, se obtuvo un módulo de fineza para el agregado fino de 3.09, el cual es de utilidad para el diseño de mezcla.

Por otro lado, en el caso del agregado grueso, el tamizado se realizó para una muestra de 8000 gramos a través de los tamices que figuran en la Tabla 16:

**Tabla 16:** Tamices para granulometría del agregado grueso (Huso 67)

<b>Tamices para granulometría del agregado grueso (Huso 67)</b>	
Abertura (mm)	Nº Tamiz
37.50	1 1/2"
25.00	1"
19.00	3/4"
12.50	1/2"
9.50	3/8"
4.75	4
FONDO	

Fuente: Adaptado de NTP 400.037 (INACAL, 2018, p. 13).

Del tamizado se obtuvieron los siguientes porcentajes de peso retenido, Tabla 17:

**Tabla 17:** *Tamizado del agregado grueso*

<b>Tamizado del agregado grueso</b>				
Malla o Tamiz		Peso Retenido	Error	Error (%)
Abertura (mm)	N° Tamiz	(gr)	(gr)	(Máx. 0.3%)
37.50	1 1/2"	0.00	13.50	0.17%
25.00	1"	0.00		
19.00	3/4"	46.00		
12.50	1/2"	2214.00		
9.50	3/8"	1709.50		
4.75	4	3786.50		
FONDO		257.50		
TOTAL		8013.50		

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se realizó la corrección de los pesos retenidos para una muestra inicial de 8000 gramos, posteriormente se obtuvo los pesos retenidos acumulados y porcentajes que pasan en cada malla, estos últimos se compararon con los límites inferior y superior de porcentajes que pasan establecido por la NTP 400.37 de Huso 67 el cual fue determinado previamente en base al tamaño del agregado adquirido (1/2 pulg.), los mismos que se observan en la Tabla 18:

**Tabla 18:** *Límites granulométricos del agregado grueso - Huso 67*

<b>Límites granulométricos del agregado grueso - Huso 67</b>	
Tamiz	Porcentaje que Pasa (%)
37.5 mm (1 1/2 pulg)	100
25.0 mm (1 pulg)	100
19.0 mm (3/4 pulg)	90 a 100
12.5 mm (1/2 pulg)	...
9.5 mm (3/8 pulg)	20 a 55
4.75 mm (N° 4)	0 a 10

Fuente: Adaptado de NTP 400.037 (INACAL, 2018, p. 13).

Los pesos calculados para realizar la curva granulométrica se muestran en la Tabla 19:

**Tabla 19:** Granulometría del agregado grueso

Granulometría del agregado grueso							
Malla o Tamiz		Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Límite inferior	Límite superior
Abertura (mm)	N° Tamiz						
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
19.00	3/4"	46.00	0.58%	0.58%	99.43%	90.00%	100.00%
12.50	1/2"	2214.00	27.68%	28.25%	71.75%	55.00%	77.50%
9.50	3/8"	1709.50	21.37%	49.62%	50.38%	20.00%	55.00%
4.75	4	3786.50	47.33%	96.95%	3.05%	0.00%	10.00%
FONDO		244.00	3.05%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL		8000.00	100.00%				

Fuente: elaboración propia.

En base al resultado de porcentajes que pasan en cada malla y con los datos de límite superior e inferior se procedió a construir la curva granulométrica que se muestra a continuación:

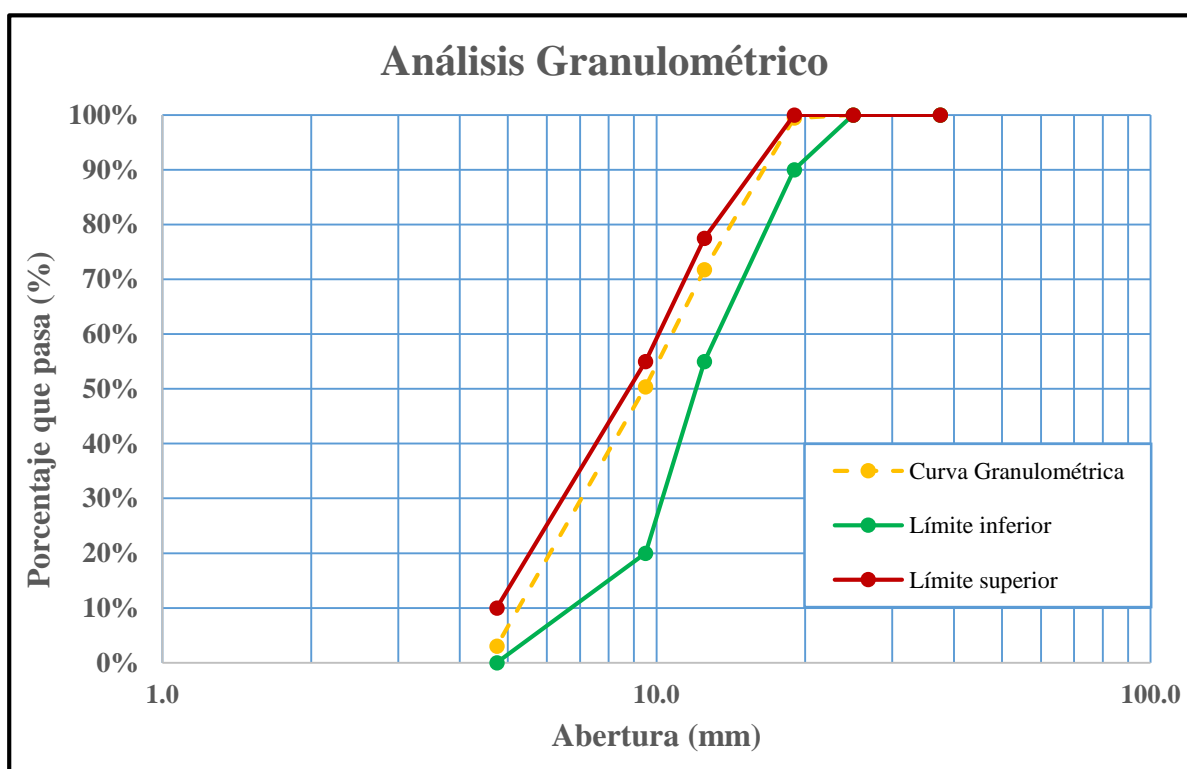


Figura 5: Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: elaboración propia.

Tal y como se puede observar, la granulometría del agregado grueso cumple con los rangos de límite inferior y superior establecidos por la NTP 400.037.

En este sentido, se procedió a determinar el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, definido como el diámetro de malla del primer tamiz que retiene al menos entre 5% y 10% de la muestra; para el presente caso se tuvo que la primera malla en retener un porcentaje mayor a 5% es la malla de 1/2 pulg. que determinó un TMN del agregado grueso de 1/2 pulg.; por otro lado, se tiene que el tamaño máximo del agregado grueso (TM) es aquel diámetro de malla que se encuentra inmediatamente encima del diámetro del TMN, con lo cual se determinó que el TM del agregado grueso es de 3/4 pulg.

### 2.5.1.3. PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Para determinar el peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino, se tomó una muestra de 500 gramos superficialmente seca, previamente saturada durante 24 horas, y se la introdujo en un matraz aforado de 500 ml (balón), utilizando agua para llegar a aforar la medida del matraz, luego se pesó el conjunto obteniendo un peso de 989 gramos, posteriormente se extrajo el contenido del matraz en un recipiente para llevar la muestra a secar en horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, obteniendo un peso seco de 496.30 gramos, con ello se procedió a calcular el peso específico y porcentaje de absorción tal y como se muestra en la Tabla 20:

**Tabla 20:** *Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado fino*

<b>Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado fino</b>			
Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	Pm	500.00
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	(gr)	Pm + Pb + Pa	989.00
Peso del balón	(gr)	Pb	178.60
Peso del agua	(gr)	Pa	310.40
Peso de la arena seca al horno	(gr)	Ps	496.30
Volumen del balón	(ml)	V	500.00
Peso específico de la masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma = P_s / (V - P_a)$	2.62
Peso específico de la masa superficialmente seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s = 500 / (V - P_a)$	2.64
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_a = P_s / [(V - P_a) - (500 - P_s)]$	2.67
Porcentaje de absorción	(%)	$\text{Abs}\% = (500 - P_s) * 100 / P_s$	0.75

Fuente: elaboración propia.



De los cálculos se obtuvo que el peso específico del agregado fino es de 2.62 gr/cm<sup>3</sup> o 2617.62 kg/m<sup>3</sup> y su porcentaje de absorción es de 0.75%.

En el caso del peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso, se tomó una muestra de 4000 gramos superficialmente seca, previamente saturada durante 24 horas, y se la introdujo en una cubeta galvanizada tipo canasta, con la cual se sumergió la muestra y se pesó en sumersión obteniendo un peso de 2510.20 gramos, posteriormente se extrajo el contenido de la cubeta en un recipiente para llevar la muestra a secar en horno a una temperatura de 110°C ± 5°C durante 24 horas, obteniendo un peso seco de 3941.90 gramos, con ello se procedió a calcular el peso específico y porcentaje de absorción tal y como se muestra en la Tabla 21:

**Tabla 21:** *Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado grueso*

<b>Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado grueso</b>			
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	Pm	4000.00
Peso de la muestra secada al horno	(gr)	Ps	3941.90
Peso de la muestra saturada en agua	(gr)	Ph	2510.20
Peso específico de la masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma = Ps / (Pm - Ph)$	2.65
Peso específico de la masa superficialmente seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s = Pm / (Pm - Ph)$	2.68
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_a = Ps / (Ps - Ph)$	2.75
Porcentaje de absorción	(%)	$Abs\% = (Pm - Ps) * 100 / Ps$	1.47

Fuente: elaboración propia.

De los cálculos se obtuvo que el peso específico del agregado grueso es de 2.65 gr/cm<sup>3</sup> o 2645.93 kg/m<sup>3</sup> y su porcentaje de absorción es de 1.47%.

#### **2.5.1.4.PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO SECO**

Para determinar el peso unitario volumétrico compactado seco (P.U.C.) del agregado fino se tomó una muestra de aproximadamente 25 kg que se pasó a secar en el horno durante 24 horas, luego se cuarteó la muestra y la cantidad extraída se colocó en un recipiente de concreto, cuyo llenado se realizó en 3 capas compactadas mediante varillado, llenando el recipiente al ras para seguidamente pesar el conjunto, obteniendo un peso de 6115.50 gramos; posteriormente, se realizaron los cálculos para obtener el P.U.C. del árido como se muestra en la Tabla 22:

**Tabla 22:** *Peso unitario compactado seco del agregado fino*

<b>Peso unitario compactado seco del agregado fino</b>			
Peso de la muestra + Recipiente	(gr)	Pm + Pr	6715.50
Peso del recipiente	(gr)	Pr	1576.50
Peso de la muestra	(gr)	Pm	5139.00
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	2.8324*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1814.00

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C. del agregado fino igual a 1814.00 kg/m<sup>3</sup>.

Por otro lado, para determinar el P.U.C. del agregado grueso se realizó el mismo procedimiento para una muestra inicial de aproximadamente 60 kg, previamente secada, cuarteada, colocada en capas compactadas por varillado, llenando al ras el recipiente y finalmente pesado el conjunto obteniendo un peso de 19.65 kg, para posteriormente realizar los cálculos observados en la Tabla 23 para obtener el P.U.C del árido.

**Tabla 23:** *Peso unitario compactado seco del agregado grueso*

<b>Peso unitario compactado seco del agregado grueso</b>			
Peso de la muestra + Recipiente	(kg)	Pm + Pr	19.65
Peso del recipiente	(kg)	Pr	4.36
Peso de la muestra	(kg)	Pm	15.29
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	9.44*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1620.00

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C. del agregado grueso igual a 1620.00 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.5.1.5.PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO SECO**

Para determinar el peso unitario volumétrico suelto seco (P.U.S.) del agregado fino, se tomó una muestra de aproximadamente 25 kg previamente secada al horno durante 24 horas, se cuarteó dicha muestra y la cantidad extraída se colocó sin compactar en un recipiente de concreto, llenando el recipiente al ras y pesando el conjunto, se obtuvo un peso de 1642.00 gramos; posteriormente, se realizaron los cálculos para obtener el P.U.S. del árido como se muestra en la Tabla 24:

**Tabla 24:** *Peso unitario suelto seco del agregado fino*

<b>Peso unitario suelto seco del agregado fino</b>			
Peso de la muestra + Recipiente	(gr)	Pm + Pr	6226.00
Peso del recipiente	(gr)	Pr	1576.50
Peso de la muestra	(gr)	Pm	4649.50
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	2.8324*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1642.00

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.S. del agregado fino igual a 1642.00 kg/m<sup>3</sup>.

Por otro lado, para determinar el P.U.S. del agregado grueso se realizó el mismo procedimiento para una muestra inicial de aproximadamente 60 kg, previamente secada, cuarteada, fue colocada en un recipiente sin compactar y finalmente pesando el conjunto se obtuvo un peso de 13.96 kg, posteriormente se realizó los cálculos observados en la Tabla 25 para obtener el P.U.S del árido.

**Tabla 25:** *Peso unitario suelto seco del agregado grueso*

<b>Peso unitario suelto seco del agregado grueso</b>			
Peso de la muestra + Recipiente	(kg)	Pm + Pr	18.32
Peso del recipiente	(kg)	Pr	4.36
Peso de la muestra	(kg)	Pm	13.96
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	9.44*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1479.00

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.S. del agregado grueso igual a 1479.00 kg/m<sup>3</sup>.

## **2.5.2. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR**

Para el diseño de mezcla se ha considerado realizar diseños preliminares de muestra como se indica en la norma E.060 (SENCICO, 2009, p.42) con el fin de asegurar un diseño de mezcla óptimo en cuanto a la relación agua/cemento y resistencia del concreto; para ello, se ha realizado una estimación de combinaciones de diseño de mezcla que contiene tres diseños, un diseño teórico que se estimó mediante el método de diseño de mezclas propuesto por el ACI y otros dos diseños propuestos con valores por encima y por debajo respectivamente de los resultados del primer diseño calculado.

### 2.5.2.1. ESTIMACIÓN DE COMBINACIONES

Para determinar las combinaciones se partió de un diseño de mezcla teórico utilizando el método del ACI, para lo cual, fue necesario tener los datos de los materiales utilizados en la mezcla; en este caso, no fue preciso considerar la adición de aditivo superplastificante, por lo cual solo se necesitaron los datos del cemento, agua y agregados, así como los del concreto a elaborar, tal y como se muestra en la Tabla 26:

**Tabla 26:** *Parámetros básicos de los materiales para diseño de mezcla*

Parámetros básicos de los materiales para diseño de mezcla			
CONCRETO:	CEMENTO:	ARENA:	PIEDRA:
F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>
Slump = 3 a 4 pulg.	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>
Sin Aire Incorporado	AGUA:	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.
	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%
	P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la Tabla 26 se procedió a iniciar el diseño de mezcla, teniendo como primer paso el determinar la resistencia promedio requerida a compresión ( $f'_{cr}$ ) del concreto a la edad de 28 días; para lo cual, se recurrió a la Tabla 3, donde para un concreto de 210.00 kg/cm<sup>2</sup> se halla la resistencia requerida con la siguiente ecuación:

$$f'_{cr} = f'_c + 85$$

$$f'_{cr} = 210 + 85$$

$$f'_{cr} = \mathbf{295 \text{ kg/cm}^2}$$

Como segundo paso, se procedió a determinar la cantidad de agua y porcentaje de aire en mezcla, de acuerdo al TMN del agregado grueso y asentamiento (slump) requerido, para un concreto sin aire incorporado mediante la Tabla 4, donde se obtuvo que para un asentamiento de 3 a 4 y un TMN de 1/2 pulg., el contenido de agua es de 216 lt/m<sup>3</sup>, con un porcentaje de aire atrapado de 2.5% por m<sup>3</sup>.

El tercer paso constó en obtener la cantidad de cemento y relación agua/cemento en función de la resistencia requerida a través de la Tabla 5, donde se permite interpolar para valores intermedios de resistencia.

Debido a que la resistencia requerida ( $295 \text{ kg/cm}^2$ ) se encontró dentro del rango de  $250 \text{ kg/cm}^2$  y  $300 \text{ kg/cm}^2$ , se procedió a realizar la interpolación.

Datos:

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2 ; a/c = 0.62$$

$$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2 ; a/c = 0.55$$

$$f'c = 295 \text{ kg/cm}^2 ; a/c = x$$

Interpolación:

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 295}{0.55 - x}$$

$$x = 0.557 \approx 0.56$$

$$a/c = \mathbf{0.56}$$

Para obtener la cantidad de cemento se utilizó la relación agua/cemento obtenida y la cantidad de agua obtenida de la Tabla 5 de la siguiente manera:

$$\text{Agua/Cemento} = 0.557$$

$$\text{Cemento} = 216/0.557 = \mathbf{387.79 \text{ kg/m}^3}$$

El cuarto paso fue obtener la cantidad de agregado grueso en estado seco y compactado por unidad de concreto, el cual se halló mediante la Tabla 6 en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y módulo de fineza del agregado fino, permitiendo interpolar para valores intermedios.

Debido a que el módulo de fineza ( $MF = 3.09$ ) se encontró dentro del rango de 3.00 y 3.20, se procedió a realizar la interpolación.

Datos:

$$M.F. = 3.00 \quad ; \quad b/b_o = 0.53$$

$$M.F. = 3.20 \quad ; \quad b/b_o = 0.51$$

$$M.F. = 3.09 \quad ; \quad b/b_o = x$$

Interpolación:

$$\frac{3.20 - 3.00}{0.51 - 0.53} = \frac{3.20 - 3.09}{0.51 - x}$$

$$x = 0.521 \approx 0.52$$

$$b/b_o = \mathbf{0.52}$$

Para obtener la cantidad de agregado grueso seco y compactado se utilizó la relación  $b/b_o$  obtenida de la Tabla 6 y el P.U.C. del agregado grueso de la siguiente manera:

$$P.U.C./P.S.P. = 0.521$$

$$P.S.P. = 1619.70 * 0.521 = \mathbf{843.86 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mathbf{Peso Seco de Piedra = 843.86 \text{ kg/m}^3}$$

Como quinto paso se determinó la cantidad de agregado fino, dicha cantidad se halló por diferencia de volúmenes, al ser el último insumo por calcular, su cantidad debe ser tal que, sumado a los volúmenes de aire, agua, cemento y piedra, den como resultado  $1 \text{ m}^3$  de concreto; por lo cual, primero se procedió a encontrar los volúmenes de los otros insumos.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje obtenido en Tabla 4 de la siguiente manera:

$$V_{\text{aire}} = \text{Aire} = 2.50\% = 0.025 \text{ m}^3$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{\text{agua}} = \frac{\text{Agua}}{\text{P.E.}} = \frac{216.00}{1000.00} = 0.216 \text{ m}^3$$

El volumen de cemento, al igual que el agua se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico:

$$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{Cemento}}{\text{P.E.}} = \frac{387.79}{3120.00} = 0.124 \text{ m}^3$$

El volumen del agregado grueso se halló como el cociente entre el peso seco del agregado (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico:

$$V_{\text{A.G.}} = \frac{\text{P.S.P.}}{\text{P.E.}} = \frac{843.86}{2645.93} = 0.319 \text{ m}^3$$

Entonces, se obtuvo el volumen de agregado fino por diferencia de volúmenes para 1 m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{A.F.}} + V_{\text{A.G}}$$

$$1 = 0.025 + 0.216 + 0.124 + V_{\text{A.F.}} + 0.319$$

$$V_{\text{A.F.}} = 0.316 \text{ m}^3$$

Así mismo, se obtuvo la cantidad de agregado fino en estado seco por metro cúbico al multiplicar el volumen calculado con su peso específico como se muestra a continuación:

$$\text{P.E.} = \text{P.S.A.}/V_{\text{A.F.}}$$

$$2617.62 = \text{P.S.A.}/0.316$$

$$\text{P.S.A.} = 827.168 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso Seco de Arena} = 827.168 \text{ kg/m}^3$$

El sexto paso fue obtener la proporción de los agregados en estado seco con respecto al global (agregado fino + agregado grueso).

Para el agregado fino se tiene:

$$Af = \frac{V_{A.F.}}{(V_{A.F.} + V_{A.G.})} = \frac{0.316}{(0.316 + 0.319)} = \mathbf{0.4976}$$

$$Af\% = 0.4976 * 100\% = \mathbf{49.76\%}$$

Y para el agregado grueso se tiene:

$$Ag = \frac{V_{A.G.}}{(V_{A.F.} + V_{A.G.})} = \frac{0.319}{(0.316 + 0.319)} = \mathbf{0.5024}$$

$$Ag\% = 0.5024 * 100\% = \mathbf{50.24\%}$$

Finalmente se optó por redondear los resultados obtenidos con el fin de establecer la primera combinación de diseño, la cual se observa en la Tabla 27:

**Tabla 27:** *Diseño teórico de concreto preliminar*

Diseño teórico de concreto preliminar					
Diseño teórico			Redondeo		
<b>Aire</b>	2.5	%	<b>Aire</b>	2.5	%
<b>Agua</b>	216.00	lt/m <sup>3</sup>	<b>Agua</b>	215.00	lt/m <sup>3</sup>
<b>a/c</b>	0.56	—	<b>a/c</b>	0.55	—
<b>Af%</b>	49.76	%	<b>Af%</b>	49.50	%
<b>Ag%</b>	50.24	%	<b>Ag%</b>	50.50	%

Fuente: elaboración propia.

En base al diseño teórico, se propuso otros dos diseños cuyos valores se encuentran por debajo y por encima respectivamente de los valores del diseño preliminar, los cuales se pueden observar en la Tabla 28:

**Tabla 28:** *Combinaciones para diseño preliminar*

Combinaciones para diseño preliminar				
Combinaciones de mezcla de prueba con relaciones “a/c” cuyo rango contiene la relación “a/c” del diseño preliminar (E.060), Aire = 2.5%.				
COMBINACIÓN	Agua (lt/m <sup>3</sup> )	a/c	Af%	Ag%
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0

Fuente: elaboración propia.



Como se observa en la Tabla 28, el diseño D2 corresponde al diseño teórico redondeado, del cual se partió para establecer los diseños D1 y D3 cuyos valores de agua y relación agua/cemento comprenden un rango que contiene al diseño D2 en cantidades propuestas de  $\pm 10$  litros de agua por  $m^3$  y  $\pm 0.05$  en la relación agua/cemento; así mismo, se propusieron porcentajes de agregados cercanos al del diseño D2 con el fin de establecer la proporción óptima de agregados una vez se ensayen las combinaciones y se comparen sus resultados en base a la relación agua/cemento y resistencia obtenida con respecto a las requeridas.

### 2.5.2.2.DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN PRELIMINAR

Para realizar el diseño de mezcla patrón preliminar se utilizaron los datos generales de la Tabla 26 y los datos específicos de la Tabla 28 respectivamente para cada combinación; en este sentido, se procedió a elaborar el diseño de mezcla iniciando por la combinación D1, luego la D2 y finalmente la D3, para un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura por diseño, por lo cual se calculó previamente el volumen por tanda.

Datos de la probeta:

- *Diámetro (D) = 0.15 m*
- *Altura (h) = 0.30 m*
- *Veces(#) = 3.00*

Volumen de la probeta:

$$\mathbf{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$$

$$\mathbf{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = \mathbf{0.005 m^3}$$

Volumen de la tanda:

$$\mathbf{Vol. tanda} = \mathbf{Vol. probeta} * \#$$

$$\mathbf{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$$

$$\mathbf{Vol. tanda} = \mathbf{0.015 m^3}$$

En este sentido, se obtuvo un volumen por tanda de 0.015 m<sup>3</sup>, para la preparación de mezcla en laboratorio.

#### 2.5.2.2.1. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN PRELIMINAR – COMBINACIÓN D1

Para la combinación D1 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 225.00 \text{ lt/m}^3$
- $a/c = 0.50$
- $Af\% = 48.60\%$
- $Ag\% = 51.40\%$

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua y cemento.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00} = \mathbf{0.2250 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.50$$

$$Agua/Cemento = 0.50$$

$$Cemento = 225.00/0.50 = \mathbf{450.00 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00} = \mathbf{0.1442 \text{ m}^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + V_{global}$$

$$V_{global} = \mathbf{0.6058 \text{ m}^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{SA.F.}$ ):

$$V_{SA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{SA.F.} = 48.60\% * 0.6058$$

$$V_{SA.F.} = \mathbf{0.2944 \text{ m}^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{SA.G.}$ ):

$$V_{SA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{SA.G.} = 51.40\% * 0.6058$$

$$V_{SA.G.} = \mathbf{0.3114 \text{ m}^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{SA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.2944$$

$$P.S.A. = \mathbf{770.63 \text{ kg}}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{S.A.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3114$$

$$P.S.P. = \mathbf{823.94 \text{ kg}}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{225.00 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.50}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{770.63 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.71}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{823.94 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.83}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.A. = 770.63 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 774.02 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Húmedo de Arena} = 774.02 \text{ kg}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.P. = 823.94 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 826.91 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Húmedo de Piedra} = 826.91 \text{ kg}$$

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.A. = 770.63 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = - 2.389 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua por Arena} = - 2.389 \text{ lt}$$

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.P. = 823.94 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = - 9.146 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua por Piedra} = - 9.146 \text{ lt}$$

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 225.00 - (-2.389 - 9.146) = \mathbf{236.54 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Agua \text{ Corregida} = 236.54 \text{ lt}}$$

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.54 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.53}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{774.02 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.72}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{826.91 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.84}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 450.00 * 0.015 = \mathbf{6.75 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 236.54 * 0.015 = \mathbf{3.55 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = P.H.A.* \text{Vol. tanda}$$

$$A.G. = 774.02 * 0.015 = \mathbf{11.61 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = P.H.P.* \text{Vol. tanda}$$

$$P.CH. = 826.91 * 0.015 = \mathbf{12.40 \text{ kg}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 29 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D1.

**Tabla 29:** Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto patrón

Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto patrón												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	450.00	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1442	m <sup>3</sup>	1.00	450.00	kg	1.00	6.75	kg
Agua	225.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2250	m <sup>3</sup>	0.50	236.54	lt	0.53	3.55	lt
Arena	770.63	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.2944	m <sup>3</sup>	1.71	774.02	kg	1.72	11.61	kg
Piedra	823.94	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3114	m <sup>3</sup>	1.83	826.91	kg	1.84	12.40	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.2.2.2. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN PRELIMINAR – COMBINACIÓN D2

Para la combinación D2 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 215.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.55$
- $Af\% = 49.50\%$
- $Ag\% = 50.50\%$

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua y cemento.

El volumen de aire se expresó partir del porcentaje por  $m^3$  de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = \mathbf{0.2150 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.55$$

$$Agua/Cemento = 0.55$$

$$Cemento = 215.00/0.55 = \mathbf{390.91 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00} = \mathbf{0.1253 \text{ m}^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$$



$$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + V_{global}$$

$$V_{global} = 0.6347 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{sA.F.}$ ):

$$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{sA.F.} = 49.50\% * 0.6347$$

$$V_{sA.F.} = 0.3142 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.50\% * 0.6347$$

$$V_{sA.G.} = 0.3205 \text{ m}^3$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3142$$

$$P.S.A. = 822.46 \text{ kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3205$$

$$P.S.P. = 848.02 \text{ kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{215.00 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.55}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{822.46 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.10}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{848.02 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.17}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P.H.A. = P.S.A. * \left( 1 + \frac{\text{Hum. \%}}{100\%} \right)$$

$$P.H.A. = 822.46 * \left( 1 + \frac{0.44}{100} \right) = \mathbf{826.08 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso Húmedo de Arena} = \mathbf{826.08 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.P. = 848.02 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{826.91 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso Húmedo de Piedra} = \mathbf{851.07 \text{ kg}}$$

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.A. = 822.46 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = \mathbf{- 2.550 \text{ lt}}$$

$$\text{Aporte de Agua por Arena} = \mathbf{- 2.550 \text{ lt}}$$

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.P. = 848.02 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = \mathbf{- 9.413 \text{ lt}}$$

$$\text{Aporte de Agua por Piedra} = \mathbf{- 9.413 \text{ lt}}$$

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 215.00 - (-2.550 - 9.413) = 226.96 \text{ lt}$$

$$\text{Agua Corregida} = 226.96 \text{ lt}$$

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 1.00$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.96 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.58$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{826.08 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.11$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{851.07 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.18$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 390.91 * 0.015 = 5.86 \text{ kg}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.*Vol.tanda$$

$$A = 226.96 * 0.015 = \mathbf{3.40\ lt}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = P.H.A.*Vol.tanda$$

$$A.G. = 826.08 * 0.015 = \mathbf{12.39\ kg}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = P.H.P.*Vol.tanda$$

$$P.CH. = 851.07 * 0.015 = \mathbf{12.77\ kg}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 30 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D2.

**Tabla 30:** Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto patrón

Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto patrón												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	390.91	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1253	m <sup>3</sup>	1.00	450.00	kg	1.00	5.86	kg
Agua	215.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2150	m <sup>3</sup>	0.55	226.96	lt	0.58	3.40	lt
Arena	822.46	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3142	m <sup>3</sup>	2.10	826.08	kg	2.11	12.39	kg
Piedra	848.02	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3205	m <sup>3</sup>	2.17	851.07	kg	2.18	12.77	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.2.3. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN PRELIMINAR – COMBINACIÓN D3

Para la combinación D3 se contó con los siguientes datos específicos:

- Aire = 2.5%
- Agua = 205.00 lt/m<sup>3</sup>
- a/c = 0.60
- Af% = 50.00%
- Ag% = 50.00%

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua y cemento.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por  $m^3$  de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 m^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00} = \mathbf{0.2050 m^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.60$$

$$Agua/Cemento = 0.60$$

$$Cemento = 205.00/0.60 = \mathbf{341.67 kg/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00} = \mathbf{0.1095 m^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1 m^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + V_{global}$$

$$V_{global} = \mathbf{0.6605 m^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{SA.F.}$ ):

$$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{sA.F.} = 50.00\% * 0.6605$$

$$V_{sA.F.} = \mathbf{0.3303 m^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6605$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3303 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3303$$

$$P.S.A. = \mathbf{864.47 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3303$$

$$P.S.P. = \mathbf{873.82 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{\text{Cemento}} = \frac{864.47 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.53}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{\text{Cemento}} = \frac{873.82 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.56}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left( 1 + \frac{\text{Hum. \%}}{100\%} \right)$$

$$P. H. A. = 864.47 * \left( 1 + \frac{0.44}{100} \right) = \mathbf{867.27 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{\text{Peso Húmedo de Arena} = 868.27 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left( 1 + \frac{\text{Hum. \%}}{100\%} \right)$$

$$P. H. P. = 873.82 * \left( 1 + \frac{0.36}{100} \right) = \mathbf{876.97 \text{ kg}}$$



**Peso Húmedo de Piedra = 876.97 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 864.47 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.680 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.680 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 873.82 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.413 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.699 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 205.00 - (-2.680 - 9.699) = 217.38 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 217.38 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{217.38 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.64}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{868.27 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.54}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{876.97 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.57}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de  $0.015 \text{ m}^3$ .

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 341.67 * 0.015 = \mathbf{5.13 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 217.38 * 0.015 = \mathbf{3.26 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 868.27 * 0.015 = \mathbf{13.02\ kg}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 876.97 * 0.015 = \mathbf{13.15\ kg}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 31 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D3.

**Tabla 31:** Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto patrón

Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto patrón												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	341.67	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1095	m <sup>3</sup>	1.00	341.67	kg	1.00	5.13	kg
Agua	205.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2050	m <sup>3</sup>	0.60	217.38	lt	0.58	3.26	lt
Arena	864.47	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3303	m <sup>3</sup>	2.53	868.27	kg	2.11	13.02	kg
Piedra	873.82	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3303	m <sup>3</sup>	2.56	876.97	kg	2.18	13.15	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.3. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5%

Para realizar el diseño de mezcla con aditivo al 0.5% preliminar se utilizaron los datos generales de la Tabla 26 y los datos específicos de la Tabla 28 respectivamente para cada combinación; en este sentido, se procedió a elaborar el diseño de mezcla iniciando por la combinación D1, luego la D2 y finalmente la D3, para un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura por diseño, calculado previamente en el diseño patrón como 0.015 m<sup>3</sup> por tanda (*Vol. tanda*).

### 2.5.2.3.1. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5% – COMBINACIÓN D1

Para la combinación D1 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 225.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.50$
- $Af\% = 48.60\%$
- $Ag\% = 51.40\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 0.50%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00} = \mathbf{0.2250 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.50$$

$$Agua/Cemento = 0.50$$

$$Cemento = 225.00/0.50 = \mathbf{450.00 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00} = \mathbf{0.1442 m^3}$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\mathbf{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\mathbf{Aditivo} = 0.50\% * 450.00$$

$$\mathbf{Aditivo} = \mathbf{2.25 \text{ lt}}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{2.25}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \mathbf{0.0019 m^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0019 + V_{\text{global}}$$

$$\mathbf{V_{\text{global}} = 0.6039 m^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 48.60\% * 0.6039$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = \mathbf{0.2935 m^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 51.40\% * 0.6039$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3104 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.2935$$

$$P.S.A. = \mathbf{768.27 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3104$$

$$P.S.P. = \mathbf{821.30 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{225.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{0.50}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.25 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{768.27 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.71}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{821.30 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.83}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 768.27 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{771.65 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 771.65 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 821.30 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{824.26 \text{ kg}}$$

$$\text{Peso Húmedo de Piedra} = 824.26 \text{ kg}$$

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left( \frac{\text{Hum. \%} - \text{Abs. \%}}{100\%} \right)$$

$$A.A.A. = 768.27 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.382 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua por Arena} = - 2.382 \text{ lt}$$

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left( \frac{\text{Hum. \%} - \text{Abs. \%}}{100\%} \right)$$

$$A.A.P. = 821.30 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.116 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua por Piedra} = - 9.116 \text{ lt}$$

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 225.00 - (-2.382 - 9.116) = 236.50 \text{ lt}$$

$$\text{Agua Corregida} = 236.50 \text{ lt}$$

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.



Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.54 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.53}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{2.25 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{771.65 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.71}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{824.26 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.83}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 450.00 * 0.015 = \mathbf{6.75 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 236.54 * 0.015 = \mathbf{3.55 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 771.65 * 0.015 = \mathbf{11.57 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 824.26 * 0.015 = \mathbf{12.36 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 2.25 * 0.015 = \mathbf{0.03375 \text{ lt} = 33.75 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 32 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D1.

**Tabla 32:** Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 0.5%

Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 0.5%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	450.00	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1442	m <sup>3</sup>	1.00	450.00	kg	1.00	6.75	kg
Agua	225.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2250	m <sup>3</sup>	0.50	236.50	lt	0.53	3.55	lt
Arena	768.27	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.2935	m <sup>3</sup>	1.71	771.65	kg	1.72	11.57	kg
Piedra	821.30	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3104	m <sup>3</sup>	1.83	824.26	kg	1.84	12.36	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	2.25	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0019	m <sup>3</sup>	0.005	2.25	lt	0.005	33.75	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.3.2. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5% – COMBINACIÓN D2

Para la combinación D2 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 215.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.55$
- $Af\% = 49.50\%$
- $Ag\% = 50.50\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 0.50%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = \mathbf{0.2150 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.55$$

$$Cemento = 215.00/0.55 = \mathbf{390.91 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$$

$$V_{\text{cemento}} = 0.1253 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 0.50\% * 390.91$$

$$\text{Aditivo} = 1.95 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{1.95}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0016 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0016 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6331 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 49.50\% * 0.6331$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3134 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.50\% * 0.6331$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3197 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3134$$

$$P.S.A. = \mathbf{820.36 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3197$$

$$P.S.P. = \mathbf{845.90 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{215.00 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{0.55}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.95 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{820.36 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.10}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{845.90 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.16}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 820.36 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{823.97 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 823.97 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 845.90 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{848.95 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 848.95 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.A. = 820.36 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.543 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.543 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.P. = 845.90 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.389 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.389 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 215.00 - (-2.543 - 9.389) = 226.93 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 226.93 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.93 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.58}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{1.95 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{823.97 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.11}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{848.95 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.17}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 390.91 * 0.015 = \mathbf{5.86 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$



$$A = 226.93 * 0.015 = \mathbf{3.40 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 823.97 * 0.015 = \mathbf{12.36 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 848.95 * 0.015 = \mathbf{12.73 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 1.95 * 0.015 = \mathbf{0.02925 \text{ lt} = 29.25 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 33 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D2.

**Tabla 33:** Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 0.5%

Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 0.5%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	390.91	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1253	m <sup>3</sup>	1.00	390.91	kg	1.00	5.86	kg
Agua	215.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2150	m <sup>3</sup>	0.55	226.93	lt	0.58	3.40	lt
Arena	820.36	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3134	m <sup>3</sup>	2.10	823.97	kg	2.11	12.36	kg
Piedra	845.90	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3197	m <sup>3</sup>	2.16	848.95	kg	2.17	12.73	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	1.95	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0016	m <sup>3</sup>	0.005	1.95	lt	0.005	29.25	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.3.3. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5% – COMBINACIÓN D3

Para la combinación D3 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 205.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.60$
- $Af\% = 50.00\%$
- $Ag\% = 50.00\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 0.50%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00} = \mathbf{0.2050 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.60$$

$$Cemento = 205.00/0.60 = \mathbf{341.67 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$$

$$V_{\text{cemento}} = 0.1095 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 0.50\% * 341.67$$

$$\text{Aditivo} = 1.71 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{1.71}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0014 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0014 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6591 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 50.00\% * 0.6591$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3296 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6591$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3296 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3296$$

$$P.S.A. = \mathbf{862.64 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3296$$

$$P.S.P. = \mathbf{871.97 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{205.00 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{0.60}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.71 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.71 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{871.97 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.55}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 862.64 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{866.44 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 866.44 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 871.97 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{875.11 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 875.11 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 862.64 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.674 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.674 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 871.97 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.679 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.679 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 205.00 - (-2.674 - 9.679) = 217.35 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 217.35 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{217.35 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.64}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{1.71 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{866.44 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.54}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{875.11 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.56}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 341.67 * 0.015 = \mathbf{5.13 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 217.35 * 0.015 = \mathbf{3.26 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 866.44 * 0.015 = \mathbf{13.00 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 875.11 * 0.015 = \mathbf{13.13 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 1.71 * 0.015 = \mathbf{0.02563 \text{ lt} = 25.63 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 34 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D3.

**Tabla 34:** Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 0.5%

Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 0.5%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	341.67	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1095	m <sup>3</sup>	1.00	341.67	kg	1.00	5.13	kg
Agua	205.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2050	m <sup>3</sup>	0.60	217.35	lt	0.64	3.26	lt
Arena	862.64	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3296	m <sup>3</sup>	2.52	866.44	kg	2.54	13.00	kg
Piedra	871.97	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3296	m <sup>3</sup>	2.55	875.11	kg	2.56	13.13	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	1.71	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0014	m <sup>3</sup>	0.005	1.71	lt	0.005	25.63	g

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.2.4.DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0%

Para realizar el diseño de mezcla con aditivo al 1.0% preliminar se utilizarán los datos generales de la Tabla 26 y los datos específicos de la Tabla 28 respectivamente para cada combinación; en este sentido, se procede a elaborar el diseño de mezcla iniciando por la combinación D1, luego la D2 y finalmente la D3.



#### 2.5.2.4.1. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0% – COMBINACIÓN D1

Para la combinación D1 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 225.00 \text{ lt/m}^3$
- $a/c = 0.50$
- $Af\% = 48.60\%$
- $Ag\% = 51.40\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 1.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00} = \mathbf{0.2250 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.50$$

$$Agua/Cemento = 0.50$$

$$Cemento = 225.00/0.50 = \mathbf{450.00 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00} = \mathbf{0.1442 \text{ m}^3}$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\mathbf{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\mathbf{Aditivo} = 1.00\% * 450.00$$

$$\mathbf{Aditivo} = \mathbf{4.50 \text{ lt}}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{4.50}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \mathbf{0.0038 \text{ m}^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0038 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = \mathbf{0.6020 \text{ m}^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 48.60\% * 0.6020$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = \mathbf{0.2926 \text{ m}^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 51.40\% * 0.6020$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3094 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.2926$$

$$P.S.A. = \mathbf{765.92 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3094$$

$$P.S.P. = \mathbf{818.65 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{225.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{0.50}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{4.50 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{765.92 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.70}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{818.65 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.82}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 765.92 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{769.29 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 769.29 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 818.65 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{821.60 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 821.60 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 765.92 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.374 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.374 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 818.65 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.087 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.087 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 225.00 - (-2.374 - 9.087) = 236.46 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 236.46 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.46 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.53}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{4.50 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{769.29 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.71}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{821.60 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.83}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 450.00 * 0.015 = \mathbf{6.75 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 236.46 * 0.015 = \mathbf{3.55 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 769.29 * 0.015 = \mathbf{11.54 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 821.60 * 0.015 = \mathbf{12.32 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 4.50 * 0.015 = \mathbf{0.06750 \text{ lt} = 67.50 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 35 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D1.

**Tabla 35:** Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 1.0%

Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 1.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	450.00	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1442	m <sup>3</sup>	1.00	450.00	kg	1.00	6.75	kg
Agua	225.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2250	m <sup>3</sup>	0.50	236.46	lt	0.53	3.55	lt
Arena	765.92	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.2926	m <sup>3</sup>	1.70	769.29	kg	1.71	11.54	kg
Piedra	818.65	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3094	m <sup>3</sup>	1.82	821.60	kg	1.83	12.32	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	4.50	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0038	m <sup>3</sup>	0.010	4.50	lt	0.010	67.50	g

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.2.4.2. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0% – COMBINACIÓN D2

Para la combinación D2 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 215.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.55$
- $Af\% = 49.50\%$
- $Ag\% = 50.50\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 1.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = \mathbf{0.2150 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.55$$

$$Cemento = 215.00/0.55 = \mathbf{390.91 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$$



$$V_{\text{cemento}} = 0.1253 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 1.00\% * 390.91$$

$$\text{Aditivo} = 3.91 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{3.91}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0033 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0033 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6314 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 49.50\% * 0.6314$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3125 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.50\% * 0.6314$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3189 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3125$$

$$P.S.A. = \mathbf{818.01 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3189$$

$$P.S.P. = \mathbf{843.79 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{215.00 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{0.55}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{3.91 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{818.01 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.09}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{843.79 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.16}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 818.01 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{821.61 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Peso Húmedo de Arena = 821.61 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 843.79 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{846.83 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 846.83 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 818.01 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.536 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.536 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 843.79 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.366 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.366 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 215.00 - (-2.536 - 9.366) = 226.90 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 226.90 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.90 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.58}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{3.91 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{821.61 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.10}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{846.83 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.17}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 390.91 * 0.015 = \mathbf{5.86 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 226.90 * 0.015 = \mathbf{3.40 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 821.61 * 0.015 = \mathbf{12.32 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 846.83 * 0.015 = \mathbf{12.70 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 3.91 * 0.015 = \mathbf{0.05864 \text{ lt} = 58.64 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 36 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D2.

**Tabla 36:** Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 1.0%

Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 1.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	390.91	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1253	m <sup>3</sup>	1.00	390.91	kg	1.00	5.86	kg
Agua	215.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2150	m <sup>3</sup>	0.55	226.90	lt	0.58	3.40	lt
Arena	818.01	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3125	m <sup>3</sup>	2.09	821.61	kg	2.10	12.32	kg
Piedra	843.79	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3189	m <sup>3</sup>	2.16	846.83	kg	2.17	12.70	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	3.91	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0033	m <sup>3</sup>	0.010	3.91	lt	0.010	58.64	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.4.3. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0% – COMBINACIÓN D3

Para la combinación D3 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 205.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.60$
- $Af\% = 50.00\%$
- $Ag\% = 50.00\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 1.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00} = \mathbf{0.2050 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.60$$

$$Cemento = 205.00/0.60 = \mathbf{341.67 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$$

$$V_{\text{cemento}} = 0.1095 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 1.00\% * 341.67$$

$$\text{Aditivo} = 3.42 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{3.42}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0029 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0029 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6576 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 50.00\% * 0.6577$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3288 \text{ m}^3$$



Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6577$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3288 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3288$$

$$P.S.A. = \mathbf{860.67 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3288$$

$$P.S.P. = \mathbf{869.98 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{205.00 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{0.60}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{3.42 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{860.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.52}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{869.98 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.55}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 860.67 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{864.46 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 864.46 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 869.98 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{873.11 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 873.11 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 860.67 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.668 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.668 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 869.98 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.657 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.657 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 205.00 - (-2.668 - 9.657) = 217.33 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 217.33 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{217.33 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.64}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{3.42 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{864.46 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.53}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{873.11 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.56}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 341.67 * 0.015 = \mathbf{5.13 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 217.33 * 0.015 = \mathbf{3.26 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 864.46 * 0.015 = \mathbf{12.97 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 873.11 * 0.015 = \mathbf{13.10 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 3.42 * 0.015 = \mathbf{0.05125 \text{ lt} = 51.25 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 37 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D3.

**Tabla 37:** Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 1.0%

Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 1.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	341.67	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1095	m <sup>3</sup>	1.00	341.67	kg	1.00	5.13	kg
Agua	205.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2050	m <sup>3</sup>	0.60	217.33	lt	0.64	3.26	lt
Arena	860.67	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3288	m <sup>3</sup>	2.52	864.46	kg	2.53	12.97	kg
Piedra	869.98	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3288	m <sup>3</sup>	2.55	873.11	kg	2.56	13.10	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	3.42	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0029	m <sup>3</sup>	0.010	3.42	lt	0.010	51.25	g

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.2.5.DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0%

Para realizar el diseño de mezcla con aditivo al 2.0% preliminar se utilizarán los datos generales de la Tabla 26 y los datos específicos de la Tabla 28 respectivamente para cada combinación; en este sentido, se procede a elaborar el diseño de mezcla iniciando por la combinación D1, luego la D2 y finalmente la D3, para un volumen correspondiente a 3

probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura por diseño, calculado previamente en el diseño patrón como 0.015 m<sup>3</sup> por tanda (*Vol. tanda*).

#### 2.5.2.5.1. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0% – COMBINACIÓN D1

Para la combinación D1 se contó con los siguientes datos específicos:

- *Aire* = 2.5%
- *Agua* = 225.00 lt/m<sup>3</sup>
- *a/c* = 0.50
- *Af%* = 48.60%
- *Ag%* = 51.40%

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 2.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250\ m^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00} = \mathbf{0.2250\ m^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = 0.50$$

$$Agua/Cemento = 0.50$$

$$\mathbf{Cemento} = 225.00/0.50 = \mathbf{450.00 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00} = \mathbf{0.1442 \text{ m}^3}$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\mathbf{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\mathbf{Aditivo} = 2.00\% * 450.00$$

$$\mathbf{Aditivo} = \mathbf{9.00 \text{ lt}}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{9.00}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \mathbf{0.0075 \text{ m}^3}$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para 1 m<sup>3</sup>, restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0075 + V_{\text{global}}$$

$$\mathbf{V_{\text{global}} = 0.5983 \text{ m}^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{SA.F.}}$ ):

$$V_{\text{SA.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{SA.F.}} = 48.60\% * 0.5983$$

$$V_{\text{SA.F.}} = \mathbf{0.2908 \text{ m}^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 51.40\% * 0.5983$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3075 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.2908$$

$$P.S.A. = \mathbf{761.20 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3075$$

$$P.S.P. = \mathbf{813.62 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{225.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = \mathbf{0.50}$$



Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{9.00 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{761.20 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.69}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{813.62 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.81}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 761.20 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{764.55 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 764.55 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 813.62 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{816.55 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 816.55 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.A. = 761.20 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.360 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.360 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.P. = 813.62 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.031 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.031 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 225.00 - (-2.360 - 9.031) = 236.39 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 236.39 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.39 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.53}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{9.00 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{764.55 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.70}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{816.55 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.81}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 450.00 * 0.015 = \mathbf{6.75 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 236.39 * 0.015 = \mathbf{3.55 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 764.55 * 0.015 = \mathbf{11.47 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 816.55 * 0.015 = \mathbf{12.25 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 9.00 * 0.015 = \mathbf{0.1350 \text{ lt} = 135.00 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 38 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D1.

**Tabla 38:** Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 2.0%

Resumen de dosificación para el diseño D1 de concreto con aditivo al 2.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	450.00	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1442	m <sup>3</sup>	1.00	450.00	kg	1.00	6.75	kg
Agua	225.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2250	m <sup>3</sup>	0.50	236.39	lt	0.53	3.55	lt
Arena	761.20	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.2908	m <sup>3</sup>	1.69	764.55	kg	1.70	11.47	kg
Piedra	813.62	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3075	m <sup>3</sup>	1.81	816.55	kg	1.81	12.25	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	9.00	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0075	m <sup>3</sup>	0.020	9.00	lt	0.020	135.00	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.5.2. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0% – COMBINACIÓN D2

Para la combinación D2 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 215.00 \text{ lt/m}^3$
- $a/c = 0.55$
- $Af\% = 49.50\%$
- $Ag\% = 50.50\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 2.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = \mathbf{0.2150 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.55$$

$$Cemento = 215.00/0.55 = \mathbf{390.91 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$$

$$V_{\text{cemento}} = 0.1253 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 2.00\% * 390.91$$

$$\text{Aditivo} = 7.82 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{7.82}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0065 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0065 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6282 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 49.50\% * 0.6282$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3110 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.50\% * 0.6282$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3172 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3110$$

$$P.S.A. = \mathbf{814.08 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3172$$

$$P.S.P. = \mathbf{839.29 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{215.00 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = \mathbf{0.55}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{7.82 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{814.08 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.08}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{839.29 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.15}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 814.08 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{817.66 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 817.66 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 839.29 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{842.31 \text{ kg}}$$



**Peso Húmedo de Piedra = 842.31 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 814.08 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.524 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.524 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 839.29 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.316 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.316 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 215.00 - (-2.524 - 9.316) = 226.84 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 226.84 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.84 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.58}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{7.82 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{817.66 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.09}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{842.31 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.15}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 390.91 * 0.015 = \mathbf{5.86 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 226.84 * 0.015 = \mathbf{3.40 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 817.66 * 0.015 = \mathbf{12.26 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 842.31 * 0.015 = \mathbf{12.63 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 7.82 * 0.015 = \mathbf{0.11727 \text{ lt} = 117.27 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 39 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D2.

**Tabla 39:** Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 2.0%

Resumen de dosificación para el diseño D2 de concreto con aditivo al 2.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	390.91	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1253	m <sup>3</sup>	1.00	390.91	kg	1.00	5.86	kg
Agua	215.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2150	m <sup>3</sup>	0.55	226.84	lt	0.58	3.40	lt
Arena	814.08	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3110	m <sup>3</sup>	2.08	817.66	kg	2.09	12.26	kg
Piedra	839.29	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3172	m <sup>3</sup>	2.15	842.31	kg	2.15	12.63	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	7.82	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0065	m <sup>3</sup>	0.020	7.82	lt	0.020	117.27	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2.5.3. DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0% – COMBINACIÓN D3

Para la combinación D3 se contó con los siguientes datos específicos:

- $Aire = 2.5\%$
- $Agua = 205.00 \text{ lt}/m^3$
- $a/c = 0.60$
- $Af\% = 50.00\%$
- $Ag\% = 50.00\%$

Así mismo, los datos específicos del aditivo se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 2.00%*

Entonces, el primer paso fue calcular los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 \text{ m}^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00} = \mathbf{0.2050 \text{ m}^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se determinó como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua por metro cúbico de concreto:

$$a/c = Agua/Cemento = 0.60$$

$$Cemento = 205.00/0.60 = \mathbf{341.67 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$$

$$V_{\text{cemento}} = 0.1095 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se determinó como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico, para lo cual, se halló previamente la cantidad de aditivo en base al porcentaje especificado por el peso del cemento (por metro cúbico de concreto):

$$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$$

$$\text{Aditivo} = 2.00\% * 341.67$$

$$\text{Aditivo} = 6.83 \text{ lt}$$

$$V_{\text{aditivo}} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{6.83}{1200.00}$$

$$V_{\text{aditivo}} = 0.0057 \text{ m}^3$$

El segundo paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se calculó el volumen que ocupan ( $V_{\text{global}}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{aditivo}} + V_{\text{global}}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0057 + V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{global}} = 0.6548 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{\text{S.A.F.}}$ ):

$$V_{\text{S.A.F.}} = Af\% * V_{\text{global}}$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 50.00\% * 0.6548$$

$$V_{\text{S.A.F.}} = 0.3274 \text{ m}^3$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6548$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3274 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3274$$

$$P.S.A. = \mathbf{857.01 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3274$$

$$P.S.P. = \mathbf{866.28 kg}$$

En el tercer paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{205.00 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = \mathbf{0.60}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{6.83 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{857.01 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.51}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{866.28 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.54}$$

Como cuarto paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrecen los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco fue afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 857.01 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{860.78 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 860.78 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 866.28 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{869.40 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 869.40 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.A. = 857.01 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.657 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.657 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A.A.P. = 866.28 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.616 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.616 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 205.00 - (-2.657 - 9.616) = 217.27 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 217.27 lt**

El quinto paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.



Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{217.27 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.64}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{6.83 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{860.78 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.52}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{869.40 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.54}$$

Como sexto paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 3 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.015 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 341.67 * 0.015 = \mathbf{5.13 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 217.27 * 0.015 = \mathbf{3.26 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 860.78 * 0.015 = \mathbf{12.91 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 869.40 * 0.015 = \mathbf{13.04 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 6.83 * 0.015 = \mathbf{0.10250 \text{ lt} = 102.50 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 40 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño preliminar con la combinación D3.

**Tabla 40:** Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 2.0%

Resumen de dosificación para el diseño D3 de concreto con aditivo al 2.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	341.67	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1095	m <sup>3</sup>	1.00	341.67	kg	1.00	5.13	kg
Agua	205.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2050	m <sup>3</sup>	0.60	217.27	lt	0.64	3.26	lt
Arena	857.01	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3274	m <sup>3</sup>	2.51	860.78	kg	2.52	12.91	kg
Piedra	866.28	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3274	m <sup>3</sup>	2.54	869.40	kg	2.54	13.04	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	6.83	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0057	m <sup>3</sup>	0.020	6.83	lt	0.020	102.50	g

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3. ENSAYOS DE CONCRETO PRELIMINAR EN ESTADO FRESCO

#### 2.5.3.1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PRELIMINAR

Se realizó la inspección de la consistencia de la mezcla a través de la medida del asentamiento; sin embargo, cabe mencionar que en los diseños de mezcla preliminar con

aditivo al 1.0% y 2.0% no se utilizó toda el agua de la tanda, debido a que durante el proceso de mezclado, se agregaba el agua por partes, deteniendo su aplicación una vez que se observaba una fluidez adecuada en la mezcla; así mismo, se debe resaltar que el aditivo superplastificante se mezclaba en porciones con el agua que se iba aplicando a la mezcla, de manera que el aditivo sí se aplicó en todo su contenido y siempre mezclado previamente con agua.

### 2.5.3.1.1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PATRÓN PRELIMINAR

Para las distintas combinaciones del diseño preliminar, la cantidad de agua de diseño y la realmente utilizada se pueden ver en la Tabla 41:

**Tabla 41:** Reducción de agua en mezcla de concreto patrón preliminar

Reducción de agua en mezcla de concreto patrón preliminar								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Agua diseño	3.55	lt/tanda	Agua diseño	3.40	lt/tanda	Agua diseño	3.26	lt/tanda
Agua reducida	0.00	lt/tanda	Agua reducida	0.00	lt/tanda	Agua reducida	0.00	lt/tanda
Agua útil	3.55	lt/tanda	Agua útil	3.40	lt/tanda	Agua útil	3.26	lt/tanda
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se tiene que para la mezcla de concreto patrón preliminar no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, para cada combinación se obtuvo un asentamiento (slump), los mismos que se detallan en la Tabla 42:

**Tabla 42:** Asentamiento del concreto patrón preliminar

Asentamiento del concreto patrón preliminar								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.
Slump real	4.00	pulg.	Slump real	2.75	pulg.	Slump real	3.00	pulg.
Diferencia	0.00	mm	Diferencia	- 6.35	mm	Diferencia	0.00	mm
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm
Estado:	<b>CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>	

\* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 42).

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de COMBINACIÓN D2 obtuvo un asentamiento (Slump) menor al esperado, sin embargo, la diferencia en el asentamiento se encuentra dentro del permitido por la Norma E.060 para mezclas de prueba.

### 2.5.3.1.2. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5%

Para las distintas combinaciones del diseño preliminar con aditivo al 0.5%, la cantidad de agua de diseño y la realmente utilizada se pueden ver en la Tabla 43:

**Tabla 43:** Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 0.5%

Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 0.5%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Agua diseño	3.55	lt/tanda	Agua diseño	3.40	lt/tanda	Agua diseño	3.26	lt/tanda
Agua reducida	0.00	lt/tanda	Agua reducida	0.00	lt/tanda	Agua reducida	0.00	lt/tanda
Agua útil	3.55	lt/tanda	Agua útil	3.40	lt/tanda	Agua útil	3.26	lt/tanda
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se tiene que para la mezcla de concreto preliminar con aditivo al 0.5% no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, para cada combinación se obtuvo un asentamiento (slump), los mismos que se detallan en la Tabla 44:

**Tabla 44:** Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 0.5%

Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 0.5%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.
Slump real	4.00	pulg.	Slump real	4.50	pulg.	Slump real	4.00	pulg.
Diferencia	0.00	mm	Diferencia	+ 12.7	mm	Diferencia	0.00	mm
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm
Estado:	<b>CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>	

\* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 42).

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de COMBINACIÓN D2 obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, la diferencia en el asentamiento se encuentra dentro del permitido por la Norma E.060 para mezclas de prueba.

### 2.5.3.1.3. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0%

Para las distintas combinaciones del diseño preliminar con aditivo al 1.0%, la cantidad de agua de diseño y la realmente utilizada se pueden ver en la Tabla 45:

**Tabla 45:** Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 1.0%

Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 1.0%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Agua diseño	3.55	lt/tanda	Agua Diseño	3.40	lt/tanda	Agua Diseño	3.26	lt/tanda
Agua reducida	0.11	lt/tanda	Agua reducida	0.40	lt/tanda	Agua reducida	0.18	lt/tanda
Agua útil	3.44	lt/tanda	Agua útil	3.00	lt/tanda	Agua útil	3.08	lt/tanda
Reducción (%)	3.10	%	Reducción (%)	11.76	%	Reducción (%)	5.52	%

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se tiene que para la mezcla de concreto preliminar con aditivo al 1.0% se redujo 3.10%, 11.76% y 5.52% de la cantidad de agua para las combinaciones D1, D2 y D3 respectivamente, así mismo, para cada combinación se obtuvo un asentamiento (slump), los mismos que se detallan en la Tabla 46:

**Tabla 46:** Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 1.0%

Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 1.0%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.
Slump real	7.00	pulg.	Slump real	4.50	pulg.	Slump real	4.50	pulg.
Diferencia	+ 76.2	mm	Diferencia	+ 12.7	mm	Diferencia	+ 12.7	mm
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm
Estado:	<b>NO CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>		Estado:	<b>CUMPLE</b>	
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 42).								

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de COMBINACIÓN D1 obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, con una diferencia por encima del máximo permisible, por lo que se debió hacer una mayor reducción de agua para mantener la consistencia; por otro lado, las COMBINACIONES D2 y D3 también obtuvieron un mayor asentamiento, los cuales sí se encuentran dentro del permitido por la Norma E.060 para mezclas de prueba.

#### 2.5.3.1.4. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0%

Para las distintas combinaciones del diseño preliminar con aditivo al 2.0%, la cantidad de agua de diseño y la realmente utilizada se pueden ver en la Tabla 47:

**Tabla 47:** Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 2.0%

Reducción de agua en mezcla de concreto preliminar con aditivo al 2.0%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Agua diseño	3.55	lt/tanda	Agua Diseño	3.40	lt/tanda	Agua Diseño	3.26	lt/tanda
Agua reducida	0.068	lt/tanda	Agua reducida	0.061	lt/tanda	Agua reducida	0.067	lt/tanda
Agua útil	3.482	lt/tanda	Agua útil	3.339	lt/tanda	Agua útil	3.193	lt/tanda
Reducción (%)	1.92	%	Reducción (%)	1.79	%	Reducción (%)	2.06	%

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se tiene que para la mezcla de concreto preliminar con aditivo al 2.0% se redujo 1.92%, 1.79% y 2.06% de la cantidad de agua para las combinaciones D1, D2 y D3 respectivamente, así mismo, para cada combinación se obtuvo un asentamiento (slump), los mismos que se detallan en la Tabla 48:

**Tabla 48:** Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 0.5%

Asentamiento del concreto preliminar con aditivo al 0.5%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.	Slump diseño	3 - 4	pulg.
Slump real	6.50	pulg.	Slump real	6.00	pulg.	Slump real	5.00	pulg.
Diferencia	+ 63.5	mm	Diferencia	+ 50.8	mm	Diferencia	+ 25.4	mm
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm
Estado:	<b>NO CUMPLE</b>		Estado:	<b>NO CUMPLE</b>		Estado:	<b>NO CUMPLE</b>	
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 42).								

Fuente: elaboración propia.

Se observó que las COMBINACIONES D1, D2 y D3 obtuvieron un asentamiento (Slump) mayor al esperado, con una diferencia por encima del máximo permisible, incluso con la reducción de agua en mezcla para todos los casos, lo cual indica que debió empelarse una reducción mucho mayor para mantener la consistencia dentro del rango esperado.

### 2.5.3.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PRELIMINAR

Para el ensayo de peso unitario del concreto preliminar, se consideró solamente el diseño de COMBINACIÓN D2 como muestra para inspeccionar el peso de la muestra en cada tipo de concreto (patrón y con aditivo).

### 2.5.3.2.1. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PATRÓN PRELIMINAR

El peso unitario del concreto en estado fresco (P.U.C.F.) del diseño patrón preliminar, se obtuvo al llenar una muestra de concreto fresco al ras en un molde de concreto, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado exterior con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 26.92 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 49:

**Tabla 49:** *P.U.C.F. del concreto patrón preliminar*

P.U.C.F. del concreto patrón preliminar			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	26.92
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	21.97
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2327.59

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2327.59 kg/m<sup>3</sup> para el concreto patrón preliminar.

### 2.5.3.2.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5%

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto preliminar con aditivo al 0.5% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado exterior con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.17 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 50:

**Tabla 50:** *P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 0.5%*

P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 0.5%			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.17
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.22
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2354.08

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2354.08 kg/m<sup>3</sup> para el concreto preliminar con aditivo al 0.5%.

### 2.5.3.2.3. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0%

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto preliminar con aditivo al 1.0% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado exterior con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.26 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 51:

**Tabla 51:** P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 1.0%

P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 1.0%			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.26
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.31
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2363.61

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2363.61 kg/m<sup>3</sup> para el concreto preliminar con aditivo al 1.0%.

### 2.5.3.2.4. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0%

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto preliminar con aditivo al 2.0% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado exterior con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.26 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 52:



**Tabla 52:** P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 2.0%

P.U.C.F. del concreto preliminar con aditivo al 2.0%			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.26
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.31
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2363.61

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2363.61 kg/m<sup>3</sup> para el concreto preliminar con aditivo al 2.0%, el mismo que se obtuvo con 1.0% de aditivo.

#### 2.5.4. RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO PRELIMINAR

Se realizó ensayos de resistencia a compresión para los diseños de concreto preliminar a la edad de 7 días de curado, por lo cual, los resultados de resistencia debieron alcanzar al menos el 70% de la resistencia de diseño requerida ( $f'_{cr}$ ) a 28 días (Fernández, Morales y Soto, 2016, p. 202), lo cual se estima en 206.50 kg/cm<sup>2</sup> para la un  $f'_{cr} = 295.00$  kg/cm<sup>2</sup>; además, se determinó el tipo de fractura de las probetas de concreto a través de la inspección visual, asignando la tipología que se muestra en la Figura 6:



**Figura 6:** Tipos de fractura en probetas de concreto a compresión.

Así también, cabe destacar que, a pesar de haber calculado el volumen de la tanda en base a probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, debido a la falta de moldes de dichas características, se optó por utilizar probetas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, lo cual no alteró de ninguna manera los resultados, debido a que dichas dimensiones son aptas para el tamaño máximo nominal de agregado grueso utilizado (1/2 pulg.).

### 2.5.4.1.RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO PATRÓN PRELIMINAR

El ensayo de compresión para el concreto patrón preliminar fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial a una velocidad de carga de 240.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada combinación de diseño (D1, D2 y D3), teniendo un total de 12 probetas, de las cuales se obtuvo la resistencia a compresión, cuya resistencia promedio a la compresión se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 53 muestra los resultados de resistencia para el concreto patrón preliminar en cada combinación.

**Tabla 53:** Resistencia a compresión de concreto patrón preliminar

Resistencia a compresión de concreto patrón preliminar									
Nº	Diseño (D – a/c)	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	D1 – 0.50	2	10.23	23296	283.43	Sí	286.24	206.50	138.62%
02	D1 – 0.50	2	10.18	22062	271.06	No			
03	D1 – 0.50	2	10.19	23429	287.57	Sí			
04	D1 – 0.50	2	10.21	23558	287.74	Sí			
05	D2 – 0.55	5	10.22	18913	230.55	No	248.86	206.50	120.51%
06	D2 – 0.55	2	10.16	20814	256.98	Sí			
07	D2 – 0.55	2	10.22	19909	242.69	Sí			
08	D2 – 0.55	2	10.21	20195	246.90	Sí			
09	D3 – 0.60	2	10.18	18597	228.48	Sí	223.96	206.50	108.46%
10	D3 – 0.60	2	10.19	16335	200.30	No			
11	D3 – 0.60	2	10.18	18318	225.06	Sí			
12	D3 – 0.60	2	10.18	17770	218.32	Sí			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, las resistencias obtenidas cumplieron con el mínimo requerido en un 138.62% para el diseño D1, 120.51% para el diseño D2 y 108.46% para el diseño D3; con lo cual, los resultados fueron aptos para el cálculo la relación agua/cemento del diseño final.

### 2.5.4.2.RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 0.5%

El ensayo de compresión para el concreto preliminar con aditivo al 0.5% fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial a una velocidad de carga de 520.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada combinación de diseño (D1, D2 y D3), teniendo un total de 12 probetas, de las cuales se obtuvo la resistencia a compresión, cuya resistencia promedio a la compresión se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 54 muestra los resultados de resistencia para el concreto preliminar con aditivo al 0.5% en cada combinación.

**Tabla 54:** Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 0.5%

Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 0.5%									
Nº	Diseño (D – a/c)	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	D1 – 0.50	2	10.21	25064	306.13	No	317.86	206.50	153.93%
02	D1 – 0.50	3	10.18	25937	318.66	Sí			
03	D1 – 0.50	2	10.22	25396	309.88	Sí			
04	D1 – 0.50	2	10.13	26169	325.02	Sí			
05	D2 – 0.55	3	10.21	21022	256.76	Sí	256.49	206.50	124.21%
06	D2 – 0.55	3	10.22	21724	264.82	Sí			
07	D2 – 0.55	2	10.18	17679	217.21	No			
08	D2 – 0.55	2	10.21	20295	247.88	Sí			
09	D3 – 0.60	3	10.22	19713	240.30	Sí	229.73	206.50	111.25%
10	D3 – 0.60	2	10.20	17641	216.10	Sí			
11	D3 – 0.60	3	10.19	18965	232.78	Sí			
12	D3 – 0.60	3	10.21	20422	249.43	No			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, las resistencias obtenidas cumplieron con el mínimo requerido en un 153.93% para el diseño D1, 124.21% para el diseño D2 y 111.25% para el diseño D3; con lo cual, los resultados fueron aptos para el cálculo la relación agua/cemento del diseño final.

### 2.5.4.3.RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 1.0%

El ensayo de compresión para el concreto preliminar con aditivo al 1.0% fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial a una velocidad de carga de 240.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada combinación de diseño (D1, D2 y D3), teniendo un total de 12 probetas, de las cuales se obtuvo la resistencia a compresión, cuya resistencia promedio a la compresión se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 55 muestra los resultados de resistencia para el concreto preliminar con aditivo al 1.0% en cada combinación.

**Tabla 55:** Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 1.0%

Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 1.0%									
Nº	Diseño (D – a/c)	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	D1 – 0.50	2	10.21	25736	314.65	Sí	299.94	206.50	145.25%
02	D1 – 0.50	2	10.21	23959	292.64	Sí			
03	D1 – 0.50	2	10.17	30146	371.11	No			
04	D1 – 0.50	2	10.20	23905	292.55	Sí			
05	D2 – 0.55	2	10.18	27536	338.64	Sí	345.48	206.50	167.30%
06	D2 – 0.55	2	10.21	28832	352.15	Sí			
07	D2 – 0.55	2	10.20	25866	316.55	No			
08	D2 – 0.55	2	10.21	28300	345.66	Sí			
09	D3 – 0.60	2	10.22	22408	273.16	No	260.47	206.50	126.14%
10	D3 – 0.60	2	10.20	21846	267.61	Sí			
11	D3 – 0.60	2	10.24	20837	253.01	Sí			
12	D3 – 0.60	2	10.22	21392	260.77	Sí			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, las resistencias obtenidas cumplieron con el mínimo requerido en un 145.25% para el diseño D1, 167.30% para el diseño D2 y 126.14% para el diseño D3; con lo cual, los resultados fueron aptos para el cálculo la relación agua/cemento del diseño final.

#### 2.5.4.4.RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO AL 2.0%

El ensayo de compresión para el concreto preliminar con aditivo al 2.0% fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial a una velocidad de carga de 520.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada combinación de diseño (D1, D2 y D3), teniendo un total de 12 probetas, de las cuales se obtuvo la resistencia a compresión, cuya resistencia promedio a la compresión se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 56 muestra los resultados de resistencia para el concreto preliminar con aditivo al 2.0% en cada combinación.

**Tabla 56:** Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 2.0%

Resistencia a compresión de concreto preliminar con aditivo al 2.0%									
Nº	Diseño (D – a/c)	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	D1 – 0.50	3	10.19	37183	455.94	Sí	442.02	206.50	214.05%
02	D1 – 0.50	2	10.22	37602	458.37	Sí			
03	D1 – 0.50	5	10.25	29407	356.73	No			
04	D1 – 0.50	2	10.21	33712	411.76	Sí			
05	D2 – 0.55	3	10.22	37064	451.81	Sí	449.40	206.50	217.63%
06	D2 – 0.55	3	10.17	39612	487.64	No			
07	D2 – 0.55	3	10.20	36268	444.28	Sí			
08	D2 – 0.55	2	10.23	37124	452.10	Sí			
09	D3 – 0.60	5	10.23	36252	441.05	No	429.58	206.50	208.03%
10	D3 – 0.60	3	10.20	34007	416.59	Sí			
11	D3 – 0.60	3	10.21	34766	424.63	Sí			
12	D3 – 0.60	3	10.20	36532	447.52	Sí			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, las resistencias obtenidas cumplieron con el mínimo requerido en un 214.05% para el diseño D1, 217.63% para el diseño D2 y 208.03% para el diseño D3; con lo cual, los resultados fueron aptos para el cálculo la relación agua/cemento del diseño final.

### 2.5.5. DISEÑO DE MEZCLA

Para realizar el diseño de mezcla se utilizaron los datos generales de la Tabla 26 y los datos específicos de agua reducida en mezcla, relación agua/cemento y cantidad de cemento del diseño en estado seco, así como la resistencia a compresión obtenida a la edad de 7 días del diseño preliminar; además, debido a que se requiere un diseño para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días en base a resultados de prueba a 7 días, en las curvas de resistencia y agua/cemento se buscó una resistencia del 75% (70% correspondiente a la edad de 7 días + 5% como factor de seguridad propuesto para asegurar la resistencia) de la resistencia requerida  $f'cr = 295.00 \text{ kg/cm}^2$ , dando como resistencia mínima estimada a los 7 días un valor de  $221.25 \text{ kg/cm}^2$ .

Así mismo, el volumen de la tanda a vaciar en laboratorio correspondió al de 6 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura por diseño, por lo cual se calculó previamente el volumen por tanda.

Datos de la probeta:

- *Diámetro (D)* = 0.15 m
- *Altura (h)* = 0.30 m
- *Veces(#)* = 6.00

Volumen de la probeta:

$$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$$

$$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = \mathbf{0.005 \text{ m}^3}$$

Volumen de la tanda:

$$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$$

$$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 6.00$$

$$\text{Vol. tanda} = \mathbf{0.030 \text{ m}^3}$$

En este sentido, se obtuvo un volumen por tanda de  $0.030 \text{ m}^3$ , para la preparación de mezcla en laboratorio.

### 2.5.5.1.DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN

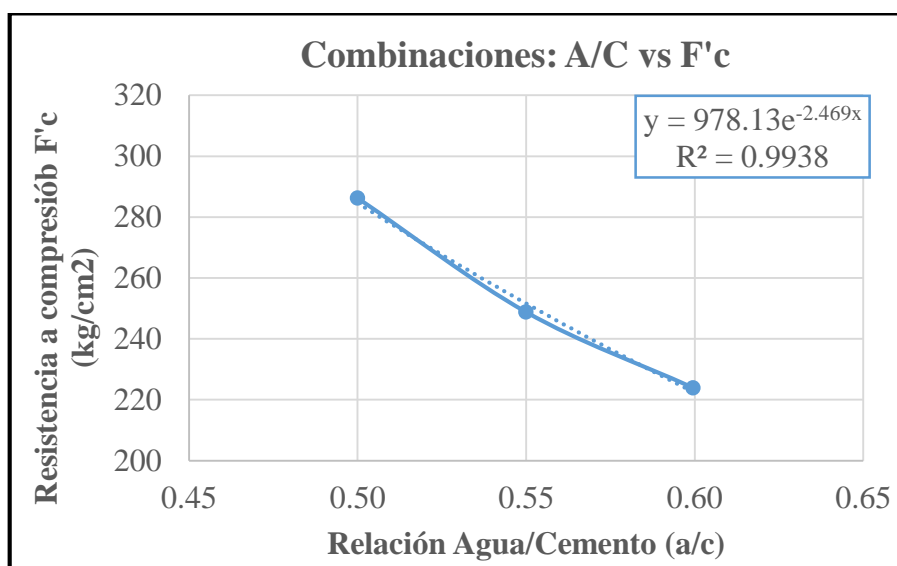
Para dar inicio al diseño de mezcla, fue necesario tener los datos de agua, cemento y resistencia a los 7 días del diseño preliminar, los cuales se pueden observar en la Tabla 57:

**Tabla 57:** Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla de concreto patrón

Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla de concreto patrón								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua útil	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>
a/c	0.50	-	a/c	0.55	-	a/c	0.60	-
Resistencia	286.24	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	248.86	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	223.96	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente, como primer paso se realizó un gráfico de curva con la relación agua/cemento y la resistencia a compresión a 7 días de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 57, obteniendo la ecuación más aproximada a la curva mediante el software MS Excel como se muestra en la Figura 7, con el fin de conseguir la relación agua/cemento correspondiente a la resistencia mínima estimada a 7 días:



*Figura 7:* Curva a/c vs f'c de combinaciones para el concreto patrón.

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo una ecuación aproximada del tipo exponencial, en la cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la resistencia a compresión (f'c) para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la resistencia estimada a la edad de 7 días f'c=221.25 kg/cm<sup>2</sup> en el valor Y de la ecuación con el fin de obtener su respectiva relación agua/cemento de la siguiente manera:

$$y = 978.13 * e^{-2.469*x}$$

$$x = -\ln\left(\frac{y}{978.13}\right)/2.469$$

$$x = -\ln\left(\frac{221.25}{978.13}\right)/2.469$$

$$x = a/c = \mathbf{0.60}$$

El segundo paso constó en realizar una curva con la relación agua/cemento y cantidad de agua por m<sup>3</sup> de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 57, obteniendo la ecuación lineal y polinómica más aproximada a la curva mediante software MS Excel como se muestra en la Figura 8, con el fin de estimar la cantidad de agua correspondiente a la relación agua/cemento calculada:

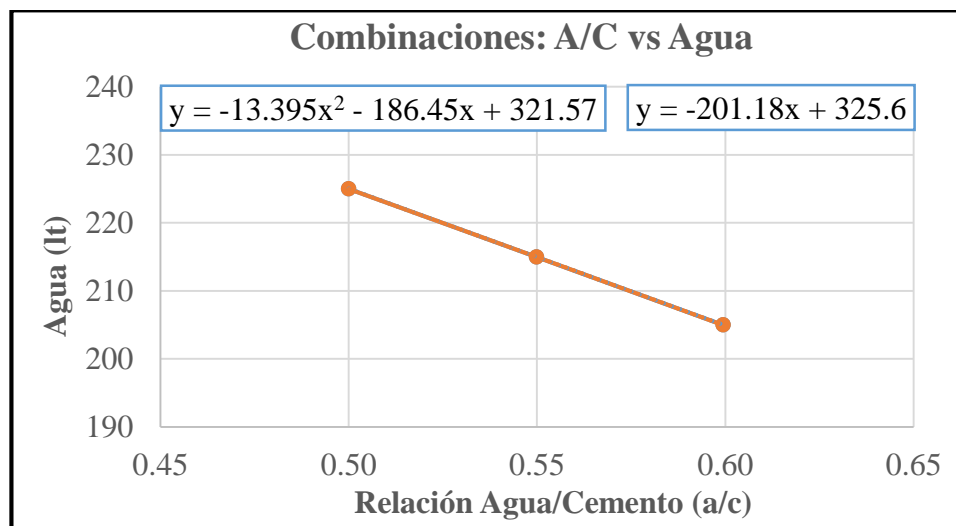


Figura 8: Curva a/c vs agua de combinaciones para el concreto patrón.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se obtuvo una ecuación lineal y otra polinómica que describen la variación de la cantidad de agua con respecto a la relación agua/cemento, en la



cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la cantidad de agua para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la relación agua/cemento obtenida de la curva anterior (a/c = 0.60), para obtener la cantidad estimada de agua en cada caso.

Ecuación polinómica:

$$y = -13.395 * x^2 - 186.45 * x + 321.57$$

$$y = -13.395 * 0.60^2 - 186.45 * 0.60 + 321.57$$

$$y = \text{Agua} = \mathbf{204 \text{ lt/m}^3}$$

Ecuación lineal:

$$y = -201.18 * x + 325.6$$

$$y = -201.18 * 0.60 + 325.6$$

$$y = \text{Agua} = \mathbf{204 \text{ lt/m}^3}$$

Conforme a los resultados obtenidos de las ecuaciones, se estimó una cantidad de agua de 204 lt/m<sup>3</sup>.

El tercer paso buscó comparar los resultados de relación agua/cemento y cantidad de agua obtenidos con los diseños de las combinaciones preliminares como se muestra en la Tabla 58, a fin de estimar el porcentaje de agregado fino y grueso en estado seco (Af% y Ag% respectivamente), así como el asentamiento (slump) esperado.

**Tabla 58:** *Combinaciones vs a/c y agua de diseño patrón*

Combinaciones VS a/c y agua de diseño patrón					
DISEÑOS	Af %	Ag%	a/c	Agua (lt)	Slump (pulg.)
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.50	225	4.00
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.55	215	3.75
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.60	205	3.00
DISEÑO PATRÓN	-	-	0.60	204	-

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 58, se tuvo que la combinación D3 fue la más aproximada al diseño actual, por lo cual, se obtuvo un porcentaje de agregado fino en estado seco ( $Af\%$ ) de 50.0% y de agregado grueso en estado seco ( $Ag\%$ ) de 50.0%; así mismo, se estimó el asentamiento esperado a través de la siguiente ecuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$$

$$Slump = \frac{204}{205} * \frac{0.60}{0.60} * 3.00 = 3.00 \text{ pulg.}$$

En el cuarto paso se procedió a calcular la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua, con el objetivo de comparar el cemento a usar con la cantidad mínima establecida por la norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31) para un concreto cuya resistencia a compresión sea menor a 10 MPa a la edad de 28 días, la cual indica un contenido mínimo de cemento de 255 kg/m<sup>3</sup>; así mismo, se propuso una corrección en la cantidad de agua del diseño a fin de cumplir con la cantidad mínima de cemento y obtener un slump esperado mucho más ajustado al rango de 3 a 4 pulgadas, tal y como se puede ver en la Tabla 59.

**Tabla 59:** Corrección de agua por cemento mínimo en diseño patrón

Corrección de agua por cemento mínimo en diseño patrón										
<b>F'c (diseño):</b>		210.00 kg/cm <sup>2</sup>		<b>Edad:</b>		28 días		<b>Cemento Min.*:</b>		255 kg/m <sup>3</sup>
DATOS PREVIOS ( $ec_1$ )			DATOS PREVIOS ( $ec_2$ )			PROPUESTA ( $Agua = 215 \text{ lt/m}^3$ )				
Agua	204	lt/m <sup>3</sup>	Agua	204	lt/m <sup>3</sup>	Agua	215.00	lt/m <sup>3</sup>		
a/c	0.60	-	a/c	0.60	-	a/c ( $ec_1$ )	0.60	a/c ( $ec_2$ )	0.60	
Cemento	340.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	340.00	kg/m <sup>3</sup>	a/c ( <i>elegido</i> )	0.60			
Cumple			Cumple			Cemento	358.33	kg/m <sup>3</sup>		
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						Cumple				

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 59, para la ecuación polinómica ( $ec_1$ ) y lineal ( $ec_2$ ), la cantidad de cemento cumplió con el mínimo requerido, sin embargo, se propuso aumentar el agua en mezcla de 204 lt/m<sup>3</sup> a 215 lt/m<sup>3</sup> con el fin de aumentar el asentamiento estimado, en este sentido, se tuvo que para una cantidad de agua de 215 lt/m<sup>3</sup> se obtuvo una cantidad de cemento de 358.33 kg/m<sup>3</sup> que cumple con el mínimo requerido; así mismo, el cálculo del asentamiento estimado para la propuesta se presenta a continuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{215}{205} * \frac{0.60}{0.60} * 3.00 = 3.15 \text{ pulg.}$$

De esta manera se obtuvo un asentamiento más ajustado a la media del rango de 3 a 4 pulgadas; además, en vista de que los diseños se comparan en base a un porcentaje de aire de 2.5% del volumen total de mezcla, se procedió a resumir los datos obtenidos hasta el momento para el diseño en la Tabla 60:

**Tabla 60:** Resumen de datos base para el diseño patrón

Resumen de datos base para el diseño patrón						
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af%	Ag%	Aire (%)
Patrón	358.33	215.00	0.60	50.0	50.0	2.5

Fuente: elaboración propia.

Como quinto paso se calculó de los volúmenes de aire, agua y cemento.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = 0.0250 \text{ m}^3$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = 0.2150 \text{ m}^3$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se obtuvo como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{358.33}{3120.00} = 0.1148 \text{ m}^3$$

El sexto paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se debe calculó el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para 1 m<sup>3</sup>, restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1148 + V_{global}$$

$$V_{global} = 0.6452 \text{ m}^3$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{sA.F.}$ ):

$$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{sA.F.} = 50.00\% * 0.6452$$

$$V_{sA.F.} = \mathbf{0.3226 m^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6452$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3226 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3226$$

$$P.S.A. = \mathbf{844.44 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3226$$

$$P.S.P. = \mathbf{853.58 kg}$$

En el séptimo paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{358.33 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{215.00 \text{ lt/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.60}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{\text{Cemento}} = \frac{844.44 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.36}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{\text{Cemento}} = \frac{853.58 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.38}$$

Como octavo paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrezcan los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco será afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left( 1 + \frac{\text{Hum. \%}}{100\%} \right)$$

$$P. H. A. = 844.44 * \left( 1 + \frac{0.44}{100} \right) = \mathbf{848.16 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{\text{Peso Húmedo de Arena} = 848.16 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.P. = 853.58 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{856.65 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 856.65 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.A. = 844.44 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = \mathbf{- 2.618 \text{ lt}}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.618 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.P. = 853.58 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = \mathbf{- 9.475 \text{ lt}}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 9.475 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 215.00 - (-2.618 - 9.475) = \mathbf{227.09 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Agua\ Corregida = 227.09\ lt}$$

El noveno paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{358.33\ \text{kg/m}^3}{358.33\ \text{kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{227.09\ \text{lt/m}^3}{358.33\ \text{kg/m}^3} = \mathbf{0.63}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{848.16\ \text{kg/m}^3}{358.33\ \text{kg/m}^3} = \mathbf{2.37}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{856.65\ \text{kg/m}^3}{358.33\ \text{kg/m}^3} = \mathbf{2.39}$$

Como décimo paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 6 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.030 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 358.33 * 0.03 = \mathbf{10.75\ kg}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 227.09 * 0.03 = \mathbf{6.81 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 848.16 * 0.03 = \mathbf{25.44 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 856.65 * 0.03 = \mathbf{25.70 \text{ kg}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 61 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño de concreto patrón.

**Tabla 61:** Resumen de resultados de dosificación para el diseño de concreto patrón

Resumen de resultados de dosificación para el diseño de concreto patrón												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra			D.U.O.	Tanda
Cemento	358.33	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1148	m <sup>3</sup>	1.00	358.33	kg	1.00	10.75	kg
Agua	215.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.2150	m <sup>3</sup>	0.60	227.09	lt	0.63	6.81	lt
Arena	844.44	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3226	m <sup>3</sup>	2.36	848.16	kg	2.37	25.44	kg
Piedra	853.58	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3226	m <sup>3</sup>	2.38	856.65	kg	2.39	25.70	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.5.2.DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO AL 0.5%

Para poder empezar con el diseño de mezcla con aditivo al 0.5%, fue necesario tener los datos de agua, cemento y resistencia a los 7 días del diseño preliminar, los cuales se pueden observar en la Tabla 62:



**Tabla 62:** Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 0.5%

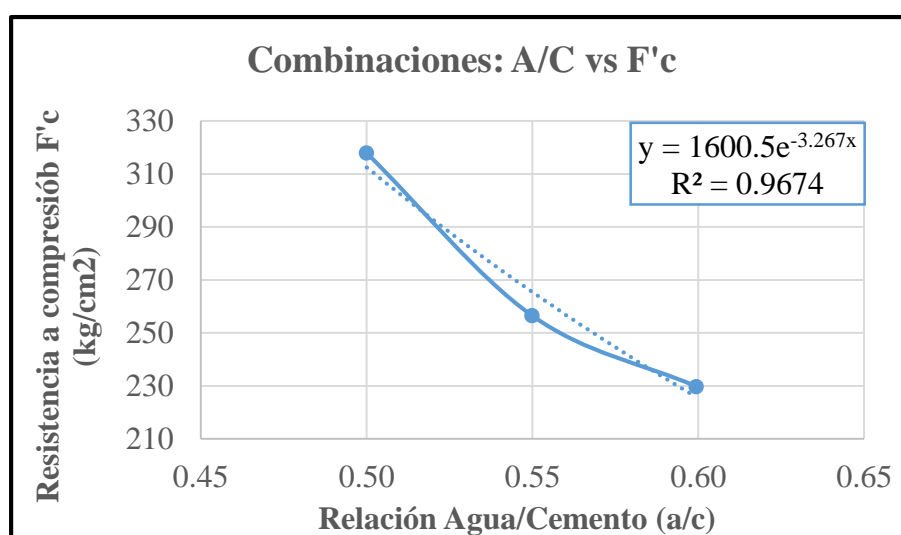
Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 0.5%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua útil	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>
a/c	0.50	-	a/c	0.55	-	a/c	0.60	-
Resistencia	317.86	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	256.49	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	229.73	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se requirieron los datos específicos del aditivo, los mismos que se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 0.50%*

Seguidamente, como primer paso se realizó un gráfico de curva con la relación agua/cemento y la resistencia a compresión a 7 días de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 62, obteniendo la ecuación más aproximada a la curva mediante el software MS Excel como se muestra en la Figura 9, con el fin de conseguir la relación agua/cemento correspondiente a la resistencia mínima estimada a 7 días:



**Figura 9:** Curva a/c vs f'c de combinaciones para el concreto con aditivo al 0.5%.

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo una ecuación aproximada del tipo exponencial, en la cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la resistencia a compresión (f'c) para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la resistencia estimada a la edad de 7 días  $f'c=221.25 \text{ kg/cm}^2$  en el valor Y de la ecuación con el fin de obtener su respectiva relación agua/cemento de la siguiente manera:

$$y = 1600.5 * e^{-3.267*x}$$

$$x = -\ln\left(\frac{y}{1600.5}\right)/3.267$$

$$x = -\ln\left(\frac{221.25}{1600.5}\right)/3.267$$

$$x = a/c = \mathbf{0.61}$$

El segundo paso constó en realizar una curva con la relación agua/cemento y cantidad de agua por  $\text{m}^3$  de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 62, obteniendo la ecuación lineal y polinómica más aproximada a la curva mediante software MS Excel como se muestra en la Figura 10, con el fin de estimar la cantidad de agua correspondiente a la relación agua/cemento calculada:

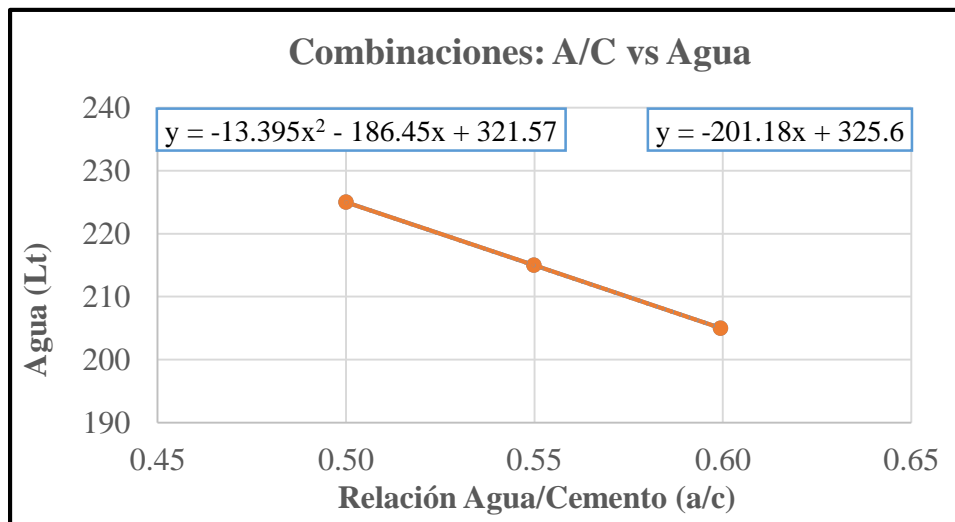


Figura 10: Curva a/c vs agua de combinaciones para el concreto con aditivo al 0.5%.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se obtuvo una ecuación lineal y otra polinómica que describen la variación de la cantidad de agua con respecto a la relación agua/cemento, en la

cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la cantidad de agua para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la relación agua/cemento obtenida de la curva anterior (a/c = 0.61), para obtener la cantidad estimada de agua en cada caso.

Ecuación polinómica:

$$y = -13.395 * x^2 - 186.45 * x + 321.57$$

$$y = -13.395 * 0.61^2 - 186.45 * 0.61 + 321.57$$

$$y = \text{Agua} = 204 \text{ lt/m}^3$$

Ecuación lineal:

$$y = -201.18 * x + 325.6$$

$$y = -201.18 * 0.61 + 325.6$$

$$y = \text{Agua} = 204 \text{ lt/m}^3$$

Conforme a los resultados obtenidos de las ecuaciones, se estimó una cantidad de agua de 204 lt/m<sup>3</sup>.

El tercer paso buscó comparar los resultados de relación agua/cemento y cantidad de agua obtenidos con los diseños de las combinaciones preliminares como se muestra en la Tabla 63, a fin de estimar el porcentaje de agregado fino y grueso en estado seco (Af% y Ag% respectivamente), así como el asentamiento (slump) esperado.

**Tabla 63:** *Combinaciones vs a/c y agua de diseño con aditivo al 0.5%*

Combinaciones VS a/c y agua de diseño con aditivo al 0.5%					
DISEÑOS	Af %	Ag%	a/c	Agua (lt)	Slump (pulg.)
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.50	225	4.00
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.55	215	4.50
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.60	205	4.00
DISEÑO ADT. 0.5%	-	-	0.60	204	-

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 63, se tuvo que la combinación D3 fue la más aproximada al diseño actual, por lo cual, se obtuvo un porcentaje de agregado fino en estado seco ( $Af\%$ ) de 50.0% y de agregado grueso en estado seco ( $Ag\%$ ) de 50.0%; así mismo, se estimó el asentamiento esperado a través de la siguiente ecuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$$

$$Slump = \frac{204}{205} * \frac{0.60}{0.61} * 4.00 = 3.92 \text{ pulg.}$$

En el cuarto paso se procedió a calcular la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua, con el objetivo de comparar el cemento a usar con la cantidad mínima establecida por la norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31) para un concreto cuya resistencia a compresión sea menor a 10 MPa a la edad de 28 días, la cual indica un contenido mínimo de cemento de 255 kg/m<sup>3</sup>; así mismo, se propuso una corrección en la cantidad de agua del diseño a fin de cumplir con la cantidad mínima de cemento y obtener un slump esperado mucho más ajustado al rango de 3 a 4 pulgadas, tal y como se puede ver en la Tabla 64.

**Tabla 64:** Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 0.5%

Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 0.5%									
<b>F'c (diseño):</b>	210.00 kg/cm <sup>2</sup>		<b>Edad:</b>	28 días		<b>Cemento Min.*:</b>	255 kg/m <sup>3</sup>		
DATOS PREVIOS ( $ec_1$ )			DATOS PREVIOS ( $ec_2$ )			PROPUESTA ( $Agua = 195 \text{ lt/m}^3$ )			
Agua	204	lt/m <sup>3</sup>	Agua	204	lt/m <sup>3</sup>	Agua	195.00	lt/m <sup>3</sup>	
a/c	0.61	-	a/c	0.61	-	a/c ( $ec_1$ )	0.61	a/c ( $ec_2$ )	0.61
Cemento	334.43	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	334.43	kg/m <sup>3</sup>	a/c ( <i>elegido</i> )	0.61		
Cumple			Cumple			Cemento	319.67	kg/m <sup>3</sup>	
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						Cumple			

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 64, para la ecuación polinómica ( $ec_1$ ) y lineal ( $ec_2$ ), la cantidad de cemento cumplió con el mínimo requerido, sin embargo, se propuso reducir el agua en mezcla de 204 lt/m<sup>3</sup> a 195 lt/m<sup>3</sup> con el fin de reducir el asentamiento estimado, en este sentido, se tuvo que para una cantidad de agua de 195 lt/m<sup>3</sup> se obtuvo una cantidad de cemento de 319.67 kg/m<sup>3</sup> que cumple con el mínimo requerido; así mismo, el cálculo del asentamiento estimado para la propuesta se presenta a continuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{195}{205} * \frac{0.60}{0.61} * 4.00 = 3.72 \text{ pulg.}$$

De esta manera se obtuvo un asentamiento más ajustado a la media del rango de 3 a 4 pulgadas; además, en vista de que los diseños se comparan en base a un porcentaje de aire de 2.5% del volumen total de mezcla, se procedió a resumir los datos obtenidos hasta el momento para el diseño en la Tabla 65:

**Tabla 65:** Resumen de datos para el diseño con aditivo al 0.5%

Resumen de datos para el diseño con aditivo al 0.5%								
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af%	Ag%	Aire (%)	Aditivo (%)	Aditivo (lt)
ADT. 0.5%	319.67	195.00	0.61	50.0	50.0	2.5	0.5	1.60

Fuente: elaboración propia.

Como quinto paso se calculó los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = 0.0250 \text{ m}^3$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{195.00}{1000.00} = 0.1950 \text{ m}^3$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se obtuvo como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{319.67}{3120.00} = 0.1025 \text{ m}^3$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se obtuvo como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{1.60}{1200.00}$$

$$V_{aditivo} = 0.0013 \text{ m}^3$$

El sexto paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se debe calcular el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1 \text{ m}^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.1950 + 0.1025 + 0.0013 + V_{global}$$

$$V_{global} = \mathbf{0.6762 \text{ m}^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{SA.F.}$ ):

$$V_{SA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{SA.F.} = 50.00\% * 0.6762$$

$$V_{SA.F.} = \mathbf{0.3381 \text{ m}^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{SA.G.}$ ):

$$V_{SA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{SA.G.} = 50.00\% * 0.6762$$

$$V_{SA.G.} = \mathbf{0.3381 \text{ m}^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{SA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3381$$

$$P.S.A. = \mathbf{885.02 \text{ kg}}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E. * V_{S.A.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3381$$

$$P.S.P. = \mathbf{894.59 \text{ kg}}$$

En el séptimo paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{319.67 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{195.00 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.61}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{1.60 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.005}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{885.02 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.77}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{894.59 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.80}$$

Como octavo paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrezcan los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco será afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.A. = 885.02 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{888.91 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Peso Húmedo de Arena = 888.91 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.P. = 894.59 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{897.81 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Peso Húmedo de Piedra = 897.81 \text{ kg}}$$

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.A. = 885.02 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = \mathbf{-2.744 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Aporte de Agua por Arena = -2.744 \text{ lt}}$$



Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$
$$A.A.P. = 894.59 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 9.930 \text{ lt}$$

$$\text{Aporte de Agua por Piedra} = - 9.930 \text{ lt}$$

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$
$$A.C. = 195.00 - (-2.744 - 9.930) = 207.67 \text{ lt}$$

$$\text{Agua Corregida} = 207.67 \text{ lt}$$

El noveno paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{319.67 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 1.00$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{207.67 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.65$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.60 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.005$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{888.91 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 2.78$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. H. P.}{Cemento} = \frac{897.81 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{2.81}$$

Como décimo paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 6 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.030 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = Cemento * Vol. tanda$$

$$C = 319.67 * 0.03 = \mathbf{9.59 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A. C. * Vol. tanda$$

$$A = 207.67 * 0.03 = \mathbf{6.23 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 888.91 * 0.03 = \mathbf{26.65 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 897.81 * 0.03 = \mathbf{26.96 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 1.60 * 0.03 = \mathbf{0.04795 \text{ lt} = 47.95 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 66 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño de concreto con aditivo al 0.5%.

**Tabla 66:** Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 0.5%

Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 0.5%													
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra			D.U.O.	Tanda	
Cemento	319.67	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.1025	m <sup>3</sup>	1.00	319.67	kg	1.00	9.59	kg	
Agua	195.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.1950	m <sup>3</sup>	0.61	207.67	lt	0.65	6.23	lt	
Arena	885.02	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3381	m <sup>3</sup>	2.77	888.91	kg	2.78	26.65	kg	
Piedra	894.59	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3381	m <sup>3</sup>	2.80	897.81	kg	2.81	26.96	kg	
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	
Aditivo	1.60	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0013	m <sup>3</sup>	0.005	1.60	lt	0.005	47.95	g	

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.5.3.DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO AL 1.0%

Para poder empezar con el diseño de mezcla con aditivo al 1.0%, fue necesario tener los datos de agua, cemento y resistencia a los 7 días del diseño preliminar, los cuales se pueden observar en la Tabla 67:

**Tabla 67:** Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 1.0%

Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 1.0%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Reducción (%)	3.10	%	Reducción (%)	11.76	%	Reducción (%)	5.52	%
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua reducida	6.97	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	25.29	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	11.32	lt/m <sup>3</sup>
Agua útil	218.03	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	189.71	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	193.68	lt/m <sup>3</sup>
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>
a/c	0.48	-	a/c	0.49	-	a/c	0.57	-
Resistencia	299.94	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	345.48	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	260.47	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se requirieron los datos específicos del aditivo, los mismos que se muestran a continuación:

- Tipo: Sika Cem Plastificante
- Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>
- Adt% : 1.00%

Seguidamente, como primer paso se realizó un gráfico de curva con la relación agua/cemento y la resistencia a compresión a 7 días de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 67, obteniendo la ecuación más aproximada a la curva mediante el software MS Excel como se muestra en la Figura 11, con el fin de conseguir la relación agua/cemento correspondiente a la resistencia mínima estimada a 7 días:

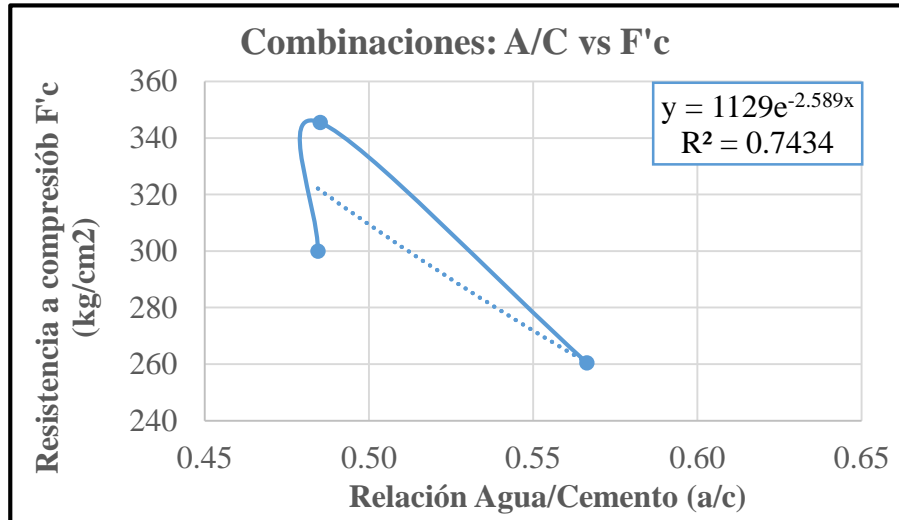


Figura 11: Curva a/c vs f'c de combinaciones para el concreto con aditivo al 1.0%.

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo una ecuación aproximada del tipo exponencial, en la cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la resistencia a compresión (f'c) para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la resistencia estimada a la edad de 7 días f'c=221.25 kg/cm<sup>2</sup> en el valor Y de la ecuación con el fin de obtener su respectiva relación agua/cemento de la siguiente manera:

$$y = 1129 * e^{-2.589*x}$$

$$x = -\ln\left(\frac{y}{1129}\right)/2.589$$

$$x = -\ln\left(\frac{221.25}{1129}\right)/2.589$$

$$x = a/c = \mathbf{0.63}$$

El segundo paso constó en realizar una curva con la relación agua/cemento y cantidad de agua por m<sup>3</sup> de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 67, obteniendo la ecuación lineal y polinómica más aproximada a la curva mediante software MS Excel como se muestra en la Figura 12, con el fin de estimar la cantidad de agua correspondiente a la relación agua/cemento calculada:

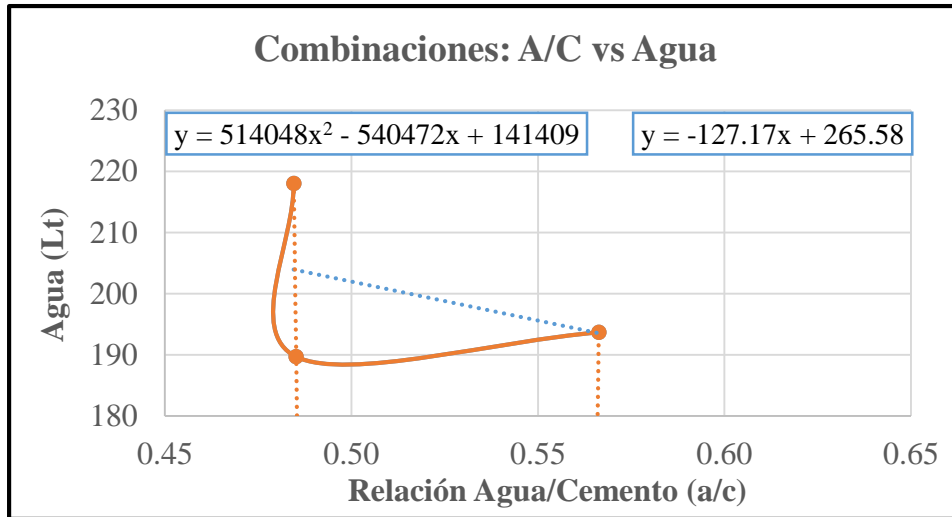


Figura 12: Curva a/c vs agua de combinaciones para el concreto con aditivo al 1.0%.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se obtuvo una ecuación lineal y otra polinómica que describen la variación de la cantidad de agua con respecto a la relación agua/cemento de la manera más aproximada posible, donde se presentó una variación abrupta entre los puntos de 0.48 y 0.49 para la relación agua/cemento debido a la reducción de agua durante el mezclado; así mismo, se tiene que los valores de X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la cantidad de agua para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la relación agua/cemento obtenida en el gráfico anterior (a/c = 0.63), para obtener la cantidad estimada de agua en cada caso.

Ecuación polinómica:

$$y = 514048 * x^2 - 540472 * x + 141409$$

$$y = -514048 * 0.63^2 - 540472 * 0.63 + 141409$$

$$y = \text{Agua} = 4885 \text{ lt/m}^3$$

Ecuación lineal:

$$y = -127.17 * x + 265.58$$

$$y = -127.17 * 0.63 + 265.58$$

$$y = \text{Agua} = \mathbf{186 \text{ lt/m}^3}$$

Conforme a los resultados obtenidos de las ecuaciones, se estimó una cantidad de agua de 186 lt/m<sup>3</sup>, descartando el resultado de la ecuación polinómica (4885 lt/m<sup>3</sup>) debido a que su resultado no corresponde a un valor real a considerar.

El tercer paso buscó comparar los resultados de relación agua/cemento y cantidad de agua obtenidos con los diseños de las combinaciones preliminares como se muestra en la Tabla 68, a fin de estimar el porcentaje de agregado fino y grueso en estado seco (*Af%* y *Ag%* respectivamente), así como el asentamiento (slump) esperado.

**Tabla 68:** *Combinaciones vs a/c y agua de diseño con aditivo al 1.0%*

Combinaciones vs a/c y agua de diseño con aditivo al 1.0%					
DISEÑOS	<i>Af</i> %	<i>Ag</i> %	<i>a/c</i>	Agua (lt)	Slump (pulg.)
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.48	225	7.00
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.49	215	4.50
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.57	205	4.50
DISEÑO ADT. 1.0%	-	-	0.63	186	-

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 68, se tuvo que la combinación D3 fue la más aproximada al diseño actual, por lo cual, se obtuvo un porcentaje de agregado fino en estado seco (*Af%*) de 50.0% y de agregado grueso en estado seco (*Ag%*) de 50.0%; así mismo, se estimó el asentamiento esperado a través de la siguiente ecuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$$

$$Slump = \frac{186}{205} * \frac{0.57}{0.63} * 4.50 = \mathbf{3.69 \text{ pulg.}}$$

En el cuarto paso se procedió a calcular la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua, con el objetivo de comparar el cemento a usar con la

cantidad mínima establecida por la norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31) para un concreto cuya resistencia a compresión sea menor a 10 MPa a la edad de 28 días, la cual indica un contenido mínimo de cemento de 255 kg/m<sup>3</sup>; así mismo, se propuso una corrección en la cantidad de agua del diseño a fin de cumplir con la cantidad mínima de cemento y obtener un slump esperado mucho más ajustado al rango de 3 a 4 pulgadas, tal y como se puede ver en la Tabla 69.

**Tabla 69:** Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 1.0%

Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 1.0%										
<b>F'c (diseño):</b>		210.00 kg/cm <sup>2</sup>		<b>Edad:</b>		28 días		<b>Cemento Min.*:</b>		255 kg/m <sup>3</sup>
DATOS PREVIOS ( <i>ec</i> <sub>1</sub> )			DATOS PREVIOS ( <i>ec</i> <sub>2</sub> )			PROPUESTA ( <i>Agua</i> = 185 lt/m <sup>3</sup> )				
Agua	-	lt/m <sup>3</sup>	Agua	186	lt/m <sup>3</sup>	Agua	185.00	lt/m <sup>3</sup>		
a/c	0.63	-	a/c	0.63	-	a/c ( <i>ec</i> <sub>1</sub> )	0.57	a/c ( <i>ec</i> <sub>2</sub> )	0.63	
Cemento	-	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	295.24	kg/m <sup>3</sup>	a/c ( <i>elegido</i> )	0.63			
No cumple			Cumple			Cemento	293.65	kg/m <sup>3</sup>		
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						Cumple				

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 69, para la ecuación lineal (*ec*<sub>2</sub>), la cantidad de cemento cumplió con el mínimo requerido, sin embargo, se propuso reducir el agua en mezcla de 186 lt/m<sup>3</sup> a 185 lt/m<sup>3</sup> con el fin de redondear la cantidad y reducir el asentamiento estimado, en este sentido, se tuvo que para una cantidad de agua de 185 lt/m<sup>3</sup> se obtuvo una cantidad de cemento de 293.65 kg/m<sup>3</sup> que cumple con el mínimo requerido; así mismo, el cálculo del asentamiento estimado para la propuesta se presenta a continuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{185}{205} * \frac{0.57}{0.63} * 4.50 = 3.67 \text{ pulg.}$$

De esta manera se obtuvo un asentamiento más ajustado a la media del rango de 3 a 4 pulgadas; además, en vista de que los diseños se comparan en base a un porcentaje de aire de 2.5% del volumen total de mezcla, se procedió a resumir los datos obtenidos hasta el momento para el diseño en la Tabla 70:

**Tabla 70:** Resumen de datos para el diseño con aditivo al 1.0%

Resumen de datos para el diseño con aditivo al 1.0%								
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af%	Ag%	Aire (%)	Aditivo (%)	Aditivo (lt)
ADT. 1.0%	293.65	185.00	0.63	50.0	50.0	2.5	1.0	2.94

Fuente: elaboración propia.

Como quinto paso se calculó los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por  $m^3$  de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = \mathbf{0.0250 m^3}$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{185.00}{1000.00} = \mathbf{0.1850 m^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se obtuvo como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{293.65}{3120.00} = \mathbf{0.0941 m^3}$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se obtuvo como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{2.94}{1200.00}$$

$$V_{aditivo} = \mathbf{0.0025 m^3}$$

El sexto paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se debe calcular el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1 m^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.1850 + 0.0941 + 0.0025 + V_{global}$$

$$V_{global} = \mathbf{0.6934 m^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{sA.F.}$ ):

$$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$$



$$V_{SA.F.} = 50.00\% * 0.6934$$

$$V_{SA.F.} = \mathbf{0.3467 m^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{SA.G.}$ ):

$$V_{SA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{SA.G.} = 50.00\% * 0.6934$$

$$V_{SA.G.} = \mathbf{0.3467 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E. * V_{SA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3467$$

$$P.S.A. = \mathbf{907.53 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E. * V_{SA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3467$$

$$P.S.P. = \mathbf{917.34 kg}$$

En el sétimo paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{293.65 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{185.00 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.63}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.94 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P. S. A.}{Cemento} = \frac{907.53 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.09}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P. S. P.}{Cemento} = \frac{917.34 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.13}$$

Como octavo paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrezcan los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco será afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left( 1 + \frac{Hum. \%}{100\%} \right)$$

$$P. H. A. = 907.53 * \left( 1 + \frac{0.44}{100} \right) = \mathbf{911.52 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Peso Húmedo de Arena = 911.52 \text{ kg}}$$

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P.H.P. = 917.34 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{920.64 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{Peso Húmedo de Piedra = 920.64 \text{ kg}}$$

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.A. = 907.53 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = \mathbf{- 2.813 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Aporte de Agua por Arena = - 2.813 \text{ lt}}$$

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$$

$$A.A.P. = 917.34 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = \mathbf{- 10.182 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Aporte de Agua por Piedra = - 10.182 \text{ lt}}$$

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$$

$$A.C. = 185.00 - (-2.813 - 10.182) = \mathbf{198.00 \text{ lt}}$$

$$\mathbf{Agua\ Correctada = 198.00\ lt}$$

El noveno paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{293.65\ kg/m^3}{293.65\ kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{198.00\ lt/m^3}{293.65\ kg/m^3} = \mathbf{0.67}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.94\ lt/m^3}{293.65\ kg/m^3} = \mathbf{0.010}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{911.52\ kg/m^3}{293.65\ kg/m^3} = \mathbf{3.10}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{920.64\ kg/m^3}{293.65\ kg/m^3} = \mathbf{3.14}$$

Como décimo paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 6 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.030 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = Cemento * Vol.tanda$$

$$C = 293.65 * 0.03 = \mathbf{8.81 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.*Vol.tanda$$

$$A = 198.00 * 0.03 = \mathbf{5.94 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = P.H.A.*Vol.tanda$$

$$A.G. = 911.52 * 0.03 = \mathbf{27.34 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = P.H.P.*Vol.tanda$$

$$P.CH. = 920.64 * 0.03 = \mathbf{27.63 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol.tanda$$

$$ADT. = 2.94 * 0.03 = \mathbf{0.08810 \text{ lt} = 88.10 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 71 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño de concreto con aditivo al 1.0%.

**Tabla 71:** Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 1.0%

Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 1.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	293.65	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.0941	m <sup>3</sup>	1.00	293.65	kg	1.00	8.81	kg
Agua	185.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.1850	m <sup>3</sup>	0.63	198.00	lt	0.67	5.94	lt
Arena	907.53	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3467	m <sup>3</sup>	3.09	911.52	kg	3.10	27.34	kg
Piedra	917.34	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3467	m <sup>3</sup>	3.13	920.64	kg	3.14	27.63	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	2.94	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0025	m <sup>3</sup>	0.010	2.94	lt	0.010	88.10	g

Fuente: elaboración propia.

#### 2.5.5.4.DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO AL 2.0%

Para poder empezar con el diseño de mezcla con aditivo al 2.0%, fue necesario tener los datos de agua, cemento y resistencia a los 7 días del diseño preliminar, los cuales se pueden observar en la Tabla 72:

**Tabla 72:** Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 2.0%

Datos del diseño preliminar para el diseño de mezcla con aditivo al 2.0%								
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3		
Reducción (%)	1.92	%	Reducción (%)	1.79	%	Reducción (%)	2.06	%
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>
Agua reducida	4.31	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	3.86	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	4.21	lt/m <sup>3</sup>
Agua útil	220.69	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	211.14	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	200.79	lt/m <sup>3</sup>
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>
a/c	0.49	-	a/c	0.54	-	a/c	0.59	-
Resistencia	442.02	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	449.40	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	429.58	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, se requirieron los datos específicos del aditivo, los mismos que se muestran a continuación:

- *Tipo: Sika Cem Plastificante*
- *Peso específico (P.E.): 1200.00 lt/m<sup>3</sup>*
- *Adt% : 2.00%*

Seguidamente, como primer paso se realizó un gráfico de curva con la relación agua/cemento y la resistencia a compresión a 7 días de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 72, obteniendo la ecuación más aproximada a la curva mediante el software MS Excel como se muestra en la Figura 13, con el fin de conseguir la relación agua/cemento correspondiente a la resistencia mínima estimada a 7 días:

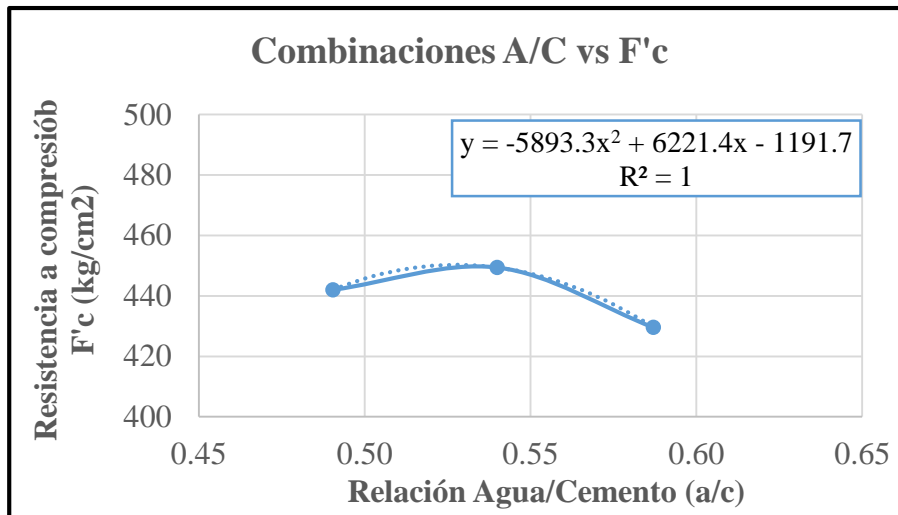


Figura 13: Curva a/c vs f'c de combinaciones para el concreto con aditivo al 2.0%.

Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo una ecuación aproximada del tipo exponencial, en la cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la resistencia a compresión (f'c) para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la resistencia estimada a la edad de 7 días  $f'c=221.25 \text{ kg/cm}^2$  en el valor Y de la ecuación con el fin de obtener su respectiva relación agua/cemento de la siguiente manera:

$$y = -5893.3 * x^2 + 6221.4 * x - 1191.7$$

$$221.25 = -5893.3 * x^2 + 6221.4 * x - 1191.7$$

$$x_1 = 0.33 ; x_2 = 0.72$$

$$x = a/c = \mathbf{0.72}$$

Se descartó el resultado de  $a/c = 0.33$  debido a que dicha relación representa una cantidad de agua excesivamente baja con respecto a los diseños preliminares que oscilan entre 0.50 y 0.60, por lo cual se acepta el valor de 0.72 al encontrarse más cerca del rango.

El segundo paso constó en realizar una curva con la relación agua/cemento y cantidad de agua por  $\text{m}^3$  de las combinaciones del diseño preliminar de la Tabla 72, obteniendo la ecuación lineal y polinómica más aproximada a la curva mediante software MS Excel como se muestra en la Figura 14, con el fin de estimar la cantidad de agua correspondiente a la relación agua/cemento calculada:

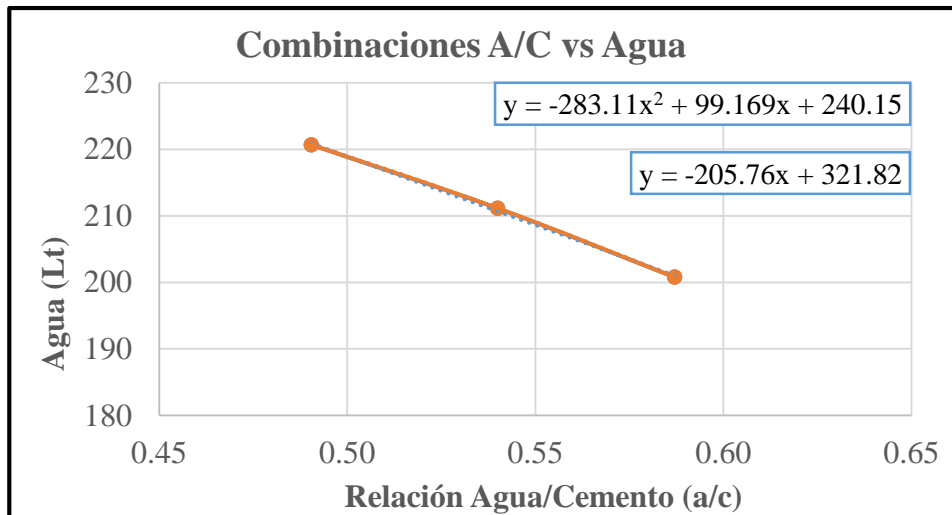


Figura 14: Curva a/c vs agua de combinaciones para el concreto con aditivo al 2.0%.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el gráfico, se obtuvo una ecuación lineal y otra polinómica que describen la variación de la cantidad de agua con respecto a la relación agua/cemento, en la cual, los valores X representan la relación agua/cemento (a/c) y los valores Y representan la cantidad de agua para una edad de 7 días; por lo tanto, se procede a reemplazar el valor de la relación agua/cemento obtenida de la curva anterior (a/c = 0.72), para obtener la cantidad estimada de agua en cada caso.

Ecuación polinómica:

$$y = -283.11 * x^2 + 99.169 * x + 240.15$$

$$y = -283.11 * 0.72^2 + 99.169 * 0.72 + 240.15$$

$$y = \text{Agua} = \mathbf{163 \text{ lt/m}^3}$$

Ecuación lineal:

$$y = -205.76 * x + 321.82$$

$$y = -205.76 * 0.72 + 321.82$$

$$y = \text{Agua} = \mathbf{173 \text{ lt/m}^3}$$

Conforme a los resultados obtenidos de las ecuaciones, se estimó una cantidad de agua de 163 lt/m<sup>3</sup>, aceptando el resultado de la ecuación polinómica sobre la lineal por el hecho de poseer una mejor precisión.



El tercer paso buscó comparar los resultados de relación agua/cemento y cantidad de agua obtenidos con los diseños de las combinaciones preliminares como se muestra en la Tabla 73, a fin de estimar el porcentaje de agregado fino y grueso en estado seco ( $Af\%$  y  $Ag\%$  respectivamente), así como el asentamiento (slump) esperado.

**Tabla 73:** *Combinaciones vs a/c y agua de diseño con aditivo al 2.0%*

Combinaciones vs a/c y agua de diseño con aditivo al 2.0%					
DISEÑOS	$Af\%$	$Ag\%$	$a/c$	Agua (lt)	Slump (pulg.)
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.49	225	6.50
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.54	215	6.00
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.59	205	5.00
DISEÑO ADT. 2.0%	-	-	0.72	163	-

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 73, se tuvo que la combinación D3 fue la más aproximada al diseño actual, por lo cual, se obtuvo un porcentaje de agregado fino en estado seco ( $Af\%$ ) de 50.0% y de agregado grueso en estado seco ( $Ag\%$ ) de 50.0%; así mismo, se estimó el asentamiento esperado a través de la siguiente ecuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$$

$$Slump = \frac{163}{205} * \frac{0.59}{0.72} * 5.00 = 3.26 \text{ pulg.}$$

En el cuarto paso se procedió a calcular la cantidad de cemento en base a la relación agua/cemento y cantidad de agua, con el objetivo de comparar el cemento a usar con la cantidad mínima establecida por la norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31) para un concreto cuya resistencia a compresión sea menor a 10 MPa a la edad de 28 días, la cual indica un contenido mínimo de cemento de 255 kg/m<sup>3</sup>; así mismo, se propuso una corrección en la cantidad de agua del diseño a fin de cumplir con la cantidad mínima de cemento y obtener un slump esperado mucho más ajustado al rango de 3 a 4 pulgadas, tal y como se puede ver en la Tabla 74.

**Tabla 74:** Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 2.0%

Corrección de agua por cemento mínimo en diseño con aditivo al 2.0%									
<b>F'c (diseño):</b>	210.00 kg/cm <sup>2</sup>		<b>Edad:</b>	28 días		<b>Cemento Min.*:</b>	255 kg/m <sup>3</sup>		
DATOS PREVIOS ( <i>ec</i> <sub>1</sub> )			DATOS PREVIOS ( <i>ec</i> <sub>2</sub> )			PROPUESTA ( <i>Agua</i> = 180 lt/m <sup>3</sup> )			
Agua	163.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua	173.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua	180.00	lt/m <sup>3</sup>	
a/c	0.72	-	a/c	0.72	-	a/c ( <i>ec</i> <sub>1</sub> )	0.67	a/c ( <i>ec</i> <sub>2</sub> )	0.69
Cemento	226.38	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	240.28	kg/m <sup>3</sup>	a/c ( <i>elegido</i> )	0.70		
<b>No cumple</b>			<b>No cumple</b>			Cemento	257.14	kg/m <sup>3</sup>	
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						<b>Cumple</b>			

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 74, para la ecuación polinómica (*ec*<sub>1</sub>) y lineal (*ec*<sub>2</sub>), la cantidad de cemento no cumplió con el mínimo requerido, sin embargo, se propuso aumentar el agua en mezcla de 163 lt/m<sup>3</sup> a 180 lt/m<sup>3</sup> con el fin de cumplir con la cantidad mínima de cemento y aumentar el asentamiento estimado, en este sentido, se tuvo que para una cantidad de agua de 180 lt/m<sup>3</sup> se obtuvo una cantidad de cemento de 257.14 kg/m<sup>3</sup> que cumple con el mínimo requerido; así mismo, el cálculo del asentamiento estimado para la propuesta se presenta a continuación:

$$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{180}{205} * \frac{0.59}{0.70} * 5.00 = 3.70 \text{ pulg.}$$

De esta manera se obtuvo un asentamiento más ajustado a la media del rango de 3 a 4 pulgadas; además, en vista de que los diseños se comparan en base a un porcentaje de aire de 2.5% del volumen total de mezcla, se procedió a resumir los datos obtenidos hasta el momento para el diseño en la Tabla 75:

**Tabla 75:** Resumen de datos para el diseño con aditivo al 2.0%

Resumen de datos para el diseño con aditivo al 2.0%								
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af%	Ag%	Aire (%)	Aditivo (%)	Aditivo (lt)
ADT. 2.0%	257.14	180.00	0.70	50.0	50.0	2.5	2.0	5.14

Fuente: elaboración propia.

Como quinto paso se calculó los volúmenes de aire, agua, cemento y aditivo.

El volumen de aire se expresó a partir del porcentaje por m<sup>3</sup> de la siguiente manera:

$$V_{aire} = Aire = 2.50\% = 0.0250 \text{ m}^3$$

El volumen de agua se obtuvo dividiendo la cantidad de agua (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.) como se muestra a continuación:

$$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{180.00}{1000.00} = \mathbf{0.1800\ m^3}$$

El volumen de cemento, al igual que el agua, se obtuvo como la cantidad de cemento (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{257.54}{3120.00} = \mathbf{0.0824\ m^3}$$

El volumen de aditivo, al igual que con el cemento, se obtuvo como la cantidad de aditivo (por metro cúbico de concreto) entre su peso específico (P.E.):

$$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{5.14}{1200.00}$$

$$V_{aditivo} = \mathbf{0.0043\ m^3}$$

El sexto paso constó en determinar el volumen y peso seco de los agregados, para lo cual se debe calcular el volumen que ocupan ( $V_{global}$ ) por diferencia para  $1\ m^3$ , restando los volúmenes de aire, agua y cemento, de la siguiente manera:

$$1\ m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$$

$$1.00 = 0.0250 + 0.1800 + 0.0824 + 0.0043 + V_{global}$$

$$V_{global} = \mathbf{0.7083\ m^3}$$

Los volúmenes secos de agregado fino y grueso se calcularon como sus respectivos porcentajes ( $Af\%$  y  $Ag\%$ ) multiplicados por el volumen global.

Volumen seco del agregado fino ( $V_{SA.F.}$ ):

$$V_{SA.F.} = Af\% * V_{global}$$

$$V_{SA.F.} = 50.00\% * 0.7083$$

$$V_{SA.F.} = \mathbf{0.3542\ m^3}$$

Volumen seco del agregado grueso ( $V_{sA.G.}$ ):

$$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$$

$$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.7083$$

$$V_{sA.G.} = \mathbf{0.3542 m^3}$$

Y para determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso (arena y piedra chancada respectivamente), se multiplicó el volumen seco por el peso específico (P.E.), respectivamente para cada agregado.

Peso seco de la arena (P.S.A.):

$$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$$

$$P.S.A. = 2617.62 * 0.3542$$

$$P.S.A. = \mathbf{927.03 kg}$$

Peso seco de la piedra chancada (P.S.P.):

$$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$$

$$P.S.P. = 2645.93 * 0.3542$$

$$P.S.P. = \mathbf{937.06 kg}$$

En el séptimo paso, se procedió a obtener la dosificación unitaria de la mezcla en estado seco (D.U.S.), para ello, se dividió el peso de cada material entre el peso del cemento obtenido.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{257.14 kg/m^3}{257.14 kg/m^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{180.00 lt/m^3}{257.14 kg/m^3} = \mathbf{0.70}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{5.14 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{927.03 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.61}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{937.06 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.64}$$

Como octavo paso se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agregados por contenido de humedad y absorción, así como la corrección de la cantidad de agua por el aporte o reducción que ofrezcan los agregados.

Para la corrección del agregado fino y grueso, se consideró el contenido de humedad que posee el agregado en estado natural (peso húmedo), por lo cual, el peso en estado seco será afectado por el porcentaje de contenido de humedad presente en cada agregado respectivamente.

Para el peso húmedo de la arena (P.H.A.) se tiene:

$$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. A. = 927.03 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = \mathbf{931.11 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Arena = 931.11 kg**

Para el peso húmedo de la piedra chancada (P.H.P.) se tiene:

$$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$$

$$P. H. P. = 937.06 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = \mathbf{940.43 \text{ kg}}$$

**Peso Húmedo de Piedra = 940.43 kg**

A continuación, se procedió a calcular el aporte de agua de los agregados a la mezcla, que es el contenido de humedad (agua que aporta a la mezcla) restado del porcentaje de absorción (agua que absorbe de la mezcla) que tiene el agregado, multiplicado por el peso del agregado en estado seco.

Para el aporte de agua de la arena (A.A.A.) se tiene:

$$A. A. A. = P. S. A. * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. A. = 927.03 * \left( \frac{0.44 - 0.75}{100} \right) = - 2.905 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Arena = - 2.905 lt**

Para el aporte de agua de la piedra chancada (A.A.P.) se tiene:

$$A. A. P. = P. S. P * \left( \frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%} \right)$$

$$A. A. P. = 937.06 * \left( \frac{0.36 - 1.47}{100} \right) = - 10.401 \text{ lt}$$

**Aporte de Agua por Piedra = - 10.401 lt**

Por consiguiente, se procedió a realizar la corrección de la cantidad de agua al restarle el aporte de agua por parte de los agregados, entonces, el agua corregida (A.C.) se obtuvo de la siguiente manera:

$$A. C. = Agua - (A. A. A. + A. A. P.)$$

$$A. C. = 180.00 - (-2.905 - 10.401) = 193.31 \text{ lt}$$

**Agua Corregida = 193.31 lt**

El noveno paso constó en realizar la dosificación unitaria en obra (D.U.O.), la cual se obtiene al dividir el peso de los insumos ya corregidos entre el peso del cemento.

Para el cemento (C):

$$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{257.14 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{1.00}$$

Para el agua (A):

$$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{193.31 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.75}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{5.14 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.020}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{931.11 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.62}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{940.43 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{3.66}$$

Como décimo paso se procedió a realizar la dosificación por tanda, para poder tener las cantidades de material que conformarán la mezcla de concreto a ensayar; para ello, se estimó un volumen correspondiente a 6 probetas de concreto de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, cuyo volumen (*Vol. tanda*) calculado previamente fue de 0.030 m<sup>3</sup>.

Entonces, la dosificación por tanda se calculó mediante el producto del peso de los insumos por el volumen de la tanda.

Para el cemento (C):

$$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$$

$$C = 257.14 * 0.03 = \mathbf{7.71 \text{ kg}}$$

Para el agua (A):

$$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$$

$$A = 193.31 * 0.03 = \mathbf{5.80 \text{ lt}}$$

Para la arena gruesa (A.G.):

$$A. G. = P. H. A. * Vol. tanda$$

$$A. G. = 931.11 * 0.03 = \mathbf{27.95 \text{ kg}}$$

Para la piedra chancada (P.CH.):

$$P. CH. = P. H. P. * Vol. tanda$$

$$P. CH. = 940.43 * 0.03 = \mathbf{28.20 \text{ kg}}$$

Para el aditivo (ADT.):

$$ADT. = Aditivo * Vol. tanda$$

$$ADT. = 5.14 * 0.03 = \mathbf{0.15429 \text{ lt} = 154.29 \text{ g}}$$

Finalmente, se presenta la Tabla 76 con el resumen de los cálculos obtenidos para el diseño de concreto con aditivo al 2.0%.

**Tabla 76:** Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 2.0%

Resumen de resultados de dosificación para el diseño con aditivo al 2.0%												
Material	Peso Seco		Peso Específico		Volumen Absoluto		D.U.S	Peso en Obra		D.U.O.	Tanda	
Cemento	257.14	kg	3120.00	kg/m <sup>3</sup>	0.0824	m <sup>3</sup>	1.00	257.14	kg	1.00	7.71	kg
Agua	180.00	lt	1000.00	lt/m <sup>3</sup>	0.1800	m <sup>3</sup>	0.70	193.31	lt	0.75	5.80	lt
Arena	927.03	kg	2617.62	kg/m <sup>3</sup>	0.3542	m <sup>3</sup>	3.61	931.11	kg	3.62	27.95	kg
Piedra	937.06	kg	2645.93	kg/m <sup>3</sup>	0.3542	m <sup>3</sup>	3.64	940.43	kg	3.66	28.20	kg
Aire	2.50	%	100.00	%/m <sup>3</sup>	0.0250	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
Aditivo	5.14	lt	1200.00	lt/m <sup>3</sup>	0.0043	m <sup>3</sup>	0.020	5.14	lt	0.020	154.29	g

Fuente: elaboración propia.



## 2.5.6. ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 2.5.6.1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO

Se realizó la inspección de la consistencia de la mezcla a través de la medida del asentamiento; además cabe mencionar que, a diferencia de los diseños de mezcla preliminar, en este caso no se alteró la cantidad de agua de diseño durante el proceso de mezclado; así mismo, el aditivo superplastificante fue mezclado previamente en porciones con el agua que se iba aplicando a la mezcla.

#### 2.5.6.1.1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO PATRÓN

Se tiene que para la mezcla de concreto patrón no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, se obtuvo un asentamiento (slump) que se presenta en la Tabla 77:

**Tabla 77:** Asentamiento del concreto patrón

Asentamiento del concreto patrón				
Slump diseño	[Min. – Máx.]		3 - 4	pulg.
Slump real	S		4.75	pulg.
Diferencia	$S < \text{Min.}; D = S - \text{Min.}$	$S > \text{Máx.}; D = S - \text{Máx.}$	+ 18.75	mm
Diferencia máx.*	Dmáx		±9.00	mm
Estado:	Dmáx < D		NO CUMPLE	
* NTP 339.035 (INACAL, 2015, p. 8).				

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de concreto patrón obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (15/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad en el ambiente donde se almacenaron los agregados, dando la posibilidad de que estos contengan un mayor contenido de humedad al obtenido mediante ensayo, a diferencia de dos días antes (13/05/2019), fecha donde se tuvo un clima más templado y donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 4 pulg.

#### 2.5.6.1.2. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 0.5%

Se tiene que para la mezcla de concreto con aditivo al 0.5% no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, se obtuvo un asentamiento (slump) que se presenta en la Tabla 78:

**Tabla 78:** Asentamiento del concreto con aditivo al 0.5%

Asentamiento del concreto con aditivo al 0.5%			
Slump diseño	[Min. – Máx.]		3 - 4 pulg.
Slump real	S		4.50 pulg.
Diferencia	S < Min. ; D = S – Min.	S > Máx. ; D = S – Máx.	+ 12.50 mm
Diferencia máx.*	Dmáx		±9.00 mm
Estado:	Dmáx < D		<b>NO CUMPLE</b>
* NTP 339.035 (INACAL, 2015, p. 8).			

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de concreto con aditivo al 0.5% obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (16/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad en el ambiente donde se almacenaron los agregados, dando la posibilidad de que estos contengan un mayor contenido de humedad al obtenido mediante ensayo, a diferencia de dos días antes (14/05/2019), fecha donde se tuvo un clima más templado y donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 3.85 pulg.

#### 2.5.6.1.3. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 1.0%

Se tiene que para la mezcla de concreto con aditivo al 1.0% no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, se obtuvo un asentamiento (slump) que se presenta en la Tabla 79:

**Tabla 79:** Asentamiento del concreto con aditivo al 1.0%

Asentamiento del concreto con aditivo al 1.0%			
Slump diseño	[Min. – Máx.]		3 - 4 pulg.
Slump real	S		4.25 pulg.
Diferencia	S < Min. ; D = S – Min.	S > Máx. ; D = S – Máx.	+ 6.25 mm
Diferencia máx.*	Dmáx		±9.00 mm
Estado:	Dmáx > D		<b>CUMPLE</b>
* NTP 339.035 (INACAL, 2015, p. 8).			

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de concreto con aditivo al 1.0% obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, la diferencia se encuentra dentro del máximo permisible por la norma NTP 339.035; además, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (15/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad en el ambiente donde se almacenaron los agregados, dando la

posibilidad de que estos contengan un mayor contenido de humedad al obtenido mediante ensayo, a diferencia de dos días antes (13/05/2019), fecha donde se tuvo un clima más templado y donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 3.50 pulg.

#### 2.5.6.1.4. ENSAYO DE ASENTAMIENTO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 2.0%

Se tiene que para la mezcla de concreto con aditivo al 2.0% no se realizó ninguna reducción de agua en la mezcla, así mismo, se obtuvo un asentamiento (slump) que se presenta en la Tabla 80:

**Tabla 80:** Asentamiento del concreto con aditivo al 2.0%

Asentamiento del concreto con aditivo al 2.0%			
Slump diseño	[Min. – Máx.]		3 - 4 pulg.
Slump real	S		4.50 pulg.
Diferencia	S < Min. ; D = S – Min.	S > Máx. ; D = S – Máx.	+ 12.50 mm
Diferencia máx.*	Dmáx		±9.00 mm
Estado:	Dmáx < D		<b>NO CUMPLE</b>
* NTP 339.035 (INACAL, 2015, p. 8).			

Fuente: elaboración propia.

Se observó que el diseño de concreto con aditivo al 2.0% obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (16/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad en el ambiente donde se almacenaron los agregados, dando la posibilidad de que estos contengan un mayor contenido de humedad al obtenido mediante ensayo, a diferencia de dos días antes (14/05/2019), fecha donde se tuvo un clima más templado y donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 4 pulg.

#### 2.5.6.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO

##### 2.5.6.2.1. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO PATRÓN

El peso unitario del concreto en estado fresco (P.U.C.F.) del diseño patrón, se obtuvo al llenar una muestra de concreto fresco al ras en un molde de concreto, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado externo con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 26.53 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 81:

**Tabla 81:** *Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto patrón*

<b>Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto patrón</b>			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	26.53
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	21.58
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2286.27

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2286.27 kg/m<sup>3</sup> para el concreto patrón.

#### **2.5.6.2.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 0.5%**

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 0.5% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado externo con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.04 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 82:

**Tabla 82:** *Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 0.5%*

<b>Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 0.5%</b>			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.04
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.09
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2340.58

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2340.58 kg/m<sup>3</sup> para el concreto con aditivo al 0.5%.

#### **2.5.6.2.3. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 1.0%**

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 1.0% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado externo con mazo de goma,

posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.27 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 83:

**Tabla 83:** *Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 1.0%*

<b>Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 1.0%</b>			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.27
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.32
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2364.32

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2364.32 kg/m<sup>3</sup> para el concreto con aditivo al 1.0%.

#### **2.5.6.2.4. ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO CON ADITIVO AL 2.0%**

Para obtener el peso unitario en estado fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 2.0% se llenó al ras un molde con concreto fresco, cuyo llenado se realizó en 3 capas que fueron compactadas mediante varillado y vibrado externo con mazo de goma, posteriormente se pesó el conjunto y se obtuvo un peso de 27.31 kg, para el cálculo del P.U.C.F. se realizaron los cálculos que se detallan en la Tabla 84:

**Tabla 84:** *Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 2.0%*

<b>Peso unitario de concreto fresco (P.U.C.F.) del concreto con aditivo al 2.0%</b>			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA	COMBINACIÓN D2		
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.31
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.36
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2368.45

Fuente: elaboración propia.

De este modo, se obtuvo un P.U.C.F de 2368.45 kg/m<sup>3</sup> para el concreto con aditivo al 2.0%.

## **2.5.7. ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

Se realizó ensayos de resistencia a compresión, tracción por compresión diametral y flexión para los diseños de concreto patrón y con aditivo en sus tres porcentajes de adición (0.5%, 1.0% y 2.0%) a la edad de 28 días de curado; además, cabe destacar que, a pesar de calcular el volumen de la tanda en base a probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, se optó por utilizar probetas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura para los ensayos de compresión y tracción, lo cual no alteró de ninguna manera los resultados, debido a que dichas dimensiones son aptas para el tamaño máximo nominal de agregado grueso utilizado (1/2 pulg.), por otro lado, para el ensayo a flexión se elaboraron vigas de sección 15 cm x 15 cm y de un largo de 50 cm.

### **2.5.7.1. ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO**

El ensayo a compresión axial del concreto fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial a una velocidad de carga de 240.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada diseño, cuya resistencia promedio a la compresión se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 85 muestra los resultados de resistencia del concreto para los cuatro diseños.

**Tabla 85:** Resistencia a compresión axial del concreto a 28 días

Resistencia a compresión axial del concreto a 28 días									
Nº	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	PC	3	12.23	23954.4	204.08	No	266.89	210.00	127.09 %
02	PC	3	10.06	23341.8	293.05	Sí			
03	PC	2	10.07	19350.1	243.20	Sí			
04	PC	2	10.14	21279.4	263.51	Sí			
01	AC - 0.5%	5	10.33	20666.0	246.82	No	287.90	210.00	137.10 %
02	AC - 0.5%	5	10.10	23305.4	290.89	Sí			
03	AC - 0.5%	5	10.09	23430.0	293.02	Sí			
04	AC - 0.5%	2	10.35	23517.4	279.79	Sí			
01	AC - 1.0%	2	10.15	23986.8	296.45	Sí	293.82	210.00	139.91 %
02	AC - 1.0%	2	10.09	25212.1	315.31	No			
03	AC - 1.0%	3	10.17	23954.7	295.18	Sí			
04	AC - 1.0%	5	10.04	22946.9	289.85	Sí			
01	AC - 2.0%	4	10.07	20311.0	255.02	No	266.89	210.00	127.09 %
02	AC - 2.0%	5	10.11	21275.6	265.29	Sí			
03	AC - 2.0%	5	10.09	21314.9	266.57	Sí			
04	AC - 2.0%	2	10.11	21580.3	268.82	Sí			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, todas las resistencias obtenidas cumplieron con el mínimo requerido, superando la resistencia de diseño de 210.00 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.5.7.2. ENSAYO A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO

El ensayo de tracción para el concreto patrón fue realizado en una máquina para ensayos de compresión axial, utilizando planchas metálicas para obtener la altura y repartición de carga deseada, así mismo, se usó pequeñas planchas de triplay entre la probeta y las planchas metálicas, el ensayo se efectuó a una velocidad de carga de 240.00 kg/s elegida por el operador de laboratorio.

La muestra fue de 4 probetas para cada diseño, cuya resistencia promedio a la tracción indirecta se determinó como el promedio de los 3 resultados más próximos entre sí, descartando aquel resultado que presente anomalías o variaciones fuera de la media; en este sentido, la Tabla 86 muestra los resultados de resistencia a tracción indirecta para cada diseño, así como el porcentaje que representa con respecto a la resistencia a compresión del diseño respectivo.

**Tabla 86:** Resistencia a tracción por compresión diametral de concreto a 28 días

Resistencia a tracción por compresión diametral de concreto a 28 días									
Nº	Diseño	Altura Prom. (cm)	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	Fct Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
01	PT	21.07	10.03	7038.2	21.20	Sí	22.38	266.89	8.39 %
02	PT	20.96	10.11	7116.3	21.38	Sí			
03	PT	20.85	10.04	11433.3	34.80	No			
04	PT	21.05	10.07	8173.2	24.55	Sí			
01	AT - 0.5%	21.26	10.34	10644.8	30.84	No	23.32	287.90	8.10 %
02	AT - 0.5%	20.94	9.79	7641.4	23.74	Sí			
03	AT - 0.5%	20.91	9.78	7593.9	23.66	Sí			
04	AT - 0.5%	21.14	9.77	7324.8	22.57	Sí			
01	AT - 1.0%	21.17	10.08	10677.1	31.85	Sí	30.59	293.82	10.41 %
02	AT - 1.0%	20.98	10.28	9492.5	28.03	No			
03	AT - 1.0%	20.74	10.06	9953.6	30.38	Sí			
04	AT - 1.0%	21.09	10.32	10095.5	29.54	Sí			
01	AT - 2.0%	21.09	9.85	7905.4	24.24	No	26.67	266.89	9.99 %
02	AT - 2.0%	20.89	9.82	8815.1	27.35	Sí			
03	AT - 2.0%	20.68	9.81	8639.2	27.12	Sí			
04	AT - 2.0%	21.11	9.85	8334.0	25.52	Sí			

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se obtuvo la resistencia a tracción indirecta o por compresión diametral para los cuatro diseños.

### 2.5.7.3. ENSAYO A FLEXIÓN DEL CONCRETO

El ensayo a flexión para cada diseño fue realizado en una máquina universal con aguja, utilizando una plancha metálica para distribuir la carga en forma puntual a los tercios de la viga, para lo cual se trazaron los puntos donde se aplicaría la carga y donde se apoyaría la viga en apoyo simple, con una distancia de 45cm entre apoyos y 2 cargas puntuales a cada 15 cm.

Así mismo, durante la realización de los ensayos a flexión, se observó que en toda la falla en vigas ocurrió dentro del tercio central de su luz libre, por lo tanto, para el cálculo del módulo de rotura, se utilizó la ecuación:

Módulo de rotura si la falla se da en el tercio central:

$$M_r = \frac{P * L}{b * h^2}$$



Donde:

$M_r$ : Módulo de rotura ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$ : Fuerza total aplicada a la viga (kg)

$L$ : Longitud de la viga (cm)

$b$ : Base de la sección transversal de falla de la viga (cm)

$h$ : Atura de la sección transversal de falla de la viga (cm)

La muestra fue de 1 viga cuya resistencia a la flexión se muestra a continuación en la Tabla 87, así como el porcentaje que representa con respecto a la resistencia a compresión de la misma muestra.

**Tabla 87:** Resistencia a flexión de concreto a 28 días

Resistencia a flexión de concreto a 28 días								
Nº	Diseño	Base Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Largo Apoyos. (kg)	Carga Máx. (kg)	$M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	F'c Prom. ( $\text{kg/cm}^2$ )	(%)
01	PF	14.88	15.55	45.00	3640.00	45.54	266.89	17.06 %
01	AF – 0.5%	14.90	15.48	45.00	3235.00	40.80	287.90	14.17 %
01	AF – 1.0%	15.18	15.42	45.00	3350.00	42.24	287.90	14.67 %
01	AF – 2.0%	15.15	15.28	45.00	2620.00	33.35	266.89	12.50 %

Fuente: elaboración propia.

En este sentido, se obtuvo la resistencia a la flexión para los cuatro diseños.

## 2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos mediante ensayos realizados en laboratorio y la recolección de los mismos en las fichas de observación serán procesados mediante gráficos estadísticos realizados en el software MS Excel, con el fin de ser comparados y analizados para obtener los resultados buscados a través del planteamiento del problema de la investigación, de manera que dichos resultados producto del análisis permitan contrastar las hipótesis planteadas.

## **2.7. ASPECTOS ÉTICOS**

Para el presente proyecto de tesis se ha compilado información de diversas fuentes como tesis relacionadas al tema, libros, actas y otras fuentes de información, las cuales serán debidamente referenciadas de acuerdo a la norma ISO 690.

### **RESPECTO:**

Es un valor que se debe tener en cuenta en todo aspecto dentro de nuestra vida, por lo tanto, este proyecto será verídico y breve, referenciando adecuadamente toda información recopilada de otros autores en base a la norma correspondiente.

### **HONESTIDAD:**

Se será honesto durante todo el proceso de elaboración del proyecto, ya sea con la obtención de los datos del diseño de mezcla, su aplicación el desarrollo de las muestras y en la interpretación de los resultados de laboratorio.

### III. RESULTADOS

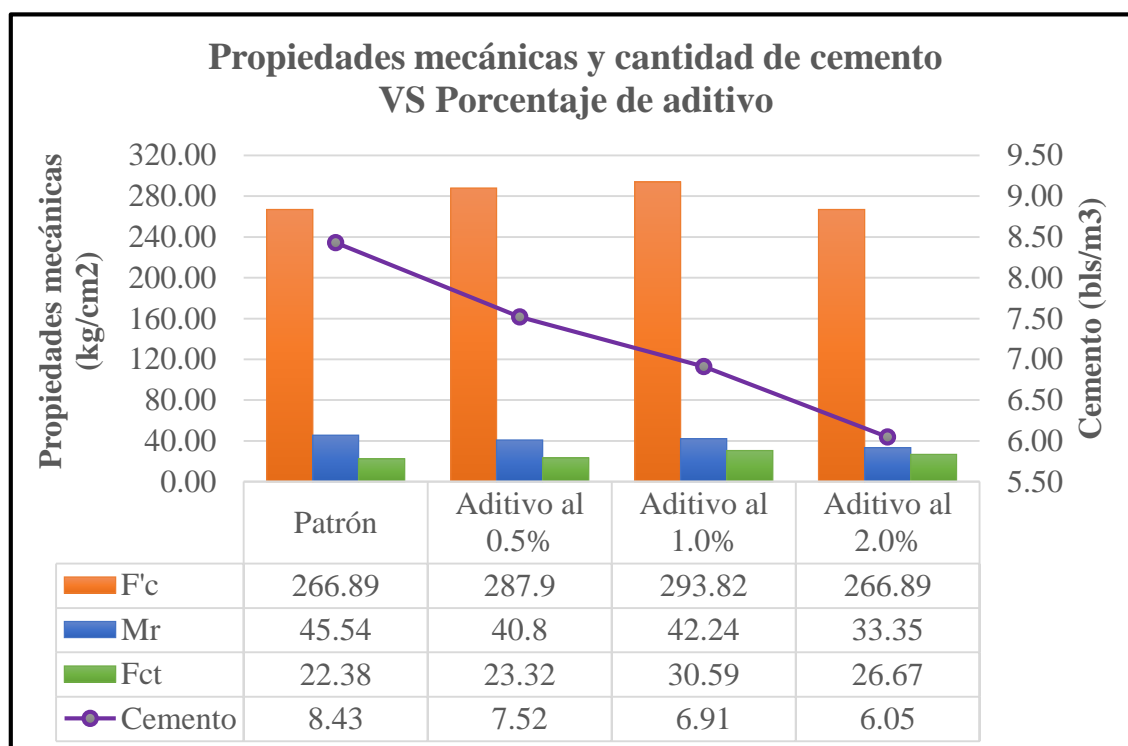
#### 3.1. PROPIEDADES MECÁNICAS

En base a los ensayos de laboratorio, el resumen de las propiedades mecánicas del concreto para los diseños patrón y con aditivo, así como la cantidad de cemento por volumen de concreto, los cuales se muestran en la Tabla 88 y Figura 15:

**Tabla 88:** *Propiedades mecánicas y cantidad de cemento por diseño*

Propiedades mecánicas y cantidad de cemento por diseño				
Diseño	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Cemento (bls/m <sup>3</sup> )
Patrón	266.89	22.38	45.54	8.43
Aditivo 0.5%	287.90	23.32	40.80	7.52
Aditivo 1.0%	293.82	30.59	42.24	6.91
Aditivo 2.0%	266.89	26.67	33.35	6.05

Fuente: elaboración propia.



**Figura 15:** *Propiedades mecánicas y cantidad de cemento vs porcentaje de aditivo.*

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la hipótesis planteada, donde se propone que la variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I expresa mejores resistencias al adicionar aditivo superplastificante, conforme a la Tabla 88 y Figura 15, se demuestra que la variación en las propiedades mecánicas sí expresan mejores resistencias en compresión y tracción con respecto al concreto patrón, presentando los mejores resultados para una adición de 1.0% de aditivo, pasando de 266.89 kg/cm<sup>2</sup> para la resistencia a compresión del patrón a 293.82 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo y de 23.38 kg/cm<sup>2</sup> en tracción indirecta del patrón a 30.59 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo; sin embargo, la resistencia a tracción no expresa mejores resultados, presentando el menor de los decrementos para una dosis de 1.0% de aditivo, pasando de 45.54 kg/cm<sup>2</sup> para el patrón a 30.59 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo; adicionalmente, se comprueba que la cantidad de cemento se puede reducir en 1.52 bls/m<sup>3</sup> de concreto para la dosificación óptima de 1.0% de aditivo y en un máximo de 2.38 bls/m<sup>3</sup> de concreto para una dosificación de 2.0% de aditivo con respecto al concreto patrón, aumentando la resistencia a compresión y tracción indirecta sin comprometer seriamente el módulo de rotura, en este sentido, se comprueba parcialmente la veracidad de la hipótesis propuesta para la compresión y tracción indirecta.

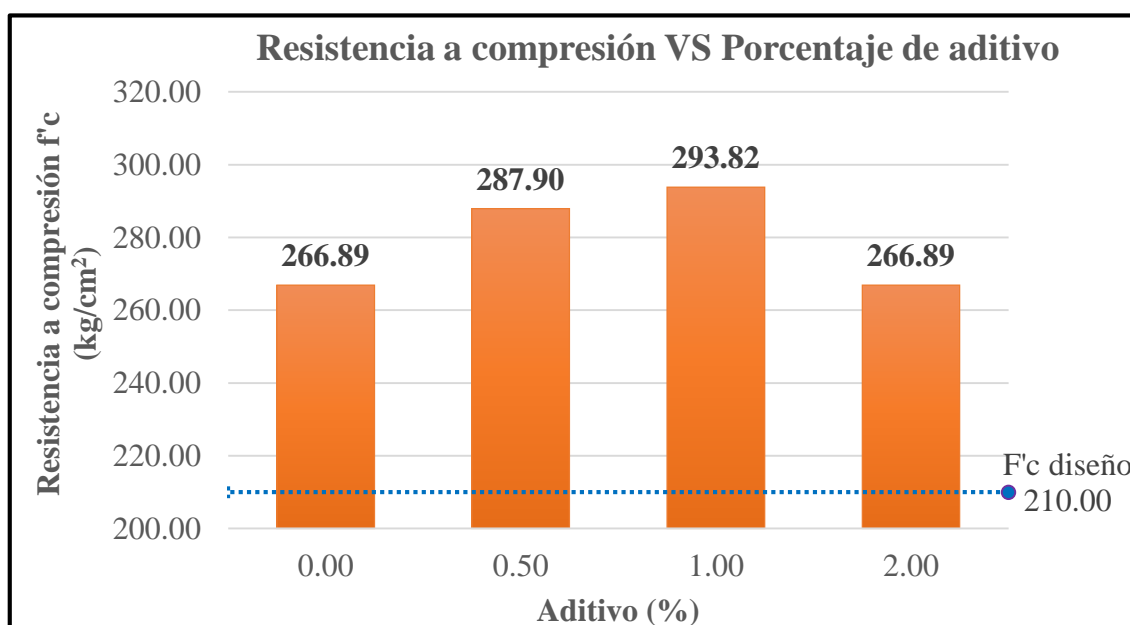
### 3.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

En base a los ensayos de laboratorio, la resistencia a compresión en el concreto para los diseños patrón y con aditivo se compara en la Tabla 89 y Figura 16:

**Tabla 89:** Resultados de ensayo a compresión

Resultados de ensayo a compresión				
Diseño	Aditivo (%)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de F'c patrón	Porcentaje de F'c diseño
Patrón	0.00	266.89	100.00%	127.09%
Aditivo 0.5%	0.50	287.90	107.87%	137.10%
Aditivo 1.0%	1.00	293.82	110.09%	139.91%
Aditivo 2.0%	2.00	266.89	100.00%	127.09%

Fuente: elaboración propia.



*Figura 16:* Resistencia a compresión vs porcentaje de aditivo.

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la hipótesis planteada, donde se propone que la adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a compresión del concreto con cemento tipo I, conforme a la Tabla 89 y Figura 16, se demuestra que la adición de aditivo superplastificante sí expresa variaciones de incremento en la resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, con un incremento de 7.87% para la dosificación de 0.5% y un máximo incremento de 10.09% para la dosis de 1.0% del peso del cemento, manteniendo la resistencia patrón de 266.89 kg/cm<sup>2</sup> para una dosis del 2.0%, y así mismo, se superó la resistencia de diseño para todos los casos con un incremento

mínimo de 27.09% y máximo de 39.91%; en este sentido, se comprueba la veracidad de la hipótesis propuesta.

### 3.3. RESISTENCIA A TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

Por otro lado, los ensayos de tracción por compresión diametral en el concreto para los diseños patrón y con aditivo se compara en la siguiente Tabla 90 y Figura 17:

**Tabla 90:** Resultados de ensayo a tracción por compresión diametral

Resultados de ensayo a tracción por compresión diametral				
Diseño	Aditivo (%)	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de patrón	ft teórico (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	0.00	22.38	100.00%	20.14
Aditivo 0.5%	0.50	23.32	104.20%	20.99
Aditivo 1.0%	1.00	30.59	136.68%	27.53
Aditivo 2.0%	2.00	26.67	119.17%	24.00

Fuente: elaboración propia.

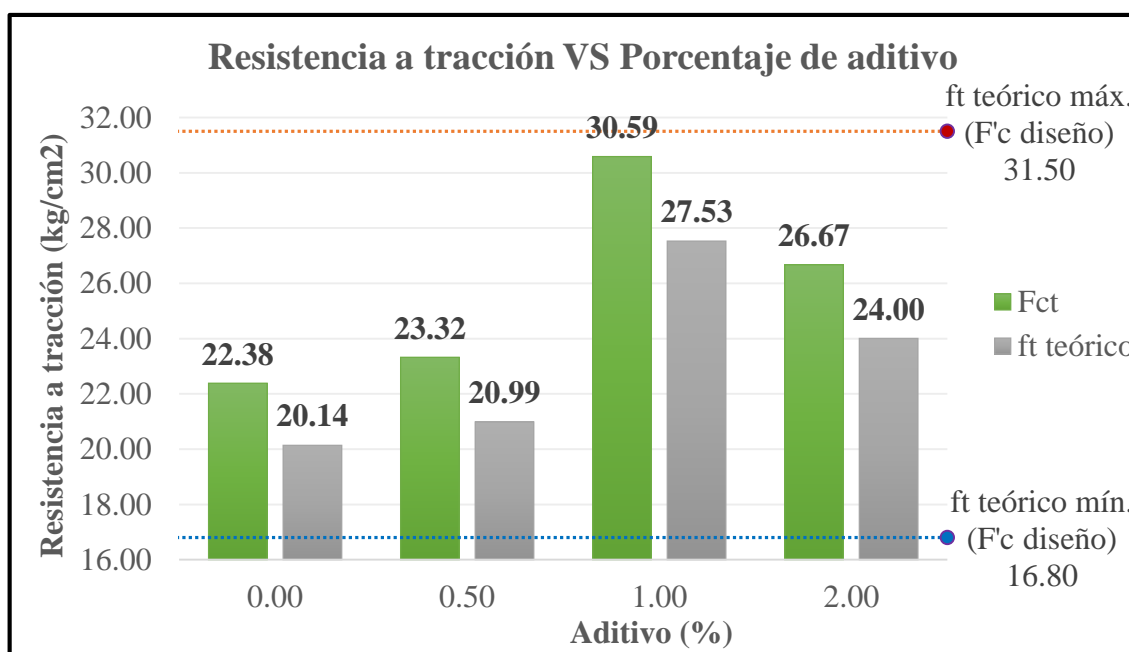


Figura 17: Resistencia a tracción vs porcentaje de aditivo.

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la hipótesis planteada, donde se propone que la adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto con cemento tipo I, conforme a la Tabla 90 y Figura 17, se demuestra que la adición de aditivo superplastificante sí expresa variaciones de incremento en la resistencia a tracción por compresión diametral con respecto al concreto

patrón, con un incremento de 4.02% para la dosificación de 0.5%, seguido de un incremento de 19.17% para la adición de 2.0% y un máximo incremento de 36.68% para la dosis de 1.0% del peso del cemento; adicionalmente, la resistencia a tracción directa ( $f_t$ ) estimada teóricamente también se encuentra dentro del rango teórico requerido en base a la resistencia a compresión de diseño, superando la mínima resistencia teórica de diseño para todos los casos con un incremento mínimo de 19.88% y máximo de 63.87%, en este sentido, se comprueba la veracidad de la hipótesis propuesta.

### 3.4. RESISTENCIA A FLEXIÓN

Así también, los ensayos a flexión en el concreto para los diseños patrón y con aditivo se compara en la siguiente Tabla 91 y Figura 18:

**Tabla 91:** Resultados de ensayo a flexión

Resultados de ensayo a flexión					
Diseño	Aditivo (%)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de patrón	Mr teórico k=2.0 (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr teórico k=2.7 (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	0.00	45.54	100.00%	32.67	44.11
Aditivo 0.5%	0.50	40.80	89.59%	33.94	45.81
Aditivo 1.0%	1.00	42.24	92.75%	34.28	46.28
Aditivo 2.0%	2.00	33.35	73.23%	32.67	44.11

Fuente: elaboración propia.

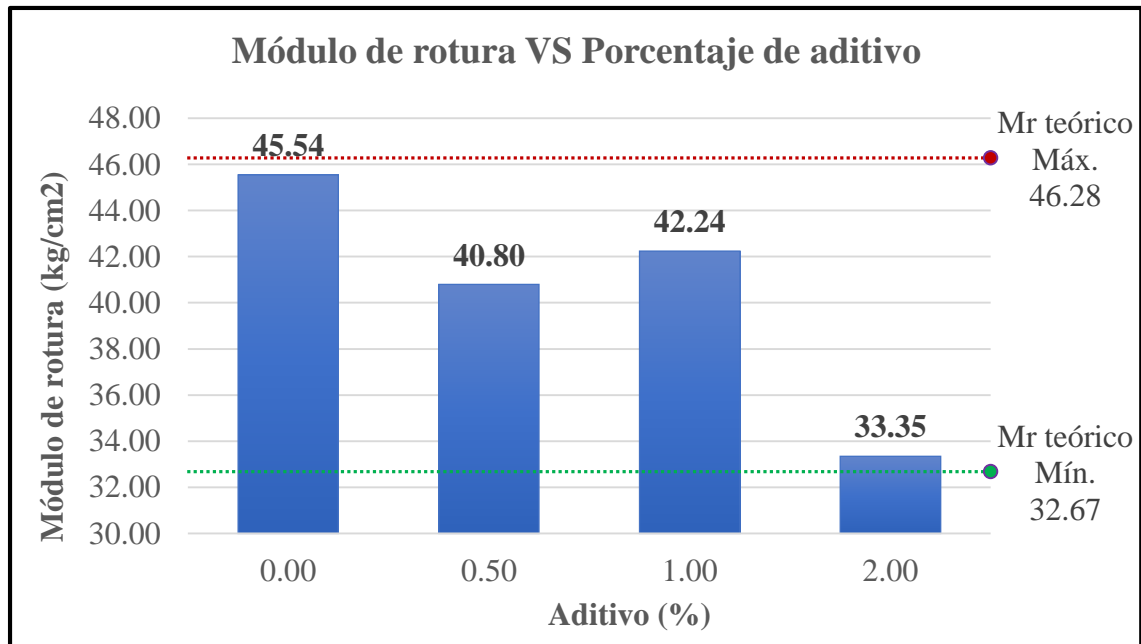


Figura 18: Módulo de rotura vs porcentaje de aditivo.

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** De acuerdo a la hipótesis planteada, donde se propone que la adición de aditivo superplastificante no expresa variaciones significativas, conservando una resistencia a flexión análoga en el concreto con cemento tipo I, conforme a la Tabla 91 y Figura 18, se demuestra que la adición de aditivo superplastificante expresa un decremento de la resistencia a flexión con respecto al concreto patrón, con un decremento de 26.77% para la dosificación de 2.0%, seguido de un decremento de 10.41% para la adición de 0.5% y un mínimo decremento de 7.25% para la dosis de 1.0% del peso del cemento; sin embargo, a pesar del decremento presentado, se tiene que los valores para los diseños con aditivo superplastificante se encuentran dentro del rango teórico fijado por los módulos de rotura en base a la mínima y máxima resistencia a compresión de sus respectivos diseños; por lo cual, no se consideran tan significativas, con valores análogos debido a que todos los mismos son aceptables, en este sentido, se comprueba la veracidad de la hipótesis propuesta.

### 3.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

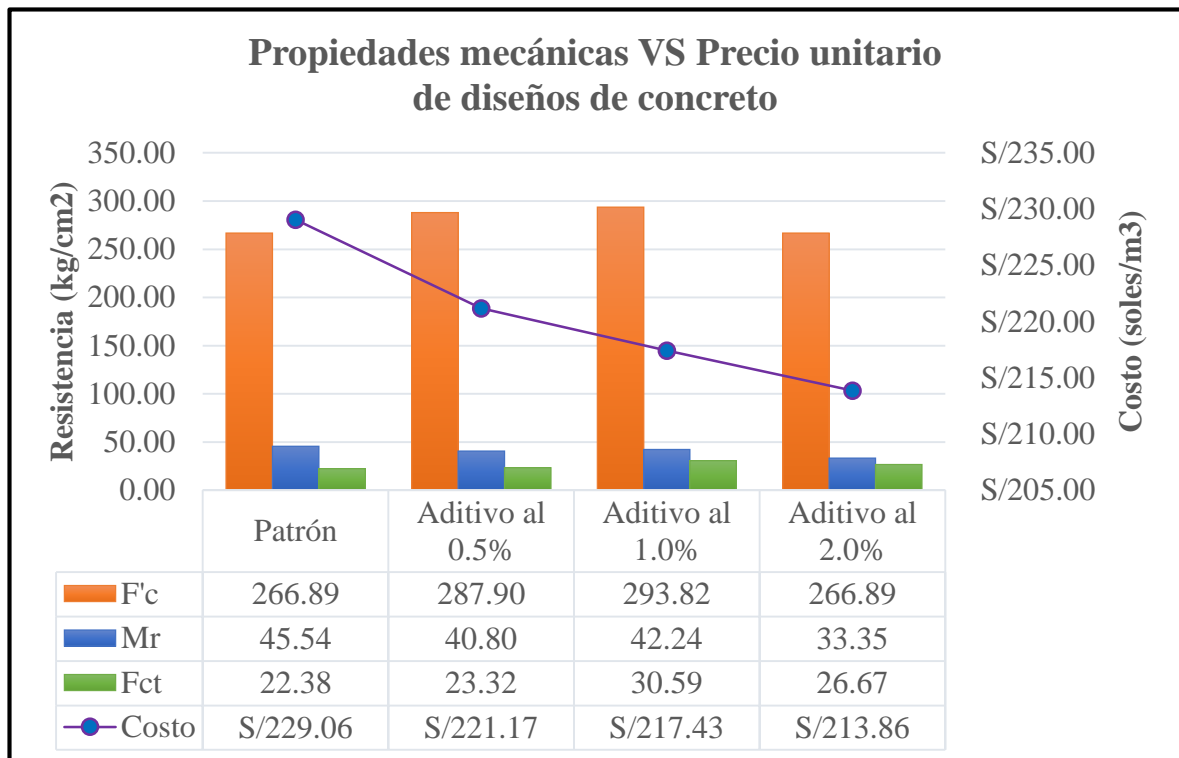
Adicionalmente, como dato de interés y con el fin de justificar el uso del aditivo superplastificante, se vio conveniente analizar el costo-beneficio que sustenta la optimización de la mezcla, el cual se realizó en base al costo de los insumos para cada diseño y la resistencia obtenida que se observa en la Tabla 92 y Figura 19:

**Tabla 92:** *Propiedades mecánicas vs Precio unitario de diseños de concreto por m<sup>3</sup>*

Propiedades mecánicas vs Precio unitario de diseños de concreto por m <sup>3</sup>														
Insumo	Precio Unitario		Patrón			Aditivo al 0.5%			Aditivo al 1.0%			Aditivo al 2.0%		
	Precio (S/)	Und.	Cant.	Und.	Parcial (S/)	Cant.	Und.	Parcial (S/)	Cant.	Und.	Parcial (S/)	Cant.	Und.	Parcial (S/)
Cemento	22.20	bls	8.43	bls	187.17	7.52	bls	166.98	6.91	bls	153.39	6.05	bls	134.32
Agua	12.00	m <sup>3</sup>	0.23	m <sup>3</sup>	2.73	0.21	m <sup>3</sup>	2.49	0.20	m <sup>3</sup>	2.38	0.19	m <sup>3</sup>	2.32
Arena	57.00	m <sup>3</sup>	0.32	m <sup>3</sup>	18.47	0.34	m <sup>3</sup>	19.36	0.35	m <sup>3</sup>	19.85	0.36	m <sup>3</sup>	20.28
Piedra	63.90	m <sup>3</sup>	0.32	m <sup>3</sup>	20.69	0.34	m <sup>3</sup>	21.68	0.35	m <sup>3</sup>	22.23	0.36	m <sup>3</sup>	22.71
Aditivo	6.66	lt	-	-	-	1.60	lt	10.66	2.94	lt	19.58	5.14	lt	34.23
<b>Total</b>	Costo/m <sup>3</sup>		S/ 229.06		m <sup>3</sup>	S/ 221.17		m <sup>3</sup>	S/ 217.43		m <sup>3</sup>	S/ 213.86		m <sup>3</sup>
<b>F'c</b>	R. Compresión		266.89		kg/cm <sup>2</sup>	287.90		kg/cm <sup>2</sup>	293.82		kg/cm <sup>2</sup>	266.89		kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fct</b>	R. Tracción		22.38		kg/cm <sup>2</sup>	23.32		kg/cm <sup>2</sup>	30.59		kg/cm <sup>2</sup>	26.67		kg/cm <sup>2</sup>
<b>Mr</b>	R. Flexión		45.54		kg/cm <sup>2</sup>	40.80		kg/cm <sup>2</sup>	42.24		kg/cm <sup>2</sup>	33.35		kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.





*Figura 19:* Propiedades mecánicas vs Precio unitario de diseños de concreto.

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** Como se puede observar en la Tabla 92 y Figura 19, las mezclas con aditivo superplastificante no solo representan una mejor resistencia en general respecto al concreto patrón, sino que también influyen en un menor costo de materiales o insumos utilizados para todos los casos; el mayor ahorro se incrementa mientras mayor sea la dosis de aditivo, para la mayor dosificación de 2.0%, se tiene un costo de 93.36% respecto al patrón con un ahorro de S/ 15.20 por m<sup>3</sup>, seguido de la dosificación de 1.0% con un costo de 94.92% respecto del patrón con un ahorro de S/ 11.63 por m<sup>3</sup>, y finalmente se tiene la dosificación de 0.5% de aditivo con un costo de 96.56% respecto del patrón con un ahorro de S/ 7.89 por m<sup>3</sup>; en este sentido, se justifica el uso de aditivo al implicar un doble beneficio respecto a lo económico y una mayor resistencia, considerando que la resistencia a flexión se encuentra dentro de los rangos admisibles para todos los casos.

### 3.6. ANÁLISIS AMBIENTAL

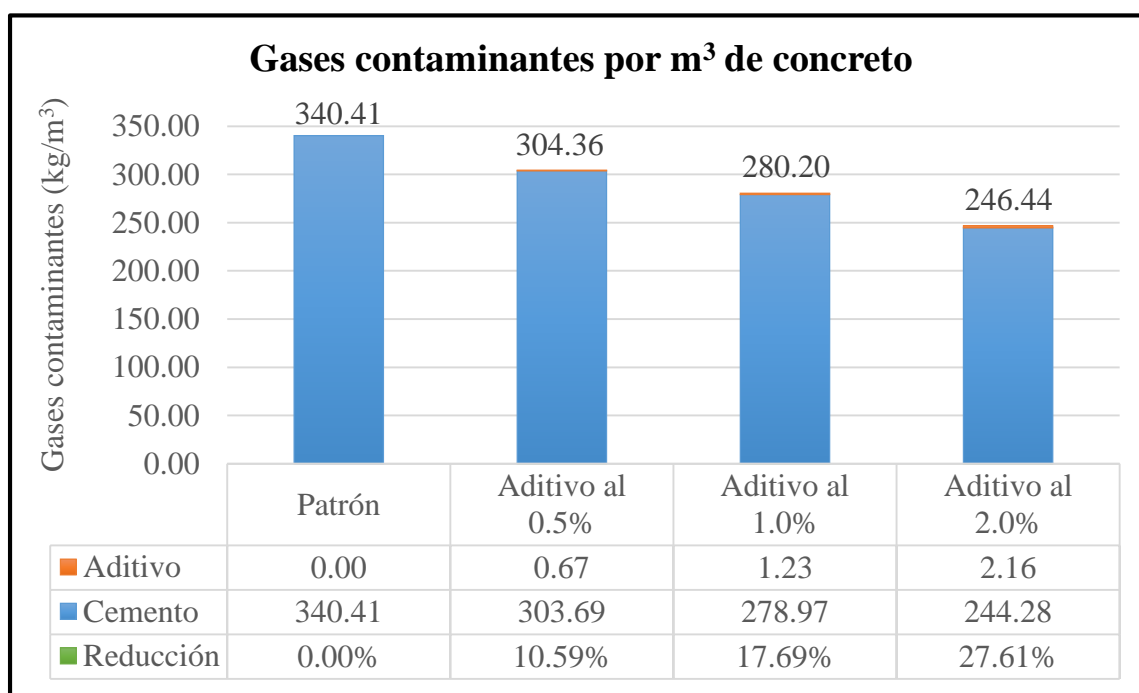
Finalmente, como dato de interés y a fin de justificar un beneficio medio ambiental, se vio conveniente analizar la reducción en el contenido de gases de efecto invernadero involucrados en la elaboración de un m<sup>3</sup> de concreto que le da un valor agregado al uso de aditivo superplastificante, lo cual se realizó en base a la cantidad de CO<sub>2</sub> evitado por el ahorro de cemento en mezcla al usar aditivo y en el aporte de compuestos orgánicos volátiles (VOC) por el uso del mismo, lo cual se observa en la Tabla 93 y Figura 20:

**Tabla 93:** Reducción de gases contaminantes por m<sup>3</sup> de concreto

Reducción de gases contaminantes por m <sup>3</sup> de concreto							
Contenido unitario de gases contaminantes		Cemento <sup>(1)</sup>	0.95	kgCO <sub>2</sub> /kg	Aditivo <sup>(2)</sup>	0.42	kgVOC/lt
DISEÑO	Cemento	Aditivo	Gases contaminantes		Total		Reducción
	(kg/m3)	(lt/m3)	kgCO <sub>2</sub> /m3	kgVOC/m3	kg/m3	%	%
Patrón	358.33	0.00	340.41	0.00	340.41	100.00%	0.00%
0.50%	319.67	1.60	303.69	0.67	304.36	89.41%	10.59%
1.00%	293.65	2.94	278.97	1.23	280.20	82.31%	17.69%
2.00%	257.14	5.14	244.28	2.16	246.44	72.39%	27.61%

<sup>(1)</sup> Borralleras et al., 2018, p. 166; <sup>(2)</sup> Sika Perú S.A., 2015, p. 2

Fuente: elaboración propia.



**Figura 20:** Gases contaminantes por m<sup>3</sup> de concreto.

Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** Como se puede observar en la Tabla 93 y Figura 20, las mezclas con aditivo superplastificante expresan una reducción en las emanaciones de gases contaminantes con respecto al concreto patrón; la mayor reducción se logra con la dosis de aditivo en 2.0%, donde se reduce en un 27.61% los gases contaminantes respecto al patrón con una cantidad de 93.97 kg de gases por m<sup>3</sup> de concreto, seguido de la dosificación de 1.0% con una reducción de 17.69% respecto del patrón en una cantidad de 60.21 kg de gases por m<sup>3</sup> de concreto, y finalmente se tiene la dosificación de 0.5% de aditivo con una reducción de 10.59% respecto del patrón en una cantidad de 36.05 kg de gases por m<sup>3</sup> de concreto; en este sentido, se justifica el uso de aditivo por ofrecer, en calidad de valor agregado, un beneficio ambiental al colaborar en la reducción significativa de las emanaciones de gases contaminantes de efecto invernadero.

### 3.7. RESUMEN DE RESULTADOS

Adicionalmente, se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la Tabla 94:

**Tabla 94:** Resumen de resultados por diseño de mezcla

Resumen de resultados por diseño de mezcla									
Parámetro	Indicador	Patrón		Aditivo al 0.5%		Aditivo al 1.0%		Aditivo al 2.0%	
		Cant.	Und.	Cant.	Und.	Cant.	Und.	Cant.	Und.
R. Compresión	F'c	266.89	kg/cm <sup>2</sup>	287.90	kg/cm <sup>2</sup>	293.82	kg/cm <sup>2</sup>	266.89	kg/cm <sup>2</sup>
R. Tracción	Fct	22.38	kg/cm <sup>2</sup>	23.32	kg/cm <sup>2</sup>	30.59	kg/cm <sup>2</sup>	26.67	kg/cm <sup>2</sup>
R. Flexión	Mr	45.54	kg/cm <sup>2</sup>	40.80	kg/cm <sup>2</sup>	42.24	kg/cm <sup>2</sup>	33.35	kg/cm <sup>2</sup>
Costo	Soles/m <sup>3</sup>	S/ 229.06	m <sup>3</sup>	S/ 221.17	m <sup>3</sup>	S/ 217.43	m <sup>3</sup>	S/ 213.86	m <sup>3</sup>
Emisión	%Reducido	0.00	%	10.59	%	17.69	%	27.61	%

Fuente: elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN

Para los antecedentes nacionales, se cuenta con las siguientes discusiones:

- Se encontró que la adición de aditivo al 1.0% fue la que obtuvo un mayor incremento en la resistencia a compresión con respecto al concreto patrón en un 10.09%, obteniendo mejores resultados que otras dosificaciones con menor y mayor cantidad de adición (0.5% y 2.0% respectivamente), esto concuerda con (Coapaza Aguilar y Cahui Hilazaca, 2018), quienes tienen la tesis “Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno”, el cual tiene el objetivo de estudiar las propiedades de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> al adicionar aditivo superplastificante para techos de vivienda construidos de manera informal en Puno, llegando a la conclusión de que para una edad de 28 días y un  $f'c$  de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se alcanzó una resistencia del diseño patrón de 229.70 kg/cm<sup>2</sup>, el cual fue superado al adicionar aditivo superplastificante, aumentando un 89.84% con una adición de 0.7% de aditivo, de igual manera, se tuvo un incremento de 102.35% para una adición de 1.05% de aditivo y un 82.00% para una adición de 1.40% de aditivo.

- Se halló que la dosificación óptima en términos de resistencia a compresión y tracción fue la que tuvo una dosificación de aditivo superplastificante al 1.0%, con un incremento máximo de 10.09% a compresión y de 36.68% a tracción con respecto a los otros diseños en estudio, esto concuerda con (Palomino Badillo, 2017) quien tiene la tesis “Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante. Tesis para obtener el título de Ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú”, el cual tiene el objetivo de Investigar el comportamiento del concreto con cemento tipo IP y aditivo superplastificante para reducir la fisuración, y concluye que para la resistencia a compresión a la edad de 28 días para un  $f'c$  de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se tiene un incremento de 9% con aditivo superplastificante al 0.5% respecto al concreto patrón, así como un incremento de 28% para el uso de aditivo al 1.0% y un 15% de incremento para el diseño con aditivo al 2.0%; por otro lado, en la resistencia a tracción por compresión diametral se observó un incremento de 14%, 18% y 12% para las dosificaciones de aditivo en 0.5%, 1.0% y 2.0% respectivamente.

- Se encontró que todas las resistencias a compresión obtenida de las muestras con aditivo superplastificante fueron igual o mayores a la resistencia del concreto patrón, cuya

máxima resistencia se dio en la dosificación de 1.0% con un valor de 293.82 kg/cm<sup>2</sup>, representando un aumento del 10.09% con respecto al patrón que alcanzó un valor de 266.89 kg/cm<sup>2</sup>, seguido de una menor adición de 0.5% de aditivo con un incremento de, Esto concuerda con (Sánchez Zárate, 2017) quien tiene la tesis “Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para F’C=175, 210, 245 kg/cm<sup>2</sup>. Huancayo, 2016”, el cual tiene como objetivo determinar la influencia de adicionar aditivo superplastificante en la consistencia y resistencia a compresión en concretos de f’c=175, 210 y 245 kg/cm<sup>2</sup> en Huancayo, 2016, y en su conclusión se determinó que las mezclas con aditivo superplastificante a 28 días, para un f’c de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, superaron la resistencia del concreto patrón de 241.83 kg/cm<sup>2</sup> cuyo mayor incremento fue de 16.71% para la dosis de 1.1% de aditivo con 282.23 kg/cm<sup>2</sup>; así mismo, se tuvo un incremento de 8.67% para una adición de 0.6% de aditivo con 262.80 kg/cm<sup>2</sup>; por otro lado, se tiene que para la dosis de 1.6% de aditivo se obtuvo el menor de los incrementos en 2.84% con una resistencia de 248.69 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual, se puede inferir que para dosis mayores a 1.1% se obtienen menores beneficios en resistencia a compresión.

- Se encontró que las mezclas con aditivo superplastificante obtuvieron resistencias a compresión igual o mayor a la del concreto patrón, logrando un máximo aumento en 10.09% para la adición de aditivo al 1.0%, ubicándose incluso encima de la dosificación de 2.0% de aditivo, la cual presentó una resistencia igual a la del patrón, así mismo se trató de mantener el asentamiento lo más aproximado al del patrón; por otro lado la máxima reducción de agua se dio en la dosificación de 2.0% de aditivo con un 17.39 % de agua reducida con respecto al concreto patrón, ello se contrasta con (Fernández López, 2017) quien tiene la tesis “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016”, la cual tiene como objetivo determinar la influencia de incorporar aditivo superplastificante sikament-290N en el concreto con cemento tipo I, y en su conclusión se determinó que para la resistencia a compresión a 28 días y un f’c de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, las mezclas con aditivo superplastificante superaron al diseño patrón en todos los casos, logrando un incremento de 44.38% para la máxima dosificación de 1.4% de aditivo, manteniendo el asentamiento, así mismo, al comparar las dosis con aditivo, se tiene que la resistencia aumenta a mayor adición; por otro lado, el aditivo sikament-290N permite un máximo de reducción de agua de 25%, pero en la investigación la máxima reducción de agua posible fue de 18.32%.

- Se encontró que la adición de aditivo superplastificante Sika Cem Plastificante obtuvo su mayor resistencia al incorporarlo en 1.0%, con una resistencia de 293.82 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un incremento de 10.09% con respecto al concreto patrón y al concreto con aditivo en otras dosis, esto concuerda con (Bernal Díaz, 2017), quien tiene la tesis “Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes”, que tiene por objetivo optimizar la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes, y se concluye que la adición de aditivo superplastificante Sika Plas 1000 en la mezcla con cemento Pascasmayo tipo I, obtuvo su mayor resistencia al incorporarlo en 1.0% del peso del cemento en mezcla, con una resistencia de 349 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo un incremento de 14.03% respecto al concreto patrón y en 11.00% como máximo respecto al concreto con aditivo en otras dosis.

En cuanto a los antecedentes internacionales, se tienen las siguientes discusiones:

- Se encontró que para la máxima dosificación de aditivo superplastificante Sika Cem Plastificante a base de naftaleno en 2.0% del peso del cemento, no se presenta aumento en la resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sino que se mantiene en una misma cantidad de 266.89 kg/cm<sup>2</sup>; por otro lado se obtuvo una resistencia a tracción mayor en 19.17% con respecto al patrón; además, se obtuvo una reducción en la resistencia a la flexión en 26.76%, sin embargo, dicha reducción se puede despreciar debido a que el módulo de rotura se encuentra dentro del rango teórico para el concreto en función de la resistencia a compresión, esto se contrasta con (Mattam H.; Paulose R.; Sherin R. y Mathew V., 2018), quienes tienen el artículo titulado “Un estudio sobre las características de fluidez y resistencia del concreto superplastificado”, teniendo como objetivo estudiar las características de fluidez y resistencia del concreto superplastificado, y concluye que para una mezcla con aditivo superplastificante de base naftaleno sulfonato adicionado en 1.9% se obtuvo las siguientes resistencias a 28 días: una resistencia a compresión de 395.30 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento de 9.80% sobre el concreto patrón con 360.00 kg/cm<sup>2</sup>; así mismo se obtuvo una resistencia a la tracción por compresión diametral de 43.20 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 4.09% más que la del concreto patrón con 41.50 kg/cm<sup>2</sup>, y equivale a un 11.93% de la resistencia a compresión para la misma muestra y en un 12.00% de la resistencia del concreto patrón; además, se obtuvo una resistencia a la flexión de 67.30 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando un 0.90% más que la del concreto patrón con 66.70 kg/cm<sup>2</sup>, y equivale a un 17.03% de la resistencia a compresión para la misma muestra y en un 18.69% de la resistencia del concreto

patrón; en este sentido, se obtuvo mejoras en la resistencia a compresión, tracción y flexión con la dosificación propuesta respecto a un concreto patrón.

- Se encontró que la adición de aditivo superplastificante aumenta la resistencia a compresión, teniendo un incremento máximo de 10.09% para la adición de 1.0% y el mínimo de 0.00% para la adición de 2.0%, además de un incremento de 7.87% para la adición de 0.5%, con lo cual se tiene que para mayores dosificaciones sobre el 1.0% se obtiene menores beneficios en incremento de resistencia, caso contrario ocurre para dosificaciones menores a 1.0%, lo cual no concuerda con (Rasheed H.; Usman M.; Farooq H. y Hanif A., 2018), quienes tienen el artículo titulado “Efecto de la dosis de superplastificante en las propiedades de estado fresco y resistencia del concreto a edades tempranas”, cuyo objetivo es estudiar los efectos del aditivo Duraplast 400 SP sobre las propiedades de estado fresco y resistencia del concreto a edades tempranas, y concluyen que se aumentó la resistencia a compresión con la dosis de aditivo superplastificante, la mezcla patrón a los 28 días obtuvo una fuerza de 306.80 kg/cm<sup>2</sup> y a medida que el porcentaje de dosis aumentó, también incrementó la resistencia a compresión en 25.29%, alcanzando el valor máximo de 384.40 kg/cm<sup>2</sup> para la dosis de 2,5%; sin embargo, mediante la adición de 0,5% de aditivo, el valor se redujo en un 2.93% con un valor de 297.80 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual, se tiene que para dosificaciones mayores al 1.0% se tiene mejoras en la resistencia a compresión y resultados ligeramente menores para dosificaciones menores con respecto a la resistencia patrón.

- Se encontró que el aditivo superplastificante Sika cem Plastificante, en su dosis de 1.0%, más cercana a la máxima recomendada por el fabricante (1.18%) alcanzó una resistencia superior a la del concreto patrón, con un incremento del 10.09% de resistencia a compresión a la edad de 28 días; sin embargo, con una sobredosificación de aditivo al 2.0%, se obtuvo una resistencia similar a la del concreto patrón con 266.89 kg/cm<sup>2</sup> en ambos casos, esto no se asemeja a (Fernández A.; Morales J. y Soto F., 2016), quienes tienen el artículo titulado “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”, cuyo objetivo es estudiar la resistencia de probetas de concreto al utilizar aditivo superplastificante PSP NLS, y concluye que, el concreto con aditivo superplastificante PSP NLS en su dosis máxima recomendada por el fabricante de 1.7%, se alcanzó una resistencia de 327.72 kg/cm<sup>2</sup>, similar al concreto patrón con 332.28 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un porcentaje de 98.63% para un diseño de 250 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días; por otro lado, al utilizar un

porcentaje sobredosificado de 2.1%, se obtuvo una resistencia de 332.28 kg/cm<sup>2</sup>, superando en 7.83% al concreto patrón con una resistencia de 308.16 kg/cm<sup>2</sup>; así mismo, para un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, con la dosificación máxima del fabricante de 1.7% se alcanzó una resistencia de 350.07 kg/cm<sup>2</sup>, similar al concreto patrón con 348.79 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un porcentaje de 100.37%; por otro lado, al utilizar un porcentaje sobredosificado de 2.1%, se obtuvo una resistencia de 342.93 kg/cm<sup>2</sup>, manteniéndose en un 98.32% del concreto patrón con una resistencia de 348.79 kg/cm<sup>2</sup>; finalmente, se tiene que para una sobredosificación de 2.1% de aditivo se puede obtener una resistencia similar con una reducción promedio de 1.68%, lo cual puede ser despreciable si la resistencia final supera igualmente a la de diseño.

- Se halló que la dosis de aditivo superplastificante en 1.0% obtuvo el mejor resultado en resistencia a compresión y tracción con incrementos de 10.09% y 36.68% respectivamente en comparación con el concreto patrón, lo cual no coincide con (Salem M.; Alsadey S. y Johari M., 2016) quienes tienen el artículo científico titulado “Efecto de la dosificación de superplastificante en las características de trabajabilidad y resistencia del concreto”, cuyo objetivo es estudiar la influencia de la dosis de superplastificante en 0.4%, 0.6%, 0.8% 1.0% y 1.2% del peso del cemento en el desempeño del concreto, y concluyen que la resistencia a compresión del concreto adicionado con aditivo superplastificante es mayor a la resistencia patrón en todos los casos; para la edad de curado de 28 días, el mejor resultado se obtuvo con una adición de 0.8% del peso del cemento, obteniendo una resistencia de 467.90 kg/cm<sup>2</sup>, 10.80% más que el concreto patrón con 422.20 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente la mejor resistencia se obtuvo con un porcentaje del 0.6% de aditivo, con una resistencia de 446.10 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 5.66% sobre el patrón; finalmente, la adición en 1.0% obtuvo el tercer lugar con una resistencia de 442.10 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 4.71%; así mismo, cabe mencionar que la adición de 1.2% obtuvo la mínima mejora de 424.6 kg/cm<sup>2</sup> con un incremento de 0.57%, ubicándose por debajo de los resultados obtenidos con la menor dosis de 0.4% que obtuvo una resistencia de 427.7 kg/cm<sup>2</sup> y un incremento de 1.30% con respecto al patrón.

- Se encontró que la adición con mejor resultado de resistencia fue la de 1.0% de aditivo, seguida de la dosis de 0.5% y finalmente la de 2.0%, la cual obtuvo una resistencia similar a la del patrón; sin embargo, en vista de que todas las muestras superaron el f'c de diseño, se puede considerar a las mezclas de 2.0% y 0.5% totalmente aceptables, siendo el



diseño de 1.0% la más óptimo en términos de resistencia, lo cual concuerda con (Alsadey S., 2015) quien tiene el artículo titulado “Efecto del superplastificante en las propiedades de concreto fresco y endurecido. Artículo científico de la Journal of Agricultural Science and Engineering – Libia”, cuyo objetivo es estudiar la influencia de la dosis de superplastificante en 0.6%, 0.8%, 1.2% 1.8% y 2.5% en el rendimiento del concreto, y concluye que la resistencia a compresión del concreto del diseño de 300 kg/cm<sup>2</sup> para la edad de curado a 28 días, se obtuvo una resistencia patrón de 376.80 kg/cm<sup>2</sup>, superado solamente por la mezcla con aditivo al 0.8% en un porcentaje de 6.79% con una resistencia de 402.40 kg/cm<sup>2</sup>; para los otros porcentajes de adición, se obtuvieron resistencias menores en 1.35%, 2.47%, 2.47% y 4.00% respectivamente para las adiciones de 0.6%, 1.2%, 1.8% y 2.5% con resistencias respectivas de 371.70 kg/cm<sup>2</sup>, 367.50 kg/cm<sup>2</sup>, 367.50 kg/cm<sup>2</sup> y 361.70 kg/cm<sup>2</sup>; teniéndose que el mayor decremento se dio para dosificaciones mayores al 1.0%; sin embargo, en vista de que se presentaron resistencias por encima de la requerida en el diseño, se puede considerar que todas las mezclas son aptas.

- Se determinó que la dosificación de aditivo obtiene mejoras en la resistencia a compresión y tracción, mientras mantiene una resistencia a flexión aceptable, obteniendo mejoras en resistencia a compresión para dosis de 0.5% y 1.0%; sin embargo, no se obtuvo mejora en la resistencia para una adición de 2.0%, lo cual indica que para dosificaciones mayores al 1.0% no se alcanzaría una mejora en la resistencia, pero sí en lo económico; esto concuerda con (Alsadey S., 2012) quien tiene el artículo titulado “Influencia del superplastificante en la resistencia del concreto”, cuyo objetivo es el de estudiar el efecto de adicionar aditivo superplastificante en las propiedades del concreto con resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>, y concluye que la resistencia a compresión con aditivo superplastificante obtiene mejoras en comparación con el diseño patrón, el mayor incremento se dio para una dosificación 1.0% de aditivo con un aumento del 25% respecto al patrón, alcanzando una resistencia de 550 kg/cm<sup>2</sup> sobre la resistencia patrón de 440 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días; así mismo, se tiene que para dosificaciones de aditivo entre 0.6% a 1.0% se obtuvieron resistencias de 520 kg/cm<sup>2</sup> a 550 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, sin embargo, al añadir una mayor dosificación en 1.2% de aditivo, se obtuvo una menor resistencia de 430 kg/cm<sup>2</sup> incluso por debajo del patrón.

## V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la variación en las propiedades mecánicas expresa mejores resistencias en compresión y tracción con respecto al concreto patrón, presentando los mejores resultados para una adición de 1.0% de aditivo, con un máximo incremento de 10.09% para la resistencia a compresión y de 36.68% en tracción indirecta; sin embargo, la variación en la resistencia a flexión no expresó mejores resultados al adicionar aditivo superplastificante, presentando la menor reducción de 7.25% para una dosis de 1.0% de aditivo; sin embargo, es posible despreciar las reducciones en los módulos de rotura debido a que sus valores se encuentran dentro del rango teórico; adicionalmente, se comprueba que la cantidad de cemento se puede reducir en 1.52 bls/m<sup>3</sup> de concreto para la dosificación óptima de 1.0% de aditivo, en un mínimo de 0.91 bls/m<sup>3</sup> de concreto para la dosificación de 0.5% de aditivo y en un máximo de 2.38 bls/m<sup>3</sup> de concreto para una dosificación de 2.0% de aditivo con respecto al concreto patrón, aumentando la resistencia a compresión y tracción indirecta sin comprometer seriamente el módulo de rotura.

- Se encontró que la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I expresa una variación de incremento en la resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, incrementándose en un 7.87% para la dosificación de 0.5% con una resistencia de 289.90 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo incremento de 10.09% para la dosis de 1.0% con una resistencia de 293.82 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo la resistencia patrón de 266.89 kg/cm<sup>2</sup> para una dosis del 2.0%, en este sentido, se superó la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> para todos los casos con un incremento máximo de 39.91%, el cual se dio con un óptimo porcentaje de adición en 1.0% del peso del cemento.

- Se halló que la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I expresa una variación de incremento en la resistencia a tracción por compresión diametral con respecto al concreto patrón de resistencia a tracción indirecta en 22.38 kg/cm<sup>2</sup>, incrementándose en un 4.02% para la dosificación de 0.5% con una resistencia de 23.32 kg/cm<sup>2</sup>, seguido de un incremento de 19.17% para la adición de 2.0% con una resistencia de 26.67 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo incremento de 36.68% para la dosis de 1.0% del peso del cemento con una resistencia de 30.59 kg/cm<sup>2</sup>, siendo esta última la dosificación más óptima; adicionalmente, la resistencia a tracción directa (*ft*) estimada teóricamente también se encuentra dentro del rango teórico requerido en base a la resistencia a compresión de diseño,

superando la mínima resistencia teórica de diseño para todos los casos con un incremento mínimo de 19.88% y máximo de 63.87%.

- Se descubrió que la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I expresa una variación de decremento en la resistencia a flexión con respecto al concreto patrón cuya resistencia es de  $45.54 \text{ kg/cm}^2$ , reduciéndose en un máximo de 26.77% para la dosificación de 2.0% de aditivo con una resistencia de  $33.35 \text{ kg/cm}^2$ , seguido de una reducción en 10.41% para la adición de 0.5% con una resistencia de  $40.80 \text{ kg/cm}^2$  y una mínima reducción de 7.25% para la dosis de 1.0% del peso del cemento con una resistencia de  $42.24 \text{ kg/cm}^2$ , siendo esta última la dosificación más óptima; sin embargo, a pesar de la reducción presentada, se tiene que los módulos de rotura para todos los diseños se encuentran dentro del rango teórico que depende de la resistencia a compresión, el cual oscila entre  $32.67 \text{ kg/cm}^2$  y  $46.28 \text{ kg/cm}^2$ , por lo cual el decremento de resistencia a flexión por la adición de aditivo no es significativa y puede despreciarse, debido a que sus resistencias son aceptables para el diseño.

- Económicamente, se justifica el uso de aditivo superplastificante al representar un ahorro dentro del costo de materiales mientras más alta sea la adición, se tiene que para una adición de 2.0% se puede ahorrar 6.64% del costo con respecto a un concreto patrón, así mismo, para una adición de 1.0% se tiene un ahorro de 5.08% y para una adición de 0.5% se puede ahorrar un 3.44%; al mismo tiempo, cabe resaltar que el ahorro económico estimado proviene de precios dentro del mercado que fueron recogidos durante el periodo de elaboración del proyecto, que pueden variar con el tiempo.

- Ambientalmente, se justifica el uso de aditivo superplastificante al expresar una mayor reducción en los gases contaminantes involucrados en la elaboración del concreto mientras más alta sea la adición, más precisamente con respecto al cemento en mezcla, se tiene que para una adición de 2.0% se puede reducir un 27.61% de gases contaminantes con respecto a un concreto patrón, así mismo, para una adición de 1.0% se tiene una reducción de 17.69% y para una adición de 0.5% se puede reducir un 10.59%; al mismo tiempo, cabe resaltar que las reducciones fueron estimadas en base al promedio de emisiones de  $\text{CO}_2$  producidas en la elaboración de cemento ( $0.95 \text{ kgCO}_2/\text{kg}$  cemento) según otros autores consultados, así como a la máxima cantidad de emisiones posibles debido al uso de aditivo superplastificante (420 g/lit de aditivo) según el fabricante.

## VI. RECOMENDACIONES

- Para el almacenaje de los materiales a ensayar, es recomendable que se encuentren en un lugar aislado de la exposición ambiental e intemperie, con el fin de evitar la variación en el contenido de humedad, más aún durante un cambio de estación en el clima, debido a que una variación puede causar alteraciones en los resultados de los ensayos, como un mayor asentamiento al esperado por un contenido de humedad mayor al definido en laboratorio, producto de la absorción de la humedad del clima.

- En términos de reducir la cantidad de cemento en mezcla, es recomendable considerar la cantidad mínima de cemento por metro cúbico que garantice la durabilidad del concreto en base al uso para el cual estará destinado y la exposición a los agentes externos en la que se desenvolverá la estructura, con el fin de preservar la vida útil de los elementos estructurales.

- Para los ensayos tanto en agregados como en el concreto, se recomienda tener los equipos calibrados para realizar las mediciones correctamente y evitar errores que puedan causar resultados equívocos, así mismo, se recomienda interpretar correctamente los resultados que se obtienen de los ensayos bajo el mismo criterio.

- Se sugiere tomar en cuenta la reducción en el módulo de rotura al diseñar pavimentos de concreto con aditivo superplastificante, el cual se puede estimar teóricamente como mínimo en  $2.0 * \sqrt{f'c}$  para asegurar la resistencia a tracción por flexión del concreto con aditivo, debido a que a pesar de la reducción, los valores aún se encuentran sobre el mínimo teórico.

- En futuros temas de investigación, es recomendable investigar sobre el óptimo uso de aditivos que no solo proveen mejores resultados en las propiedades mecánicas, sino que también ofrezcan una oportunidad de reducir la huella de CO<sub>2</sub> que se produce dentro del rubro de la construcción, a través de productos con valoración LEED como lo es el aditivo Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante que no solo representa un menor contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC) sino que también permiten reducir el uso de otros insumos más contaminantes como lo es el cemento.

## REFERENCIAS

ACHARYA, Anita; PRAKASH, Anupam; SAXENA, Pikee y NIGAM, Aruna. Sampling: Why and How of it?. *Indian Journal of Medical Specialities* [En línea], 4 (2). 2013. [Fecha de consulta: 29 de agosto de 2018].

Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/256446902\\_Sampling\\_Why\\_and\\_How\\_of\\_it\\_Anita\\_S\\_Acharya\\_Anupam\\_Prakash\\_Pikee\\_Saxena\\_Aruna\\_Nigam](https://www.researchgate.net/publication/256446902_Sampling_Why_and_How_of_it_Anita_S_Acharya_Anupam_Prakash_Pikee_Saxena_Aruna_Nigam)

ISSN: 0976-2884

AGUILERA, Rina. Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios políticos* [En línea], (28). 2013. [Fecha de consulta: 01 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n28/n28a5.pdf>

ISSN: 0185-1616

AIGNEREN, Miguel. La técnica de recolección de información mediante grupos focales. *La sociología en sus escenarios* [En línea], (6). 2002. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2018].

Disponible en

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewFile/1611/1264>

ISSN: 0123-8973

ALSADEY, Salahaldein. Effect of superplasticizer on fresh and hardened properties of concrete. *Journal of Agricultural Science and Engineering* [En línea], 1 (2). 2015. [Fecha de consulta: 02 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://independent.academia.edu/SalahaldeinAlsadey>

ISSN: 2381-6848

ALSADEY, Salahaldein. Influence of Superplasticizer on Strength of Concrete. *International Journal of Engineering and Technology* [En línea], 1 (3). 2012. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/285816594\\_Influence\\_of\\_superplasticizer\\_on\\_strength\\_of\\_concrete](https://www.researchgate.net/publication/285816594_Influence_of_superplasticizer_on_strength_of_concrete)

ISSN: 2277-4378

ANGUERA, María. La investigación cualitativa. *Educación* [En línea], (10). 1986. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en <https://www.raco.cat/index.php/Educación/article/view/42171>

ISSN: 2014-8801

ARGIBAY, Juan. Muestra en investigación cuantitativa. *Subjetividad y procesos cognitivos* [En línea], 13 (1). 2009. [Fecha de consulta: 02 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/handle/123456789/719>

ISSN: 1666-244X

ARGIBAY, Juan. Técnicas psicométricas. Cuestiones de validez y confiabilidad. *Subjetividad y procesos cognitivos* [En línea], (8). 2006. [Fecha de consulta: 02 de setiembre de 2018].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3396/339630247002.pdf>

ISSN: 1666-244X

ASOCIACIÓN Unión Andina de Cementos (Perú). Cemento Sol. Lima: UNACEM S.A.A., s.f. 2 pp.

BERNAL, Daniel. Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes. Cajamarca, 2017. Tesis (Magíster en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1233>

BORRALLERAS, Pere; JURADO, Juanjo; PARRA, Sergio y CABALLERO, Jorge. HAC2018 | V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales. Marzo de 2018. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2018].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.4995/HAC2018.2018.5633>

ISBN: 9788490485910

BUSTAMANTE, Gladys. Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas. *Revista de Actualización Clínica Investiga* [En línea], 10 (s.n.). Julio de 2011. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2018].

Disponible en [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v10/v10\\_a06.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/raci/v10/v10_a06.pdf)

ISSN: 2304-3768

CARHUAMACA, Julio. Ventajas técnicas y económicas mediante el empleo de aditivos plastificantes en la elaboración de concreto. *Revista Civilizate* [En línea], (1). 2012. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018].

Disponible en <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/issue/view/985>

ISSN: 2411-994X

CARRILLO, Julián; ALCOCER, Sergio y APERADOR, William. Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [En línea], 14 (2). 2013. [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2018].

Disponible en [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72243-1](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72243-1)

ISSN: 2594-0732

CARRILLO, Julián; APERADOR, William y GONZÁLEZ, Giovanni. Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *Ingeniería Investigación y Tecnología* [En línea], 14 (3). 2013. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2018].

Disponible en [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72256-X](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72256-X)

ISSN: 2594-0732

CHENET, Manuel. Estrategia de internacionalización considerando la marca y su influencia en la complacencia de los estudiantes de las escuelas de negocio de lima. Tesis (Doctor en Administración). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2017

Disponible en <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2992>

COAPAZA, Hernán y CAHUI René. Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Antiplano, 2018.

Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7352>

COMITÉ ACI 211 (Estados Unidos). ACI 211.1, of. 09: Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight, and mass concrete. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2009. 56 pp.

ISBN: 9780870310171

COMITÉ ACI 318 (Estados Unidos). ACI 318S-14, of. 15: Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-14) y comentario (ACI 318SR-14). Farmington Hills: American Concrete Institute, 2015. 592 pp.

ISBN: 9780870319648

CORONA, José. Apuntes sobre métodos de investigación. *MediSur* [En línea], 14 (1). 2016. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v14n1/ms16114.pdf>

ISSN: 1727-897X

CORTÉS, Graciela. Confiabilidad y validez en estudios cualitativos. *Educación y ciencia* [En línea], 1 (1). 1997. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/111>

ISSN: 2448-525X

DÍAZ, Víctor y CALZADILLA, Aracelis. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud* [En línea], 14 (1). 2016. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v14n1/v14n1a11.pdf>

ISSN: 1692-7273

ESCOBAR, Jazmine y CUERVO, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición* [En línea], (6). 2008. [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2018].

Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/302438451\\_Validez\\_de\\_contenido\\_y\\_juicio\\_de\\_expertos\\_Una\\_aproximacion\\_a\\_su\\_utilizacion](https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion)

ISSN: 1692-0023

FERNÁNDEZ, Antoni; MORALES, Javier y SOTO, Francisco. Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. *INGENIERÍA UC* [En línea], 23 (2). 2016. [Fecha de consulta: 16 de agosto de 2018].

Disponible en <https://www.redalyc.org/html/707/70746634010/>

ISSN: 1316-6832



FERNÁNDEZ, L. Lanelid. Evaluación del diseño de concreto elaborado con cemento portland tipo I y adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1434>

GRUPO Civilizate. Emisiones de carbono por parte de la industria del cemento vs cemento verde. *Civilizate* [En línea], (8). 2016. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018].

Disponible en <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/issue/view/1401>

ISSN: 2411-944X

IDENTIFICATION of research hypotheses and new knowledge from scientific literature por Matthew Shardlow [et al]. *BMC Medical Informatics and Decision Making* [En línea], 18 (1). 25 de junio de 2018. [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.1186/s12911-018-0639-1>

ISSN: 1472-6947

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.046, of. 18: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 10 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.185, of. 18: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 8 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.012, of. 18: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 14 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.021, of. 18: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 8 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.022, of. 18: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 20 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.037, of. 18: AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2018. 20 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.078, of. 17: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2017. 10 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 400.017, of. 16: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2016. 14 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.034, of. 15: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2015. 18 pp.

INSTITUTO Nacional de Calidad (Perú). NTP 339.035, of. 15: CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4.<sup>a</sup> ed. Lima: INACAL, 2015. 9 pp.

INSTITUTO Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (Perú). E.060, of. 09: Concreto armado. Lima: SENCICO, 2009. 205 pp.

ISBN: 9789972943348

KROSS, Jeniffer y GIUST, Amanda. Elements of research questions in relation to qualitative inquiry. *The Qualitative Report* [En línea], 24 (1). 2019. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2019].

Disponible en

<http://link.galegroup.com/apps/doc/A588342535/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=09e0a734>

ISSN: 1687-8434

LÓPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. *Punto Cero* [En línea], 09 (08). 2004. [Fecha de consulta: 26 de agosto de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

ISSN: 1815-0276

MANTEROLA, Carlos y OTZEN, Tamara. Estudios Experimentales 2a Parte. Estudios Cuasi-Experimentales. *International Journal of Morphology* [En línea], 33 (1). 2015. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2018].

Disponible en

<http://link.galegroup.com/apps/doc/A535235299/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=dffb0820>

ISSN: 0717-9367

MARTÍNEZ, Miguel. Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. *Revista Paradigma* [En línea], 27 (2). 2006. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2018].

Disponible en <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/issue/view/275>

ISSN: 1011-2251

MATTAM, Hannah; PAULOSE, Raunac; ROBERT, Sherin y MATHEW, Vijay. A study on flow and strength characteristics of superplasticized concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology* [En línea], 5 (2). 2018. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018].

Disponible en <https://www.irjet.net/archives/V5/i2/IRJET-V5I2468.pdf>

ISSN: 2395-0056

MENDOZA, Carlos; AIRE, Carlos y DÁVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo* [En línea], 2 (2). 2011. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v2n2/v2n2a3.pdf>

ISSN: 2007-3011

MIRÓN, Juan; ALONSO, Montserrat e IGLESIAS, Helena. Metodología de investigación en salud laboral. *Medicina y Seguridad del Trabajo* [En línea], 56 (221). 2010. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2018].

Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v56n221/aula.pdf>

ISSN: 1989-7790

PALOMINO, Miguel. Estudio del concreto con cemento Portland tipo IP y aditivo superplastificante. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5907>

RASHEED, Hayder; USMAN, Muhammad; FAROOQ, Hassan y HANIF, Asad. Effect of super-plasticizer dosages on fresh state properties and early-age strength of concrete. *IOP*

*Conference Series: Materials Science and Engineering* [En línea], 431 (s.n.). 2018. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018].

Disponible en <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/431/6/062010>

ISSN: 1757-899X

RESEARCH questions, hypotheses and objectives por Patricia Farrugia [et al]. *Canadian Journal of Surgery* [En línea], 53 (4). Agosto de 2010. [Fecha de consulta: 22 de agosto de 2018].

Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2912019/>

ISSN: 1488-2310

SALEM, Muhsen; ALSADEY, Salahaldein y JOHARI, Megat. Effect of superplasticizer dosage on workability and strength characteristics of concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* [En línea], 13 (4). 2016. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2018].

Disponible en [http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/pages/13\(4\)Version-7.html](http://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/pages/13(4)Version-7.html)

ISSN: 2278-1684

SÁNCHEZ, Kemmer. Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para  $F^{\circ}C=175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ . Huancayo, 2016. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2017.

Disponible en <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/3451>

SIKA Perú S.A. (Perú). Hoja Técnica Sika<sup>®</sup> Cem Plastificante. 3.<sup>a</sup> ed. Lima: SIKA Perú S.A., 2015. 3 pp.

SOBREVILLA, Benny. El cemento como material esencial para edificaciones que purifiquen el aire, absorbiendo gases de efecto invernadero. *Revista Civilizate* [En línea], (8). 2016. [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2018].

Disponible en <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/issue/view/1401>

ISSN: 2411-944X

WOLVERTON, Marvin. Research design, hypothesis testing, and sampling. *Appraisal Journal* [En línea], 77 (4). 01 de octubre de 2009. [Fecha de consulta: 25 de agosto de 2018].

Disponible en

<http://link.galegroup.com/apps/doc/A214455078/AONE?u=univcv&sid=AONE&xid=d6a2d98f>

ISSN: 0003-7087

ZOHRABI, Mohammad. Mixed method research: instruments, validity, reliability and reporting findings. *Theory & practice in language studies* [En línea], 3 (2). 2013. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2018].

Disponible en

<http://www.academypublication.com/issues/past/tpls/vol03/02/tpls0302.pdf#page=56>

ISSN: 1799-2591

# **ANEXOS**

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA



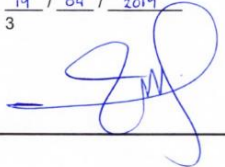
Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima-2019						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<u>Problema general</u>	<u>Objetivo general</u>	<u>Hipótesis general</u>	<u>Variable dependiente</u>			
¿Cómo varían las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?	Determinar la variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante.	La variación en las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I expresa mejores resistencias al adicionar aditivo superplastificante.	Propiedades Mecánicas del Concreto	Resistencia a compresión	Resistencia a compresión (F'c)	Intervalo
<u>Problemas específicos</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específicas</u>		Resistencia a tracción por compresión diametral	Resistencia a tracción indirecta (Fct)	
¿Cómo varía la resistencia a compresión del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?	Encontrar la variación en la resistencia a compresión por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.	La adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a compresión del concreto con cemento tipo I.		Resistencia a flexión	Módulo de rotura (Mr)	
¿Cómo varía la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?	Hallar la variación en la resistencia a tracción por compresión diametral, por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.	La adición de aditivo superplastificante expresa variaciones de incremento en la resistencia a tracción por compresión diametral del concreto con cemento tipo I.	<u>Variable independiente</u>	Dosificación con Aditivo Superplastificante	Incluyendo Superplastificante al 0.5%	Intervalo
¿Cómo varía la resistencia a flexión del concreto con cemento tipo I por la adición de aditivo superplastificante?	Descubrir la variación en la resistencia a flexión por la adición de aditivo superplastificante en el concreto con cemento tipo I.	La adición de aditivo superplastificante no expresa variaciones significativas, conservando una resistencia a flexión análoga en el concreto con cemento tipo I.	Aditivo Superplastificante		Incluyendo Superplastificante al 1.0%	
					Incluyendo Superplastificante al 2.0%	



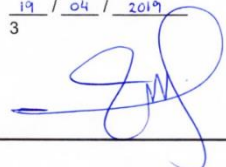
## ANEXO N°2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Propiedades Mecánicas del Concreto	Según Mendoza et al. (2011, p. 36), Carrillo et al. (2013, p. 436) y Carrillo et al. (2013, p 285), las propiedades mecánicas del concreto se desarrollan durante transición al estado endurecido, siendo las básicas caracterizadas por la resistencia a compresión, resistencia a tracción por compresión diametral y resistencia a flexión.	Las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión) en el concreto adicionado con aditivo superplastificante serán halladas y comparadas con las mismas de un concreto convencional sin dicho aditivo.	Resistencia a la compresión	Resistencia a compresión (F'c)	<b>Método:</b> Científico
			Resistencia a la tracción por compresión diametral	Resistencia a la tracción indirecta (Fct)	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo
			Resistencia a la flexión	Módulo de rotura (Mr)	<b>Tipo:</b> Aplicada
Aditivo Superplastificante	Bernal (2017), “los aditivos superplastificantes o reductores de alto rango son surfactantes aniónicos de naturaleza orgánica, que una vez disueltos en agua, dispersan las partículas de cemento y mejoran la cohesión y plasticidad del sistema cementante” (p. 15).	El aditivo superplastificante (Sika® Cem Plastificante) será utilizado en diferentes muestras de concreto patrón variando la dosificación entre 0.5, 1.0 y 2.0% del peso de cemento en el diseño de mezcla.	Dosificación con Aditivo Superplastificante	Incluyendo Superplastificante al 0.5%	<b>Nivel:</b> Explicativo
				Incluyendo Superplastificante al 1.0%	<b>Diseño:</b> Experimental
				Incluyendo Superplastificante al 2.0%	<b>Instrumento:</b> *Ensayos de materiales  *Ficha de recolección de datos



### ANEXO N°3: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>NTP 339.185:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Edición</b>					
<b>Ficha N°:</b> 1	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> ACH				
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"					
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan					
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) <input checked="" type="checkbox"/> Microondas(M)				
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.					
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.					
Información General					
<b>Tipo de material:</b> Agregado Fino					
<b>Cantera:</b> UNICON					
<b>Propietario:</b> UNICON					
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019					
Contenido de Humedad de la Muestra					
Peso de la muestra en estado ambiental	(gr)	Ph	500.00		
Peso de la muestra seca al horno	(gr)	Ps	497.80		
Peso del agua perdida	(gr)	(Ph-Ps)	2.20		
Contenido de humedad	(%)	100*(Ph-Ps)/Ps	0.44%		
Observaciones - Comentarios					
Aprobación					
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2				
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1				
<b>Experto:</b> 3					
<b>Firma:</b> 					
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	4,00
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90
	Exp. 3	0,3	0,8	0,8	0,80
	<b>PROMEDIO</b>				0,90



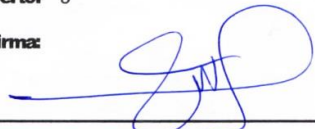
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>NTP 339.185:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Edición</b>					
<b>Ficha N°:</b> 1	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> ACH				
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"					
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan					
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) <input checked="" type="checkbox"/> Microondas(M)				
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.					
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.					
Información General					
<b>Tipo de material:</b> Agregado Grueso					
<b>Cantera:</b> UNICON					
<b>Propietario:</b> UNICON					
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019					
Contenido de Humedad de la Muestra					
Peso de la muestra en estado ambiental	(gr)	Ph	1000.00		
Peso de la muestra seca al horno	(gr)	Ps	996.40		
Peso del agua perdida	(gr)	(Ph-Ps)	3.60		
Contenido de humedad	(%)	100*(Ph-Ps)/Ps	0.36%		
Observaciones - Comentarios					
Laboratorio consideró una muestra representativa de 1000.00 gr para el caso de estudio, cantidad diferente a lo dispuesto en la Tabla 1 de la NTP 339.185, bajo criterio y experiencia del mismo, se tiene que los resultados no varían.					
Aprobación					
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2				
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1				
<b>Experto:</b> 3					
<b>Firma:</b> 					
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	4,00
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90
	Exp. 3	0,3	0,8	0,8	0,80
	<b>PROMEDIO</b>				0,90




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO																										
<b>NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición</b>																										
<b>Ficha N°:</b> 2	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 2</b>																								
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> AAG																									
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																										
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																										
Información General																										
<b>Tipo de material:</b> Agregado Fino																										
<b>Cantera:</b> UNICON																										
<b>Propietario:</b> UNICON																										
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019																										
Tamizado de Muestra																										
<b>Peso de la muestra: 600 gr</b>																										
<b>Malla o Tamiz</b>		<b>Peso Retenido</b>	<b>Error</b>	<b>Error (%)</b>																						
<b>Abertura (mm)</b>	<b>Nº Tamiz</b>	<b>(gr)</b>	<b>(gr)</b>	<b>(Máx. 0.3%)</b>																						
9.50	3/8"	0.00	0.10	0.02%																						
4.75	4	0.60																								
2.36	8	94.10																								
1.18	16	165.70																								
0.60	30	146.10																								
0.30	50	111.20																								
0.15	100	59.00																								
<b>FONDO</b>		<b>23.40</b>																								
<b>TOTAL</b>		<b>600.10</b>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TABLA 1 (NTP 400.037)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Granulometría del agregado fino</th> </tr> <tr> <th>Tamiz</th> <th>Porcentaje que Pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9.5 mm (3/8 pulg)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4.75 mm (Nº 4)</td> <td>95 a 100</td> </tr> <tr> <td>2.36 mm (Nº 8)</td> <td>80 a 100</td> </tr> <tr> <td>1.18 mm (Nº 16)</td> <td>50 a 85</td> </tr> <tr> <td>600 µm (Nº 30)</td> <td>25 a 60</td> </tr> <tr> <td>300 µm (Nº 50)</td> <td>05 a 30</td> </tr> <tr> <td>150 µm (Nº 100)</td> <td>0 a 10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: NTP 400.037</p>							TABLA 1 (NTP 400.037)		Granulometría del agregado fino		Tamiz	Porcentaje que Pasa (%)	9.5 mm (3/8 pulg)	100	4.75 mm (Nº 4)	95 a 100	2.36 mm (Nº 8)	80 a 100	1.18 mm (Nº 16)	50 a 85	600 µm (Nº 30)	25 a 60	300 µm (Nº 50)	05 a 30	150 µm (Nº 100)	0 a 10
TABLA 1 (NTP 400.037)																										
Granulometría del agregado fino																										
Tamiz	Porcentaje que Pasa (%)																									
9.5 mm (3/8 pulg)	100																									
4.75 mm (Nº 4)	95 a 100																									
2.36 mm (Nº 8)	80 a 100																									
1.18 mm (Nº 16)	50 a 85																									
600 µm (Nº 30)	25 a 60																									
300 µm (Nº 50)	05 a 30																									
150 µm (Nº 100)	0 a 10																									
<b>Peso de la muestra: 600 gr</b>																										
<b>Malla o Tamiz</b>	<b>Peso Retenido</b>	<b>Porcentaje Retenido</b>	<b>Porcentaje Retenido Acumulado (%)</b>	<b>Porcentaje que Pasa (%)</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>																				
<b>Abertura (mm)</b>	<b>Nº Tamiz</b>	<b>(gr)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>																						
9.50	3/8	0.00	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%																				
4.75	4	0.60	0.10%	0.10%	99.90%	95.00%																				
2.36	8	94.00	15.67%	15.77%	84.23%	80.00%																				
1.18	16	165.70	27.62%	43.38%	56.62%	50.00%																				
0.60	30	146.10	24.35%	67.73%	32.27%	25.00%																				
0.30	50	111.20	18.53%	86.27%	13.73%	5.00%																				
0.15	100	59.40	9.90%	96.17%	3.83%	0.00%																				
<b>FONDO</b>		<b>23.00</b>	<b>3.83%</b>	<b>100.00%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>																				
<b>TOTAL</b>		<b>600.00</b>	<b>100.00%</b>																							
$MF = \frac{\sum_{N=4}^{N=100} \text{Porcentaje Retenido Acumulado}}{100} = 3.09$																										



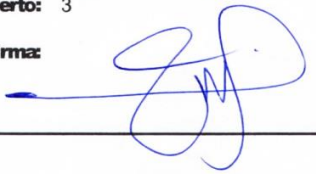
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
<b>NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición</b>					
<b>Ficha N°:</b> 2	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 2</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> AAG				
<b>Análisis Granulométrico</b>					
<b>Observaciones - Comentarios</b>					
La granulometría del agregado fino cumple con los rangos de límite inferior y superior establecidos por la NTP 400.037/ASTM C-33.					
Aprobación					
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2				
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	Rango de evaluación por parámetro				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1				
<b>Experto:</b> 3					
<b>Firma:</b>					
	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>	<b>Confiable</b>	<b>Puntaje</b>
	Exp. 1	1	1	1	3.00
	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90
	Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.90
	<b>PROMEDIO</b>				0.93



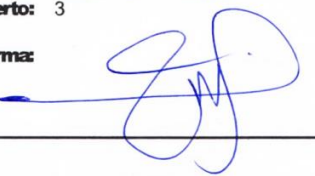
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición							
Fecha: 21/06/2019		Hoja 1 de 2					
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: AAG					
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"							
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan							
Información General							
Tipo de material: Agregado Grueso							
Cantera: UNICON							
Propietario: UNICON							
Fecha de obtención del material: 22/04/2019							
Tamizado de Muestra							
Peso de la muestra: 8000 gr							
Malla o Tamiz		Peso Retenido	Error	Error (%)	TABLA 4 (NTP 400.037)		
Abertura (mm)	Nº Tamiz	(gr)	(gr)	(Máx. 0.3%)	Granulometría del agregado grueso (Huso 67)		
37.50	1 1/2"	0.00	13.50	0.17%	Tamiz	Porcentaje que Pasa (%)	
25.00	1"	0.00			37.5 mm (1 1/2 pulg)	100	
19.00	3/4"	46.00			25.0 mm (1 pulg)	100	
12.50	1/2"	2214.00			19.0 mm (3/4 pulg)	90 a 100	
9.50	3/8"	1709.50			12.5 mm (1/2 pulg)	...	
4.75	4	3786.50			9.5 mm (3/8 pulg)	20 a 55	
FONDO		257.50					4.75 mm (Nº 4)
TOTAL		8013.50			Fuente: NTP 400.037		
Peso de la muestra: 8000 gr							
Abertura (mm)	Nº Tamiz	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	Límite inferior	Límite superior
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
19.00	3/4"	46.00	0.58%	0.58%	99.43%	90.00%	100.00%
12.50	1/2"	2214.00	27.68%	28.25%	71.75%	55.00%	77.50%
9.50	3/8"	1709.50	21.37%	49.62%	50.38%	20.00%	55.00%
4.75	4	3786.50	47.33%	96.95%	3.05%	0.00%	10.00%
FONDO		244.00	3.05%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL		8000.00	100.00%				
Tamaño Máximo (TM) = 3/4"							
Tamaño Máximo Nominal = 1/2"							




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
NTP 400.012:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición							
Fecha: 21/06/2019		Hoja 2 de 2					
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: AAG					
Análisis Granulométrico							
Observaciones - Comentarios							
La granulometría del agregado grueso cumple con los rangos de límite inferior y superior establecidos por la NTP 400.037/ASTM C-33.							
Se despreció el peso de la muestra retenida en el tamiz Nº 3/4" para efecto de establecer los tamaños máximo y máximo nominal del agregado, debido a su baja incidencia.							
Aprobación							
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma:				<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma:			
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma:				<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1			
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje			
Exp. 1	0,9	0,9	1,0	1,00			
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90			
Exp. 3	0,9	0,5	0,5	0,90			
PROMEDIO				0,93			




PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.022:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición</b>			
<b>Ficha N°:</b> 4	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PEA		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Tiempo en que se mantuvo la muestra sumergida en agua:</b> 24 horas			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) x	Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 10 : 10 a.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 26 / 04 / 2019 a las 10 : 30 a.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Fino			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso específico y Porcentaje de Absorción de la Muestra			
Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	Pm	500.00
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balón + peso del agua	(gr)	Pm + Pb + Pa	989.00
Peso del balón	(gr)	Pb	178.60
Peso del agua	(gr)	Pa	310.40
Peso de la arena seca al horno	(gr)	Ps	496.30
Volumen del balón	(ml)	V	500.00
Peso específico de la masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma = Ps / (V - Pa)$	2.62
Peso específico de la masa superficialmente seca	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s = 500 / (V - Pa)$	2.64
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_a = Ps / [(V - Pa) - (500 - Ps)]$	2.67
Porcentaje de absorción	(%)	$Abs\% = (500 - Ps) * 100 / Ps$	0.75
Observaciones - Comentarios			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	Experto	Técnica	Validez
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.95	0.95
	<b>PROMEDIO</b>		0.94

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.021:2013 (revisada el 2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición</b>			
<b>Ficha N°:</b> 5	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PEA		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Tiempo en que se mantuvo la muestra sumergida en agua:</b> 24 horas			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) x	Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 10 : 10 a.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 26 / 04 / 2019 a las 10 : 30 a.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Grueso			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso específico y Porcentaje de Absorción de la Muestra			
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	Pm	4000.00
Peso de la muestra secada al horno	(gr)	Ps	3941.90
Peso de la muestra saturada en agua	(gr)	Ph	2510.20
Peso específico de la masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma = Ps / (Pm - Ph)$	2.65
Peso específico de la masa superficialmente seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s = Pm / (Pm - Ph)$	2.68
Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_a = Ps / (Ps - Ph)$	2.75
Porcentaje de absorción	(%)	$Abs\% = (Pm - Ps) * 100 / Ps$	1.47
Observaciones - Comentarios			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	Experto	Técnica	Validez
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.95	0.95
	<b>PROMEDIO</b>		0.95

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.017:2011 (revisada el 2016) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)</b>			
<b>Ficha N°:</b> 6	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PUC		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C		<b>Método:</b> Horno (H)   x   Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Fino			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso Unitario Compactado Seco de la Muestra			
Peso de la muestra + Recipiente	(gr)	Pm + Pr	6715.50
Peso del recipiente	(gr)	Pr	1576.50
Peso de la muestra	(gr)	Pm	5139.00
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	2.8324*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1814.00
Observaciones - Comentarios			
.....			
.....			
.....			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación de Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0      0.5      1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.95	0.8
	<b>PROMEDIO</b>		0.93




PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.017:2011 (revisada el 2016) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)</b>			
<b>Ficha N°:</b> 6	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PUC		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C		<b>Método:</b> Horno (H)   x   Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Grueso			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso Unitario Compactado Seco de la Muestra			
Peso de la muestra + Recipiente	(kg)	Pm + Pr	19.65
Peso del recipiente	(kg)	Pr	4.36
Peso de la muestra	(kg)	Pm	15.29
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	9.44*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1620.00
Observaciones - Comentarios			
.....			
.....			
.....			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación de Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0      0.5      1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.95	0.8
	<b>PROMEDIO</b>		0.93

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.017:2011 (revisada el 2016) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)</b>			
<b>Ficha N°:</b> 7	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PSU		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) x	Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 10 p.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Fino			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso Unitario Suelto Seco de la Muestra			
Peso de la muestra + Recipiente	(gr)	Pm + Pr	6226.00
Peso del recipiente	(gr)	Pr	1576.50
Peso de la muestra	(gr)	Pm	4649.50
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	2.8324*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1642.00
Observaciones - Comentarios			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0      0.5      1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.9	0.93
	<b>PROMEDIO</b>		0.94

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO			
<b>NTP 400.017:2011 (revisada el 2016) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)</b>			
<b>Ficha N°:</b> 7	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> PSU		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Condiciones de secado:</b> 110° C ± 5° C	<b>Método:</b> Horno (H) x	Microondas(M)	
<b>Fecha y hora de colocación de muestra en el horno:</b> 24 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.			
<b>Fecha y hora de extracción de muestra del horno:</b> 25 / 04 / 2019 a las 03 : 15 p.m.			
Información General			
<b>Tipo de material:</b> Agregado Grueso			
<b>Cantera:</b> UNICON			
<b>Propietario:</b> UNICON			
<b>Fecha de obtención del material:</b> 22/04/2019			
Peso Unitario Suelto Seco de la Muestra			
Peso de la muestra + Recipiente	(kg)	Pm + Pr	18.32
Peso del recipiente	(kg)	Pr	4.36
Peso de la muestra	(kg)	Pm	13.96
Volumen del recipiente	(m <sup>3</sup> )	V	9.44*10 <sup>-3</sup>
Peso Unitario Compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	Pm/V	1479.00
Observaciones - Comentarios			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0      0.5      1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b> 	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>
	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.9	0.93
	<b>PROMEDIO</b>		0.94

ESTIMACIÓN DE COMBINACIONES PARA DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR								
<b>Ficha N°:</b> 8	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>						
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> ECP							
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"								
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan								
Parámetros Básicos								
<b>CONCRETO:</b> F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup> <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%					
Resistencia Promedio Requerida								
<b>TABLA N° 1</b>		<b>CÁLCULO:</b>						
Resistencia Especificada a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )							
f'c < 210	f'cr = f'c + 70	f'cr = f'c + 85						
210 ≤ f'c ≤ 350	f'cr = f'c + 85	f'cr = 210 + 85						
f'c > 350	f'cr = 1.1 * f'c + 50	f'cr = 295 kg/cm <sup>2</sup>						
Fuente: Norma E.060. Concreto Armado.								
Cantidad de Agua y Porcentaje de Aire								
<b>TABLA N° 2</b>		<b>VALORES:</b>						
Volumen Unitario de Agua y Porcentaje de Aire								
Agua en lt/m <sup>3</sup> y aire en %, para los TMN del AG y consistencia indicada								
Sin aire incorporado	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (pulg)							
Slump (pulg)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
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	...
Porcentaje aproximado de aire atrapado (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 23).								
Relación Agua/Cemento (a/c) y Cantidad de Cemento								
<b>TABLA N° 3</b>		<b>DATOS:</b>						
Relación Agua/Cemento por Resistencia		; Agua = 216 lt/m <sup>3</sup>						
Resistencia a la compresión a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	f'c = 250 kg/cm <sup>2</sup> ; a/c = 0.62						
	Sin aire incorporado	f'c = 300 kg/cm <sup>2</sup> ; a/c = 0.55						
150	0.80	f'c = 295 kg/cm <sup>2</sup> ; a/c = x						
200	0.70	<b>CÁLCULO:</b>						
250	0.62	$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 295}{0.55 - x}$						
300	0.55	x = 0.557 ≈ 0.56						
350	0.48	a/c = 0.56						
400	0.43	Agua/Cemento = 0.557						
450	0.38	Cemento = 216/0.557 = 387.79 kg/m <sup>3</sup>						
* Se interpola para valores intermedios. Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 24).								




ESTIMACIÓN DE COMBINACIONES PARA DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR						
<b>Ficha N°:</b> 8	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>				
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> ECP					
Relación b/b <sub>0</sub> y Cantidad de Agregado Grueso						
<b>TABLA N° 4</b>			<b>DATOS:</b>			
Peso del AG por Unidad de Volumen del Concreto			; P.U.C. = 1619.70 kg/m <sup>3</sup>			
Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/b <sub>0</sub> ) en m <sup>3</sup> .			M.F. = 3.00 ; b/b <sub>0</sub> = 0.53			
TMN A.G. Módulo de Fineza del Agregado Fino			M.F. = 3.20 ; b/b <sub>0</sub> = 0.51			
(pulg)	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	M.F. = 3.09 ; b/b <sub>0</sub> = x
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	
1	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	
1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67	
2	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	
3	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	
6	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	
*Se interpola para valores intermedios. Fuente: Adaptado de Norma ACI 211.1 (Comité ACI 211, 2009, p. 26).			<b>CÁLCULO:</b>			
			$\frac{3.20 - 3.00}{0.51 - 0.53} = \frac{3.20 - 3.09}{0.51 - x}$			
			x = 0.521 ≈ 0.52			
			b/b <sub>0</sub> = 0.52			
			P.U.C./P.S.P. = 0.521			
			P.S.P. = 1619.70 * 0.521 = 843.86 kg/m <sup>3</sup>			
			Peso Seco de Piedra = 843.86 kg/m <sup>3</sup>			
Cantidad de Agregado Fino y Proporción de Agregados						
La cantidad de agregado fino se halla por diferencia de volúmenes, restando los volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Agregado grueso a 1.00 m <sup>3</sup> de concreto.		<b>CÁLCULO:</b>				
		1 m <sup>3</sup> = V <sub>aire</sub> + V <sub>agua</sub> + V <sub>cemento</sub> + V <sub>A.F.</sub> + V <sub>A.G.</sub>				
		1 = 0.025 + 0.216 + 0.124 + V <sub>A.F.</sub> + 0.319				
		V <sub>A.F.</sub> = 0.316 m <sup>3</sup>				
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>		<b>PESO SECO:</b>				
V <sub>aire</sub> = Aire = 2.50% = 0.025 m <sup>3</sup>		P.E. = P.S.A/V <sub>A.F.</sub>				
		2617.62 = P.S.A/0.316				
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>		P.S.A. = 827.168 kg/m <sup>3</sup>				
V <sub>agua</sub> = $\frac{Agua}{P.E.} = \frac{216.00}{1000.00} = 0.216 m^3$		Peso Seco de Arena = 827.168 kg/m <sup>3</sup>				
<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>		<b>PROPORCIÓN DE AGREGADOS:</b>				
V <sub>cemento</sub> = $\frac{Cemento}{P.E.} = \frac{387.79}{3120.00} = 0.124 m^3$		Af = $\frac{V_{A.F.}}{(V_{A.F.} + V_{A.G.})} = \frac{0.316}{(0.316 + 0.319)} = 0.4976$				
<b>VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO:</b>		Af% = 0.4976 * 100% = 49.76 %				
V <sub>A.G.</sub> = $\frac{P.S.P.}{P.E.} = \frac{843.86}{2645.93} = 0.319 m^3$		Ag = $\frac{V_{A.G.}}{(V_{A.F.} + V_{A.G.})} = \frac{0.319}{(0.316 + 0.319)} = 0.5024$				
		Ag% = 0.5024 * 100% = 50.24 %				

ESTIMACIÓN DE COMBINACIONES PARA DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR			
<b>Ficha N°:</b> 8	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> ECP		
Proporción en Estado Seco y Combinaciones			
<b>DISEÑO PRELIMINAR: / REDONDEO:</b>	<b>COMBINACIONES PROPUESTAS:</b>		
Aire = 2.5%	Aire = 2.5%	<b>COMBINACIONES PARA DISEÑO PRELIMINAR</b>	
Agua = 216.00 lt	Agua = 215.00 lt	Combinaciones de mezcla de prueba con relaciones "a/c" cuyo rango contiene la relación "a/c" del diseño preliminar (E.060), Aire = 2.5%.	
a/c = 0.56	a/c = 0.55	<b>COMBINACIÓN</b>	<b>Agua (Lt)</b>
Af% = 49.76 %	Af% = 49.5 %		<b>a/c</b>
Ag% = 50.24 %	Ag% = 50.5 %		<b>Af%</b>
			<b>Ag%</b>
		DISEÑO 1 (D1)	225
		DISEÑO 2 (D2)	215
		DISEÑO 3 (D3)	205
			0.50
			48.6
			51.4
			0.55
			49.5
			50.5
			0.60
			50.0
			50.0
		Fuente: Elaboración propia.	
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación de Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	Rango de evaluación por parámetro		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1		
<b>Experto:</b> 3	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>
<b>Firma:</b> 	Exp. 1	0.9	0.9
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.5	0.5
	<b>PROMEDIO</b>		0.94

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR			
<b>Ficha N°:</b> 9	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPP		
<b>Nombre de la investigación:</b>	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"		
<b>Investigador:</b>	Molina Muñoz, Angel Jhonatan		
Parámetros Básicos			
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>
Tipo: Patrón	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>
Combinación: D1	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>
F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	<b>AGUA:</b>	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.
Slump = 3 a 4 pulg.	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%
Sin Aire Incorporado	P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%
Combinación de Diseño			
<b>TABLA N°1</b>			<b>VALORES:</b>
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%			Aire = 2.5%
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>Agua (Lt)</b>	<b>a/c</b>	<b>Af%</b>
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0
			51.4
			50.5
			50.0
Fuente: Elaboración propia.			Agua = 225.00 lt
			a/c = 0.50
			Af% = 48.60%
			Ag% = 51.40%
Volúmenes de Aire, Agua y Cemento			
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>		<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>	
$V_{aire} = Aire = 2.50\% = 0.0250 m^3$		a/c = 0.50	
		Agua/Cemento = 0.50	
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>		Cemento = 225.00/0.50 = 450.00 kg/m <sup>3</sup>	
$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00} = 0.2250 m^3$		$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00} = 0.1442 m^3$	
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados			
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>	
$1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$	$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$	$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$	
$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + V_{global}$	$V_{sA.F.} = 48.60\% * 0.6058$	$V_{sA.G.} = 51.40\% * 0.6058$	
$V_{global} = 0.6058 m^3$	$V_{sA.F.} = 0.2944 m^3$	$V_{sA.G.} = 0.3114 m^3$	
	<b>PESO SECO ARENA:</b>	<b>PESO SECO PIEDRA:</b>	
	$P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$	$P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$	
	$P.S.A. = 2617.62 * 0.2944$	$P.S.P. = 2645.93 * 0.3114$	
	$P.S.A. = 770.63 kg$	$P.S.P. = 823.94 kg$	






DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR			
Ficha N°: 9	Fecha: 21/06/2019	Hoja 2 de 3	
Especialidad: Ingeniería Civil	Código: DPP		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{770.63 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.71$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{225.00 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.50$	$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{823.94 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.83$		
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b>		
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P.H.A. = 770.63 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 774.02 \text{ kg}$	$A.A.A. = 770.63 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.389 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Arena = 774.02 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Arena = -2.389 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b>		
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P.H.P. = 823.94 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 826.91 \text{ kg}$	$A.A.P. = 823.94 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.146 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Piedra = 826.91 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.146 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b>			
$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$			
$A.C. = 225.00 - (-2.389 - 9.146) = 236.54 \text{ lt}$			
<b>Agua Corregida = 236.54 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{774.02 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.72$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.54 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.53$	$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{826.91 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.84$		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR																																				
Ficha N°: 9	Fecha: 21/06/2019	Hoja 3 de 3																																		
Especialidad: Ingeniería Civil	Código: DPP																																			
Dosificación por Tanda																																				
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>	<b>CEMENTO:</b>																																			
Diámetro (D) = 0.15 m	$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																																			
Altura (h) = 0.30 m	$C = 450.00 * 0.015 = 6.75 \text{ kg}$																																			
Veces (#) = 3.00	<b>AGUA:</b>																																			
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>	$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																																			
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$	$A = 236.54 * 0.015 = 3.55 \text{ lt}$																																			
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$	<b>ARENA GRUESA:</b>																																			
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$	$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																																			
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$	$A.G. = 774.02 * 0.015 = 11.61 \text{ kg}$																																			
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																																			
	$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																																			
	$P.CH. = 826.91 * 0.015 = 12.40 \text{ kg}$																																			
Cuadro Resumen																																				
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																				
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																													
Cemento	450.00 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1442 m <sup>3</sup>	1.00	450.00 kg	1.00	6.75 kg																													
Agua	225.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2250 m <sup>3</sup>	0.50	236.54 lt	0.53	3.55 lt																													
Arena	770.63 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.2944 m <sup>3</sup>	1.71	774.02 kg	1.72	11.61 kg																													
Piedra	823.94 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3114 m <sup>3</sup>	1.83	826.91 kg	1.84	12.40 kg																													
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																													
Fuente: Elaboración propia.																																				
Aprobación																																				
<b>Coordinador de Laboratorio</b>						<b>Asesor de Tesis</b>																														
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio						Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																														
Fecha: 19 / 04 / 2019						Fecha: 19 / 04 / 2019																														
Experto: 1						Experto: 2																														
Firma: 						Firma: 																														
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>						<b>Evaluación del Expertos</b>																														
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas						Rango de evaluación por parámetro																														
Fecha: 19 / 04 / 2019						0 <u>0.5</u> 1																														
Experto: 3																																				
Firma: 																																				
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>						Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 2	0.95	0.9	0.95	0.93	Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93	<b>PROMEDIO</b>				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																																
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90																																
Exp. 2	0.95	0.9	0.95	0.93																																
Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93																																
<b>PROMEDIO</b>				0.94																																

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR																																	
<b>Ficha N°:</b> 9	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPP																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Parámetros Básicos																																	
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Patrón Combinación: D2 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup> <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																														
Combinación de Diseño																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>			TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = 2.5% Agua = 215.00 lt a/c = 0.55 Af% = 49.50% Ag% = 50.50%
TABLA N°1																																	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																	
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																													
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																													
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																													
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																													
Fuente: Elaboración propia.																																	
Volúmenes de Aire, Agua y Cemento																																	
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\% = 0.0250 m^3$		<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = 0.55$ $Agua/Cemento = 0.55$ $Cemento = 215.00/0.55 = 390.91 kg/m^3$ $V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00} = 0.1253 m^3$																															
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00} = 0.2150 m^3$																																	
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																	
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6347 m^3$	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$ $V_{sA.F.} = 49.50\% * 0.6347$ $V_{sA.F.} = 0.3142 m^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E.* V_{sA.F.}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3142$ $P.S.A. = 822.46 kg$	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sA.G.} = 50.50\% * 0.6347$ $V_{sA.G.} = 0.3205 m^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E.* V_{sA.G.}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3205$ $P.S.P. = 848.02 kg$																															

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR			
<b>Ficha N°:</b> 9	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPP		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{822.46 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.10$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{215.00 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.55$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{848.02 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.17$		
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A.* \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 822.46 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 826.08 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 826.08 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A.* \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 822.46 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.550 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.550 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P.* \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 848.02 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 826.91 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 851.07 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P.* \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 848.02 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.413 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.413 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 215.00 - (-2.550 - 9.413) = 226.96 lt$ <b>Agua Corregida = 226.96 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{826.08 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.11$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{226.96 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.58$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{851.07 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.18$		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR																													
<b>Ficha N°:</b>	9	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																									
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPP																										
<b>Dosificación por Tanda</b>																													
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																									
Diámetro (D) = 0.15 m				C = Cemento * Vol.tanda																									
Altura (h) = 0.30 m				C = 390.91 * 0.015 = <b>5.86 kg</b>																									
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>																									
				A = A.C.* Vol.tanda																									
				A = 226.96 * 0.015 = <b>3.40 lt</b>																									
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																									
Vol.probeta = $\pi * \frac{D^2}{4} * h$				A.G. = P.H.A.* Vol.tanda																									
Vol.probeta = $\pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 m^3$				A.G. = 826.08 * 0.015 = <b>12.39 kg</b>																									
Vol.tanda = Vol.probeta * #				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																									
Vol.tanda = 0.005 * 3.00				P.CH. = P.H.P.* Vol.tanda																									
Vol.tanda = <b>0.015 m<sup>3</sup></b>				P.CH. = 851.07 * 0.015 = <b>12.77 kg</b>																									
<b>Cuadro Resumen</b>																													
<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN</b>																													
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																						
Cemento	390.91 kg	3120.00 kg/m3	0.1253 m3	1.00	450.00 kg	1.00	5.86 kg																						
Agua	215.00 lt	1000.00 lt/m3	0.2150 m3	0.55	226.96 lt	0.58	3.40 lt																						
Arena	822.46 kg	2617.62 kg/m3	0.3142 m3	2.10	826.08 kg	2.11	12.39 kg																						
Piedra	848.02 kg	2645.93 kg/m3	0.3205 m3	2.17	851.07 kg	2.18	12.77 kg																						
Aire	2.50 %	100.00 %/m3	0.0250 m3	-	-	-	-	-	-																				
Fuente: Elaboración propia.																													
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																								
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																								
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																								
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																								
<b>Firma:</b> 					<b>Firma:</b> 																								
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																								
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																								
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>0</b> <b>0.5</b> <b>1</b>																								
<b>Experto:</b> 3																													
<b>Firma:</b> 																													
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>PROMEDIO</b></td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 2	0.95	0.9	0.95	0.93	<b>PROMEDIO</b>				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																									
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90																									
Exp. 2	0.95	0.9	0.95	0.93																									
<b>PROMEDIO</b>				0.94																									

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR				
<b>Ficha N°:</b>	9	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPP	
<b>Hoja 1 de 3</b>				
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"				
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan				
<b>Parámetros Básicos</b>				
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>	
Tipo: Patrón	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>	
Combinación: D2	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>	
F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	<b>AGUA:</b>	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.	
Slump = 3 a 4 pulg.	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%	
Sin Aire Incorporado	P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%	
<b>Combinación de Diseño</b>				
<b>TABLA N°1</b>			<b>VALORES:</b>	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%				
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c		Af%
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50		48.6
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55		49.5
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	
Fuente: Elaboración propia.			Aire = 2.5%	
			Agua = 205.00 lt	
			a/c = 0.60	
			Af% = 50.00%	
			Ag% = 50.00%	
<b>Volúmenes de Aire, Agua y Cemento</b>				
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>		<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>		
V <sub>aire</sub> = Aire = 2.50% = <b>0.0250 m<sup>3</sup></b>		a/c = 0.60		
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>		Agua/Cemento = 0.60		
V <sub>agua</sub> = $\frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00} = 0.2050 m^3$		Cemento = 205.00/0.60 = <b>341.67 kg/m<sup>3</sup></b>		
		V <sub>cemento</sub> = $\frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00} = 0.1095 m^3$		
<b>Volúmenes y Pesos Secos de Agregados</b>				
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>		
1 m <sup>3</sup> = V <sub>aire</sub> + V <sub>agua</sub> + V <sub>cemento</sub> + V <sub>global</sub>	V <sub>s.A.F.</sub> = Af% * V <sub>global</sub>	V <sub>s.A.G.</sub> = Ag% * V <sub>global</sub>		
1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + V <sub>global</sub>	V <sub>s.A.F.</sub> = 50.00% * 0.6605	V <sub>s.A.G.</sub> = 50.00% * 0.6605		
V <sub>global</sub> = 0.6605 m <sup>3</sup>	V <sub>s.A.F.</sub> = <b>0.3303 m<sup>3</sup></b>	V <sub>s.A.G.</sub> = <b>0.3303 m<sup>3</sup></b>		
	<b>PESO SECO ARENA:</b>	<b>PESO SECO PIEDRA:</b>		
	P.S.A. = P.E.* V <sub>s.A.F.</sub>	P.S.P. = P.E.* V <sub>s.A.G.</sub>		
	P.S.A. = 2617.62 * 0.3303	P.S.P. = 2645.93 * 0.3303		
	P.S.A. = <b>864.47 kg</b>	P.S.P. = <b>873.82 kg</b>		






DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																		
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																																
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																	
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Parámetros Básicos																																		
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Aditivo 0.5% Combinación: D1 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																															
<b>ADITIVO:</b> Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 0.50%	<b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>																																	
Combinación de Diseño																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>				TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = <b>2.5%</b> Agua = <b>225.00 lt</b> a/c = <b>0.50</b> Af% = <b>48.60%</b> Ag% = <b>51.40%</b>
TABLA N°1																																		
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																		
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																														
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																														
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																														
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																														
<b>Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo</b>																																		
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 m^3$	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = Agua/Cemento = 0.50$ $Cemento = 225.00/0.50$ $Cemento = 450.00 kg/m^3$	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b> $Aditivo = Adt\% * Cemento$ $Aditivo = 0.50\% * 450.00$ $Aditivo = 2.25 lt$																																
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.2250 m^3$	$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.1442 m^3$	$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{2.25}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0019 m^3$																																
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																		
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0019 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6039 m^3$	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sAF} = Af\% * V_{global}$ $V_{sAF} = 48.60\% * 0.6039$ $V_{sAF} = 0.2935 m^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{sAF}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.2935$ $P.S.A. = 768.27 kg$	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sAG} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sAG} = 51.40\% * 0.6039$ $V_{sAG} = 0.3104 m^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{sAG}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3104$ $P.S.P. = 821.30 kg$																																

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{768.27 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.71$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{225.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.50$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{821.30 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.83$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.25 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.005$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 768.27 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 771.65 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 771.65 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 768.27 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.382 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.382 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 821.30 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 824.26 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 824.26 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 821.30 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.116 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.116 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 225.00 - (-2.382 - 9.116) = 236.50 lt$ <b>Agua Corregida = 236.50 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{771.65 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.71$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{236.50 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.53$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{824.26 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.83$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.25 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.005$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																												
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA																													
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																												
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																												
Altura (h) = 0.30 m				$C = 450.00 * 0.015 = 6.75 \text{ kg}$																												
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>																												
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																												
				$A = 236.50 * 0.015 = 3.55 \text{ lt}$																												
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 771.65 * 0.015 = 11.57 \text{ kg}$																												
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																												
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				$P.CH. = 824.26 * 0.015 = 12.36 \text{ kg}$																												
				<b>ADITIVO:</b>																												
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																												
				$ADT. = 2.25 * 0.015 = 0.03375 \text{ lt} = 33.75 \text{ g}$																												
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	450.00 kg	3120.00 kg/m3	0.1442 m3	1.00	450.00 kg	1.00	6.75 kg																									
Agua	225.00 lt	1000.00 lt/m3	0.2250 m3	0.50	236.50 lt	0.53	3.55 lt																									
Arena	768.27 kg	2617.62 kg/m3	0.2935 m3	1.71	771.65 kg	1.72	11.57 kg																									
Piedra	821.30 kg	2645.93 kg/m3	0.3104 m3	1.83	824.26 kg	1.84	12.36 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m3	0.0250 m3	-	-	-	-																									
Aditivo	2.25 lt	1200.00 lt/m3	0.0019 m3	0.005	2.25 lt	0.005	33.75 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio				Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				Fecha: 19 / 04 / 2019																												
Experto: 1				Experto: 2																												
Firma:				Firma:																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>																												
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
Experto: 3																																
Firma:																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93																												
PROMEDIO				0.94																												

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA
<b>Hoja 1 de 3</b>			
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
Parámetros Básicos			
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>
Tipo: Aditivo 0.5% Combinación: D2 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	Tipo: Sol Tipo I  P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>  <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>  M.F. = 3.09  Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>  T.M.N. = 1/2 pulg.  Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%
<b>ADITIVO:</b>			
Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m3 Adt. (%) = 0.50%			
Combinación de Diseño			
TABLA N°1 Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%			<b>VALORES:</b>
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>Agua (Lt)</b>	<b>a/c</b>	<b>Af%</b>
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0
Fuente: Elaboración propia.			Aire = 2.5% Agua = 215.00 lt a/c = 0.55 Af% = 49.50% Ag% = 50.50%
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo			
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b>	
$V_{aire} = \text{Aire} = 2.50\%$	$a/c = \text{Agua/Cemento} = 0.55$	$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$	
$V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$	$\text{Cemento} = 215.00/0.55$	$\text{Aditivo} = 0.50\% * 390.91$	
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>	$\text{Cemento} = 390.91 \text{ kg/m}^3$	$\text{Aditivo} = 1.95 \text{ lt}$	
$V_{agua} = \frac{\text{Agua}}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00}$	$V_{cemento} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$	$V_{aditivo} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{1.95}{1200.00}$	
$V_{agua} = 0.2150 \text{ m}^3$	$V_{cemento} = 0.1253 \text{ m}^3$	$V_{aditivo} = 0.0016 \text{ m}^3$	
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados			
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>	
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$	$V_{sAF} = \text{Af}\% * V_{global}$	$V_{sAG} = \text{Ag}\% * V_{global}$	
$1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0016 + V_{global}$	$V_{sAF} = 49.50\% * 0.6331$	$V_{sAG} = 50.50\% * 0.6331$	
$V_{global} = 0.6331 \text{ m}^3$	$V_{sAF} = 0.3134 \text{ m}^3$	$V_{sAG} = 0.3197 \text{ m}^3$	
	<b>PESO SECO ARENA:</b>	<b>PESO SECO PIEDRA:</b>	
	$P.S.A. = P.E. * V_{sAF}$	$P.S.P. = P.E. * V_{sAG}$	
	$P.S.A. = 2617.62 * 0.3134$	$P.S.P. = 2645.93 * 0.3197$	
	$P.S.A. = 820.36 \text{ kg}$	$P.S.P. = 845.90 \text{ kg}$	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{820.36 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.10$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{215.00 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.55$	$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{845.90 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.16$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{1.95 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.005$			
Corrección por Humedad y Absorción			
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:		APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:	
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$		$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$	
$P.H.A. = 820.36 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 823.97 \text{ kg}$		$A.A.A. = 820.36 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.543 \text{ lt}$	
<b>Peso Húmedo de Arena = 823.97 kg</b>		<b>Aporte de Agua por Arena = -2.543 lt</b>	
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:		APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:	
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$		$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$	
$P.H.P. = 845.90 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 848.95 \text{ kg}$		$A.A.P. = 845.90 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.389 \text{ lt}$	
<b>Peso Húmedo de Piedra = 848.95 kg</b>		<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.389 lt</b>	
CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:			
$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$			
$A.C. = 215.00 - (-2.543 - 9.389) = 226.93 \text{ lt}$			
<b>Agua Corregida = 226.93 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{823.97 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.11$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.93 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.58$	$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{848.95 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.17$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{1.95 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.005$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO							
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>					
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA						
Dosificación por Tanda							
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>	<b>CEMENTO:</b>						
$\text{Diámetro (D)} = 0.15 \text{ m}$	$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Altura (h)} = 0.30 \text{ m}$	$C = 390.91 * 0.015 = 5.86 \text{ kg}$						
$\text{Veces(\#)} = 3.00$	<b>AGUA:</b>						
	$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$						
	$A = 226.93 * 0.015 = 3.40 \text{ lt}$						
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>						
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$	$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$	$A.G. = 823.97 * 0.015 = 12.36 \text{ kg}$						
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>						
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$	$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$	$P.CH. = 848.95 * 0.015 = 12.73 \text{ kg}$						
	<b>ADITIVO:</b>						
	$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$						
	$ADT. = 1.95 * 0.015 = 0.02925 \text{ lt} = 29.25 \text{ g}$						
Cuadro Resumen							
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN							
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S.	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda
Cemento	390.91 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1253 m <sup>3</sup>	1.00	390.91 kg	1.00	5.86 kg
Agua	215.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2150 m <sup>3</sup>	0.55	226.93 lt	0.58	3.40 lt
Arena	820.36 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3134 m <sup>3</sup>	2.10	823.97 kg	2.11	12.36 kg
Piedra	845.90 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3197 m <sup>3</sup>	2.16	848.95 kg	2.17	12.73 kg
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Aditivo	1.95 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0016 m <sup>3</sup>	0.005	1.95 lt	0.005	29.25 g
Fuente: Elaboración propia.							
Aprobación							
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>					
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio						
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019						
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2						
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 						
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>					
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	Rango de evaluación por parámetro						
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1						
<b>Experto:</b> 3							
<b>Firma:</b> 							
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje		
	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00		
	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90		
	Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93		
	<b>PROMEDIO</b>				0.94		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																	
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Parámetros Básicos																																	
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Aditivo 0.5% Combinación: D3 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																														
<b>ADITIVO:</b> Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 0.50%	<b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>																																
Combinación de Diseño																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>		TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = 2.5% Agua = 205.00 lt a/c = 0.60 Af% = 50.00% Ag% = 50.00%	
TABLA N°1																																	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																	
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																													
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																													
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																													
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																													
<b>Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo</b>																																	
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 m^3$	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = Agua/Cemento = 0.60$ $Cemento = 205.00/0.60$ $Cemento = 341.67 kg/m^3$	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b> $Aditivo = Adt\% * Cemento$ $Aditivo = 0.50\% * 341.67$ $Aditivo = 1.71 lt$																															
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.2050 m^3$	$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.1095 m^3$	$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{1.71}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0014 m^3$																															
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																	
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0014 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6591 m^3$	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sAF} = Af\% * V_{global}$ $V_{sAF} = 50.00\% * 0.6591$ $V_{sAF} = 0.3296 m^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{sAF}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3296$ $P.S.A. = 862.64 kg$	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sAG} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sAG} = 50.00\% * 0.6591$ $V_{sAG} = 0.3296 m^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{sAG}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3296$ $P.S.P. = 871.97 kg$																															

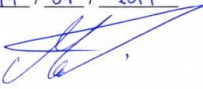


DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{862.64 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.52$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{205.00 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.60$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{871.97 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.55$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.71 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.005$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 862.64 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 866.44 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 866.44 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 862.64 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.674 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.674 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 871.97 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 875.11 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 875.11 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 871.97 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.679 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.679 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 205.00 - (-2.674 - 9.679) = 217.35 lt$ <b>Agua Corregida = 217.35 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{866.44 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.54$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{217.35 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.64$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{875.11 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.56$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.71 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.005$			



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																															
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																												
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																												
Altura (h) = 0.30 m				$C = 341.67 * 0.015 = 5.13 \text{ kg}$																												
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>																												
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																												
				$A = 217.35 * 0.015 = 3.26 \text{ lt}$																												
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 866.44 * 0.015 = 13.00 \text{ kg}$																												
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																												
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				$P.CH. = 875.11 * 0.015 = 13.13 \text{ kg}$																												
				<b>ADITIVO:</b>																												
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																												
				$ADT. = 1.71 * 0.015 = 0.02563 \text{ lt} = 25.63 \text{ g}$																												
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	341.67 kg	3120.00 kg/m3	0.1095 m3	1.00	341.67 kg	1.00	5.13 kg																									
Agua	205.00 lt	1000.00 lt/m3	0.2050 m3	0.60	217.35 lt	0.64	3.26 lt																									
Arena	862.64 kg	2617.62 kg/m3	0.3296 m3	2.52	866.44 kg	2.54	13.00 kg																									
Piedra	871.97 kg	2645.93 kg/m3	0.3296 m3	2.55	875.11 kg	2.56	13.13 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m3	0.0250 m3	-	-	-	-																									
Aditivo	1.71 lt	1200.00 lt/m3	0.0014 m3	0.005	1.71 lt	0.005	25.63 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio				Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				Fecha: 19 / 04 / 2019																												
Experto: 1				Experto: 2																												
Firma:				Firma:																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Experto</b>																												
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
Experto: 3																																
Firma:																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93																												
PROMEDIO				0.94																												

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																	
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Parámetros Básicos																																	
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>																														
Tipo: Aditivo 1.0% Combinación: D1 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	Tipo: Sol Tipo I  P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>  <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>  M.F. = 3.09  Abs. (%) = 0.75%  Hum. (%) = 0.44%	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>  T.M.N. = 1/2 pulg.  Abs. (%) = 1.47%  Hum. (%) = 0.36%																														
<b>ADITIVO:</b>	<b>Combinación de Diseño</b>																																
Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 1.00%	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>			TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0
TABLA N°1																																	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																	
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																													
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																													
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																													
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																													
<b>VALORES:</b>																																	
Aire = 2.5%																																	
Agua = 225.00 lt																																	
a/c = 0.50																																	
Af% = 48.60%																																	
Ag% = 51.40%																																	
Fuente: Elaboración propia.																																	
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo																																	
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b>																															
$V_{aire} = \text{Aire} = 2.50\%$	$a/c = \text{Agua} / \text{Cemento} = 0.50$	$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$																															
$V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$	$\text{Cemento} = 225.00 / 0.50$	$\text{Aditivo} = 1.00\% * 450.00$																															
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>	$\text{Cemento} = 450.00 \text{ kg/m}^3$	$\text{Aditivo} = 4.50 \text{ lt}$																															
$V_{agua} = \frac{\text{Agua}}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00}$	$V_{cemento} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00}$	$V_{aditivo} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{4.50}{1200.00}$																															
$V_{agua} = 0.2250 \text{ m}^3$	$V_{cemento} = 0.1442 \text{ m}^3$	$V_{aditivo} = 0.0038 \text{ m}^3$																															
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																	
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>																															
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$	$V_{s.A.F.} = Af\% * V_{global}$	$V_{s.A.G.} = Ag\% * V_{global}$																															
	$V_{s.A.F.} = 48.60\% * 0.6020$	$V_{s.A.G.} = 51.40\% * 0.6020$																															
$1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0038 + V_{global}$	$V_{s.A.F.} = 0.2926 \text{ m}^3$	$V_{s.A.G.} = 0.3094 \text{ m}^3$																															
$V_{global} = 0.6020 \text{ m}^3$	<b>PESO SECO ARENA:</b>	<b>PESO SECO PIEDRA:</b>																															
	$P.S.A. = P.E. * V_{s.A.F.}$	$P.S.P. = P.E. * V_{s.A.G.}$																															
	$P.S.A. = 2617.62 * 0.2926$	$P.S.P. = 2645.93 * 0.3094$																															
	$P.S.A. = 765.92 \text{ kg}$	$P.S.P. = 818.65 \text{ kg}$																															

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{765.92 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.70$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{225.00 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.50$	$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{818.65 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.82$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{4.50 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b>		
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P.H.A. = 765.92 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 769.29 \text{ kg}$	$A.A.A. = 765.92 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.374 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Arena = 769.29 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Arena = -2.374 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b>		
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P.H.P. = 818.65 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 821.60 \text{ kg}$	$A.A.P. = 818.65 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.087 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Piedra = 821.60 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.087 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b>			
$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$			
$A.C. = 225.00 - (-2.374 - 9.087) = 236.46 \text{ lt}$			
<b>Agua Corregida = 236.46 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{450.00 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{769.29 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.71$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{236.46 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.53$	$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{821.60 \text{ kg/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 1.83$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{4.50 \text{ lt/m}^3}{450.00 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO							
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>					
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA						
Dosificación por Tanda							
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>	<b>CEMENTO:</b>						
$\text{Diámetro (D)} = 0.15 \text{ m}$	$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Altura (h)} = 0.30 \text{ m}$	$C = 450.00 * 0.015 = 6.75 \text{ kg}$						
$\text{Veces (\#)} = 3.00$	<b>AGUA:</b>						
	$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$						
	$A = 236.46 * 0.015 = 3.55 \text{ lt}$						
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>						
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$	$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$	$A.G. = 769.29 * 0.015 = 11.54 \text{ kg}$						
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>						
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$	$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$						
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$	$P.CH. = 821.60 * 0.015 = 12.32 \text{ kg}$						
	<b>ADITIVO:</b>						
	$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$						
	$ADT. = 4.50 * 0.015 = 0.06750 \text{ lt} = 67.50 \text{ g}$						
Cuadro Resumen							
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN							
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda
Cemento	450.00 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1442 m <sup>3</sup>	1.00	450.00 kg	1.00	6.75 kg
Agua	225.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2250 m <sup>3</sup>	0.50	236.46 lt	0.53	3.55 lt
Arena	765.92 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.2926 m <sup>3</sup>	1.70	769.29 kg	1.71	11.54 kg
Piedra	818.65 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3094 m <sup>3</sup>	1.82	821.60 kg	1.83	12.32 kg
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Aditivo	4.50 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0038 m <sup>3</sup>	0.010	4.50 lt	0.010	67.50 g
Fuente: Elaboración propia.							
Aprobación							
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>					
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio						
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019						
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2						
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 						
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>					
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>						
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>0</b> <u>0.5</u> <b>1</b>						
<b>Experto:</b> 3							
<b>Firma:</b> 							
	<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>	<b>Confiable</b>	<b>Puntaje</b>		
	Exp. 1	4	4	4	1.00		
	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90		
	Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93		
	<b>PROMEDIO</b>				0.94		

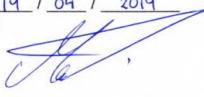


DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																	
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Parámetros Básicos																																	
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Aditivo 1.0% Combinación: D2 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																														
<b>ADITIVO:</b> Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 1.00%	<b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>																																
Combinación de Diseño																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>		TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> <b>Aire = 2.5%</b> <b>Agua = 215.00 lt</b> <b>a/c = 0.55</b> <b>Af% = 49.50%</b> <b>Ag% = 50.50%</b>	
TABLA N°1																																	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																	
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																													
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																													
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																													
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																													
Fuente: Elaboración propia.																																	
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo																																	
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 m^3$	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = Agua/Cemento = 0.55$ $Cemento = 215.00/0.55$ <b>Cemento = 390.91 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b> $Aditivo = Adt\% * Cemento$ $Aditivo = 1.00\% * 390.91$ <b>Aditivo = 3.91 lt</b>																															
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00}$ <b>V<sub>agua</sub> = 0.2150 m<sup>3</sup></b>	$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$ <b>V<sub>cemento</sub> = 0.1253 m<sup>3</sup></b>	$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{3.91}{1200.00}$ <b>V<sub>aditivo</sub> = 0.0033 m<sup>3</sup></b>																															
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																	
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0033 + V_{global}$ <b>V<sub>global</sub> = 0.6314 m<sup>3</sup></b>	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sAF} = Af\% * V_{global}$ $V_{sAF} = 49.50\% * 0.6314$ <b>V<sub>sAF</sub> = 0.3125 m<sup>3</sup></b> <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{sAF}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3125$ <b>P.S.A. = 818.01 kg</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sAG} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sAG} = 50.50\% * 0.6314$ <b>V<sub>sAG</sub> = 0.3189 m<sup>3</sup></b> <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{sAG}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3189$ <b>P.S.P. = 843.79 kg</b>																															

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{818.01 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.09$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{215.00 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.55$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{843.79 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.16$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{3.91 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.010$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 818.01 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 821.61 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 821.61 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 818.01 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.536 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.536 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 843.79 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 846.83 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 846.83 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 843.79 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.366 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.366 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 215.00 - (-2.536 - 9.366) = 226.90 lt$ <b>Agua Corregida = 226.90 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{390.91 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{821.61 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.10$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{226.90 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.58$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{846.83 kg/m^3}{390.91 kg/m^3} = 2.17$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{3.91 lt/m^3}{390.91 kg/m^3} = 0.010$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																												
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA																													
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																												
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																												
Altura (h) = 0.30 m				$C = 390.91 * 0.015 = 5.86 \text{ kg}$																												
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>																												
				$A = A.C.* \text{Vol. tanda}$																												
				$A = 226.90 * 0.015 = 3.40 \text{ lt}$																												
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A.* \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 821.61 * 0.015 = 12.32 \text{ kg}$																												
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																												
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$P.CH. = P.H.P.* \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				$P.CH. = 846.83 * 0.015 = 12.70 \text{ kg}$																												
				<b>ADITIVO:</b>																												
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																												
				$ADT. = 3.91 * 0.015 = 0.05864 \text{ lt} = 58.64 \text{ g}$																												
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	390.91 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1253 m <sup>3</sup>	1.00	390.91 kg	1.00	5.86 kg																									
Agua	215.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2150 m <sup>3</sup>	0.55	226.90 lt	0.58	3.40 lt																									
Arena	818.01 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3125 m <sup>3</sup>	2.09	821.61 kg	2.10	12.32 kg																									
Piedra	843.79 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3189 m <sup>3</sup>	2.16	846.83 kg	2.17	12.70 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																									
Aditivo	3.91 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0033 m <sup>3</sup>	0.010	3.91 lt	0.010	58.64 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																												
<b>Experto:</b> 1				<b>Experto:</b> 2																												
<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>																												
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
<b>Experto:</b> 3																																
<b>Firma:</b>																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>PROMEDIO</b></td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	4	4	4	100	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93	<b>PROMEDIO</b>				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	4	4	4	100																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93																												
<b>PROMEDIO</b>				0.94																												

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																											
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019																								
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA																								
<b>Hoja 1 de 3</b>																											
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																											
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																											
Parámetros Básicos																											
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>																								
Tipo: Aditivo 1.0% Combinación: D3 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	Tipo: Sol Tipo I  P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>  <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 1.00%	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>  M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>  T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																								
Combinación de Diseño																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="4">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>			TABLA N°1				Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%				COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = 2.5% Agua = 205.00 lt a/c = 0.60 Af% = 50.00% Ag% = 50.00%
TABLA N°1																											
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																											
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Ag%																								
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	51.4																								
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	50.5																								
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0																								
Fuente: Elaboración propia.																											
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo																											
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b>																									
$V_{aire} = \text{Aire} = 2.50\%$	$a/c = \text{Agua}/\text{Cemento} = 0.60$	$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$																									
$V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$	$\text{Cemento} = 205.00/0.60$	$\text{Aditivo} = 1.00\% * 341.67$																									
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>	$\text{Cemento} = 341.67 \text{ kg/m}^3$	$\text{Aditivo} = 3.42 \text{ lt}$																									
$V_{agua} = \frac{\text{Agua}}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00}$	$V_{cemento} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$	$V_{aditivo} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{3.42}{1200.00}$																									
$V_{agua} = 0.2050 \text{ m}^3$	$V_{cemento} = 0.1095 \text{ m}^3$	$V_{aditivo} = 0.0029 \text{ m}^3$																									
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																											
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>																									
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$	$V_{s.A.F.} = Af\% * V_{global}$	$V_{s.A.G.} = Ag\% * V_{global}$																									
	$V_{s.A.F.} = 50.00\% * 0.6577$	$V_{s.A.G.} = 50.00\% * 0.6577$																									
$1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0029 + V_{global}$	$V_{s.A.F.} = 0.3288 \text{ m}^3$	$V_{s.A.G.} = 0.3288 \text{ m}^3$																									
$V_{global} = 0.6576 \text{ m}^3$	<b>PESO SECO ARENA:</b>	<b>PESO SECO PIEDRA:</b>																									
	$P.S.A. = P.E.* V_{s.A.F.}$	$P.S.P. = P.E.* V_{s.A.G.}$																									
	$P.S.A. = 2617.62 * 0.3288$	$P.S.P. = 2645.93 * 0.3288$																									
	$P.S.A. = 860.67 \text{ kg}$	$P.S.P. = 869.98 \text{ kg}$																									

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{860.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 2.52$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{205.00 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 0.60$	$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{869.98 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 2.55$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{3.42 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			
Corrección por Humedad y Absorción			
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:		APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:	
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$		$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$	
$P.H.A. = 860.67 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 864.46 \text{ kg}$		$A.A.A. = 860.67 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.668 \text{ lt}$	
<b>Peso Húmedo de Arena = 864.46 kg</b>		<b>Aporte de Agua por Arena = -2.668 lt</b>	
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:		APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:	
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$		$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$	
$P.H.P. = 869.98 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 873.11 \text{ kg}$		$A.A.P. = 869.98 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.657 \text{ lt}$	
<b>Peso Húmedo de Piedra = 873.11 kg</b>		<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.657 lt</b>	
CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:			
$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$			
$A.C. = 205.00 - (-2.668 - 9.657) = 217.33 \text{ lt}$			
<b>Agua Corregida = 217.33 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{341.67 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{864.46 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 2.53$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{217.33 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 0.64$	$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{873.11 \text{ kg/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 2.56$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{3.42 \text{ lt/m}^3}{341.67 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																															
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																												
$\text{Diámetro (D)} = 0.15 \text{ m}$				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Altura (h)} = 0.30 \text{ m}$				$C = 341.67 * 0.015 = 5.13 \text{ kg}$																												
$\text{Veces (\#)} = 3.00$				<b>AGUA:</b>																												
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A = 217.33 * 0.015 = 3.26 \text{ lt}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				<b>ARENA GRUESA:</b>																												
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$A.G. = 864.46 * 0.015 = 12.97 \text{ kg}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																												
				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																												
				$P.CH. = 873.11 * 0.015 = 13.10 \text{ kg}$																												
				<b>ADITIVO:</b>																												
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																												
				$ADT. = 3.42 * 0.015 = 0.05125 \text{ lt} = 51.25 \text{ g}$																												
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	341.67 kg	3120.00 kg/m3	0.1095 m3	1.00	341.67 kg	1.00	5.13 kg																									
Agua	205.00 lt	1000.00 lt/m3	0.2050 m3	0.60	217.33 lt	0.64	3.26 lt																									
Arena	860.67 kg	2617.62 kg/m3	0.3288 m3	2.52	864.46 kg	2.53	12.97 kg																									
Piedra	869.98 kg	2645.93 kg/m3	0.3288 m3	2.55	873.11 kg	2.56	13.10 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m3	0.0250 m3	-	-	-	-																									
Aditivo	3.42 lt	1200.00 lt/m3	0.0029 m3	0.010	3.42 lt	0.010	51.25 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																												
<b>Experto:</b> 1				<b>Experto:</b> 2																												
<b>Firma:</b> 				<b>Firma:</b> 																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>																												
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
<b>Experto:</b> 3																																
<b>Firma:</b> 																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93	<b>PROMEDIO</b>				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93																												
<b>PROMEDIO</b>				0.94																												

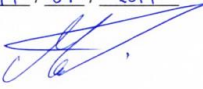

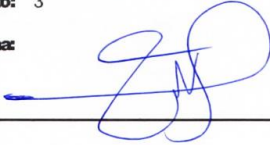
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																		
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																																
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																	
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Parámetros Básicos																																		
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Aditivo 2.0% Combinación: D1 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																															
<b>ADITIVO:</b> Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 2.00%	<b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>																																	
Combinación de Diseño																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>				TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = 2.5% Agua = 225.00 lt a/c = 0.50 Af% = 48.60% Ag% = 51.40%
TABLA N°1																																		
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																		
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																														
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																														
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																														
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																														
<b>Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo</b>																																		
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 m^3$	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = Agua/Cemento = 0.50$ $Cemento = 225.00/0.50$ $Cemento = 450.00 kg/m^3$	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b> $Aditivo = Adt\% * Cemento$ $Aditivo = 2.00\% * 450.00$ $Aditivo = 9.00 lt$																																
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{225.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.2250 m^3$	$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{450.00}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.1442 m^3$	$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{9.00}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0075 m^3$																																
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																		
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2250 + 0.1442 + 0.0075 + V_{global}$ $V_{global} = 0.5983 m^3$	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sAF} = Af\% * V_{global}$ $V_{sAF} = 48.60\% * 0.5983$ $V_{sAF} = 0.2908 m^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E.* V_{sAF}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.2908$ $P.S.A. = 761.20 kg$	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sAG} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sAG} = 51.40\% * 0.5983$ $V_{sAG} = 0.3075 m^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E.* V_{sAG}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3075$ $P.S.P. = 813.62 kg$																																

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{761.20 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.69$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{225.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.50$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{813.62 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.81$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{9.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.020$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 761.20 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 764.55 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 764.55 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 761.20 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.360 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.360 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 813.62 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 816.55 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 816.55 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 813.62 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.031 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.031 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 225.00 - (-2.360 - 9.031) = 236.39 lt$ <b>Agua Corregida = 236.39 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{450.00 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{764.55 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.70$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{236.39 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.53$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{816.55 kg/m^3}{450.00 kg/m^3} = 1.81$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{9.00 lt/m^3}{450.00 kg/m^3} = 0.020$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																		
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																														
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA																															
Dosificación por Tanda																																		
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																														
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																														
Altura (h) = 0.30 m				$C = 450.00 * 0.015 = 6.75 \text{ kg}$																														
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>																														
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																														
				$A = 236.39 * 0.015 = 3.55 \text{ lt}$																														
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 764.55 * 0.015 = 11.47 \text{ kg}$																														
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																														
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																														
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				$P.CH. = 816.55 * 0.015 = 12.25 \text{ kg}$																														
				<b>ADITIVO:</b>																														
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																														
				$ADT. = 9.00 * 0.015 = 0.1350 \text{ lt} = 135.00 \text{ g}$																														
Cuadro Resumen																																		
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																		
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																											
Cemento	450.00 kg	3120.00 kg/m3	0.1442 m3	1.00	450.00 kg	1.00	6.75 kg																											
Agua	225.00 lt	1000.00 lt/m3	0.2250 m3	0.50	236.39 lt	0.53	3.55 lt																											
Arena	761.20 kg	2617.62 kg/m3	0.2908 m3	1.69	764.55 kg	1.70	11.47 kg																											
Piedra	813.62 kg	2645.93 kg/m3	0.3075 m3	1.81	816.55 kg	1.81	12.25 kg																											
Aire	2.50 %	100.00 %/m3	0.0250 m3	-	-	-	-																											
Aditivo	9.00 lt	1200.00 lt/m3	0.0075 m3	0.020	9.00 lt	0.020	135.00 g																											
Fuente: Elaboración propia.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio					Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					Fecha: 19 / 04 / 2019																													
Experto: 1					Experto: 2																													
Firma:					Firma:																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
Experto: 3																																		
Firma:																																		
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.95	0.95	0.9	0.93																														
PROMEDIO				0.94																														

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO				
<b>Ficha N°:</b>	10	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DPA	
<b>Nombre de la investigación:</b>	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b>	Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
Parámetros Básicos				
<b>CONCRETO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>	
Tipo: Aditivo 2.0% Combinación: D2 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	Tipo: Sol Tipo I  P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>  <b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>  M.F. = 3.09  Abs. (%) = 0.75%  Hum. (%) = 0.44%	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>  P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>  T.M.N. = 1/2 pulg.  Abs. (%) = 1.47%  Hum. (%) = 0.36%	
<b>ADITIVO:</b>	Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m3 Adt. (%) = 2.00%			
Combinación de Diseño				
TABLA N°1			VALORES:	
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%				
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0
Fuente: Elaboración propia.				
<b>Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo</b>				
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>		<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b>	
$V_{aire} = \text{Aire} = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$	$a/c = \text{Agua/Cemento} = 0.55$ $\text{Cemento} = 215.00/0.55$ $\text{Cemento} = 390.91 \text{ kg/m}^3$		$\text{Aditivo} = \text{Adt}\% * \text{Cemento}$ $\text{Aditivo} = 2.00\% * 390.91$ $\text{Aditivo} = 7.82 \text{ lt}$	
$V_{agua} = \frac{\text{Agua}}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.2150 \text{ m}^3$	$V_{cemento} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{390.91}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.1253 \text{ m}^3$		$V_{aditivo} = \frac{\text{Aditivo}}{P.E.} = \frac{7.82}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0065 \text{ m}^3$	
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados				
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>	<b>AGREGADO FINO:</b>	<b>AGREGADO GRUESO:</b>		
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1253 + 0.0065 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6282 \text{ m}^3$	$V_{s.A.F.} = Af\% * V_{global}$ $V_{s.A.F.} = 49.50\% * 0.6282$ $V_{s.A.F.} = 0.3110 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{s.A.F.}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3110$ $P.S.A. = 814.08 \text{ kg}$	$V_{s.A.G.} = Ag\% * V_{global}$ $V_{s.A.G.} = 50.50\% * 0.6282$ $V_{s.A.G.} = 0.3172 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{s.A.G.}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3172$ $P.S.P. = 839.29 \text{ kg}$		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A. G. = \frac{P. S. A.}{\text{Cemento}} = \frac{814.08 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.08$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{215.00 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.55$	$P. CH. = \frac{P. S. P.}{\text{Cemento}} = \frac{839.29 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.15$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{7.82 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.020$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b>		
$P. H. A. = P. S. A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A. A. A. = P. S. A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P. H. A. = 814.08 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 817.66 \text{ kg}$	$A. A. A. = 814.08 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.524 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Arena = 817.66 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Arena = -2.524 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b>		
$P. H. P. = P. S. P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$	$A. A. P. = P. S. P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$		
$P. H. P. = 839.29 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 842.31 \text{ kg}$	$A. A. P. = 839.29 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.316 \text{ lt}$		
<b>Peso Húmedo de Piedra = 842.31 kg</b>	<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.316 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b>			
$A. C. = \text{Agua} - (A. A. A. + A. A. P.)$			
$A. C. = 215.00 - (-2.524 - 9.316) = 226.84 \text{ lt}$			
<b>Agua Corregida = 226.84 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)			
<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA GRUESA:</b>		
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{390.91 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 1.00$	$A. G. = \frac{P. H. A.}{\text{Cemento}} = \frac{817.66 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.09$		
<b>AGUA:</b>	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>		
$A = \frac{A. C.}{\text{Cemento}} = \frac{226.84 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.58$	$P. CH. = \frac{P. H. P.}{\text{Cemento}} = \frac{842.31 \text{ kg/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 2.15$		
<b>ADITIVO:</b>			
$ADT. = \frac{\text{Aditivo}}{\text{Cemento}} = \frac{7.82 \text{ lt/m}^3}{390.91 \text{ kg/m}^3} = 0.020$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																															
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>	<b>CEMENTO:</b>																															
$\text{Diámetro (D)} = 0.15 \text{ m}$	$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																															
$\text{Altura (h)} = 0.30 \text{ m}$	$C = 390.91 * 0.015 = 5.86 \text{ kg}$																															
$\text{Veces (\#)} = 3.00$	<b>AGUA:</b>																															
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>	$A = A. C. * \text{Vol. tanda}$																															
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$	$A = 226.84 * 0.015 = 3.40 \text{ lt}$																															
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$	<b>ARENA GRUESA:</b>																															
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$	$A. G. = P. H. A. * \text{Vol. tanda}$																															
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$	$A. G. = 817.66 * 0.015 = 12.26 \text{ kg}$																															
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																															
	$P. CH. = P. H. P. * \text{Vol. tanda}$																															
	$P. CH. = 842.31 * 0.015 = 12.63 \text{ kg}$																															
	<b>ADITIVO:</b>																															
	$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																															
	$ADT. = 7.82 * 0.015 = 0.11727 \text{ lt} = 117.27 \text{ g}$																															
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	390.91 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1253 m <sup>3</sup>	1.00	390.91 kg	1.00	5.86 kg																									
Agua	215.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2150 m <sup>3</sup>	0.55	226.84 lt	0.58	3.40 lt																									
Arena	814.08 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3110 m <sup>3</sup>	2.08	817.66 kg	2.09	12.26 kg																									
Piedra	839.29 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3172 m <sup>3</sup>	2.15	842.31 kg	2.15	12.63 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																									
Aditivo	7.82 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0065 m <sup>3</sup>	0.020	7.82 lt	0.020	117.27 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																												
<b>Experto:</b> 1				<b>Experto:</b> 2																												
<b>Firma:</b> 				<b>Firma:</b> 																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>																												
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
<b>Experto:</b> 3																																
<b>Firma:</b> 																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93	<b>PROMEDIO</b>				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	0.9	0.9	0.9	0.93																												
<b>PROMEDIO</b>				0.94																												









DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO																																		
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 3</b>																																
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA																																	
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Parámetros Básicos																																		
<b>CONCRETO:</b> Tipo: Aditivo 2.0% Combinación: D3 F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup> Slump = 3 a 4 pulg. Sin Aire Incorporado	<b>CEMENTO:</b> Tipo: Sol Tipo I P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	<b>ARENA:</b> P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup> M.F. = 3.09 Abs. (%) = 0.75% Hum. (%) = 0.44%	<b>PIEDRA:</b> P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup> P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup> T.M.N. = 1/2 pulg. Abs. (%) = 1.47% Hum. (%) = 0.36%																															
<b>ADITIVO:</b> Tipo: Sika Cem Plastificante P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup> Adt. (%) = 2.00%	<b>AGUA:</b> Tipo: Potable P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>																																	
Combinación de Diseño																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA N°1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%</th> </tr> <tr> <th>COMBINACIÓN</th> <th>Agua (Lt)</th> <th>a/c</th> <th>Af%</th> <th>Ag%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO 1 (D1)</td> <td>225</td> <td>0.50</td> <td>48.6</td> <td>51.4</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 2 (D2)</td> <td>215</td> <td>0.55</td> <td>49.5</td> <td>50.5</td> </tr> <tr> <td>DISEÑO 3 (D3)</td> <td>205</td> <td>0.60</td> <td>50.0</td> <td>50.0</td> </tr> </tbody> </table>			TABLA N°1					Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%					COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%	DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4	DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5	DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0	<b>VALORES:</b> Aire = 2.5% Agua = 205.00 lt a/c = 0.60 Af% = 50.00% Ag% = 50.00%	
TABLA N°1																																		
Combinaciones para diseño preliminar, Aire = 2.5%																																		
COMBINACIÓN	Agua (Lt)	a/c	Af%	Ag%																														
DISEÑO 1 (D1)	225	0.50	48.6	51.4																														
DISEÑO 2 (D2)	215	0.55	49.5	50.5																														
DISEÑO 3 (D3)	205	0.60	50.0	50.0																														
<b>Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo</b>																																		
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b> $V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 m^3$	<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b> $a/c = Agua/Cemento = 0.60$ $Cemento = 205.00/0.60$ $Cemento = 341.67 kg/m^3$	<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b> $Aditivo = Adt\% * Cemento$ $Aditivo = 2.00\% * 341.67$ $Aditivo = 6.83 lt$																																
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b> $V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{205.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.2050 m^3$	$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{341.67}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.1095 m^3$	$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{6.83}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0057 m^3$																																
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados																																		
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b> $1 m^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2050 + 0.1095 + 0.0057 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6548 m^3$	<b>AGREGADO FINO:</b> $V_{sAF} = Af\% * V_{global}$ $V_{sAF} = 50.00\% * 0.6548$ $V_{sAF} = 0.3274 m^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{sAF}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3274$ $P.S.A. = 857.01 kg$	<b>AGREGADO GRUESO:</b> $V_{sAG} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sAG} = 50.00\% * 0.6548$ $V_{sAG} = 0.3274 m^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{sAG}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3274$ $P.S.P. = 866.28 kg$																																

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO			
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 2 de 3</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA		
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{857.01 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.51$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{205.00 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.60$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{866.28 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.54$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{6.83 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.020$			
Corrección por Humedad y Absorción			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b> $P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 857.01 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 860.78 kg$ <b>Peso Húmedo de Arena = 860.78 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b> $A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 857.01 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.657 lt$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.657 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b> $P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 866.28 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 869.40 kg$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 869.40 kg</b>	<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b> $A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 866.28 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.616 lt$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.616 lt</b>		
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b> $A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 205.00 - (-2.657 - 9.616) = 217.27 lt$ <b>Agua Corregida = 217.27 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
<b>CEMENTO:</b> $C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{341.67 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 1.00$	<b>ARENA GRUESA:</b> $A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{860.78 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.52$		
<b>AGUA:</b> $A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{217.27 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.64$	<b>PIEDRA CHANCADA:</b> $P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{869.40 kg/m^3}{341.67 kg/m^3} = 2.54$		
<b>ADITIVO:</b> $ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{6.83 lt/m^3}{341.67 kg/m^3} = 0.020$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR CON ADITIVO							
<b>Ficha N°:</b> 10	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 3 de 3</b>					
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DPA						
Dosificación por Tanda							
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>			
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$			
Altura (h) = 0.30 m				$C = 341.67 * 0.015 = 5.13 \text{ kg}$			
Veces(#) = 3.00				<b>AGUA:</b>			
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$			
				$A = 217.27 * 0.015 = 3.26 \text{ lt}$			
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>			
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$			
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 860.78 * 0.015 = 12.91 \text{ kg}$			
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>			
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 3.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$			
$\text{Vol. tanda} = 0.015 \text{ m}^3$				$P.CH. = 869.40 * 0.015 = 13.04 \text{ kg}$			
				<b>ADITIVO:</b>			
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$			
				$ADT. = 6.83 * 0.015 = 0.10250 \text{ lt} = 102.50 \text{ g}$			
Cuadro Resumen							
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN							
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda
Cemento	341.67 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1095 m <sup>3</sup>	1.00	341.67 kg	1.00	5.13 kg
Agua	205.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2050 m <sup>3</sup>	0.60	217.27 lt	0.64	3.26 lt
Arena	857.01 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3274 m <sup>3</sup>	2.51	860.78 kg	2.52	12.91 kg
Piedra	866.28 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3274 m <sup>3</sup>	2.54	869.40 kg	2.54	13.04 kg
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Aditivo	6.83 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0057 m <sup>3</sup>	0.020	6.83 lt	0.020	102.50 g
Fuente: Elaboración propia.							
Aprobación							
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio			
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019			
<b>Experto:</b> 1				<b>Experto:</b> 2			
<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>			
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas				<b>Rango de evaluación por parámetro</b>			
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>0</b> <u>0.5</u> <b>1</b>			
<b>Experto:</b> 3							
<b>Firma:</b>							
<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>	<b>Confiable</b>	<b>Puntaje</b>			
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00			
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90			
Exp. 3	0.95	0.95	0.95	0.93			
<b>PROMEDIO</b>				0.94			

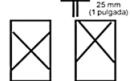
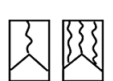







MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR EN ESTADO FRESCO							
<b>Ficha N°:</b> 11	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>					
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> CPF						
<b>Nombre de la investigación:</b>		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"					
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan							
<b>Tipo:</b> Patrón	<b>Combinación:</b> D1, D2 y D3	<b>Fecha ensayo:</b> 02/05/2019					
Reducción de Agua de Diseño durante el Meclado							
COMBINACIÓN D1		COMBINACIÓN D2		COMBINACIÓN D3			
Agua diseño	3.55 Lt/tanda	Agua diseño	3.40 Lt/tanda	Agua diseño	3.26 Lt/tanda	Agua reducida	0.00 Lt/tanda
Agua reducida	0.00 Lt/tanda	Agua reducida	0.00 Lt/tanda	Agua reducida	0.00 Lt/tanda	Agua útil	3.26 Lt/tanda
Agua útil	3.55 Lt/tanda	Agua útil	3.40 Lt/tanda	Agua útil	3.26 Lt/tanda	Reducción (%)	0.00 %
Reducción (%)	0.00 %	Reducción (%)	0.00 %	Reducción (%)	0.00 %	Reducción (%)	0.00 %
Inspección de Consistencia							
COMBINACIÓN D1		COMBINACIÓN D2		COMBINACIÓN D3			
Slump diseño	3 - 4 Pulg.	Slump diseño	3 - 4 Pulg.	Slump diseño	3 - 4 Pulg.	Slump real	3.00 Pulg.
Slump real	4.00 Pulg.	Slump real	2.75 Pulg.	Slump real	3.00 Pulg.	Diferencia	0.00 mm
Diferencia	0.00 mm	Diferencia	- 6.35 mm	Diferencia	0.00 mm	Diferencia máx.*	±20.00 mm
Diferencia máx.*	±20.00 mm	Diferencia máx.*	±20.00 mm	Diferencia máx.*	±20.00 mm	Estado:	CUMPLE
Estado:	CUMPLE	Estado:	CUMPLE	Estado:	CUMPLE	* Norma E.060. Concreto Armado	
<b>Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)</b>							
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA				COMBINACIÓN D2			
Peso de concreto fresco + peso de molde		(kg)	Pc + Pm	26.92			
Peso de molde		(kg)	Pm	4.95			
Peso de concreto fresco		(kg)	Pc	21.97			
Volumen del molde		(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>			
Peso unitario de concreto fresco		(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2327.59			
Observaciones - Comentarios							
El diseño de COMBINACIÓN D2 obtuvo un asentamiento (Slump) menor al esperado, sin embargo, la diferencia en el asentamiento se encuentra dentro del permitido por la Norma E.060 de Concreto Armado para mezclas de prueba.							
Aprobación							
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio			
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019			
<b>Experto:</b> 1				<b>Experto:</b> 2			
<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>			
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas				<b>Rango de evaluación por parámetro</b>			
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				<b>0</b> <u>0.5</u> <b>1</b>			
<b>Experto:</b> 3							
<b>Firma:</b>							
<b>Experto</b>	<b>Técnica</b>	<b>Validez</b>	<b>Confiable</b>	<b>Puntaje</b>			
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00			
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90			
Exp. 3	0.95	0.95	0.95	0.93			
<b>PROMEDIO</b>				0.94			

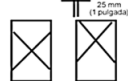
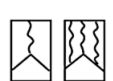







MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR EN ESTADO FRESCO																																		
<b>Ficha N°:</b> 11		<b>Fecha:</b> 21/06/2019		<b>Hoja 1 de 1</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil		<b>Código:</b> CPF																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
<b>Tipo:</b> Aditivo 0.5%		<b>Combinación:</b> D1, D2 y D3			<b>Fecha ensayo:</b> 06/05/2019																													
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado																																		
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3																												
Agua diseño	3.55	Lt/tanda	Agua diseño	3.40	Lt/tanda	Agua diseño	3.26	Lt/tanda																										
Agua reducida	0.00	Lt/tanda	Agua reducida	0.00	Lt/tanda	Agua reducida	0.00	Lt/tanda																										
Agua útil	3.55	Lt/tanda	Agua útil	3.40	Lt/tanda	Agua útil	3.26	Lt/tanda																										
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%																										
Inspección de Consistencia																																		
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3																												
Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.																										
Slump real	4.00	Pulg.	Slump real	4.50	Pulg.	Slump real	4.00	Pulg.																										
Diferencia	0.00	mm	Diferencia	+ 12.7	mm	Diferencia	0.00	mm																										
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm																										
<b>Estado:</b>	CUMPLE		<b>Estado:</b>	CUMPLE		<b>Estado:</b>	CUMPLE																											
* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado																												
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)																																		
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA				COMBINACIÓN D2																														
Peso de concreto fresco + peso de molde				(kg)	Pc + Pm		27.17																											
Peso de molde				(kg)	Pm		4.95																											
Peso de concreto fresco				(kg)	Pc		22.22																											
Volumen del molde				(m³)	V		94.3895*10 <sup>-4</sup>																											
Peso unitario de concreto fresco				(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V		2354.08																											
Observaciones - Comentarios																																		
El diseño de COMBINACIÓN D2 obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, la diferencia en el asentamiento se encuentra dentro del permitido por la Norma E.060 de Concreto Armado para mezclas de prueba.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																													
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																													
<b>Firma:</b> 					<b>Firma:</b> 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
<b>Experto:</b> 3																																		
<b>Firma:</b> 					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93																														
PROMEDIO				0.94																														

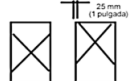



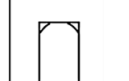



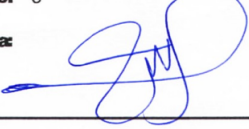
MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR EN ESTADO FRESCO																																		
<b>Ficha N°:</b> 11		<b>Fecha:</b> 21/06/2019		<b>Hoja 1 de 1</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil		<b>Código:</b> CPF																																
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
<b>Tipo:</b> Aditivo 1.0%		<b>Combinación:</b> D1, D2 y D3			<b>Fecha ensayo:</b> 02/05/2019																													
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado																																		
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3																												
Agua diseño	3.55	Lt/tanda	Agua Diseño	3.40	Lt/tanda	Agua Diseño	3.26	Lt/tanda																										
Agua reducida	0.11	Lt/tanda	Agua reducida	0.40	Lt/tanda	Agua reducida	0.18	Lt/tanda																										
Agua útil	3.44	Lt/tanda	Agua útil	3.00	Lt/tanda	Agua útil	3.08	Lt/tanda																										
Reducción (%)	3.10	%	Reducción (%)	11.76	%	Reducción (%)	5.52	%																										
Inspección de Consistencia																																		
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3																												
Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.																										
Slump real	7.00	Pulg.	Slump real	4.50	Pulg.	Slump real	4.50	Pulg.																										
Diferencia	+ 76.2	mm	Diferencia	+ 12.7	mm	Diferencia	+ 12.7	mm																										
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm																										
<b>Estado:</b>	NO CUMPLE		<b>Estado:</b>	CUMPLE		<b>Estado:</b>	CUMPLE																											
* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado																												
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)																																		
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA				COMBINACIÓN D2																														
Peso de concreto fresco + peso de molde				(kg)	Pc + Pm		27.26																											
Peso de molde				(kg)	Pm		4.95																											
Peso de concreto fresco				(kg)	Pc		22.31																											
Volumen del molde				(m³)	V		94.3895*10 <sup>-4</sup>																											
Peso unitario de concreto fresco				(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V		2363.61																											
Observaciones - Comentarios																																		
El diseño de COMBINACIÓN D1 obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, con una diferencia por encima del máximo permisible; por otro lado, las COMBINACIONES D2 y D3 también obtuvieron un mayor asentamiento, los cuales sí se encuentran dentro del permitido por la Norma E.060 de Concreto Armado para mezclas de prueba.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																													
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																													
<b>Firma:</b> 					<b>Firma:</b> 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
<b>Experto:</b> 3																																		
<b>Firma:</b> 					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.95	0.9	0.95	0.93																														
PROMEDIO				0.94																														

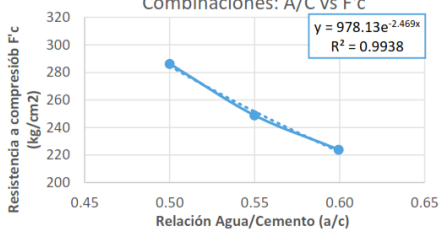
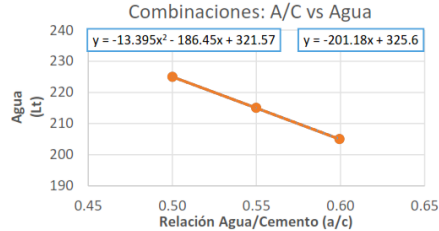
MEZCLA DE CONCRETO PRELIMINAR EN ESTADO FRESCO										
<b>Ficha N°:</b>	11	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>						
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	CPF							
<b>Nombre de la investigación:</b>	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"									
<b>Investigador:</b>	Molina Muñoz, Angel Jhonatan									
<b>Tipo:</b>	Aditivo 2.0%	<b>Combinación:</b>	D1, D2 y D3	<b>Fecha ensayo:</b>	06/05/2019					
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado										
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3				
Agua diseño	3.55	Lt/tanda	Agua Diseño	3.40	Lt/tanda	Agua Diseño	3.26	Lt/tanda		
Agua reducida	0.068	Lt/tanda	Agua reducida	0.061	Lt/tanda	Agua reducida	0.067	Lt/tanda		
Agua útil	3.482	Lt/tanda	Agua útil	3.339	Lt/tanda	Agua útil	3.193	Lt/tanda		
Reducción (%)	1.92	%	Reducción (%)	1.79	%	Reducción (%)	2.06	%		
Inspección de Consistencia										
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3				
Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.	Slump diseño	3 - 4	Pulg.		
Slump real	6.50	Pulg.	Slump real	6.00	Pulg.	Slump real	5.00	Pulg.		
Diferencia	+ 63.5	mm	Diferencia	+ 50.8	mm	Diferencia	+ 25.4	mm		
Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm	Diferencia máx.*	±20.00	mm		
<b>Estado:</b>	NO CUMPLE		<b>Estado:</b>	NO CUMPLE		<b>Estado:</b>	NO CUMPLE			
* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado			* Norma E.060. Concreto Armado				
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)										
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA					COMBINACIÓN D2					
Peso de concreto fresco + peso de molde					(kg)	Pc + Pm				27.26
Peso de molde					(kg)	Pm				4.95
Peso de concreto fresco					(kg)	Pc				22.31
Volumen del molde					(m³)	V				94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco					(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V				2363.61
Observaciones - Comentarios										
Las COMBINACIONES D1, D2 y D3 obtuvieron un asentamiento (Slump) mayor al esperado, con una diferencia por encima del máximo permisible, incluso con la reducción de agua en mezcla para todos los casos.										
Aprobación										
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>					
<b>Nombre:</b>	Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b>	Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b>	1				<b>Experto:</b>	2				
<b>Firma:</b>					<b>Firma:</b>					
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>					
<b>Nombre:</b>	Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro					
<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019				0      0.5      1					
<b>Experto:</b>	3									
<b>Firma:</b>										
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje					
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00					
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90					
	Exp. 3	0,95	0,9	0,95	0,93					
	PROMEDIO				0,94					

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PRELIMINAR									
<b>NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición</b>									
<b>Ficha N°:</b>	12	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>					
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	RCP						
<b>Nombre de la investigación:</b>	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"								
<b>Investigador:</b>	Molina Muñoz, Angel Jhonatan								
<b>Tipo:</b>	Patrón	<b>F. Elaboración:</b>	02/05/2019	<b>F. Ensayo:</b>	09/05/2019	<b>N° días:</b>	7		
<b>F'cr diseño:</b>	295 kg/cm²	<b>F'c mínimo (%):</b>	70.00%	<b>F'c mínimo:</b>	206.50 kg/cm²				
Tipos de Fractura									
Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)		Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo		Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados		Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente con un martillo para distinguir del Tipo 1		Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior ocurre comúnmente con cabezales no adheridos	
Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo									
Resultados de Resistencia									
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm²)	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm²)	F'c Mínimo (kg/cm²)	(%)
01	D1 - 0.50	2	10.23	23296	283.43	Sí	286.24	206.50	138.62%
02	D1 - 0.50	2	10.18	22062	271.06	No			
03	D1 - 0.50	2	10.19	23429	287.57	Sí			
04	D1 - 0.50	2	10.21	23558	287.74	Sí			
05	D2 - 0.55	5	10.22	18913	230.55	No	248.86	206.50	120.51%
06	D2 - 0.55	2	10.16	20814	256.98	Sí			
07	D2 - 0.55	2	10.22	19909	242.69	Sí			
08	D2 - 0.55	2	10.21	20195	246.90	Sí			
09	D3 - 0.60	2	10.18	18597	228.48	Sí	223.96	206.50	108.46%
10	D3 - 0.60	2	10.19	16335	200.30	No			
11	D3 - 0.60	2	10.18	18318	225.06	Sí			
12	D3 - 0.60	2	10.18	17770	218.32	Sí			
Aprobación									
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>				
<b>Nombre:</b>	Tejada Silva, Marco Antonio				<b>Nombre:</b>	Pinto Barrantes, Raúl Antonio			
<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019				<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019			
<b>Experto:</b>	1				<b>Experto:</b>	2			
<b>Firma:</b>					<b>Firma:</b>				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>				
<b>Nombre:</b>	Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro				
<b>Fecha:</b>	19 / 04 / 2019				0      0.5      1				
<b>Experto:</b>	3								
<b>Firma:</b>									
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje				
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00				
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90				
	Exp. 3	0,9	1	0,9	0,93				
	PROMEDIO				0,94				

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PRELIMINAR																																		
<b>NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición</b>																																		
<b>Ficha N°:</b> 12	<b>Fecha:</b> 21/06/2019		<b>Hoja 1 de 1</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> RCP																																	
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
<b>Tipo:</b> Aditivo 0.5%	<b>F. Elaboración:</b> 06/05/2019	<b>F. Ensayo:</b> 13/05/2019	<b>N° días:</b> 7																															
<b>F'cr diseño:</b> 295 kg/cm <sup>2</sup>	<b>F'c mínimo (%):</b> 70.00%	<b>F'c mínimo:</b> 206.50 kg/cm <sup>2</sup>																																
Tipos de Fractura																																		
																																		
<b>Tipo 1:</b> Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)	<b>Tipo 2:</b> Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los extremos, conos no bien definidos en el otro extremo	<b>Tipo 3:</b> Fisuras verticales en columnas a través de ambos extremos, conos mal formados	<b>Tipo 4:</b> Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpeo suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	<b>Tipo 5:</b> Fracturas en los lados superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)	<b>Tipo 6:</b> Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntaje																													
Resultados de Resistencia																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	D1-0.50	2	10.21	25064	306.13	No	317.86	206.50	153.93%																									
02	D1-0.50	3	10.18	25937	318.66	Si																												
03	D1-0.50	2	10.22	25396	309.88	Si																												
04	D1-0.50	2	10.13	26169	325.02	Si																												
05	D2-0.55	3	10.21	21022	256.76	Si	256.49	206.50	124.21%																									
06	D2-0.55	3	10.22	21724	264.82	Si																												
07	D2-0.55	2	10.18	17679	217.21	No																												
08	D2-0.55	2	10.21	20295	247.88	Si																												
09	D3-0.60	3	10.22	19713	240.30	Si	229.73	206.50	111.25%																									
10	D3-0.60	2	10.20	17641	216.10	Si																												
11	D3-0.60	3	10.19	18965	232.78	Si																												
12	D3-0.60	3	10.21	20422	249.43	No																												
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																													
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																													
<b>Firma:</b> 					<b>Firma:</b> 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					<b>Rango de evaluación por parámetro</b>																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>0</b> <u>0.5</u> <b>1</b>																													
<b>Experto:</b> 3																																		
<b>Firma:</b> 					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>1</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0.94</b></td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1				1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93	<b>PROMEDIO</b>				<b>0.94</b>
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1				1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93																														
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.94</b>																														

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PRELIMINAR																																		
<b>NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición</b>																																		
<b>Ficha N°:</b> 12	<b>Fecha:</b> 21/06/2019		<b>Hoja 1 de 1</b>																															
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> RCP																																	
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																		
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
<b>Tipo:</b> Aditivo 1.0%	<b>F. Elaboración:</b> 02/05/2019	<b>F. Ensayo:</b> 09/05/2019	<b>N° días:</b> 7																															
<b>F'cr diseño:</b> 295 kg/cm <sup>2</sup>	<b>F'c mínimo (%):</b> 70.00%	<b>F'c mínimo:</b> 206.50 kg/cm <sup>2</sup>																																
Tipos de Fractura																																		
																																		
<b>Tipo 1:</b> Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)	<b>Tipo 2:</b> Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los extremos, conos no bien definidos en el otro extremo	<b>Tipo 3:</b> Fisuras verticales en columnas a través de ambos extremos, conos mal formados	<b>Tipo 4:</b> Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpeo suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	<b>Tipo 5:</b> Fracturas en los lados superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)	<b>Tipo 6:</b> Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntaje																													
Resultados de Resistencia																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	D1-0.50	2	10.21	25736	314.65	Si	299.94	206.50	145.25%																									
02	D1-0.50	2	10.21	23959	292.64	Si																												
03	D1-0.50	2	10.17	30146	371.11	No																												
04	D1-0.50	2	10.20	23905	292.55	Si																												
05	D2-0.55	2	10.18	27536	338.64	Si	345.48	206.50	167.30%																									
06	D2-0.55	2	10.21	28832	352.15	Si																												
07	D2-0.55	2	10.20	25866	316.55	No																												
08	D2-0.55	2	10.21	28300	345.66	Si																												
09	D3-0.60	2	10.22	22408	273.16	No	260.47	206.50	126.14%																									
10	D3-0.60	2	10.20	21846	267.61	Si																												
11	D3-0.60	2	10.24	20837	253.01	Si																												
12	D3-0.60	2	10.22	21392	260.77	Si																												
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																													
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																													
<b>Firma:</b> 					<b>Firma:</b> 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					<b>Rango de evaluación por parámetro</b>																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>0</b> <u>0.5</u> <b>1</b>																													
<b>Experto:</b> 3																																		
<b>Firma:</b> 					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>1</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0.94</b></td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1				1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93	<b>PROMEDIO</b>				<b>0.94</b>
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1				1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93																														
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.94</b>																														

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PRELIMINAR																																		
NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición																																		
Ficha N°:	12	Fecha:	21/06/2019	Hoja 1 de 1																														
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	RCP																															
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo:	Aditivo 2.0%	F. Elaboración:	06/05/2019	F. Ensayo:	13/05/2019	N° días: 7																												
F'cr diseño:	295 kg/cm <sup>2</sup>	F'c mínimo (%):	70.00%	F'c mínimo: 206.50 kg/cm <sup>2</sup>																														
Tipos de Fractura																																		
 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>		 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo</p>		 <p>Tipo 3 Fisuras verticales encolonnadas a través de los extremos, conos mal formados</p>		 <p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpeo suave con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>		 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>		 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntuado</p>																								
Resultados de Resistencia																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	D1 - 0.50	3	10.19	37183	455.94	SI	442.02	206.50	214.05%																									
02	D1 - 0.50	2	10.22	37602	458.37	SI																												
03	D1 - 0.50	5	10.25	29407	356.73	No																												
04	D1 - 0.50	2	10.21	33712	411.76	SI																												
05	D2 - 0.55	3	10.22	37064	451.81	SI	449.40	206.50	217.63%																									
06	D2 - 0.55	3	10.17	39612	487.64	No																												
07	D2 - 0.55	3	10.20	36268	444.28	SI																												
08	D2 - 0.55	2	10.23	37124	452.10	SI																												
09	D3 - 0.60	5	10.23	36252	441.05	No	429.58	206.50	208.03%																									
10	D3 - 0.60	3	10.20	34007	416.59	SI																												
11	D3 - 0.60	3	10.21	34766	424.63	SI																												
12	D3 - 0.60	3	10.20	36532	447.52	SI																												
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>1</td> <td>0.9</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	0.9	0.9	0.9	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.9	1	0.9	0.93																														
PROMEDIO				0.94																														

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																			
Ficha N°:	13	Fecha:	21/06/2019	Hoja 1 de 4															
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	DFP																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																			
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																			
Parámetros Básicos																			
CONCRETO:	CEMENTO:	ARENA:	PIEDRA:																
Tipo: Patrón	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93kg/m <sup>3</sup>																
F'c = 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1619.70 kg/m <sup>3</sup>																
Slump = 3 a 4 pulg.	<b>AGUA:</b>	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.																
Sin Aire Incorporado	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%																
	P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%																
Datos de los Resultados en el Diseño Preliminar																			
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3													
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%											
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>											
Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>											
Agua útil	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	205.00	lt/m <sup>3</sup>											
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>											
a/c	0.50	-	a/c	0.55	-	a/c	0.60	-											
Resistencia	286.24	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	248.86	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	223.96	kg/cm <sup>2</sup>											
Estimación de relación Agua/Cemento																			
F'c diseño (28d):	295.00	kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño (7d%):	75.0	%	F'c diseño (7d):	221.25	kg/cm <sup>2</sup>											
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Exponencial $y = A * e^{Bx}$ $A = 978.13$ $B = -2.469$														
Fuente: Elaboración propia.					<b>DESPEJANDO Y REEMPLAZANDO</b> $y = F'c_{(7d)} = 221.25 \text{ kg/cm}^2$ $x = a/c = 0.60$ $\therefore a/c = 0.60$														
Estimación de Cantidad de Agua																			
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Polinómica</th> <th>Lineal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>y = Ax^2 + Bx + C</math></td> <td><math>y = Ax + B</math></td> </tr> <tr> <td><math>A = -13.395</math></td> <td><math>A = -201.18</math></td> </tr> <tr> <td><math>B = -186.45</math></td> <td><math>B = 325.6</math></td> </tr> <tr> <td><math>C = 321.57</math></td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>					Polinómica	Lineal	$y = Ax^2 + Bx + C$	$y = Ax + B$	$A = -13.395$	$A = -201.18$	$B = -186.45$	$B = 325.6$	$C = 321.57$	-
Polinómica	Lineal																		
$y = Ax^2 + Bx + C$	$y = Ax + B$																		
$A = -13.395$	$A = -201.18$																		
$B = -186.45$	$B = 325.6$																		
$C = 321.57$	-																		
Fuente: Elaboración propia.					<b>REEMPLAZANDO</b> $x = a/c = 0.60$ $x = a/c = 0.60$ $y = \text{Agua} = 204 \text{ lt}$ $y = \text{Agua} = 204 \text{ lt}$ <b>Cumple</b> <b>Cumple</b> $\therefore \text{Agua} = 204 \text{ lt/m}^3$														

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO						
Ficha N°:	13	Fecha:	21/06/2019	Hoja 2 de 4		
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	DFP			
Estimación de Asentamiento y Porcentajes de Agregados						
DISEÑOS	Af %	Ag %	a/c	Agua (lt)	Slump (pulg.)	Diseño aproximado: COMBINACIÓN D3 Rango Slump: 3" - 4"
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.50	225	4.00	$\text{Slump} = \frac{\text{Agua}}{\text{Agua}_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * \text{Slump}_{D3}$ $\text{Slump} = \frac{204}{205} * \frac{0.60}{0.60} * 3.00 = 3.00 \text{ pulg. (cumple)}$
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.55	215	3.75	
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.60	205	3.00	
PREVIO FINAL	-	-	0.60	204	-	Para: Af = 50.0% ; Ag = 50.0%
Fuente: Elaboración propia.						
Corrección de Agua por Cantidad Mínima de Cemento						
F'c (diseño):	210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días	Cemento Min.:	255 kg/m <sup>3</sup>	
DATOS PREVIOS (ec <sub>1</sub> )		DATOS PREVIOS (ec <sub>2</sub> )		PROPUESTA (Agua = 215 lt/m <sup>3</sup> )		
Agua	204 lt/m <sup>3</sup>	Agua	204 lt/m <sup>3</sup>	Agua	215.00 lt/m <sup>3</sup>	
a/c	0.60	a/c	0.60	a/c (ec <sub>1</sub> )	0.60	a/c (ec <sub>2</sub> )
Cemento	340.00 kg/m <sup>3</sup>	Cemento	340.00 kg/m <sup>3</sup>	a/c (elegido)	0.60	
Cumple		Cumple		Cemento	358.33	kg/m <sup>3</sup>
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						
Rango Slump: 3" - 4"						
$\text{Slump} = \frac{\text{Agua}}{\text{Agua}_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * \text{Slump}_{D3} = \frac{215}{205} * \frac{0.60}{0.60} * 3.00 = 3.15 \text{ pulg. (cumple)}$						
Resumen de Datos para el Diseño Final						
Cantidades para diseño final, Aire = 2.5% por m <sup>3</sup>						
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af %	Ag %	Aire (%)
Final Patrón	358.33	215.00	0.60	50.0	50.0	2.5
Volúmenes de Aire, Agua y Cemento						
VOLUMEN DE AIRE:		VOLUMEN DE AGUA:		VOLUMEN DE CEMENTO:		
$V_{\text{aire}} = \text{Aire} = 2.50\%$ $V_{\text{aire}} = 0.0250 \text{ m}^3$		$V_{\text{agua}} = \frac{\text{Agua}}{P.E.} = \frac{215.00}{1000.00}$ $V_{\text{agua}} = 0.2150 \text{ m}^3$		$V_{\text{cemento}} = \frac{\text{Cemento}}{P.E.} = \frac{358.33}{3120.00}$ $V_{\text{cemento}} = 0.1148 \text{ m}^3$		
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados						
VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:		AGREGADO FINO:		AGREGADO GRUESO:		
$1 \text{ m}^3 = V_{\text{aire}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{cemento}} + V_{\text{global}}$ $1.00 = 0.0250 + 0.2150 + 0.1148 + V_{\text{global}}$ $V_{\text{global}} = 0.6452 \text{ m}^3$		$V_{\text{SA.F.}} = Af \% * V_{\text{global}}$ $V_{\text{SA.F.}} = 50.00\% * 0.6452$ $V_{\text{SA.F.}} = 0.3226 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{\text{SA.F.}}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3226$ $P.S.A. = 844.44 \text{ kg}$		$V_{\text{SA.G.}} = Ag \% * V_{\text{global}}$ $V_{\text{SA.G.}} = 50.00\% * 0.6452$ $V_{\text{SA.G.}} = 0.3226 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{\text{SA.G.}}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3226$ $P.S.P. = 853.58 \text{ kg}$		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO			
Ficha N°:	13	Fecha:	21/06/2019
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	DFP
Hoja 3 de 4			
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
CEMENTO:		ARENA GRUESA:	
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{358.33 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 1.00$		$A.G. = \frac{P.S.A.}{\text{Cemento}} = \frac{844.44 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 2.36$	
AGUA:		PIEDRA CHANCADA:	
$A = \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{215.00 \text{ lt/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 0.60$		$P.CH. = \frac{P.S.P.}{\text{Cemento}} = \frac{853.58 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 2.38$	
Corrección por Humedad y Absorción			
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:		APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:	
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 844.44 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 848.16 \text{ kg}$ <b>Peso Húmedo de Arena = 848.16 kg</b>		$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 844.44 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.618 \text{ lt}$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.618 lt</b>	
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:		APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:	
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{\text{Hum.}\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 853.58 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 856.65 \text{ kg}$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 856.65 kg</b>		$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{\text{Hum.}\% - \text{Abs.}\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 853.58 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.475 \text{ lt}$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -9.475 lt</b>	
CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:			
$A.C. = \text{Agua} - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 215.00 - (-2.618 - 9.475) = 227.09 \text{ lt}$ <b>Agua Corregida = 227.09 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)			
CEMENTO:		ARENA GRUESA:	
$C = \frac{\text{Cemento}}{\text{Cemento}} = \frac{358.33 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 1.00$		$A.G. = \frac{P.H.A.}{\text{Cemento}} = \frac{848.16 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 2.37$	
AGUA:		PIEDRA CHANCADA:	
$A = \frac{A.C.}{\text{Cemento}} = \frac{227.09 \text{ lt/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 0.63$		$P.CH. = \frac{P.H.P.}{\text{Cemento}} = \frac{856.65 \text{ kg/m}^3}{358.33 \text{ kg/m}^3} = 2.39$	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																		
<b>Ficha N°:</b> 13	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 4 de 4</b>																																
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DFP																																	
Dosificación por Tanda																																		
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>					<b>CEMENTO:</b>																													
Diámetro (D) = 0.15 m					$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																													
Altura (h) = 0.30 m					$C = 358.33 * 0.03 = 10.75 \text{ kg}$																													
Veces(#) = 6.00					<b>AGUA:</b>																													
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>					$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																													
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$					$A = 227.09 * 0.03 = 6.81 \text{ lt}$																													
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$					<b>ARENA GRUESA:</b>																													
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$					$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																													
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 6.00$					$A.G. = 848.16 * 0.03 = 25.44 \text{ kg}$																													
$\text{Vol. tanda} = 0.03 \text{ m}^3$					<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																													
					$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																													
					$P.CH. = 856.65 * 0.03 = 25.70 \text{ kg}$																													
Cuadro Resumen																																		
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																		
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																											
Cemento	358.33 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1148 m <sup>3</sup>	1.00	358.33 kg	1.00	10.75 kg																											
Agua	215.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.2150 m <sup>3</sup>	0.60	227.09 lt	0.63	6.81 lt																											
Arena	844.44 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3226 m <sup>3</sup>	2.36	848.16 kg	2.37	25.44 kg																											
Piedra	853.58 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3226 m <sup>3</sup>	2.38	856.65 kg	2.39	25.70 kg																											
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																											
Fuente: Elaboración propia.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019																													
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2																													
<b>Firma:</b>					<b>Firma:</b>																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
<b>Experto:</b> 3																																		
<b>Firma:</b>																																		
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0,97</b></td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90	Exp. 3	1	1	1	1,00	<b>PROMEDIO</b>				<b>0,97</b>
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00																														
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90																														
Exp. 3	1	1	1	1,00																														
<b>PROMEDIO</b>				<b>0,97</b>																														

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO									
<b>Ficha N°:</b> 14	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 4</b>							
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DFA								
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"									
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan									
Parámetros Básicos									
<b>CONCRETO:</b>		<b>ADITIVO:</b>		<b>CEMENTO:</b>		<b>ARENA:</b>		<b>PIEDRA:</b>	
Tipo: Aditivo 0.5%		Tipo: Sika Cem		Tipo: Sol Tipo I		P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>		P.E. = 2645.93 kg/m <sup>3</sup>	
F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>		Plastificante		P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>		P.U.C.=1672.91 kg/m <sup>3</sup>		P.U.C.=1619.70 kg/m <sup>3</sup>	
Slump = 3 a 4 pulg.		P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup>		<b>AGUA:</b>		M.F. = 3.09		T.M.N. = 1/2 pulg.	
Sin Aire Incorporado		Adt. (%) = 0.50%		Tipo: Potable		Abs. (%) = 0.75%		Abs. (%) = 1.47%	
				P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>		Hum. (%) = 0.44%		Hum. (%) = 0.36%	
Datos de los Resultados en el Diseño Preliminar									
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3			
Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	Reducción (%)	0.00	%	
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>	
Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	0.00	lt/m <sup>3</sup>	
Agua útil	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	205.00	lt/m <sup>3</sup>	
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>	
a/c	0.50	-	a/c	0.55	-	a/c	0.60	-	
Resistencia	317.86	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	256.49	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	229.73	kg/cm <sup>2</sup>	
Estimación de relación Agua/Cemento									
F'c diseño (28d):	295.00	kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño (7d):	75.0	%	F'c diseño (7d):	221.25	kg/cm <sup>2</sup>	
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Exponencial $y = A * e^{Bx}$ $A = 1600.5$ $B = -3.267$				
Fuente: Elaboración propia.					<b>DESPEJANDO Y REEMPLAZANDO</b> $y = F'c_{(7d)} = 221.25 \text{ kg/cm}^2$ $x = a/c = 0.61$ $\therefore a/c = 0.61$				
Estimación de Cantidad de Agua									
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Polinómica Lineal $y = Ax^2 + Bx + C$ $y = Ax + B$ $A = -13.395$ $A = -201.18$ $B = -186.45$ $B = 325.6$ $C = 321.57$ -				
Fuente: Elaboración propia.					<b>REEMPLAZANDO</b> $x = a/c = 0.61$ $x = a/c = 0.61$ $y = \text{Agua} = 204 \text{ lt}$ $y = \text{Agua} = 204 \text{ lt}$ Cumple Cumple $\therefore \text{Agua} = 204 \text{ lt/m}^3$				



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO						
<b>Ficha N°:</b>	14	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 2 de 4</b>		
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DFA			
Estimación de Asentamiento y Porcentajes de Agregados						
<b>DISEÑOS</b>	<b>Af%</b>	<b>Ag%</b>	<b>a/c</b>	<b>Agua (lt)</b>	<b>Slump (pulg.)</b>	<b>Diseño aproximado: COMBINACIÓN D3</b>
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.50	225	4.00	<b>Rango Slump: 3" - 4"</b>
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.55	215	4.50	$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} + \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$
<b>COMBINACIÓN D3</b>	<b>50.0</b>	<b>50.0</b>	<b>0.60</b>	<b>205</b>	<b>4.00</b>	$Slump = \frac{204}{205} * \frac{0.60}{0.61} + 4.00 = 3.92 \text{ pulg. (cumple)}$
<b>PREVIO FINAL</b>	-	-	<b>0.61</b>	<b>204</b>	-	Para: Af = 50.0% ; Ag = 50.0%
Fuente: Elaboración propia.						
Corrección de Agua por Cantidad Mínima de Cemento						
<b>F'c (diseño):</b>	210.00 kg/cm <sup>2</sup>	<b>Edad:</b>	28 días	<b>Cemento Min.:</b>	255 kg/m <sup>3</sup>	
<b>DATOS PREVIOS (ec<sub>1</sub>)</b>	<b>DATOS PREVIOS (ec<sub>2</sub>)</b>	<b>PROPUESTA (Agua = 195 lt/m<sup>3</sup>)</b>				
Agua	204 lt/m <sup>3</sup>	Agua	204 lt/m <sup>3</sup>	Agua	195.00 lt/m <sup>3</sup>	
a/c	0.61	a/c	0.61	a/c (ec <sub>1</sub> )	0.61	a/c (ec <sub>2</sub> )
Cemento	334.43 kg/m <sup>3</sup>	Cemento	334.43 kg/m <sup>3</sup>	a/c (elegido)	0.61	
	Cumple		Cumple	Cemento	319.67	kg/m <sup>3</sup>
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)						
<b>Rango Slump: 3" - 4"</b>	$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} + \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{195}{205} + \frac{0.60}{0.61} + 4.00 = 3.72 \text{ pulg. (cumple)}$					
Resumen de Datos para el Diseño Final						
<b>Cantidades para diseño final, Aire = 2.5% y Aditivo = 0.5% por m<sup>3</sup></b>						
<b>DISEÑO</b>	<b>Cemento (kg)</b>	<b>Agua (lt)</b>	<b>a/c</b>	<b>Af%</b>	<b>Ag%</b>	<b>Aire (%)</b>
<b>Final 0.5%</b>	319.67	195.00	0.61	50.0	50.0	2.5
						<b>Aditivo (%)</b>
						0.5
						<b>Aditivo (lt)</b>
						1.60
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo						
<b>VOLUMEN DE AIRE:</b>			<b>VOLUMEN DE CEMENTO:</b>			
$V_{aire} = Aire = 2.50\%$			$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{319.67}{3120.00}$			
$V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$			$V_{cemento} = 0.1025 \text{ m}^3$			
<b>VOLUMEN DE AGUA:</b>			<b>VOLUMEN DE ADITIVO:</b>			
$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{195.00}{1000.00}$			$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{1.60}{1200.00}$			
$V_{agua} = 0.1950 \text{ m}^3$			$V_{aditivo} = 0.0013 \text{ m}^3$			
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados						
<b>VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:</b>		<b>AGREGADO FINO:</b>		<b>AGREGADO GRUESO:</b>		
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$		$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$		$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$		
$1.00 = 0.0250 + 0.1950 + 0.1025 + 0.0013 + V_{global}$		$V_{sA.F.} = 50.00\% * 0.6762$		$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6762$		
$V_{global} = 0.6762 \text{ m}^3$		$V_{sA.F.} = 0.3381 \text{ m}^3$		$V_{sA.G.} = 0.3381 \text{ m}^3$		
		<b>PESO SECO ARENA:</b>		<b>PESO SECO PIEDRA:</b>		
		$P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$		$P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$		
		$P.S.A. = 2617.62 * 0.3381$		$P.S.P. = 2645.93 * 0.3381$		
		$P.S.A. = 885.02 \text{ kg}$		$P.S.P. = 894.59 \text{ kg}$		

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO						
<b>Ficha N°:</b>	14	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 3 de 4</b>		
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DFA			
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)						
<b>CEMENTO:</b>			<b>ARENA GRUESA:</b>			
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{319.67 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 1.00$			$A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{885.02 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 2.77$			
<b>AGUA:</b>			<b>PIEDRA CHANCADA:</b>			
$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{195.00 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.61$			$P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{894.59 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 2.80$			
<b>ADITIVO:</b>			$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.60 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.005$			
Corrección por Humedad y Absorción						
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:</b>			<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:</b>			
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$			$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$			
$P.H.A. = 885.02 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 888.91 \text{ kg}$			$A.A.A. = 885.02 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.744 \text{ lt}$			
<b>Peso Húmedo de Arena = 888.91 kg</b>			<b>Aporte de Agua por Arena = -2.744 lt</b>			
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:</b>			<b>APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:</b>			
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum. \%}{100\%}\right)$			$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum. \% - Abs. \%}{100\%}\right)$			
$P.H.P. = 894.59 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 897.81 \text{ kg}$			$A.A.P. = 894.59 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -9.930 \text{ lt}$			
<b>Peso Húmedo de Piedra = 897.81 kg</b>			<b>Aporte de Agua por Piedra = -9.930 lt</b>			
<b>CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:</b>			<b>AGUA CORREGIDA:</b>			
$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$			$A.C. = 195.00 - (-2.744 - 9.930) = 207.67 \text{ lt}$			
			<b>Agua Corregida = 207.67 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O.)						
<b>CEMENTO:</b>			<b>ARENA GRUESA:</b>			
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{319.67 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 1.00$			$A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{888.91 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 2.78$			
<b>AGUA:</b>			<b>PIEDRA CHANCADA:</b>			
$A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{207.67 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.65$			$P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{897.81 \text{ kg/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 2.81$			
<b>ADITIVO:</b>			$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{1.60 \text{ lt/m}^3}{319.67 \text{ kg/m}^3} = 0.005$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO																																		
<b>Ficha N°:</b>	14	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 4 de 4</b>																														
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DFA																															
Dosificación por Tanda																																		
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																														
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																														
Altura (h) = 0.30 m				$C = 319.67 * 0.03 = 9.59 \text{ kg}$																														
Veces(#) = 6.00				<b>AGUA:</b>																														
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																														
				$A = 207.67 * 0.03 = 6.23 \text{ lt}$																														
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 888.91 * 0.03 = 26.65 \text{ kg}$																														
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																														
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 6.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																														
				$P.CH. = 897.81 * 0.03 = 26.96 \text{ kg}$																														
$\text{Vol. tanda} = 0.03 \text{ m}^3$				<b>ADITIVO:</b>																														
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																														
				$ADT. = 1.60 * 0.03 = 0.04795 \text{ lt} = 47.95 \text{ g}$																														
Cuadro Resumen																																		
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																		
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																											
Cemento	319.67 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.1025 m <sup>3</sup>	1.00	319.67 kg	1.00	9.59 kg																											
Agua	195.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.1950 m <sup>3</sup>	0.61	207.67 lt	0.65	6.23 lt																											
Arena	885.02 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3381 m <sup>3</sup>	2.77	888.91 kg	2.78	26.65 kg																											
Piedra	894.59 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3381 m <sup>3</sup>	2.80	897.81 kg	2.81	26.96 kg																											
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																											
Aditivo	1.60 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0013 m <sup>3</sup>	0.005	1.60 lt	0.005	47.95 g																											
Fuente: Elaboración propia.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio					Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					Fecha: 19 / 04 / 2019																													
Experto: 1					Experto: 2																													
Firma:					Firma:																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
Experto: 3																																		
Firma:																																		
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0.97</b></td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	3	4	3	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	<b>PROMEDIO</b>				<b>0.97</b>
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	3	4	3	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.97</b>																														

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO									
<b>Ficha N°:</b>	14	<b>Fecha:</b>	21/06/2019	<b>Hoja 1 de 4</b>					
<b>Especialidad:</b>	Ingeniería Civil	<b>Código:</b>	DFA						
<b>Nombre de la investigación:</b>		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"							
<b>Investigador:</b>		Molina Muñoz, Angel Jhonatan							
Parámetros Básicos									
<b>CONCRETO:</b>	<b>ADITIVO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>					
Tipo: Aditivo 1.0%	Tipo: Sika Cem	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93 kg/m <sup>3</sup>					
F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Plastificante	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1619.70 kg/m <sup>3</sup>					
Slump = 3 a 4 pulg.	P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup>	<b>AGUA:</b>	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.					
Sin Aire	Adt. (%) = 1.00%	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%					
Incorporado		P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%					
Datos de los Resultados en el Diseño Preliminar									
COMBINACIÓN D1			COMBINACIÓN D2			COMBINACIÓN D3			
Reducción (%)	3.10	%	Reducción (%)	11.76	%	Reducción (%)	5.52	%	
Agua diseño	225.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00	lt/m <sup>3</sup>	
Agua reducida	6.97	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	25.29	lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	11.32	lt/m <sup>3</sup>	
Agua útil	218.03	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	189.71	lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	193.68	lt/m <sup>3</sup>	
Cemento	450.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00	kg/m <sup>3</sup>	
a/c	0.48	-	a/c	0.49	-	a/c	0.57	-	
Resistencia	299.94	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	345.48	kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	260.47	kg/cm <sup>2</sup>	
Estimación de relación Agua/Cemento									
F'c diseño (28d):	295.00	kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño (7d):	75.0	%	F'c diseño (7d):	221.25	kg/cm <sup>2</sup>	
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Exponencial $y = A * e^{Bx}$ $A = 1129$ $B = -2.589$				
Fuente: Elaboración propia.					<b>DESPEJANDO Y REEMPLAZANDO</b> $y = F'c_{(7d)} = 221.25 \text{ kg/cm}^2$ $x = a/c = 0.63$ $\therefore a/c = 0.63$				
Estimación de Cantidad de Agua									
					<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Polinómica Lineal $y = Ax^2 + Bx + C$ $y = Ax + B$ $A = 514048$ $A = -127.17$ $B = -540472$ $B = 265.58$ $C = 141409$ $C = -$				
Fuente: Elaboración propia.					<b>REEMPLAZANDO</b> $x = a/c = 0.63$ $x = a/c = 0.63$ $y = \text{Agua} = 4885 \text{ lt}$ $y = \text{Agua} = 186 \text{ lt}$ <b>No cumple</b> <b>Cumple</b> $\therefore \text{Agua} = 186 \text{ lt/m}^3$				

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO									
Ficha N°:	14	Fecha:	21/06/2019	Hoja 2 de 4					
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	DFA						
Estimación de Asentamiento y Porcentajes de Agregados									
DISEÑOS	Af %	Ag %	a/c	Agua (lt)	Slump (pulg.)	Diseño aproximado: COMBINACIÓN D3 Rango Slump: 3" - 4"			
COMBINACIÓN D1	48.6	51.4	0.48	225	7.00	$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} + \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$ $Slump = \frac{186}{205} * \frac{0.57}{0.63} + 4.50 = 3.69 \text{ pulg. (cumple)}$ Para: Af = 50.0% ; Ag = 50.0%			
COMBINACIÓN D2	49.5	50.5	0.49	215	4.50				
COMBINACIÓN D3	50.0	50.0	0.57	205	4.50				
PREVIO FINAL	-	-	0.63	186	-				
Fuente: Elaboración propia.									
Corrección de Agua por Cantidad Mínima de Cemento									
F'c (diseño):	210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Edad:	28 días	Cemento Min.:	255 kg/m <sup>3</sup>				
DATOS PREVIOS (ec <sub>1</sub> )		DATOS PREVIOS (ec <sub>2</sub> )		PROPUESTA (Agua = 185 lt/m <sup>3</sup> )					
Agua	-	lt/m <sup>3</sup>	Agua	186	lt/m <sup>3</sup>	Agua	185.00	lt/m <sup>3</sup>	
a/c	0.63	-	a/c	0.63	-	a/c (ec <sub>1</sub> )	0.57	a/c (ec <sub>2</sub> )	0.63
Cemento	-	kg/m <sup>3</sup>	Cemento	295.24	kg/m <sup>3</sup>	a/c (elegido)	0.63		
No cumple			Cumple			Cemento	293.65	kg/m <sup>3</sup>	
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)									
Rango Slump: 3" - 4"									
$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} + \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{185}{205} * \frac{0.57}{0.63} + 4.50 = 3.67 \text{ pulg. (cumple)}$									
Resumen de Datos para el Diseño Final									
Cantidades para diseño final, Aire = 2.5% y Aditivo = 1.0% por m <sup>3</sup>									
DISEÑO	Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af %	Ag %	Aire (%)	Aditivo (%)	Aditivo (lt)	
Final 1.0%	293.65	185.00	0.63	50.0	50.0	2.5	1.0	2.94	
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo									
VOLUMEN DE AIRE:			VOLUMEN DE CEMENTO:						
$V_{aire} = Aire = 2.50\%$ $V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$			$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{293.65}{3120.00}$ $V_{cemento} = 0.0941 \text{ m}^3$						
VOLUMEN DE AGUA:			VOLUMEN DE ADITIVO:						
$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{185.00}{1000.00}$ $V_{agua} = 0.1850 \text{ m}^3$			$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{2.94}{1200.00}$ $V_{aditivo} = 0.0025 \text{ m}^3$						
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados									
VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:		AGREGADO FINO:		AGREGADO GRUESO:					
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$ $1.00 = 0.0250 + 0.1850 + 0.0941 + 0.0025 + V_{global}$ $V_{global} = 0.6934 \text{ m}^3$		$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$ $V_{sA.F.} = 50.00\% * 0.6934$ $V_{sA.F.} = 0.3467 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO ARENA:</b> $P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$ $P.S.A. = 2617.62 * 0.3467$ $P.S.A. = 907.53 \text{ kg}$		$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$ $V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.6934$ $V_{sA.G.} = 0.3467 \text{ m}^3$ <b>PESO SECO PIEDRA:</b> $P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$ $P.S.P. = 2645.93 * 0.3467$ $P.S.P. = 917.34 \text{ kg}$					

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO			
Ficha N°:	14	Fecha:	21/06/2019
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	DFA
Hoja 3 de 4			
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)			
CEMENTO:		ARENA GRUESA:	
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{293.65 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 1.00$		$A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{907.53 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 3.09$	
AGUA:		PIEDRA CHANCADA:	
$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{185.00 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 0.63$		$P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{917.34 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 3.13$	
ADITIVO:			
$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.94 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			
Corrección por Humedad y Absorción			
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:		APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:	
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.A. = 907.53 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 911.52 \text{ kg}$ <b>Peso Húmedo de Arena = 911.52 kg</b>		$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.A. = 907.53 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.813 \text{ lt}$ <b>Aporte de Agua por Arena = -2.813 lt</b>	
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:		APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:	
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$ $P.H.P. = 917.34 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 920.64 \text{ kg}$ <b>Peso Húmedo de Piedra = 920.64 kg</b>		$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$ $A.A.P. = 917.34 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -10.182 \text{ lt}$ <b>Aporte de Agua por Piedra = -10.182 lt</b>	
CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:			
$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$ $A.C. = 185.00 - (-2.813 - 10.182) = 198.00 \text{ lt}$ <b>Agua Corregida = 198.00 lt</b>			
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)			
CEMENTO:		ARENA GRUESA:	
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{293.65 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 1.00$		$A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{911.52 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 3.10$	
AGUA:		PIEDRA CHANCADA:	
$A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{198.00 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 0.67$		$P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{920.64 \text{ kg/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 3.14$	
ADITIVO:			
$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{2.94 \text{ lt/m}^3}{293.65 \text{ kg/m}^3} = 0.010$			

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO																																
<b>Ficha N°:</b> 14	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 4 de 4</b>																														
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DFA																															
Dosificación por Tanda																																
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																												
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																												
Altura (h) = 0.30 m				$C = 293.65 * 0.03 = 8.81 \text{ kg}$																												
Veces (#) = 6.00				<b>AGUA:</b>																												
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A = 198.00 * 0.03 = 5.94 \text{ lt}$																												
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				<b>ARENA GRUESA:</b>																												
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 6.00$				$A.G. = 911.52 * 0.03 = 27.34 \text{ kg}$																												
$\text{Vol. tanda} = 0.03 \text{ m}^3$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																												
				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																												
				$P.CH. = 920.64 * 0.03 = 27.63 \text{ kg}$																												
				<b>ADITIVO:</b>																												
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																												
				$ADT. = 2.94 * 0.03 = 0.08810 \text{ lt} = 88.10 \text{ g}$																												
Cuadro Resumen																																
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																
MATERIAL	Peso Seco	Peso Específico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																									
Cemento	293.65 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.0941 m <sup>3</sup>	1.00	293.65 kg	1.00	8.81 kg																									
Agua	185.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.1850 m <sup>3</sup>	0.63	198.00 lt	0.67	5.94 lt																									
Arena	907.53 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3467 m <sup>3</sup>	3.09	911.52 kg	3.10	27.34 kg																									
Piedra	917.34 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3467 m <sup>3</sup>	3.13	920.64 kg	3.14	27.63 kg																									
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																									
Aditivo	2.94 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0025 m <sup>3</sup>	0.010	2.94 lt	0.010	88.10 g																									
Fuente: Elaboración propia.																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b>				<b>Asesor de Tesis</b>																												
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio				Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				Fecha: 19 / 04 / 2019																												
Experto: 1				Experto: 2																												
Firma:				Firma:																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>				<b>Evaluación del Experto</b>																												
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas				Rango de evaluación por parámetro																												
Fecha: 19 / 04 / 2019				0 <u>0.5</u> 1																												
Experto: 3																																
Firma:																																
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0.97</b></td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	3	4	4	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	<b>PROMEDIO</b>				<b>0.97</b>
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	3	4	4	1.00																												
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																												
Exp. 3	1	1	1	1.00																												
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.97</b>																												



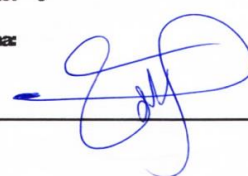
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO					
<b>Ficha N°:</b> 14	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 4</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> DFA				
<b>Nombre de la investigación:</b>		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan					
Parámetros Básicos					
<b>CONCRETO:</b>	<b>ADITIVO:</b>	<b>CEMENTO:</b>	<b>ARENA:</b>	<b>PIEDRA:</b>	
Tipo: Aditivo 2.0%	Tipo: Sika Cem	Tipo: Sol Tipo I	P.E. = 2617.62 kg/m <sup>3</sup>	P.E. = 2645.93 kg/m <sup>3</sup>	
F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Plastificante	P.E. = 3120.00 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1672.91 kg/m <sup>3</sup>	P.U.C. = 1619.70 kg/m <sup>3</sup>	
Slump = 3 a 4 pulg.	P.E. = 1200.00 lt/m <sup>3</sup>	<b>AGUA:</b>	M.F. = 3.09	T.M.N. = 1/2 pulg.	
Sin Aire Incorporado	Adt. (%) = 2.00%	Tipo: Potable	Abs. (%) = 0.75%	Abs. (%) = 1.47%	
		P.E. = 1000.00 kg/m <sup>3</sup>	Hum. (%) = 0.44%	Hum. (%) = 0.36%	
Datos de los Resultados en el Diseño Preliminar					
COMBINACIÓN D1		COMBINACIÓN D2		COMBINACIÓN D3	
Reducción (%)	1.92 %	Reducción (%)	1.79 %	Reducción (%)	2.06 %
Agua diseño	225.00 lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	215.00 lt/m <sup>3</sup>	Agua diseño	205.00 lt/m <sup>3</sup>
Agua reducida	4.31 lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	3.86 lt/m <sup>3</sup>	Agua reducida	4.21 lt/m <sup>3</sup>
Agua útil	<b>220.69</b> lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	<b>211.14</b> lt/m <sup>3</sup>	Agua útil	<b>200.79</b> lt/m <sup>3</sup>
Cemento	450.00 kg/m <sup>3</sup>	Cemento	391.00 kg/m <sup>3</sup>	Cemento	342.00 kg/m <sup>3</sup>
a/c	<b>0.49</b>	a/c	<b>0.54</b>	a/c	<b>0.59</b>
Resistencia	<b>442.02</b> kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	<b>449.40</b> kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia	<b>429.58</b> kg/cm <sup>2</sup>
Estimación de relación Agua/Cemento					
F'c diseño (28d):	295.00 kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño (7d):	75.0 %	F'c diseño (7d):	221.25 kg/cm <sup>2</sup>
			<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Polinómica $y = Ax^2 + Bx + C$ $A = -5893.3$ $B = 6221.4$ $C = -1191.7$		
Fuente: Elaboración propia.			<b>DESPEJANDO Y REEMPLAZANDO</b> $y = F'c_{(7d)} = 221.25 \text{ kg/cm}^2$ $x = a/c = 0.72$ $\therefore a/c = 0.72$		
Estimación de Cantidad de Agua					
			<b>TIPO DE ECUACIÓN</b> Polinómica Lineal $y = Ax^2 + Bx + C$ $y = Ax + B$ $A = -283.11$ $A = -205.76$ $B = 99.169$ $B = 321.82$ $C = 240.15$ $C = -$		
Fuente: Elaboración propia.			<b>REEMPLAZANDO</b> $x = a/c = 0.72$ $x = a/c = 0.72$ $y = \text{Agua} = 163 \text{ lt}$ $y = \text{Agua} = 173 \text{ lt}$ Cumple Cumple $\therefore \text{Agua} = 163 \text{ lt/m}^3$		



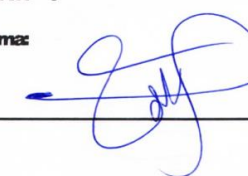
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO												
Ficha N°:		14		Fecha:		21/06/2019		Hoja 2 de 4				
Especialidad:		Ingeniería Civil		Código:		DFA						
Estimación de Asentamiento y Porcentajes de Agregados												
DISEÑOS		Af %	Ag %	a/c	Agua (lt)	Slump (pulg.)	Diseño aproximado: COMBINACIÓN D3 Rango Slump: 3" - 4"					
COMBINACIÓN D1		48.6	51.4	0.49	225	6.50	$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} + \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3}$					
COMBINACIÓN D2		49.5	50.5	0.54	215	6.00	$Slump = \frac{163}{205} * \frac{0.59}{0.72} * 5.00 = 3.26 \text{ pulg. (cumple)}$					
COMBINACIÓN D3		50.0	50.0	0.59	205	5.00	Para: Af = 50.0% ; Ag = 50.0%					
PREVIO FINAL		-	-	0.72	163	-						
Fuente: Elaboración propia.												
Corrección de Agua por Cantidad Mínima de Cemento												
F'c (diseño):		210.00 kg/cm <sup>2</sup>		Edad:		28 días		Cemento Min.:		255 kg/m <sup>3</sup>		
DATOS PREVIOS (ec <sub>1</sub> )			DATOS PREVIOS (ec <sub>2</sub> )			PROPUESTA (Agua = 180 lt/m <sup>3</sup> )						
Agua		163.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua		173.00	lt/m <sup>3</sup>	Agua		180.00	lt/m <sup>3</sup>	
a/c		0.72	-	a/c		0.72	-	a/c (ec <sub>1</sub> )		0.67	a/c (ec <sub>2</sub> )	0.69
Cemento		226.38	kg/m <sup>3</sup>	Cemento		240.28	kg/m <sup>3</sup>	a/c (elegido)		0.70		
No cumple			No cumple			Cemento		257.14		kg/m <sup>3</sup>		
* Norma E.060 (SENCICO, 2009, p. 31)												
Rango Slump: 3" - 4"												
$Slump = \frac{Agua}{Agua_{D3}} * \frac{a/c_{D3}}{a/c} * Slump_{D3} = \frac{180}{205} * \frac{0.59}{0.72} * 5.00 = 3.70 \text{ pulg. (cumple)}$												
Resumen de Datos para el Diseño Final												
Cantidades para diseño final, Aire = 2.5% y Aditivo = 2.0% por m <sup>3</sup>												
DISEÑO		Cemento (kg)	Agua (lt)	a/c	Af %	Ag %	Aire (%)	Aditivo (%)	Aditivo (lt)			
Final 2.0%		257.14	180.00	0.70	50.0	50.0	2.5	2.0	5.14			
Volúmenes de Aire, Agua, Cemento y Aditivo												
VOLUMEN DE AIRE:					VOLUMEN DE CEMENTO:							
$V_{aire} = Aire = 2.50\%$					$V_{cemento} = \frac{Cemento}{P.E.} = \frac{257.14}{3120.00}$							
$V_{aire} = 0.0250 \text{ m}^3$					$V_{cemento} = 0.0824 \text{ m}^3$							
VOLUMEN DE AGUA:					VOLUMEN DE ADITIVO:							
$V_{agua} = \frac{Agua}{P.E.} = \frac{180.00}{1000.00}$					$V_{aditivo} = \frac{Aditivo}{P.E.} = \frac{5.14}{1200.00}$							
$V_{agua} = 0.1800 \text{ m}^3$					$V_{aditivo} = 0.0043 \text{ m}^3$							
Volúmenes y Pesos Secos de Agregados												
VOLUMEN AGREGADO GLOBAL:			AGREGADO FINO:			AGREGADO GRUESO:						
$1 \text{ m}^3 = V_{aire} + V_{agua} + V_{cemento} + V_{aditivo} + V_{global}$			$V_{sA.F.} = Af\% * V_{global}$			$V_{sA.G.} = Ag\% * V_{global}$						
$1.00 = 0.0250 + 0.1800 + 0.0824 + 0.0043 + V_{global}$			$V_{sA.F.} = 50.00\% * 0.7083$			$V_{sA.G.} = 50.00\% * 0.7083$						
$V_{global} = 0.7083 \text{ m}^3$			$V_{sA.F.} = 0.3542 \text{ m}^3$			$V_{sA.G.} = 0.3542 \text{ m}^3$						
			PESO SECO ARENA:			PESO SECO PIEDRA:						
			$P.S.A. = P.E. * V_{sA.F.}$			$P.S.P. = P.E. * V_{sA.G.}$						
			$P.S.A. = 2617.62 * 0.3542$			$P.S.P. = 2645.93 * 0.3542$						
			$P.S.A. = 927.03 \text{ kg}$			$P.S.P. = 937.06 \text{ kg}$						

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO									
Ficha N°:		14		Fecha:		21/06/2019		Hoja 3 de 4	
Especialidad:		Ingeniería Civil		Código:		DFA			
Dosificación Unitaria Seca (D.U.S.)									
CEMENTO:					ARENA GRUESA:				
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{257.14 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 1.00$					$A.G. = \frac{P.S.A.}{Cemento} = \frac{927.03 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 3.61$				
AGUA:					PIEDRA CHANCADA:				
$A = \frac{Agua}{Cemento} = \frac{180.00 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 0.70$					$P.CH. = \frac{P.S.P.}{Cemento} = \frac{937.06 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 3.64$				
ADITIVO:									
$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{5.14 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 0.020$									
Corrección por Humedad y Absorción									
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO FINO:					APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO FINO:				
$P.H.A. = P.S.A. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$					$A.A.A. = P.S.A. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$				
$P.H.A. = 927.03 * \left(1 + \frac{0.44}{100}\right) = 931.11 \text{ kg}$					$A.A.A. = 927.03 * \left(\frac{0.44 - 0.75}{100}\right) = -2.905 \text{ lt}$				
<b>Peso Húmedo de Arena = 931.11 kg</b>					<b>Aporte de Agua por Arena = -2.905 lt</b>				
CORRECCIÓN POR HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO:					APORTE DE AGUA A LA MEZCLA DEL AGREGADO GRUESO:				
$P.H.P. = P.S.P. * \left(1 + \frac{Hum.\%}{100\%}\right)$					$A.A.P. = P.S.P. * \left(\frac{Hum.\% - Abs.\%}{100\%}\right)$				
$P.H.P. = 937.06 * \left(1 + \frac{0.36}{100}\right) = 940.43 \text{ kg}$					$A.A.P. = 937.06 * \left(\frac{0.36 - 1.47}{100}\right) = -10.401 \text{ lt}$				
<b>Peso Húmedo de Piedra = 940.43 kg</b>					<b>Aporte de Agua por Piedra = -10.401 lt</b>				
CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN DE AGREGADOS EN AGUA:									
$A.C. = Agua - (A.A.A. + A.A.P.)$									
$A.C. = 180.00 - (-2.905 - 10.401) = 193.31 \text{ lt}$									
<b>Agua Corregida = 193.31 lt</b>									
Dosificación Unitaria en Obra (D.U.O)									
CEMENTO:					ARENA GRUESA:				
$C = \frac{Cemento}{Cemento} = \frac{257.14 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 1.00$					$A.G. = \frac{P.H.A.}{Cemento} = \frac{931.11 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 3.62$				
AGUA:					PIEDRA CHANCADA:				
$A = \frac{A.C.}{Cemento} = \frac{193.31 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 0.75$					$P.CH. = \frac{P.H.P.}{Cemento} = \frac{940.43 \text{ kg/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 3.66$				
ADITIVO:									
$ADT. = \frac{Aditivo}{Cemento} = \frac{5.14 \text{ lt/m}^3}{257.14 \text{ kg/m}^3} = 0.020$									

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO																																		
Ficha N°: 14		Fecha: 21/06/2019		Hoja 4 de 4																														
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: DFA																																
Dosificación por Tanda																																		
<b>DATOS DEL CILINDRO:</b>				<b>CEMENTO:</b>																														
Diámetro (D) = 0.15 m				$C = \text{Cemento} * \text{Vol. tanda}$																														
Altura (h) = 0.30 m				$C = 257.14 * 0.03 = 7.71 \text{ kg}$																														
Veces(#) = 6.00				<b>AGUA:</b>																														
				$A = A.C. * \text{Vol. tanda}$																														
				$A = 193.31 * 0.03 = 5.80 \text{ lt}$																														
<b>CÁLCULO DE VOLUMEN POR TANDA:</b>				<b>ARENA GRUESA:</b>																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{D^2}{4} * h$				$A.G. = P.H.A. * \text{Vol. tanda}$																														
$\text{Vol. probeta} = \pi * \frac{0.15^2}{4} * 0.30 = 0.005 \text{ m}^3$				$A.G. = 931.11 * 0.03 = 27.95 \text{ kg}$																														
$\text{Vol. tanda} = \text{Vol. probeta} * \#$				<b>PIEDRA CHANCADA:</b>																														
$\text{Vol. tanda} = 0.005 * 6.00$				$P.CH. = P.H.P. * \text{Vol. tanda}$																														
$\text{Vol. tanda} = 0.03 \text{ m}^3$				$P.CH. = 940.43 * 0.03 = 28.20 \text{ kg}$																														
				<b>ADITIVO:</b>																														
				$ADT. = \text{Aditivo} * \text{Vol. tanda}$																														
				$ADT. = 5.14 * 0.03 = 0.15429 \text{ lt} = 154.29 \text{ g}$																														
Cuadro Resumen																																		
RESUMEN DE RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN																																		
MATERIAL	Peso Seco	Peso Especifico	Volumen Absoluto	D.U.S	Peso en Obra	D.U.O.	Tanda																											
Cemento	257.14 kg	3120.00 kg/m <sup>3</sup>	0.0824 m <sup>3</sup>	1.00	257.14 kg	1.00	7.71 kg																											
Agua	180.00 lt	1000.00 lt/m <sup>3</sup>	0.1800 m <sup>3</sup>	0.70	193.31 lt	0.75	5.80 lt																											
Arena	927.03 kg	2617.62 kg/m <sup>3</sup>	0.3542 m <sup>3</sup>	3.61	931.11 kg	3.62	27.95 kg																											
Piedra	937.06 kg	2645.93 kg/m <sup>3</sup>	0.3542 m <sup>3</sup>	3.64	940.43 kg	3.66	28.20 kg																											
Aire	2.50 %	100.00 %/m <sup>3</sup>	0.0250 m <sup>3</sup>	-	-	-	-																											
Aditivo	5.14 lt	1200.00 lt/m <sup>3</sup>	0.0043 m <sup>3</sup>	0.020	5.14 lt	0.020	154.29 g																											
Fuente: Elaboración propia.																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>																													
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio					Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					Fecha: 19 / 04 / 2019																													
Experto: 1					Experto: 2																													
Firma:					Firma:																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>																													
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro																													
Fecha: 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1																													
Experto: 3																																		
Firma:					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td>0.97</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	3	3	3	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	PROMEDIO				0.97
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	3	3	3	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
PROMEDIO				0.97																														

MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO																												
Ficha N°: 15		Fecha: 21/06/2019																										
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: CFF																										
Nombre de la investigación:		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																										
Investigador:		Molina Muñoz, Angel Jhonatan																										
Tipo: Patrón		Fecha de ensayo: 15/05/2019																										
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado																												
Agua Diseño	A	6.81	lt/tanda																									
Agua reducida	R	0.00	lt/tanda																									
Agua útil	U = A - R	6.81	lt/tanda																									
Reducción (%)	% = U / A	0.00	%																									
Inspección de Consistencia																												
Slump diseño	[Min. - Máx.]	3 - 4	pulg.																									
Slump real	S	4.75	pulg.																									
Diferencia	S < Min. ; D = S - Min.   S > Máx. ; D = S - Máx.	+ 18.75	mm																									
Diferencia máx.*	Dmáx	±9.00	mm																									
Estado:	Dmáx < D	NO CUMPLE																										
* NTP 339.035, 2015.																												
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)																												
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA		COMBINACIÓN D2																										
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	26.53																									
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95																									
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	21.58																									
Volumen del molde	(m <sup>3</sup> )	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>																									
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C.F. = Pc / V	2286.27																									
Observaciones - Comentarios																												
El diseño de FINAL DE CONCRETO PATRÓN obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (15/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad a diferencia de dos días antes (13/05/2019), fecha donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 4 pulg.																												
Aprobación																												
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>																										
Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio		Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio																										
Fecha: 19 / 04 / 2019		Fecha: 19 / 04 / 2019																										
Experto: 1		Experto: 2																										
Firma:		Firma:																										
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>																										
Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas		Rango de evaluación por parámetro																										
Fecha: 19 / 04 / 2019		0 <u>0.5</u> 1																										
Experto: 3																												
Firma:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.9</td> <td>0.95</td> <td>0.95</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>		Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	3	3	3	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.9	0.95	0.95	0.93	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																								
Exp. 1	3	3	3	1.00																								
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																								
Exp. 3	0.9	0.95	0.95	0.93																								
PROMEDIO				0.94																								

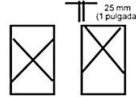
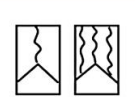
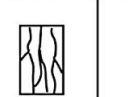
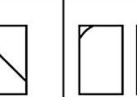
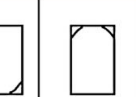




MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO					
<b>Ficha N°:</b> 15	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> CFF				
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"					
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan					
<b>Tipo:</b> Aditivo 0.5%	<b>Fecha de ensayo:</b> 16/05/2019				
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado					
Agua Diseño	A	6.23	lt/tanda		
Agua reducida	R	0.00	lt/tanda		
Agua útil	U = A - R	6.23	lt/tanda		
Reducción (%)	% = U / A	0.00	%		
Inspección de Consistencia					
Slump diseño	[Min. - Máx.]	3 - 4	pulg.		
Slump real	S	4.50	pulg.		
Diferencia	S < Min. ; D = S - Min.   S > Máx. ; D = S - Máx.	+ 12.50	mm		
Diferencia máx.*	Dmáx	±9.00	mm		
<b>Estado:</b>	Dmáx < D		NO CUMPLE		
* NTP 339.035, 2015.					
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)					
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA		COMBINACIÓN D2			
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.04		
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95		
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.09		
Volumen del molde	(m³)	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>		
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V	2340.58		
Observaciones - Comentarios					
El diseño de FINAL DE CONCRETO CON 0.5% ADITIVO obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (16/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad a diferencia de dos días antes (14/05/2019), fecha donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 3.85 pulg.					
Aprobación					
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2				
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1				
<b>Experto:</b> 3					
<b>Firma:</b> 					
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90
	Exp. 3	0,9	0,95	0,95	0,93
	<b>PROMEDIO</b>				0,94

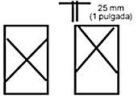
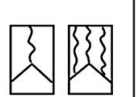
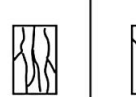
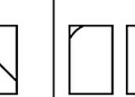
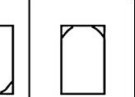




MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO					
<b>Ficha N°:</b> 15	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>			
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> CFF				
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"					
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan					
<b>Tipo:</b> Aditivo 1.0%	<b>Fecha de ensayo:</b> 15/05/2019				
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado					
Agua Diseño	A	5.94	lt/tanda		
Agua reducida	R	0.00	lt/tanda		
Agua útil	U = A - R	5.94	lt/tanda		
Reducción (%)	% = U / A	0.00	%		
Inspección de Consistencia					
Slump diseño	[Min. - Máx.]	3 - 4	pulg.		
Slump real	S	4.25	pulg.		
Diferencia	S < Min. ; D = S - Min.   S > Máx. ; D = S - Máx.	+ 6.25	mm		
Diferencia máx.*	Dmáx	±9.00	mm		
<b>Estado:</b>	Dmáx > D		CUMPLE		
* NTP 339.035, 2015.					
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)					
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA		COMBINACIÓN D2			
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.27		
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95		
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.32		
Volumen del molde	(m³)	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>		
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V	2364.32		
Observaciones - Comentarios					
El diseño de FINAL DE CONCRETO CON 1.0% ADITIVO obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (15/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad a diferencia de dos días antes (13/05/2019), fecha donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 3.50 pulg.					
Aprobación					
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>			
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019				
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2				
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 				
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>			
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	<b>Rango de evaluación por parámetro</b>				
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1				
<b>Experto:</b> 3					
<b>Firma:</b> 					
	Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje
	Exp. 1	0,9	0,9	0,9	1,00
	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0,90
	Exp. 3	0,9	0,95	0,95	0,93
	<b>PROMEDIO</b>				0,94

MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO			
<b>Ficha N°:</b> 15	<b>Fecha:</b> 21/06/2019	<b>Hoja 1 de 1</b>	
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> CFF		
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"			
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan			
<b>Tipo:</b> Aditivo 2.0%	<b>Fecha de ensayo:</b> 16/05/2019		
Reducción de Agua de Diseño durante el Mezclado			
Agua Diseño	A	5.80	lt/tanda
Agua reducida	R	0.00	lt/tanda
Agua útil	U = A - R	5.80	lt/tanda
Reducción (%)	% = U / A	0.00	%
Inspección de Consistencia			
Slump diseño	[Min. - Máx.]	3 - 4	pulg.
Slump real	S	4.50	pulg.
Diferencia	S < Min. ; D = S - Min.   S > Máx. ; D = S - Máx.	+ 12.5	mm
Diferencia máx.*	Dmáx	±9.00	mm
<b>Estado:</b>	Dmáx < D		<b>NO CUMPLE</b>
* NTP 339.035, 2015.			
Peso Unitario de Concreto Fresco (P.U.C.F.)			
COMBINACIÓN DE MUESTRA ELEGIDA		COMBINACIÓN D2	
Peso de concreto fresco + peso de molde	(kg)	Pc + Pm	27.31
Peso de molde	(kg)	Pm	4.95
Peso de concreto fresco	(kg)	Pc	22.36
Volumen del molde	(m³)	V	94.3895*10 <sup>-4</sup>
Peso unitario de concreto fresco	(kg/m³)	P.U.C.F. = Pc / V	2368.45
Observaciones - Comentarios			
El diseño de FINAL DE CONCRETO CON 2.0% ADITIVO obtuvo un asentamiento (Slump) mayor al esperado, sin embargo, conforme a criterio de laboratorio, la causa pudo ser el cambio de clima presentado para la fecha de ensayo (16/05/2019) en donde se encontró una mayor humedad a diferencia de dos días antes (14/05/2019), fecha donde laboratorio realizó un ensayo propio obteniendo un Slump de 4 pulg.			
Aprobación			
<b>Coordinador de Laboratorio</b>		<b>Asesor de Tesis</b>	
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio	<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019		
<b>Experto:</b> 1	<b>Experto:</b> 2		
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>		
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>		<b>Evaluación del Expertos</b>	
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas	Rango de evaluación por parámetro		
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019	0 <u>0.5</u> 1		
<b>Experto:</b> 3			
<b>Firma:</b>	Experto	Técnica	Validez
	Exp. 1	1	1
	Exp. 2	0.9	0.9
	Exp. 3	0.95	0.95
	<b>PROMEDIO</b>		0.94

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO										
<b>NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición</b>										
<b>Ficha N°:</b> 16	<b>Fecha:</b> 21/06/2019		<b>Hoja 1 de 1</b>							
<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil	<b>Código:</b> RFC									
<b>Nombre de la investigación:</b> "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"										
<b>Investigador:</b> Molina Muñoz, Angel Jhonatan										
<b>Tipo:</b> Patrón	<b>F. Elaboración:</b> 15/05/2019	<b>F. Ensayo:</b> 12/06/2019	<b>Nº días:</b> 28							
<b>F'cr diseño:</b> 295 kg/cm²	<b>F'c diseño:</b> 210 kg/cm²	<b>Cemento:</b> 8.40 bls/m³								
Tipos de Fractura										
<b>Tipo 1:</b> Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales, con o sin bien definido en el otro extremo	<b>Tipo 2:</b> Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, con o sin bien definido en el otro extremo	<b>Tipo 3:</b> Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	<b>Tipo 4:</b> Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suave con un martillo para distinguirla del Tipo 1	<b>Tipo 5:</b> Fracturas en los lados superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)	<b>Tipo 6:</b> Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es punta aguda					
Resultados de Resistencia a Compresión - Concreto Patrón										
Nº	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm²)	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm²)	F'c Mínimo (kg/cm²)	(%)	
01	PC	3	12.23	23954.4	204.08	No	266.89	210.00	127.09 %	
02	PC	3	10.06	23341.8	293.05	Sí				
03	PC	2	10.07	19350.1	243.20	Sí				
04	PC	2	10.14	21279.4	263.51	Sí				
Observaciones - Comentarios										
Aprobación										
<b>Coordinador de Laboratorio</b>					<b>Asesor de Tesis</b>					
<b>Nombre:</b> Tejada Silva, Marco Antonio					<b>Nombre:</b> Pinto Barrantes, Raúl Antonio					
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					
<b>Experto:</b> 1					<b>Experto:</b> 2					
<b>Firma:</b>					<b>Firma:</b>					
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b>					<b>Evaluación del Expertos</b>					
<b>Nombre:</b> Ludeña Gutiérrez, Lucas					Rango de evaluación por parámetro					
<b>Fecha:</b> 19 / 04 / 2019					0 <u>0.5</u> 1					
<b>Experto:</b> 3										
<b>Firma:</b>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	
					Exp. 1	1	1	1	1.00	
					Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	
					Exp. 3	0.9	0.95	0.95	0.93	
					<b>PROMEDIO</b>				0.97	


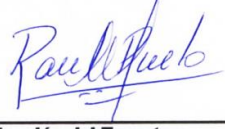




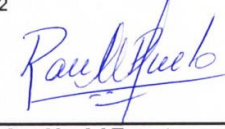

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO																																		
NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición																																		
Ficha N°:	16	Fecha:	21/06/2019	Hoja 1 de 1																														
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	RFC																															
Nombre de la investigación:		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																
Investigador:		Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																
Tipo:	Aditivo 0.5%	F. Elaboración:	16/05/2019	F. Ensayo:	13/06/2019	N° días: 28																												
F'cr diseño:	295 kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento:	7.50 bls/m <sup>3</sup>																													
Tipos de Fractura																																		
																																		
Resultados de Resistencia a Compresión – Concreto con Aditivo al 0.5%																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AC - 0.5%	5	10.33	20666.0	246.82	No	287.90	210.00	137.10 %																									
02	AC - 0.5%	5	10.10	23305.4	290.89	Sí																												
03	AC - 0.5%	5	10.09	23430.0	293.02	Sí																												
04	AC - 0.5%	2	10.35	23517.4	279.79	Sí																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.97</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	1	1	1	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	PROMEDIO				0.97
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	1	1	1	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
PROMEDIO				0.97																														



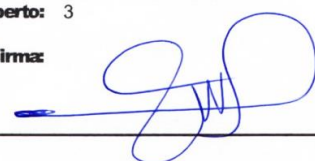
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO																																		
NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición																																		
Ficha N°:	16	Fecha:	21/06/2019	Hoja 1 de 1																														
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	RFC																															
Nombre de la investigación:		"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																
Investigador:		Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																
Tipo:	Aditivo 1.0%	F. Elaboración:	15/05/2019	F. Ensayo:	12/06/2019	N° días: 28																												
F'cr diseño:	295 kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento:	6.90 bls/m <sup>3</sup>																													
Tipos de Fractura																																		
																																		
Resultados de Resistencia a Compresión – Concreto con Aditivo al 1.0%																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Mínimo (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AC - 1.0%	2	10.15	23986.8	296.45	Sí	293.82	210.00	139.91 %																									
02	AC - 1.0%	2	10.09	25212.1	315.31	No																												
03	AC - 1.0%	3	10.17	23954.7	295.18	Sí																												
04	AC - 1.0%	5	10.04	22946.9	289.85	Sí																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.97</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	1	1	1	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	PROMEDIO				0.97
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	1	1	1	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
PROMEDIO				0.97																														


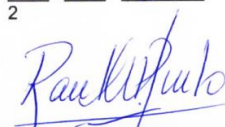
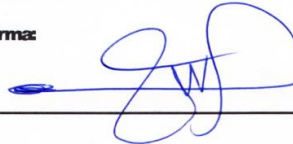
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO																																		
<b>NTP 339.034: 2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición</b>																																		
Ficha N°: 16		Fecha: 21/06/2019		Hoja 1 de 1																														
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFC																																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo: Aditivo 2.0%		F. Elaboración: 16/05/2019		F. Ensayo: 13/06/2019		N° días: 28																												
F'cr diseño: 295 kg/cm²		F'c diseño: 210 kg/cm²		Cemento: 6.10 bls/m³																														
Tipos de Fractura																																		
<p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en un extremo, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>		<p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo</p>		<p>Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados</p>		<p>Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>		<p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>		<p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo</p>																								
Resultados de Resistencia a Compresión – Concreto con Aditivo al 2.0%																																		
N°	Diseño	Tipo de fractura	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	F'c (kg/cm²)	Se Acepta	F'c Prom. (kg/cm²)	F'c Mínimo (kg/cm²)	(%)																									
01	AC - 2.0%	4	10.07	20311.0	255.02	No	266.89	210.00	127.09 %																									
02	AC - 2.0%	5	10.11	21275.6	265.29	Sí																												
03	AC - 2.0%	5	10.09	21314.9	266.57	Sí																												
04	AC - 2.0%	2	10.11	21580.3	268.82	Sí																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma:					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma:																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma:					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.97</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	PROMEDIO				0.97
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
PROMEDIO				0.97																														


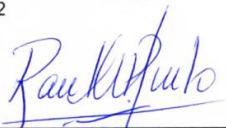

RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO																																		
<b>NTP 339.084:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica</b>																																		
Ficha N°: 17		Fecha: 21/06/2019		Hoja 1 de 1																														
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFT																																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo: Patrón		F. Elaboración: 15/05/2019		F. Ensayo: 12/06/2019		N° días: 28																												
F'c prom.: 266.89 kg/cm²		F'c diseño: 210 kg/cm²		Cemento: 8.40 bls/m³																														
Resultados de Resistencia a Tracción – Concreto Patrón																																		
N°	Diseño	Altura Prom. (cm)	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	Fct (kg/cm²)	Se Acepta	Fct Prom. (kg/cm²)	F'c Prom. (kg/cm²)	(%)																									
01	PT	21.07	10.03	7038.2	21.20	Sí	22.38	266.89	8.39 %																									
02	PT	20.96	10.11	7116.3	21.38	Sí																												
03	PT	20.85	10.04	11433.3	34.80	No																												
04	PT	21.05	10.07	8173.2	24.55	Sí																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma:					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma:																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma:					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.97</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	1	1	1	1.00	PROMEDIO				0.97
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	1	1	1	1.00																														
PROMEDIO				0.97																														



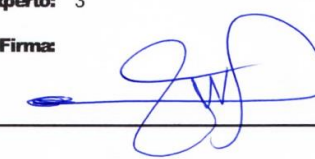
RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO																																		
NTP 339.084:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica																																		
Ficha N°: 17		Fecha: 21/06/2019			Hoja 1 de 1																													
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFT																																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo: Aditivo 0.5%		F. Elaboración: 16/05/2019		F. Ensayo: 13/06/2019		N° días: 28																												
F'c prom.: 287.90 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 7.50 bls/m <sup>3</sup>																														
Resultados de Resistencia a Tracción – Concreto con Aditivo al 0.5%																																		
N°	Diseño	Altura Prom. (cm)	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	Fct Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AT - 0.5%	21.26	10.34	10644.8	30.84	No	23.32	287.90	8.10 %																									
02	AT - 0.5%	20.94	9.79	7641.4	23.74	Si																												
03	AT - 0.5%	20.91	9.78	7593.9	23.66	Si																												
04	AT - 0.5%	21.14	9.77	7324.8	22.57	Si																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.9	0.9	0.92	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.95	0.9	0.9	0.92																														
PROMEDIO				0.94																														




RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO																																		
NTP 339.084:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica																																		
Ficha N°: 17		Fecha: 21/06/2019			Hoja 1 de 1																													
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFT																																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo: Aditivo 1.0%		F. Elaboración: 15/05/2019		F. Ensayo: 12/06/2019		N° días: 28																												
F'c prom.: 293.82 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 6.90 bls/m <sup>3</sup>																														
Resultados de Resistencia a Tracción – Concreto con Aditivo al 1.0%																																		
N°	Diseño	Altura Prom. (cm)	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	Fct Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AT - 1.0%	21.17	10.08	10677.1	31.85	Si	30.59	293.82	10.41 %																									
02	AT - 1.0%	20.98	10.28	9492.5	28.03	No																												
03	AT - 1.0%	20.74	10.06	9953.6	30.38	Si																												
04	AT - 1.0%	21.09	10.32	10095.5	29.54	Si																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0.95</td> <td>0.9</td> <td>0.9</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90	Exp. 3	0.95	0.9	0.9	0.92	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	0.9	0.9	0.9	0.90																														
Exp. 3	0.95	0.9	0.9	0.92																														
PROMEDIO				0.94																														

RESISTENCIA A TRACCIÓN DEL CONCRETO																																		
NTP 339.084:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica																																		
Ficha N°: 17		Fecha: 21/06/2019			Hoja 1 de 1																													
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFT																																
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																		
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																		
Tipo: Aditivo 2.0%		F. Elaboración: 16/05/2019		F. Ensayo: 13/06/2019		N° días: 28																												
F'c prom.: 266.89 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 6.10 bls/m <sup>3</sup>																														
Resultados de Resistencia a Tracción – Concreto con Aditivo al 2.0%																																		
N°	Diseño	Altura Prom. (cm)	Ø Prom. (cm)	Carga Máx. (kg)	Fct (kg/cm <sup>2</sup> )	Se Acepta	Fct Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AT - 2.0%	21.09	9.85	7905.4	24.24	No	26.67	266.89	9.99 %																									
02	AT - 2.0%	20.89	9.82	8815.1	27.35	Sí																												
03	AT - 2.0%	20.68	9.81	8639.2	27.12	Sí																												
04	AT - 2.0%	21.11	9.85	8334.0	25.52	Sí																												
Observaciones - Comentarios																																		
Aprobación																																		
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.92</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90	Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.92	PROMEDIO				0.94
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																														
Exp. 1	1	1	1	1.00																														
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90																														
Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.92																														
PROMEDIO				0.94																														

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO																																
NTP 339.078:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición																																
Ficha N°: 18		Fecha: 21/06/2019			Hoja 1 de 1																											
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFF																														
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																
Tipo: Patrón		F. Elaboración: 15/05/2019		F. Ensayo: 12/06/2019		N° días: 28																										
F'c prom.: 266.89 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 8.40 bls/m <sup>3</sup>																												
Resultados de Resistencia a Flexión – Concreto Patrón																																
N°	Diseño	Base Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Largo Apoyos. (kg)	Carga Máx. (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> ) (%)																									
01	PF	14.88	15.55	45.00	3640.00	45.54	266.89 17.06 %																									
Observaciones - Comentarios																																
Aprobación																																
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 1 Firma: 				<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 2 Firma: 																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: 19 / 04 / 2019 Experto: 3 Firma: 				<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90	Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90	PROMEDIO				0.93
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																												
Exp. 1	1	1	1	1.00																												
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90																												
Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90																												
PROMEDIO				0.93																												

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO																																	
NTP 339.078:2012 (revisada el 2017) <b>CONCRETO</b> . Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición																																	
Ficha N°: 18		Fecha: 21/06/2019		Hoja 1 de 1																													
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFF																															
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Tipo: Aditivo 0.5%		F. Elaboración: 16/05/2019		F. Ensayo: 13/06/2019		N° días: 28																											
F'c prom.: 287.90 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 7.50 bls/m <sup>3</sup>																													
Resultados de Resistencia a Flexión – Concreto con Aditivo al 0.5%																																	
N°	Diseño	Base Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Largo Apoyos. (kg)	Carga Máx. (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AF – 0.5%	14.90	15.48	45.00	3235.00	40.80	287.90	14.17 %																									
Observaciones - Comentarios																																	
Aprobación																																	
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 1 Firma: 				<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 3 Firma: 				<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90	Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90	PROMEDIO				0.93
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																													
Exp. 1	1	1	1	1.00																													
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90																													
Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90																													
PROMEDIO				0.93																													

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO																																	
NTP 339.078:2012 (revisada el 2017) <b>CONCRETO</b> . Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición																																	
Ficha N°: 18		Fecha: 21/06/2019		Hoja 1 de 1																													
Especialidad: Ingeniería Civil		Código: RFF																															
Nombre de la investigación: "ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, LIMA - 2019"																																	
Investigador: Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																	
Tipo: Aditivo 1.0%		F. Elaboración: 15/05/2019		F. Ensayo: 12/06/2019		N° días: 28																											
F'c prom.: 293.82 kg/cm <sup>2</sup>		F'c diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		Cemento: 6.90 bls/m <sup>3</sup>																													
Resultados de Resistencia a Flexión – Concreto con Aditivo al 1.0%																																	
N°	Diseño	Base Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Largo Apoyos. (kg)	Carga Máx. (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AF – 1.0%	15.18	15.42	45.00	3350.00	42.24	287.90	14.67 %																									
Observaciones - Comentarios																																	
Aprobación																																	
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 1 Firma: 				<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 2 Firma: 																													
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 3 Firma: 				<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table>					Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90	Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90	PROMEDIO				0.93
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																													
Exp. 1	1	1	1	1.00																													
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90																													
Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90																													
PROMEDIO				0.93																													

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO																																	
NTP 339.078:2012 (revisada el 2017) CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición																																	
Ficha N°:	18	Fecha:	21/06/2019	Hoja 1 de 1																													
Especialidad:	Ingeniería Civil	Código:	RFF																														
Nombre de la investigación:	"ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE. LIMA - 2019"																																
Investigador:	Molina Muñoz, Angel Jhonatan																																
Tipo:	Aditivo 2.0%	F. Elaboración:	16/05/2019	F. Ensayo:	13/06/2019	Nº días:	28																										
F'c prom.:	266.89 kg/cm <sup>2</sup>	F'c diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>	Cemento:	6.10 bls/m <sup>3</sup>																												
Resultados de Resistencia a Flexión – Concreto con Aditivo al 2.0%																																	
Nº	Diseño	Base Prom. (cm)	Altura Prom. (cm)	Largo Apoyos. (kg)	Carga Máx. (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)																									
01	AF - 2.0%	15.15	15.28	45.00	2620.00	33.35	266.89	12.50 %																									
Observaciones - Comentarios																																	
Aprobación																																	
<b>Coordinador de Laboratorio</b> Nombre: Tejada Silva, Marco Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 1 Firma: 					<b>Asesor de Tesis</b> Nombre: Pinto Barrantes, Raúl Antonio Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 2 Firma: 																												
<b>Asesor de Proyecto de Investigación</b> Nombre: Ludeña Gutiérrez, Lucas Fecha: <u>19 / 04 / 2019</u> Experto: 3 Firma: 					<b>Evaluación del Expertos</b> Rango de evaluación por parámetro 0 <u>0.5</u> 1 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Experto</th> <th>Técnica</th> <th>Validez</th> <th>Confiable</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Exp. 1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Exp. 2</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Exp. 3</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td colspan="4">PROMEDIO</td> <td>0.93</td> </tr> </tbody> </table>				Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje	Exp. 1	1	1	1	1.00	Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90	Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90	PROMEDIO				0.93
Experto	Técnica	Validez	Confiable	Puntaje																													
Exp. 1	1	1	1	1.00																													
Exp. 2	0,9	0,9	0,9	0.90																													
Exp. 3	0,9	0,9	0,9	0.90																													
PROMEDIO				0.93																													

**ANEXO N°4: CERTIFICADO ISO 9001:2015 – LABORATORIO**

Certificate PE13/175222  
The management system of

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA -**  
**Laboratorio N° 1**  
**de Ensayos de materiales**  
**de la Facultad de Ingeniería Civil - Ing. Manuel**  
**González de la Cotera**  
Av. Túpac Amaru S/N, Rímac  
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of  
**ISO 9001:2015**  
For the following activities

“Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Albañilería, Madera, Acero y Cemento , desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras proporcionadas por los clientes externos”  
“Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers”

This certificate is valid from June 06, 2019 until June 05, 2022  
Following a certification audit on April 29, 2019  
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.  
Re certification audit due before March 05, 2022  
Issue 4. Certified since July 25, 2013

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd  
Rossmore Business Park, Ellesmere Port, Cheshire, CH65 3EN, UK  
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 [www.sgs.com](http://www.sgs.com)

HC SGS 9001 2015 0818

Page 1 of 1


  
  
  
  
0005



This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at [www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Client-Directories/Certified-Client-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

# ANEXO N°5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS




## ANEXO 5.1: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – MÁQUINA UNIAXIAL



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CMC-104-2018**


Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería  
 Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
 Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Tupac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
 Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Electro-hidráulica  
 Capacidad del equipo : 1.112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)  
 División de escala : 0.1 kN  
 Marca : ELE - INTERNATIONAL  
 Modelo : 36-0650/06  
 N° de serie del equipo : 9913 Código UNI : PHEC-4  
 Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL  
 N° de serie lector digital : 1887-1-00089  
 Procedencia : USA  
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6°C / 65%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,6°C / 64%  
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8294I1218  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2018-09-28

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 <small>Vladimiro Torres INGENIERO CIVIL Reg. 061 CIP. N° 84286</small>	 <small>Paul INGENIERO CIVIL Reg. 061 CIP. N° 84286</small>

Página 1 de 2

CMC-104-2018  
Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe




**Resultados de medición**  
 Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo (%)	Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kN)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	99,5	99,3	99,9	99,6	0,4
18	200,0	199,2	199,6	199,6	199,5	0,3
27	300,0	298,9	299,1	299,9	299,0	0,3
36	400,0	399,1	398,7	399,2	399,0	0,3
45	500,0	499,1	498,9	499,8	499,3	0,1
54	600,0	599,1	598,6	598,7	598,8	0,2
63	700,0	699,2	698,7	698,6	698,9	0,2
72	800,0	798,4	798,2	798,5	798,4	0,2
81	900,0	898,8	898,6	899,0	898,8	0,1

**Incertidumbre**  
 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**  
 El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.  
 El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.




Página 2 de 2

CMC-104-2018  
Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe





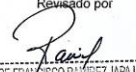
## ANEXO 5.2: CETIFICADO DE CALIBRACIÓN – MÁQUINA UNIVERSAL



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-066-2019

**Peticionario** : Universidad Nacional de Ingeniería  
**Atención** : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
**Lugar de calibración** : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
**Tipo de equipo** : Máquina Universal N° 2  
**Capacidad del equipo** : 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.  
**División de escala** : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.  
**Marca** : TOKYOKOKI SEIZOSHO  
**N° de serie del equipo** : 177 T 128  
**Código Interno UNI** : MUNV-2  
**Panel digital** : Analógico.  
**Número serie panel digital** : N.I.  
**Procedencia** : JAPAN.  
**Método de calibración** : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
**Temp.(°C) y H.R.(%) inicial** : 19,8°C / 76%  
**Temp.(°C) y H.R.(%) final** : 19,8°C / 76%  
**Patrón de referencia** : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518  
**Número de páginas** : 3  
**Fecha de calibración** : 2019-06-17


Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64285</small>

CMC-066-2019

Página 1 de 4

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe




**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo	Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2	
	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso				
(%)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(%)	U (%)	
0	0	0	0	0	0,0	0,1	
10	2000	2054	2092	2102	2083	-4,0	0,3
20	4000	4057	4084	4112	4084	-2,1	0,2
30	6000	6045	6092	6010	6049	-0,8	0,1
40	8000	8045	7992	8006	8014	-0,2	0,1
50	10000	10056	10011	10003	10024	-0,2	0,1
60	12000	12043	11996	11998	12012	-0,1	0,1
70	14000	13945	13991	13998	13978	0,2	0,1
80	16000	15931	15905	15989	15942	0,4	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo	Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2	
	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso				
(%)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(%)	U (%)	
0	0	0	0	0	0,0	0,1	
10	5000	5057	5101	5041	5066	-1,3	0,2
20	10000	10121	10120	10102	10114	-1,1	0,2
30	15000	15137	15107	15071	15105	-0,7	0,1
40	20000	20138	20157	20160	20152	-0,8	0,1
50	25000	25284	25241	25172	25232	-0,9	0,1
60	30000	30173	30154	30059	30129	-0,4	0,1
70	35000	35211	35183	35102	35165	-0,5	0,1
80	40000	40173	40222	40130	40175	-0,4	0,1



CMC-066-2019

Página 2 de 4

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kgf)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	1055	1058	1019	1044	-4,2	0,3
20	2000	2017	2006	1964	1996	0,2	0,1
30	3000	3065	3061	2962	3029	-1,0	0,2
40	4000	4024	4014	4043	4027	-0,7	0,1
50	5000	4990	4968	5013	4990	0,2	0,1
60	6000	5973	5964	5961	5966	0,6	0,1
70	7000	7020	6939	7014	6991	0,1	0,1
80	8000	7976	7935	7960	7957	0,5	0,1

Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kgf)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	527	533	522	527	-5,2	0,3
20	1000	986	980	951	972	2,9	0,2
30	1500	1586	1525	1466	1526	-1,7	0,2
40	2000	1982	1960	1956	1966	1,7	0,2
50	2500	2481	2491	2489	2487	0,5	0,1
60	3000	2966	3020	3007	2998	0,1	0,1
70	3500	3465	3465	3508	3479	0,6	0,1
80	4000	3970	3962	3983	3972	0,7	0,1



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kgf)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kgf)	1° ascenso (kgf)	2° ascenso (kgf)	3° ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10392	10482	10329	10394	-3,8	0,4
20	20000	20220	20198	20204	20207	-1,0	0,2
30	30000	30133	29952	29925	30003	0,0	0,1
40	40000	39904	39790	39782	39825	0,4	0,1
50	50000	49695	49650	49765	49703	0,6	0,1
60	60000	59356	59320	59414	59364	1,1	0,2
70	70000	69275	69145	69099	69173	1,2	0,2
80	80000	78988	79091	79124	79067	1,2	0,2

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.


El equipo se encuentra calibrado



# ANEXO 5.3: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – BALANZA ELECTRÓNICA

9

15



**Test & Control**  
Aseguramiento Metrológico

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**LM - 0403 - 2017**

O.T. : 0705-1107      Fecha de emisión : 2017 - 05 - 09      Página : 1 de 3


**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Dirección : Av. Tupac Amaru Nro 210, Lima - Lima - Rimac

<p><b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :</b> BALANZA</p> <p>Funcionamiento : No Automático</p> <p>Alcance de Escala : 0 g a 10000 g</p> <p>Marca : SARTORIUS</p> <p>Modelo : QS16000B</p> <p>N° de Serie : 80801203</p> <p>Tipo : Electrónica</p> <p>Procedencia : No indica</p> <p>Identificación : BLZA-1</p> <p>Ubicación : Area De Agregados</p> <p>Clase : II</p> <p>Rango : Simple</p> <p>Capacidad Máxima : 10000 g</p> <p>División de Escala (d) : 0,5 g</p> <p>División de Verificación (e) : 0,5 g</p> <p>Capacidad Mínima (*) : 25 g</p> <p>Fecha de Calibración : 2017 - 04 - 27</p>	<p>TEST &amp; CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.</p> <p>TEST &amp; CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.</p> <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.</p> <p>Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p>
---	--

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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

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




Lic. Néstor Amador Pérez  
Gerente Técnico  
CPF: 0316

PGC-16-r11/Febrero 2015/rev.01      Revisado: CCEB      Aprobado: RP/

---

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe



**Test & Control**  
Aseguramiento Metrológico

---

Certificado : LM - 0403 - 2017  
Página : 2 de 3

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia Pesas E1 DM-INACAL	Pesas 1 mg a 1 kg (clase F1)	LM-C-233-2016

**RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**


**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Credencial Libre	TIENE	Indicador	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de Traba	NO TIENE	Dispositivo Indicador Auxiliar	NO TIENE

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,1 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	62,8 %	62,8 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	5 000,0	5 000,0	200,0	50,0	1	10 000,0	9 999,5	250,0	-500,0
2		4 999,5	250,0	-500,0	2		10 000,0	250,0	0,0
3		4 999,5	250,0	-500,0	3		10 000,0	200,0	50,0
4		5 000,0	200,0	50,0	4		9 999,5	250,0	-500,0
5		4 999,5	250,0	-500,0	5		9 999,5	200,0	-450,0
6		5 000,0	250,0	0,0	6		10 000,0	250,0	0,0
7		4 999,0	200,0	-950,0	7		10 000,0	300,0	-50,0
8		5 000,0	200,0	50,0	8		10 000,0	250,0	0,0
9		5 000,0	250,0	0,0	9		9 999,5	250,0	-500,0
10		5 000,0	200,0	50,0	10		10 000,0	250,0	0,0
E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub>					E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub>				
error máximo permitido					error máximo permitido				
± 1 000,0 mg					± 1 000,0 mg				



PGC-16-r11/Febrero 2015/rev.01      Revisado: CCEB      Aprobado: RP/

---

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe



Aseguramiento Metrológico

Certificado : LM - 0403 - 2017  
Página : 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	62,8 %	63,8 %

2	4
1	
3	5

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (εmg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	5,0	200,0	50,0		3 000,0	250,0	0,0	-50,0		1 000,0
2	5,0	200,0	50,0		3 000,0	300,0	-50,0	-100,0		
3	4,5	250,0	-50,0		2 999,5	300,0	-50,0	-50,0		
4	5,0	200,0	50,0		3 000,0	250,0	0,0	-50,0		
5	5,0	250,0	0,0		3 000,0	250,0	0,0	0,0		

ENSAYO DE PESAJE

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	26,0 °C	26,0 °C
Humedad Relativa	63,8 %	62,6 %

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (εmg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
5,0	5,0	200,0	50,0		25,0	200,0	50,0	0,0	500,0
25,0	25,0	250,0	0,0	-50,0	50,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
50,0	50,0	300,0	-50,0	-100,0	100,0	300,0	-50,0	-100,0	500,0
100,0	100,0	300,0	50,0	0,0	200,0	250,0	0,0	-50,0	500,0
200,0	200,0	200,0	50,0	0,0	500,0	200,0	50,0	0,0	500,0
500,0	500,0	300,0	-50,0	-100,0	999,5	250,0	-50,0	-50,0	500,0
1 000,0	1 000,0	200,0	50,0	0,0	1 999,5	200,0	-450,0	-500,0	500,0
2 000,0	2 000,0	250,0	0,0	-50,0	2 999,5	300,0	-50,0	-50,0	1 000,0
3 000,0	3 000,0	200,0	50,0	0,0	4 999,5	250,0	-50,0	-50,0	1 000,0
5 000,0	5 000,0	200,0	50,0	0,0	10 000,0	200,0	50,0	0,0	1 000,0

Donde: I/R : Indicación o lectura de la balanza en kilogramo (g) E : Error del instrumento  
 ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero  
 e.m.p. : Error máximo permitido Ec : Error corregido

Lectura Corregida :  $R_{correcto} = R + 1,99 \times 10^{-8} \times R$

Incertidumbre de Medición :  $U_k = 2 \times \sqrt{4,28 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 9,01 \times 10^{-16} \times R^2}$

**OBSERVACIONES**  
 Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta adhesiva de color verde.  
 (\*) Obtenida a partir de la División de Escala (d) y de la Clase de Exactitud

**INCERTIDUMBRE**  
 La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida de medida (U) se ha obtenido multiplicando la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k = 2) que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

FIN DEL DOCUMENTO




PGC-16-r11/Febrero 2015/rev.01

Revisado: CCEB

Aprobado: RPT

# ANEXO 5.4: CETIFICADO DE CALIBRACIÓN – HORNO DIGITAL



**Test & Control**  
Laboratorio de Calibración

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

---

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### TC - 2960 - 2019

O.T.: 0509-0683

Fecha de emisión: 2019 - 04 - 17

Página: 1 de 5

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Dirección: Av. Tupac Amaru Nro. 210 Lima - Lima - Rimac

**EQUIPO:** HORNO  
Marca: HUMBOLDT  
Modelo: 21-350-ER-1  
N° de Serie: B 231 ER-00079  
Tipo de Ventilación: Turbulencia  
Procedencia: U.S.A.  
Identificación: HORN - 3

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:** TERMÓMETRO DIGITAL  
Marca: HANYOUNG NUX  
Alcance: -100°C a 500°C  
Resolución: 1 °C

**TIPO DE CONTROLADOR:** DIGITAL  
Marca: HANYOUNG NUX  
Alcance: -100°C a 500°C  
Resolución: 1 °C  
Fecha de Calibración: 2019 - 04 - 16  
Ubicación: AGREGADOS

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

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

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático", Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOP.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	51,6 %	51,6 %

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


El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pascer  
Gerente Técnico  
CFP: 8316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: [Informes@testcontrol.com.pe](mailto:Informes@testcontrol.com.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



**Test & Control**  
Laboratorio de Calibración

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

---

Certificado : TC - 2960 - 2019  
Página : 2 de 5

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	30 min	120 min	80 %	VASIJAS METALICAS CON MUESTRA

Tiempo (h:mm)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom <sup>III</sup> (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	106,3	110,0	108,1	109,9	107,1	106,8	109,4	110,3	113,6	112,7	109,1	7,3
00:02	110	106,2	109,8	108,1	106,8	107,1	106,8	109,4	110,2	113,6	112,8	109,0	7,4
00:04	110	106,3	109,1	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,6	112,8	109,0	7,4
00:06	110	106,3	109,8	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,6	112,8	109,1	7,3
00:08	110	106,2	109,0	108,0	106,9	107,0	106,8	109,3	110,3	113,5	112,8	109,0	7,3
00:10	110	106,3	109,9	108,1	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,4	112,6	109,0	7,1
00:12	110	106,3	111,0	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,5	109,2	7,1
00:14	110	106,2	109,1	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,3	113,6	112,5	109,0	7,3
00:16	110	106,3	109,0	108,0	106,9	107,1	106,9	109,3	110,3	113,6	112,6	109,0	7,3
00:18	110	106,3	109,7	108,1	106,9	107,1	106,8	109,3	110,2	113,6	112,5	109,0	7,3
00:20	110	106,2	109,3	108,0	106,8	107,1	106,9	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:22	110	106,3	110,7	108,1	106,8	107,2	106,8	109,4	110,2	113,4	112,8	109,2	7,1
00:24	110	106,4	109,6	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,3	113,5	112,8	109,0	7,1
00:26	110	106,3	108,6	108,1	106,8	107,0	106,9	109,3	110,3	113,5	112,8	108,9	7,3
00:28	110	106,2	108,7	108,1	106,8	107,0	106,8	109,3	110,3	113,4	112,5	108,9	7,2
00:30	110	106,3	109,2	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:32	110	106,3	108,1	108,2	106,9	107,1	106,8	109,4	110,2	113,4	112,8	109,0	7,1
00:34	110	106,2	110,1	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,5	109,1	7,3
00:36	110	106,2	109,2	108,0	106,9	107,0	106,8	109,3	110,3	113,6	112,5	109,0	7,4
00:38	110	106,2	109,3	108,0	106,9	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,0	7,3
00:40	110	106,3	109,8	108,1	106,9	107,1	106,9	109,3	110,3	113,6	112,8	109,0	7,4
00:42	110	106,2	109,8	108,0	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,5	112,6	109,0	7,3
00:44	110	106,2	110,0	108,1	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,5	112,5	109,0	7,3
00:46	110	106,2	110,8	108,0	106,8	107,1	106,7	109,3	110,2	113,6	112,5	109,1	7,3
00:48	110	106,2	109,2	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,5	112,5	109,0	7,3
00:50	110	106,2	111,0	108,0	106,8	107,1	106,8	109,3	110,2	113,3	112,5	109,1	7,1
00:52	110	106,2	109,8	108,0	106,8	107,0	106,8	109,3	110,2	113,4	112,5	109,0	7,2
00:54	110	106,2	110,3	108,0	106,8	107,0	106,7	109,2	110,1	113,3	112,5	109,0	7,1
00:56	110	106,4	109,7	108,1	106,9	107,1	106,8	109,4	110,2	113,6	112,7	109,1	7,2
00:58	110	106,3	108,8	108,1	106,8	107,1	106,7	109,4	110,2	113,5	112,6	108,9	7,2
01:00	110	106,2	109,9	108,1	106,8	107,1	106,7	109,4	110,2	113,5	112,6	108,9	7,2
T <sub>1</sub> PROM <sup>III</sup>	110,0	109,2	109,8	108,1	106,8	107,1	106,8	109,3	110,3	113,4	112,5	109,0	7,2
T <sub>1</sub> MAX <sup>III</sup>	110,0	106,4	111,0	108,2	106,9	107,2	106,9	109,4	110,3	113,6	112,7		
T <sub>1</sub> MIN <sup>III</sup>	110,0	108,2	108,6	108,0	106,8	107,0	106,7	109,2	110,1	113,3	112,5		
DTT <sup>III</sup>	0,0	0,2	2,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	

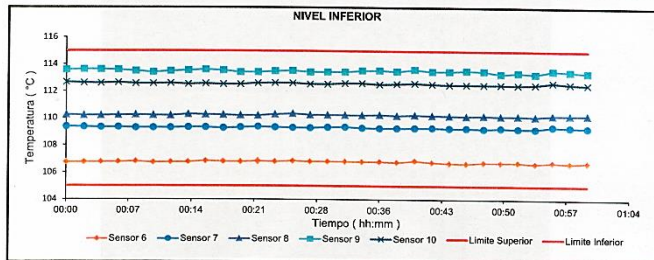
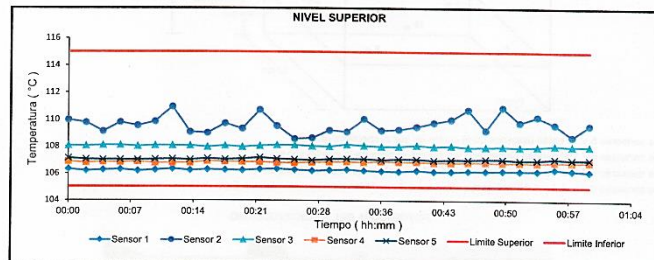
Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: [Informes@testcontrol.com.pe](mailto:Informes@testcontrol.com.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

RESULTADOS DE MEDICIÓN

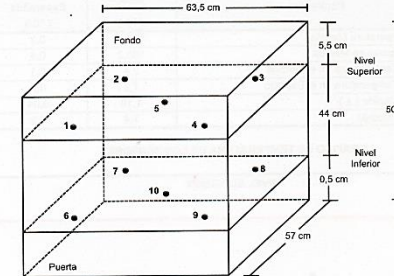
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,6	0,3
Mínima Temperatura Medida	106,2	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,4	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	7,2	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	1,19	0,04
Uniformidad Medida	7,4	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 9,5 cm por encima de la parrilla superior.  
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



## ANEXO N°6: REGISTRO FOTOGRÁFICO

### ANEXO 6.1: ENSAYOS EN AGREGADOS

#### - CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADO FINO



*Peso de la muestra en estado ambiental*



*Peso de la muestra seca al horno*

#### - CONTENIDO DE HUMEDAD EN AGREGADO GRUESO



*Peso de la muestra en estado ambiental*



*Peso de la muestra seca al horno*

*Pesado de la muestra:*



# - GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

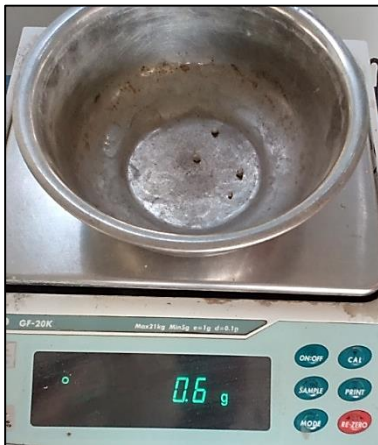


*Cuarteo de la muestra*

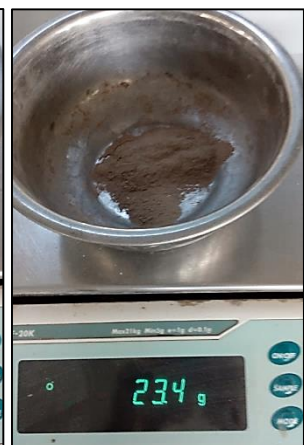
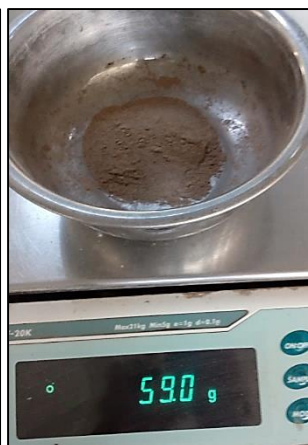
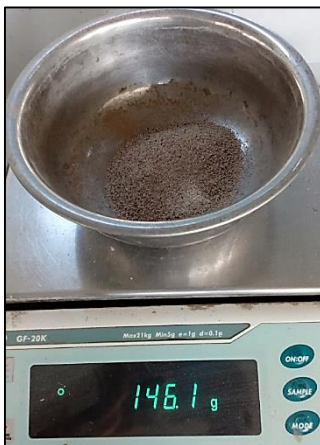


*Instalación de equipo para tamizado*

*Peso retenido en tamiz N°4    Peso retenido en tamiz N° 8    Peso retenido en tamiz N° 16*



*Peso en tamiz N° 30    Peso en tamiz N° 50    Peso en tamiz N° 100    Peso en fondo*





- GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO



*Cuarteo de la muestra*



*Equipo de tamizado*

*Peso retenido en tamiz 3/4"    Peso retenido en tamiz 1/2"    Peso retenido en tamiz 3/8"*



*Peso retenido en tamiz N° 4*

*Peso retenido en fondo*



- PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO



*Muestra saturada y seca*



*Apisonado de muestra combinada*



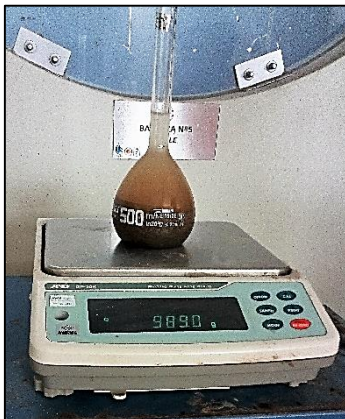
*Determinación de superficie seca*



*Introducción de muestra en fiola*



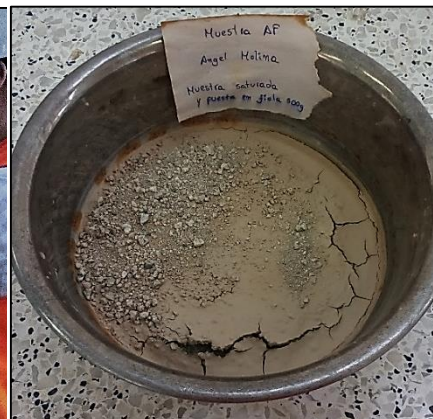
*Mezclado de muestra y agua en fiola*



*Peso del conjunto*

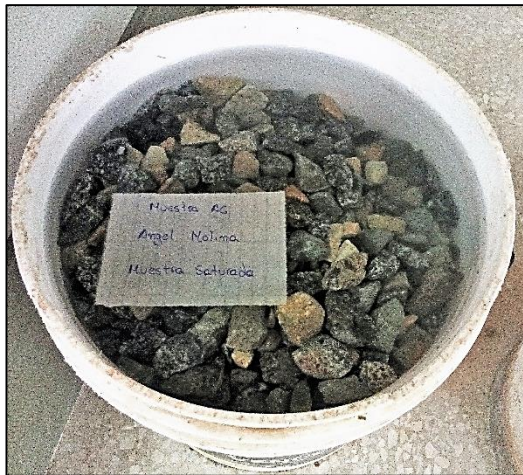


*Muestra extraída de fiola llevada al horno*



*Muestra seca*

- PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO



*Muestra saturada*



*Zarandeo y secado superficial*



*Peso de muestra superficialmente seca*



*Introducción / sumersión de muestra en canastilla*



*Introducción de muestra al horno*



*Peso de muestra seca al horno*

- PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO FINO



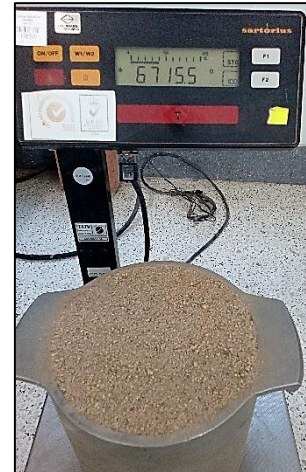
*Muestra secada al horno*



*Compactado de muestra por varillado*



*Llenado de muestra al ras*



*Peso de muestra + recipiente*

- PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO FINO

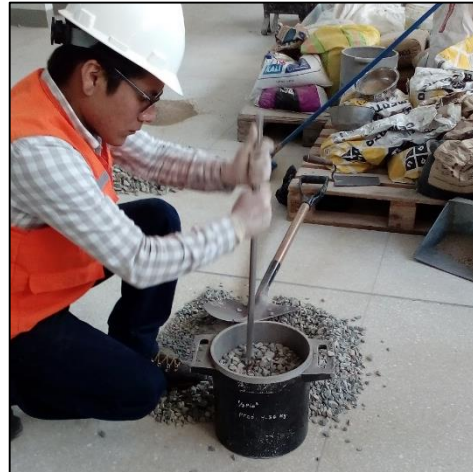


*Peso de muestra + recipiente*

- PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO SECO DEL AGREGADO GRUESO



*Muestra secada al horno*



*Compactado de muestra por varillado*



*Llenado de muestra al ras*



*Peso de muestra + recipiente*

- PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO SECO DEL AGREGADO GRUESO

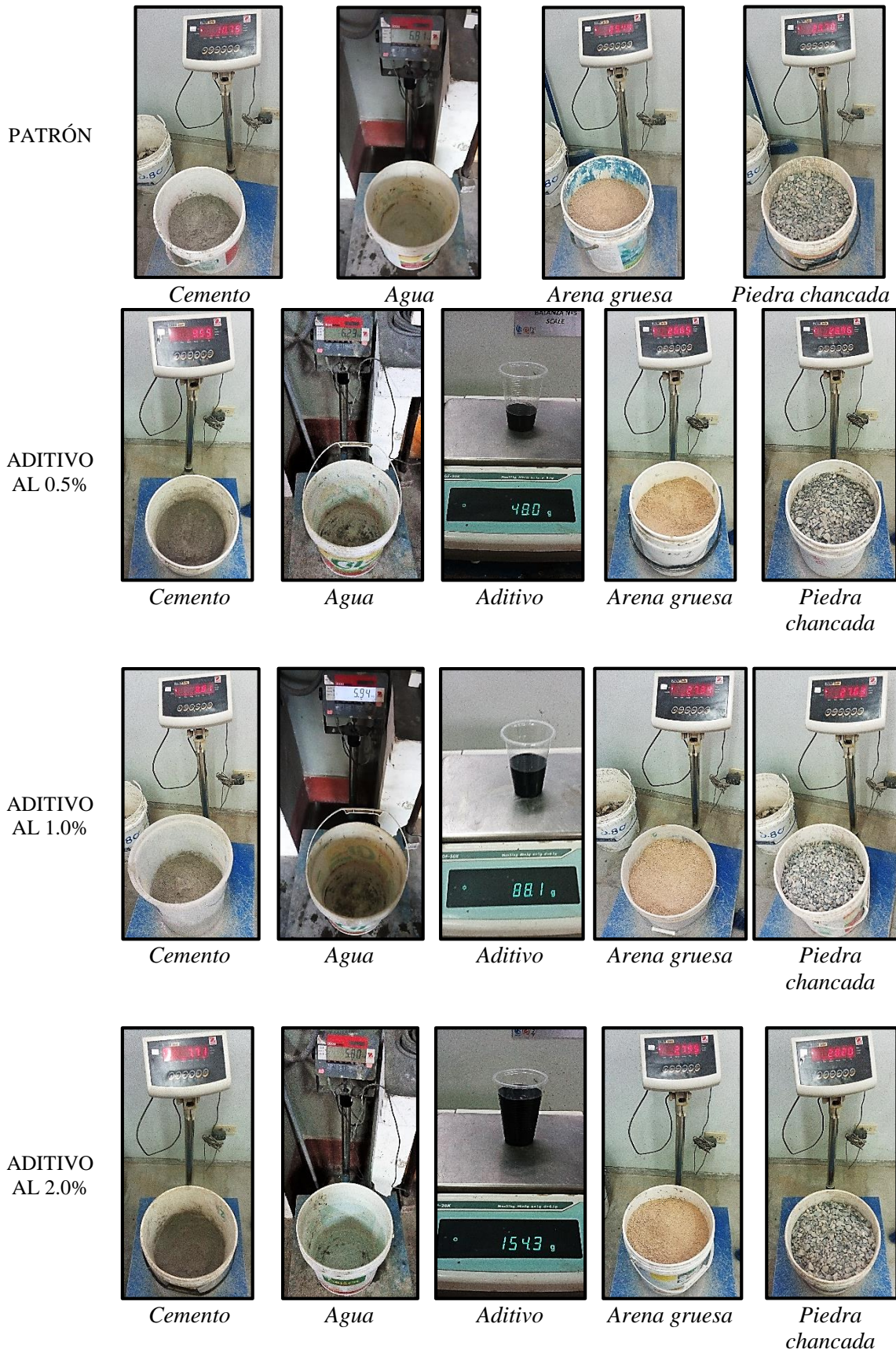


*Llenado y rasado de muestra*



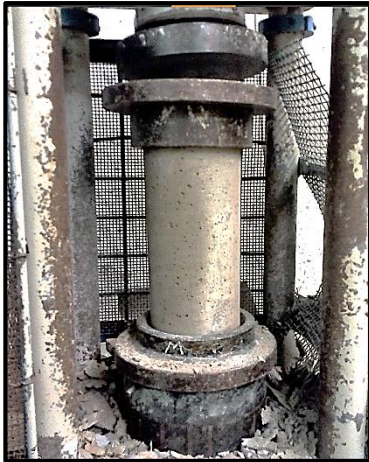
*Peso de muestra + recipiente*

## ANEXO 6.2: PESO DE MATERIALES POR TANDA DE CONCRETO



### ANEXO 6.3: ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO

#### - ENSAYO A COMPRESIÓN



*Probeta a compresión*



*Ruptura (falla tipo 2)*



*Tanda fracturada*

#### - ENSAYO A TRACCIÓN



*Probeta a tracción indirecta*



*Ruptura*



*Probeta fracturada a tracción indirecta*



*Tanda de probetas fracturadas*

- ENSAYO A FLEXIÓN



*Viga cargada*



*Máquina universal de ensayos (mecánica)*



*Viga (patrón)*



*Viga (aditivo al 0.5%)*



*Viga (aditivo al 1.0%)*



*Viga (aditivo al 2.0%)*



## ANEXO N°7: ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Raúl Antonio Pinto Barrantes**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo Los Olivos, revisor(a) de la tesis titulada

**"Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019"** del (de la) estudiante **Angel Jhonatan Molina Muñoz**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **17 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos 19 de julio de 2019.



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Mg. Raúl Antonio Pinto Barrantes


DNI: 07732471

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

# ANEXO N°8: PANTALLAZO DEL SOFTWARE TURNITIN

feedback studio      Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019      -- /0      <      >      ⓘ

---

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

\*Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019\*

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
Molina Muñoz, Angel Jhonatan

**ASESOR:**  
Mg. Ing. Pineda Barreto, Raúl Antonio

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA-PERÚ**  
2019

Resumen de coincidencias ×


17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>



Página: 1 de 214      Número de palabras: 47397      Text-only Report      High Resolution      Activado 🔍

## ANEXO N°9: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Angel Jonathan Molina Muñoz.....  
 identificado con DNI N.º 72403363....., egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

"Estudio comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con cemento tipo I y aditivo superplastificante, Lima - 2019"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 72403363.....

FECHA: 19 de Julio..... de 2019..

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

# ANEXO N°10: AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL (FORMA) DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MOLINA MUÑOZ, ANGEL JHONATAN

INFORME TITULADO:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PARRIDADES MECANICAS DE  
CONCRETO EN CEMENTO TIPO I Y ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE,  
LIMA - 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero (a) Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

19/07/2019

NOTA O MENCIÓN

15 (Quince)



  
Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil