



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de concreto simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Laurie García, Carlos Miguel :(ORCID: [0000-0003-2729-6975](https://orcid.org/0000-0003-2729-6975))

Rivero Orbe, José Alejandro :(ORCID: [0000-0002-8182-1753](https://orcid.org/0000-0002-8182-1753))

**ASESOR:**

Dr. Paredes Aguilar, Luis: (ORCID: [0000-0002-1375-179X](https://orcid.org/0000-0002-1375-179X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TARAPOTO – PERÚ**

**2021**

## Dedicatoria

A mis padres quienes me han acompañado en esta etapa de mi formación profesional, brindándome todo su apoyo incondicional porque sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta aquí, así mismo por el amor, la paciencia y la motivación brindada en cada proceso de mi preparación para lograr mis objetivos. Dedico también a todas aquellas personas que participaron de forma indirecta para el cumplimiento de todas mis metas trazadas.

José Alejandro Rivero Orbe.

A mis padres por ser un ejemplo de superación y de constancia, por haberme apoyado en todo momento tanto en mi formación personal como profesional, por haberme inculcado buenos valores y por siempre mostrarme motivación ante algunas adversidades. Dedico también a toda mi familia que siempre estuvo pendiente de mi persona para convertirme en un hombre de bien.

Carlos Miguel Laurie García.

## Agradecimiento

A Dios por bendecirme con mucha salud para seguir a paso firme en esta etapa de mi vida. A mi padre por su apoyo incondicional y por ser el sustento para lograr culminar esta etapa de mi vida, a mi madre por su cuidado y protección en cada momento durante mi formación como profesional.

José Alejandro Rivero Orbe.

A Dios por permitirme gozar de salud y por brindarme mucha fortaleza para seguir firme en el cumplimiento de mis objetivos. Agradezco a mi madre por siempre acompañarme en los momentos buenos y malos de este proceso, así mismo a mi padre por el enorme esfuerzo hecho día a día para llegar hasta donde hoy estoy. También agradezco a mi familia que me apoyó de manera indirecta, confiando siempre en mi persona.

Carlos Miguel Laurie García.

## Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	12
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de Investigación.....	18
3.2 Variables y operacionalización .....	20
3.3 Población, muestra y muestreo .....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos. ....	23
3.6 Método de análisis de datos .....	24
3.7 Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS .....	26
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1: Diseño experimental del proyecto de investigación.....	19
Tabla 2: Muestra y unidad de análisis de la investigación.....	22
Tabla 3: Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	23
Tabla 4: Propiedades físicas de los agregados del concreto.....	26
Tabla 5: Propiedades físicas de la limadura de hierro.....	27
Tabla 6: Propiedades químicas de la limadura de hierro.....	27
Tabla 7: Resistencia del concreto patrón y concreto con adiciones.....	28
Tabla 8: Diseño del concreto patrón y concreto óptimo con el 4% de limadura de hierro.....	29
Tabla 9: Comparación económica entre el concreto patrón y concreto óptimo (4% de limadura de hierro).....	30

## Índice de figuras

Figura 1: Comportamiento de las variables de investigación.....	18
Figura 2: Representación de la resistencia del concreto patrón y concreto con adiciones al 4%, 6% y 8% de limadura de hierro.....	31
Figura 3: Óptimo diseño del concreto patrón y concreto con adición de limadura de hierro .....	31
Figura 4: Representación de la comparación económica .....	32
Figura 5: Representación de la resistencia a compresión con el 4% de limadura de hierro .....	32
Figura 6: Representación gráfica de la validación de la hipótesis del concreto al 0%, 4%, 6% y 8% de limadura de hierro .....	33

## Resumen

El presente proyecto de investigación presenta los resultados que se obtuvieron de la tesis “Diseño de concreto simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021”. En tanto la metodología presenta un diseño experimental correlacional, ya que la variable independiente diseño de concreto simple  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro es manipulada con el fin de dar un correcto análisis de cómo afecta a la variable dependiente: mejorar la resistencia a compresión. Se elaboró un gráfico de diseño que consistió en un total de 36 probetas, 9 de ellas diseñadas en base a un concreto convencional y 27 con adiciones del 4, 6 y 8 % de limadura de hierro. En base a los resultados, se obtuvieron las propiedades de los agregados y del aditivo mostrando compatibilidad con el concreto, así mismo se estableció como diseño óptimo el 4% que alcanza una resistencia de  $f'c= 236.4$  kg/cm<sup>2</sup> el cual se acerca más al concreto patrón pese a no superarlo ya que resulta  $f'c= 238.0$  kg/cm<sup>2</sup>, para culminar el costo del concreto patrón resultó S/. 313.50 mientras el concreto con el 4% resultó S/. 311.95

**Palabras clave:** concreto, limadura de hierro, resistencia a compresión

## Abstract

This research project presents the results obtained from the thesis "Design of simple concrete  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adding iron filings to improve its compressive strength, Tarapoto 2021". While the methodology presents a correlational experimental design, since the independent variable simple concrete design  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adding iron filings is manipulated in order to give a correct analysis of how it affects the dependent variable: improve the compressive strength. A design graph was prepared that consisted of a total of 36 specimens, 9 of them designed based on conventional concrete and 27 with additions of 4, 6 and 8% of iron filings. Based on the results, the properties of the aggregates and the additive were obtained, showing compatibility with the concrete. Likewise, the optimal design was established at 4%, which reaches a resistance of  $f_c= 236.4$  kg/cm<sup>2</sup>, which is closer to the standard concrete despite not exceeding it since it results in  $f_c= 238.0$  kg/cm<sup>2</sup>, to complete the cost of the standard concrete was S/. 313.50 while concrete with 4% resulted in S/. 311.95.

Keywords: concrete, iron filings, compressive strength

## I. INTRODUCCIÓN

Analizando el contexto en el **ámbito internacional**, en Colombia según estudios ejecutados cabe la posibilidad de realizar mejoras en cuanto a las propiedades mecánicas del concreto utilizando como aditivo limadura de hierro, debido a que al pertenecer a los materiales férreos poseen la capacidad de reducir el tamaño de los poros en el concreto. De acuerdo a lo mencionado al tener partículas más pequeñas que la arena genera un efecto de llenado entre otras palabras un efecto “filler” conllevando a una menor porosidad. Cabe afirmar que en los estudios realizados a tempranas edades no se obtienen resultados relevantes en cuanto a la dureza a compresión, concluyendo que las probetas deben ser sometidas a mayores edades. Moreno y Osorio, (2017). Mientras tanto la problemática en el **ámbito nacional**, en Trujillo, se llevó a cabo indagaciones acerca del predominio que causa la limadura de hierro en las características físico mecánicas del mazacote. En dicha investigación se propuso como muestra el concreto convencional para posteriormente ser añadido con el 5% de dicho aditivo, el cual consintió en la elaboración de ladrillos que alcancen una mayor resistencia para garantizar seguridad en cuanto a las construcciones de las viviendas para evitar colapsos de las estructuras, agrietamientos, etc. Cabe concluir que la limadura de hierro como aditivo en este estudio dio como resultados un máximo incremento de la resistencia en cuanto al concreto convencional, German y Pérez, (2020). Así mismo, **en el ámbito local**, en Tarapoto se realizó estudios acerca del uso de limaduras de fierro de distribuciones metálicas con el fin de elaborar concretos más pesados ya que estos provienen de virutas y residuos metálicos que al adicionar en el concreto muestra mejores condiciones en cuanto a su comportamiento tanto en estado fresco como endurecido. Cabe recalcar que se emplearon adiciones de limadura de hierro del 20%, 30%, 40%, 50% y 60%; concluyendo que este aditivo si muestra adherencia y compatibilidad con el concreto ya que mejora notablemente su resistencia, Chileno, (2019, p.13). En base a la problemática presentada es imprescindible mencionar que se va ejecutar el análisis respectivo en cuanto al anteproyecto de un hormigón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  haciendo uso de limadura de hierro. A continuación, se elaboró el **problema general**: ¿De qué modo la adición de la limadura de hierro

mejorará la resistencia a compresión del concreto simple  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , Tarapoto - 2021? Seguidamente se plantearon los problemas específicos: ¿Qué propiedades físicas y mecánicas presenta el agregado fino y agregado grueso que se va a utilizar en el diseño de concreto simple, Tarapoto - 2021?, ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro que se va a añadir al diseño, Tarapoto - 2021?, ¿Cuánto es la resistencia a compresión que alcanzará el concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  al añadir 4%, 6% y 8% de limadura de hierro, Tarapoto - 2021, ¿Con que porcentaje de adición se logra el diseño óptimo de la mezcla de concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , Tarapoto -2021?, ¿Cuál será el costo del metro cúbico del concreto simple con adición de limadura de hierro, Tarapoto - 2021?. Sin embargo, se procedió a elaborar la **justificación teórica**: El trabajo de indagación planteado tiene como fin lograr una mejor resistencia del mazacote simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con uso de limadura de hierro, dicho trabajo estará patentado por las normas del Reglamento, en el que se menciona los requisitos mínimos para un adecuado diseño. Para la **justificación práctica**: El análisis está siendo presentado porque se da a conocer la necesidad de mejorar la dureza del concreto, por tal motivo se plantea la adición de la limadura de hierro, que posteriormente estará siendo sometida a ensayos para verificar la conducta que muestra en las diferentes adiciones para llegar al diseño óptimo que se busca. Por otro lado, la **justificación metodológica**: El análisis de investigación correlacional propone realizar un nuevo estudio en relación a la dureza del concreto mediante la incorporación del aditivo limadura de hierro que a través de ensayos en laboratorios correspondientes se logrará un conocimiento válido y confiable para análisis precisos en futuras investigaciones. Para la **justificación social**: La utilización de la limadura de hierro contribuye de manera eficaz en cuanto al impacto positivo que genera al medio ambiente ya que este aditivo se encuentra como desechos en las grandes fábricas, así mismo la incorporación de la limadura de hierro será vista como una nueva alternativa en la construcción. Por lo tanto, la **justificación por conveniencia**: Es de conocimiento que en nuestra ciudad la limadura de hierro se encuentra como residuo en las factorías por lo que se ve conveniente emplear este material porque en investigaciones este resulta tener adherencia con el hormigón por lo que aumenta considerablemente la dureza

del mismo y por otro lado se contribuye al cuidado del medio ambiente. En cuanto al **objetivo general**: Determinar de qué forma la adición de limadura de hierro aumentará la dureza del concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , Tarapoto - 2021. También se formularon los **objetivos específicos**: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino y agregado grueso que se va utilizar en el diseño de concreto simple, Tarapoto - 2021. Determinar las propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro que se va añadir al diseño, Tarapoto - 2021. Determinar la resistencia a compresión que alcanza el concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  al añadir 4%, 6% y 8% de limadura de hierro, Tarapoto - 2021. Determinar con qué porcentaje de adición se logra el diseño óptimo de la mezcla de concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  Tarapoto - 2021. Determinar el costo de metro cúbico de concreto óptimo con adición de limadura de hierro, Tarapoto - 2021. Por lo tanto, se plantea la **hipótesis general**: **H1**: Con la adición de limadura de hierro se alcanzará una apropiada resistencia a compresión del concreto simple, Tarapoto - 2021. Seguidamente se plantean las **hipótesis específicas**: **HE1**: Las características tanto físicas como mecánicas de los agregados que se va utilizar en el diseño mejorará la resistencia del concreto, Tarapoto - 2021. **HE2**: Al determinar las propiedades (físicas y químicas) de la limadura de hierro que se va añadir al diseño contribuirán directamente con la resistencia del concreto, Tarapoto - 2021. **HE3**: La resistencia lograda por el hormigón  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar limadura de hierro en 4%, 6% y 8% resultará mayor que el concreto patrón, Tarapoto - 2021. **HE4**: Para un concreto simple  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar limadura de hierro, el diseño óptimo de la mezcla proporcionará resultados favorables en cuanto a la resistencia, Tarapoto - 2021. **HE5**: Con la adición de limadura de hierro, el costo de metro cúbico resultará más económico que un concreto usual, Tarapoto - 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Como respaldo para realizar la indagación se emplearon los **antecedentes internacionales**, en el que: Marlés, L. (2017). En su trabajo denominado: “Diseño de mezcla de concreto con limaduras de hierro colado, para elaborar aro-tapas según características técnicas de la norma NTTC 1393, para la ciudad de Villavicencio – Meta”. (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia. Concluye que el uso de la limadura de hierro se adhiere de manera eficaz lo que permite el aumento de la dureza con más de 30%, resultando 32.18 MPa; para su estudio estableció que la investigación será experimental y que contará con una muestra de 54 especímenes con incorporaciones de 10%, 20%,30%, 40, por lo tanto, dicha mezcla obedece a los requerimientos de la norma, sin embargo, cabe mencionar que la resistencia a flexión no muestra ningún aumento debido al tipo de esfuerzo diferente. Como resultados al 10% se obtuvo 251.30 kg/cm<sup>2</sup>, con el 20% 275.14 kg/cm<sup>2</sup>, con el 30% 296.23 kg/cm<sup>2</sup> y para culminar con el 40% una dureza de 321.8 kg/cm<sup>2</sup>. Consecuentemente se obtuvo a: Serrano, M. (2013). En su investigación titulada: “Concreto preparado con residuos industriales: resultado de alianza empresa universidad”. (Artículo científico). Educación en Ingeniería. 30(11). Concluye que el uso de aditivos al concreto mejora la resistencia del mismo por lo que los resultados en esta investigación fueron favorables ya que la incorporación de limadura de hierro en menores porcentajes genera buenos resultados. Para tal estudio se determinó una investigación aplicada que tendrá como muestra 104 probetas, seguidamente se elaboró un concreto con relación agua cemento de 0.4 mostrando resistencia superior a la de un concreto patrón, resultando que el 10% de adición de limadura aumenta la resistencia del concreto a 120.07 kg/cm<sup>2</sup>, con el 20% de limadura de hierro la resistencia del concreto aumenta a 150.36 kg/cm<sup>2</sup> y con el 30% de adición la dureza del concreto aumenta a 180.26 kg/cm<sup>2</sup>, comprobando así que este aditivo si se adhiere al concreto. Así mismo, Ledezma, M. (2018). En su indagación denominada: “Pasta cementicia mejorada con adición de Zeolita y Hierro en polvo para morteros de pega o junteo”. (Artículo científico). Ingeniería, Investigación y Tecnología. 19(2). Propone en su estudio la incorporación de hierro residual en polvo mezclado con otro aditivo, en este caso con zeolita

natural para ser añadido a la mezcla de concreto, todo ello con la finalidad de lograr un mortero ecológico, en el que se llegue a minimizar el uso del agua respecto a la dosificación del diseño. Presenta un diseño experimental con 106 muestras de testigos. Para ello se ejecutaron pruebas de rupturas para verificar la resistencia que presentan y verificar si la adición del hierro en 2%, 4%, 6%, 8% y 10% aumenta la resistencia del mortero en cuanto a un mortero convencional. Por lo tanto, concluye que el concreto patrón (234.32 kg/cm<sup>2</sup>) es superado por los demás porcentajes ya que con el 2% se obtiene 236.45 kg/cm<sup>2</sup>, con el 4% 242.50 kg/cm<sup>2</sup>, con 6% 265.30 kg/cm<sup>2</sup>, con el 8% 286.5 kg/cm<sup>2</sup> y con el 10% 312.62 kg/cm<sup>2</sup>, cabe indicar que este aditivo se adhiere de manera eficaz al concreto. Seguidamente, Pacheco, D. Ladino, M. (2017). En su proyecto titulado: "Análisis de factibilidad técnica, comercial, ambiental y económica del uso de la limadura de hierro en una PTAR". (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia. Menciona que el aditivo empleado es visto como un material resultante de los trabajos productos del acero, además considerado como un aditivo muy usado para la dar mayor dureza a trabajos relacionados con concreto. Debido al estudio presentado se determina un estudio básico porque la investigación se enfoca a dar generalizaciones a través de leyes o principios. Dicho esto, el proyecto se realizó con el fin de identificar las propiedades de la limadura de hierro, donde se consiguió que este aditivo funcione como un coagulante en las aguas residuales, resultando favorable para la PTAR. Por último, Carrillo, J. Páramo, S. (2016). En su investigación llamada: "Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero" (Artículo científico). Ingeniería, Investigación y Tecnología. 17(3). Plantea la utilización de la fibra de acero puesto que es considerado como una alternativa que mejora la fuerza del hormigón y logra que los procesos constructivos sean más eficaces. Para tal estudio se impuso una investigación aplicada en la que se estableció como muestra 36 probetas, posterior a ello se tomaron ensayos a flexión de 8 losetas de 600 mm de lado y 100 mm de espesor, dentro de ello se incluyó 6 losetas con aplicación del 5%, 7% y 9% de fibras de hacer, con tres dosificaciones distintas de 5 kg/m<sup>3</sup>, 9 kg/m<sup>3</sup> y 18 kg/m<sup>3</sup> es decir 2 para cada diseño y finalmente 2 losetas referente aun concreto patrón, Los resultados obtenidos demuestran que con el 9% de

fibras de acero resulta una dureza de  $f'c = 356.12 \text{ kg/cm}^2$  superando notablemente al patrón  $212.50 \text{ kg/cm}^2$ . Como **antecedentes nacionales**, se tiene a: Aguilar, C. (2018). En su proyecto denominado: "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de limadura de hierro para viviendas, San Juan de Lurigancho, 2018". (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Presenta un enfoque relacionado a la investigación respecto a la limadura de hierro, sus propiedades y en cuanto al uso del mismo en elementos estructurales como placas, losas y vigas. Para tal caso señala que el estudio será aplicado y que contará con una muestra de 27 testigos de hormigón. Finalmente se demuestra que la adición de limadura de hierro aumenta la resistencia del concreto al pasar por un tiempo de curado de 28 días, en el que logró resistencias de  $252.5 \text{ kg/cm}^2$ , también de  $267.5 \text{ kg/cm}^2$  y por último de  $243 \text{ kg/cm}^2$  al reemplazar el agregado fino por el 3%, 5% y 8% de limadura de hierro. Sin embargo, se concluye que los porcentajes mostraron variedad en cuanto a la resistencia ya que con el 5% se logra obtener una mayor dureza que con el 3% y 8%. También se tiene a: Chávez, J. (2014). En su análisis titulado: "Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Pretende conocer el comportamiento que presenta la fuerza a la compresión del concreto al añadir limadura de hierro en distintos porcentajes como el 4%, 6% y 8%. En cuanto a su metodología define a la investigación como experimental puesto que las 36 probetas pasarán por ensayos de suelos. Así mismo busca emplear un material reciclado que aumente la resistencia del concreto y al mismo tiempo contribuya con el cuidado del ambiente. Dicho estudio concluye la variación de las resistencias en los distintos porcentajes, en donde se observa que con el 4% de limadura de hierro alcanza una fuerza de  $331.69 \text{ kg/cm}^2$ , mientras tanto que con el 6% y 8% alcanzan mayor dureza a tempranas edades. Vale mencionar que este aditivo se adhiere a la trabajabilidad del concreto por lo que se obtienen resultados beneficiosos. Así mismo, se tiene a: Villalobos, M (2018). En su indagación titulada: "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero". (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Perú. Tiene como objetivo principal la valoración de las propiedades del concreto al

adicionar la limadura de acero, en el que se pretende ver el comportamiento que presentan los materiales al tener contacto con el aditivo. Para ello se define que la investigación será cuantitativo-descriptivo, el cual presentará una muestra de 108 probetas. Al haber realizado una serie de ensayos se concluye que en distintos porcentajes la resistencia aumenta de manera progresiva a la edad de 28 días, con el 4 % resulta una resistencia de 111.08 kg/cm<sup>2</sup>, con el 6 % muestra una dureza de 126.30 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el 8 % la resistencia del concreto incrementa notablemente resultando 198.30 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo la composición de este aditivo cumple con los parámetros establecidos del acero corrugado, por tanto, dicho autor también concluye que el concreto adicionado reduce el costo del acero lo cual resulta favorable para la investigación. Larico, S. (2019). Señala que para todo diseño es primordial la ejecución de ensayos que permitan evaluar el estado de los materiales. Para su proyecto determinó una serie de indicadores como la granulometría, no es nada más que el volumen de las partículas por tamaño, lo cual es importante determinar ya que influye en la dosificación y trabajabilidad del concreto (p. 56). Contenido de humedad, importante ensayo para determinar la cantidad de agua que contiene cada material ya que están expuestos a la intemperie. Por último, Alfaro S. Cuadra, E. (2020). En su análisis designado: "Adición de viruta de acero y agregados de la cantera Milagro en el mejoramiento de las características mecánicas del concreto, Trujillo 2020" (Tesis pregrado). Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú. Señala que su proyecto busca primordialmente la mejora de las características del concreto por lo cual mediante la observación pudo determinar datos importantes en cuanto a problemas en las edificaciones, previo a ello determinó que su investigación sería aplicada y que presentaría un total de 75 probetas para someterlas a estudios. Los resultados que se obtuvieron con la aplicación del 3.5% de limadura de hierro en el diseño de mezcla fue de  $f'c = 311$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c = 36.5$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 45.2$  kg/cm<sup>2</sup> de promedio, lo cual indica que la dureza del concreto mejora un 20.08%, así mismo mejora la dureza a tracción en un 27.62% mientras 14.43% a flexión. Para la indagación se hizo uso de teorías relacionadas a la **variable independiente: Limadura de hierro**, como **definición conceptual**, Quirós, (2018). En la actualidad existe una serie de aditivos que proporcionan resistencia y pigmentación al concreto, en este caso

la limadura de hierro. Cabe mencionar que su dosificación no debe exceder del 10% del peso del cemento, puesto que este aditivo a grandes cantidades puede necesitar mayor cantidad de agua lo cual disminuye la resistencia del concreto. Las propiedades que posee como la ausencia de toxicidad y la insolubilidad en el agua ayudan a mejorar las propiedades anticorrosivas del material. De tal forma la **definición operacional** establece que para la elaboración del diseño se empleará limadura de hierro en 4%, 6% y 8% para luego proseguir a través de un molde la elaboración de las probetas. Para tal diseño se hará uso de la limadura de hierro, porque debido a su composición contribuye con la resistencia del hormigón. En su estudio Alfeehan, A y et al. (2020) señalan que los residuos resultantes de los procesos de las fábricas siguen siendo un problema en la actualidad, por tal motivo en la investigación optaron por agregar limadura de hierro al concreto para mejorar la resistencia de los paneles de losa nervada unidireccional (p. 86). Dimensiones, permiten estudiar al objeto con mayor claridad. Dimensión N° 01, para poder identificar las propiedades de los agregados (grueso y fino) será necesario según el reglamento nacional someter a ensayos de mecánica de suelo, en donde se realizará múltiples estudios a los materiales, la dimensión N° 02 respecto a las propiedades de la limadura de hierro (físicas y químicas), según reglamento todo aditivo debe ser estudiado y sometido a ensayos en laboratorios especializados, los cuales garanticen la compatibilidad que puede presentar con el concreto. Por tanto, la dimensión N° 03 que corresponde a la dureza a compresión con añadidura de limadura de hierro al 0%, 4%, 6% y 8%, permitirá determinar el cumplimiento de unos de los objetivos, puesto que se tendrá una visión más clara y precisa de cómo es el comportamiento del aditivo con el concreto. Indicadores para la dimensión N° 01, granulometría, contenido de humedad y peso específico, son ensayos de mecánica de suelo que permiten la identificación de los tipos de materiales con el que se pretende diseñar una mezcla Larico, S. (2019). Los indicadores de la dimensión N° 02, se tiene presente a la densidad, peso específico, pH los cuales son estudios fundamentales que permiten conocer mejor el aditivo para ver la relación y adherencia que muestra con los materiales de la mezcla. Para concluir, como indicadores de la dimensión N° 03 sobre la resistencia con los distintos porcentajes tenemos a las probetas o especímenes, las cuales serán

colocadas en la prensa y sometidas a presión, permitiendo verificar la fuerza que tiene el concreto. La escala de medición será de razón. (Ver anexo 01). Seguidamente se da paso a la **variable dependiente: Resistencia a la compresión**, con respecto a la **definición conceptual**, Camarango e Higuera, (2016). Menciona que es un factor imprescindible ya que se ejecuta para ver que el concreto cumpla con los parámetros mínimos, todo ello se realiza mediante cilindros. Dicha medición es de forma cuantitativa para lograr identificar la fuerza que resulta al ser sometida en sus dos caras transversales. Consecuentemente se elaboró la **definición operacional** en la que se hace mención que se empleará limadura de hierro la cual busca aumentar notablemente la dureza del hormigón. Según Acuña, L. (2020) hoy en día se viene realizando diseños con el uso de aditivos que mejoren la resistencia del concreto, para tal caso en su análisis define a la dureza a la compactación como la posibilidad de aguantar peso, lo cual se calcula mediante la elaboración de especímenes que son sometidos a rupturas en diferentes edades, esto permite graficar y evaluar el comportamiento que generan en los días de curado (p.20). Para ello se planteó la dimensión N° 04 proporción de la mezcla de diseño de concreto, en la que a través de ensayos se llegara a la ruptura de probetas, resultando una serie de resistencias para posteriormente verificar la óptima y proceder al diseño de la mezcla; como dimensión N° 05 está la factibilidad económica. Consecuentemente los indicadores de la dimensión N° 04, Garzón, M. (2017) en su estudio prioriza como dimensión a la proporción del diseño de mezcla de concreto ya que ello le permitirá saber la cantidad de materiales que se añadirá a la mezcla (p. 10). Por último, el indicador de la dimensión N° 05 determina cuánto será el costo unitario de fabricación de las probetas. La escala de medición será de razón (Ver anexo 1).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

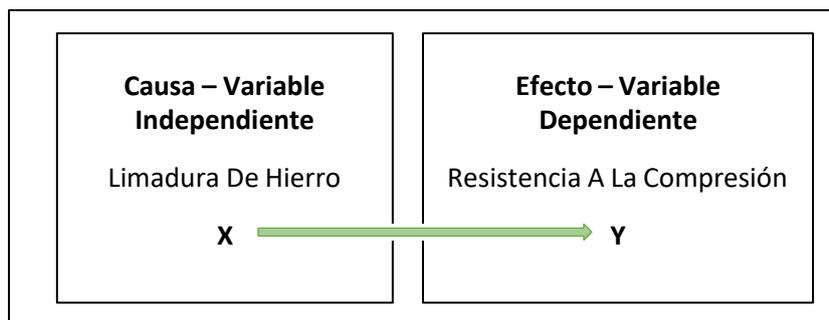
##### 3.1.1 Tipo de investigación

Fue aplicada porque el investigador busca resolver de una u otra forma un problema identificado de tal manera poder encontrar respuestas a preguntas específicas. (Vargas, F. 2013). De tal manera, la indagación tiene un **enfoque cuantitativo**, puesto que hace uso de la medición numérica para poder observar con mayor claridad el comportamiento que presentan las variables. Así mismo se presenta la recolección de datos y sus análisis, el cual permite resolver preguntas acerca de la investigación para posterior a ello poder discutir o aceptar las hipótesis decretadas previamente, cabe mencionar que el enfoque confía en el conteo, análisis estadístico y la medición numérica. Hernández, R. (2014).

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Se señala que fue de carácter experimental correlacional; ya que se manipula directamente la variable independiente: limadura de hierro para medir su efecto sobre la variable dependiente: resistencia a la compresión, determinando una relación de causa – efecto. Ato, M. et al. (2013).

**Figura 1:** Comportamiento de las variables de investigación



**Fuente:** Elaboración propia de los investigadores

En la siguiente tabla se muestra el diseño experimental.

**Tabla 1: Diseño experimental del proyecto de investigación**

	<b>O1(7d)</b>	<b>O2(14d)</b>	<b>O3(28d)</b>
<b>GE 1</b>	<b><u>X1:</u></b> (concreto adicionando el 4% de limadura de hierro)	<b><u>X1:</u></b> (concreto adicionando el 4% de limadura de hierro)	<b><u>X1:</u></b> (concreto adicionando el 4% de limadura de hierro)
<b>GE 2</b>	<b><u>X2:</u></b> (concreto adicionando el 6% de limadura de hierro)	<b><u>X2:</u></b> (concreto adicionando el 6% de limadura de hierro)	<b><u>X2:</u></b> (concreto adicionado el 6% de limadura de hierro)
<b>GE 3</b>	<b><u>X3:</u></b> (concreto adicionando el 8% de limadura de hierro)	<b><u>X3:</u></b> (concreto adicionando el 8% de limadura de hierro)	<b><u>X3:</u></b> (concreto adicionado el 8% de limadura de hierro)
<b>GC</b>	<b><u>X0:</u></b> (concreto sin limadura de hierro)	<b><u>X0:</u></b> (concreto sin limadura de hierro)	<b><u>X0:</u></b> (concreto sin limadura de hierro)

**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

**Donde:**

GE: Grupo experimental con adición de limadura de hierro.

GC: Grupo control

X0: Diseño de mezcla sin adición de limadura de hierro.

X1: Diseño de mezcla de concreto ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) adicionando el 4% de limadura de hierro.

X2: Diseño de mezcla de concreto ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) adicionando el 6% de limadura de hierro.

X3: Diseño de mezcla de concreto ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) adicionando el 8% de limadura de hierro.

O1, O2, O3: Observación a 7 días, 14 días y 28 días.

### 3.2 Variables y operacionalización

Con relación a la variable independiente: limadura de hierro: se describe como **definición conceptual** a Quirós, (2018). En la actualidad existe una serie de aditivos que proporcionan resistencia al concreto, en este caso la limadura de hierro. Cabe mencionar que su dosificación no debe exceder del 10% del peso del cemento, puesto que este aditivo a grandes cantidades puede necesitar mayor cantidad de agua lo cual disminuye la resistencia del concreto. **Definición operacional** se empleará limadura de hierro en 4%, 6% y 8% para luego proseguir a su fabricación en un determinado molde. Dimensiones, permiten estudiar al objeto con mayor claridad. Dimensión N° 01, abarca las propiedades de los agregados (fino y grueso), la dimensión N° 02 es respecto a las propiedades de la limadura de hierro (físicas y químicas) y la dimensión N° 03 corresponde a dureza con añadidura de limadura de hierro al 0%, 4%, 6% y 8%. Indicadores para la dimensión N° 01, está presente la granulometría, absorción contenido de humedad y peso específico, Larico, S. (2019). Los indicadores de la dimensión N° 02, se tiene presente a la densidad, peso específico, pH; Indicadores de la dimensión N° 03 sobre la resistencia con los distintos porcentajes tenemos a las probetas o especímenes. La escala de medición será de razón. (Ver anexo 01). Seguidamente se da paso a la **variable dependiente: Resistencia a la compresión**, con respecto a la **definición conceptual**, Camarango e Higuera, (2016). Menciona que es un factor imprescindible ya que se ejecuta para que el concreto cumpla con los parámetros mínimos, todo ello se realiza mediante cilindros. **Definición operacional** en la que se hace mención que se empleará limadura de hierro la cual busca aumentar la dureza del hormigón. Según Acuña, L. (2020) en su investigación define la dureza a compactación como la finalidad para aguantar peso, (p.20). Para ello se planteó la dimensión N° 04 proporción de la mezcla de diseño de concreto y la dimensión N° 05 es la factibilidad económica. Consecuentemente los indicadores de la dimensión N° 04 tenemos a la cantidad de materiales que se añadirá a la mezcla, por último, el indicador de la dimensión N° 05 determinará cuánto será el costo unitario de fabricación de las probetas. La escala de medición será de razón.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Ventura, (2017). Lo precisa como un grupo de componentes que demuestran una diversidad de caracteres para más adelante ser estudiadas. Por esta razón el vínculo entre población y muestra se encuentra un carácter inductivo, siendo que el fragmento observado sea peculiar de la realidad de dicha forma garantizar las conclusiones sacadas en el estudio.

#### **Muestra**

Manterola y Otzen (2017). Hace mención que no es nada más que una agrupación de sujetos las cuales pertenecen o están ligadas a la población tales que permiten extrapolar y por ende se pueda generalizar los resultados, así mismo el número de las muestras seleccionados representan numéricamente a la población. Para una producción de resultados, el plan de análisis que se determinó es en base a una población muestral de 36 especímenes por ser la que se adecua a nuestro tipo de investigación que es experimental correlacional.

#### **Muestreo**

Se destina un muestreo no probabilístico, dado que la selección de los individuos que se va a realizar en el estudio estará sometida a dichos discernimientos, propiedades, entre otros aspectos, la cual el investigador considere en su respectivo momento Otzen, T. y Manterola, C., (2017). De esa misma manera el Reglamento Nacional de Edificaciones atribuye normas y parámetros las cuales deben de ser respetadas para realizar cualquier tipo de diseño de concreto, que sea proporcionado en un estudio de indagación. Por tal es el caso este estudio de investigación está siendo propuesto para conseguir un diseño empleando diferentes porcentajes de adición de la limadura de hierro, todo ellos se sustentan en la norma técnica ya mencionada, que propone que el concreto debe de dividirse de manera adecuada para de esa forma poder brindar una resistencia eficaz, dichas estipulaciones tendrán que realizarse especímenes de concreto las cuales serán sometidas a una resistencia de compresión por ambas caras. Para poder alcanzar la rigidez del testigo se debe poner en evaluación de 2 a 3

probetas. A todo esto, nuestra investigación contará con 36 especímenes de magnitudes de 30 x 15 con incorporación de 0%, 4%, 6% y 8% de limadura de hierro.

**Tabla 2:** Muestra y unidad de análisis de la investigación

Probetas patrón y probetas con adición de limadura de hierro					
EDADES	PATRÓN	4%	6%	8%	Parcial
7 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
14 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
28 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
<b>Total</b>					<b>36 unid</b>

**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica

Hernández y Diana (2020). Cuando se lleva a cabo un trabajo de investigación de índole, es muy importante tener en cuenta los métodos que vamos a emplear para poderse llevar a cabo el estudio, en donde las técnicas son los conjuntos de instrumentos el cual incorpora el medio para ayudar a realizar la investigación, así como también las técnicas de recolección es quien inspecciona y se transforma los datos con la única misión para resaltar la información que será útil para poder ejecutar el proyecto. Así que para la recolección de toda la información de nuestro análisis se empleará la observación, mediante ello se ejecutará pruebas a compresión para poder obtener los resultados de los testigos con los porcentajes del 0%, 4%, 6%, 8% a cierta duración de curado (7, 14 y 28 días).

## Instrumento

Soriano (2014). Nos señala que es la herramienta de un proyecto de indagación, pues ayuda al investigador con el recojo de ideas, por ende, nos ayuda a identificar y tener un orden respecto a los resultados que se logren ir recolectando del estudio, la cual nos permitirá dar un relieve a los resultados que se lograra obtener. (pag.20).

Para recoger los datos del análisis se desarrollarán los siguientes instrumentos.

**Tabla 3: Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de los agregados (fino y grueso)	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físicas y químicas de los agregados.	Norma N.T.P 339.127(ASTM D2216)
Ensayo de las propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro	Ficha de registro de datos sobre propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro.	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D 422)
Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y adicionado.	Ficha de control para la resistencia a compresión del concreto.	Norma N.T.P 336.167 (ASTM D 2166)

**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas.

## Validez

Aravena, Moraga, Et Al (2014). Comentan que se desarrolla como una exactitud puesto que está sujeta a que la medición refleja la realidad, en otras palabras, trata de medir y clasificar lo que en realidad se requiere analizar (pag.79).

## Confiabilidad

Llamada como exactitud, puesta que con relación a un instrumento para la escala de medición se basa netamente en que su aplicación que se repita a las variables de dicho estudio, siempre va a proporcionar los mismos resultados, en otras palabras al rehacer de manera consecutiva una mensuración, estaba debería de determinar igualdades (Santos 2017).El estudio de investigación emplea herramientas de laboratorio de suelos, las

cuales están estandarizados y normados, la calibración de estos instrumentos se colocara como anexo de la presente investigación cuantitativa experimental correlacional.

### **3.5 Procedimientos.**

El presente anteproyecto de indagación trata de un diseño de concreto simple  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con un aditivo que mejore su resistencia a compresión, para ello se empezará por determinar el lugar de donde serán extraídos los agregados para determinar la situación de los materiales. Al tener todos los materiales para nuestro estudio se efectuará los ensayos correspondientes como la granulometría, peso unitario, contenido de humedad y entre otros estudios, de los agregados, seguidamente se tendrá la limadura de hierro con ficha técnica incluida el cual la identificación de sus propiedades. Así que todos los resultados que se vayan logrando mediante el proceso de las pruebas deberán ser anotados en respectivas fichas de laboratorio, en donde se logrará un mayor control de la información. Previamente a la ejecución del diseño se procederá a engrasar los moldes que se usarán. El diseño consistirá en la elaboración de un concreto patrón y en porcentajes de adición de 4%, 6%, 8% de limadura de hierro, resultando 36 testigos, que tendrán una curación de 7, 14 y 28 días, posterior a ello se romperán a través de la prensa con la finalidad de lograr una resistencia adecuada.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El desarrollo para la investigación de datos, engloba todas las maniobras que emplea el investigador para llegar al logro de los objetivos mencionados al inicio del estudio Hernández, (2015). Consecuentemente toda información que se logre recopilar en el proceso del estudio será ejecutada a través de los diferentes ensayos que se realizará en mecánica de suelos, de tal forma en Excel y otros, con el fin de ostentar de manera ordenada la información, por medio de esquemas, resúmenes, etc. la cual le dé una forma única de realce para el leyente.

### **3.7 Aspectos éticos**

Con el proyecto de análisis planteado se pretende realizar un diseño de concreto más resistente ya que es de conocimiento que en la actualidad no existe un concreto mejorado con el uso de algún aditivo. Para lograr con los objetivos propuestos se trabajará bajo la responsabilidad de respetar la norma técnica E. 060 de Concreto armado la cual establece todos los requisitos y parámetros necesarios que deben cumplir los materiales para un adecuado diseño. Los investigadores garantizarán la veracidad de los datos que resulten de las pruebas con mucha honestidad. En tal sentido los nuevos investigadores se hacen responsables de idolatrar con legitimidad los resultados, la convicción de los resultados en el laboratorio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Se determinó las propiedades físicas del agregado fino y agregado grueso

**Tabla 4:** Propiedades físicas de los agregados del concreto

Propiedades	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso
Tamaño máximo		1/2	1
Humedad natural	(%)	9.58	0.46
Peso Específico	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.61	2.65
Absorción	(%)	0.55	0.82
Módulo de fineza	(%)	2.35	6.88
Peso Unitario Suelto	(Kg/cm <sup>3</sup> )	1.492	1.483
Peso Unitario Varillado	(Kg/cm <sup>3</sup> )	1.743	1.586

**Fuente:** Laboratorio JHCD contratistas SAC.

#### Interpretación:

La tabla 4 muestra los datos obtenidos a través de las pruebas de mecánica de suelo, los cuales se ejecutaron en el laboratorio JHCD contratistas SAC. Todos estos resultados se fundamentan en las diferentes normativas como la ASTM D-2216 (humedad natural), ASTM D422 (análisis granulométrico), ASTM C-127 (peso específico y absorción del agregado grueso), ASTM C29 (peso unitario de agregados), entre otras. Se logró un tamaño nominal de 1/2", 9.58% de humedad natural, 2.61 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico, 0.55% de absorción, 2.35% de módulo de fineza, 1.492 kg/cm<sup>3</sup> de peso unitario suelto y 1.743 kg/cm<sup>3</sup> de peso varillado, todo ellos en cuanto al agregado fino, sin embargo en el agregado grueso se obtuvo un máximo tamaño nominal de 1", un 0.46% de humedad natural, un 2.65 gr/cm<sup>3</sup> de peso específico, un 0.82% de absorción, un 6.88% de módulo de fineza, 1.483 kg/cm<sup>3</sup> de peso suelto y un peso varillado de 1.586 kg/cm<sup>3</sup>, por lo que se determina que el material extraído de tanto de las cantera Cumbaza como Huallaga presentan propiedades adecuadas que contribuyen a un buen diseño de mezcla.

## 4.2 Se determinó las propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro

**Tabla 5: Propiedades físicas de la limadura de hierro**

Propiedad	Condición	Valor
Granulación	Granular	-
Color	Plateado/gris	-
Dúctil y maleable	-	-
Densidad	-	7,87 g.cm-3
Número de neutrones	-	30
Índice de reutilizar	-	3 – 4
Número de protones/electrones	-	26
Configuración electrónica	-	[Ar] 4s2 3d6

**Fuente:** KRL abastecedores comerciales

**Tabla 6: Propiedades químicas de la limadura de hierro**

Propiedad	Condición	Valor
símbolo	Fe	0
MA	-	55,847
PF	-	1535°C
PE	-	2750°C
	-	

**Fuente:** KRL abastecedores comerciales

**Interpretación:** La limadura de hierro es bastante utilizable en el campo de la ingeniería y puede ser utilizada en las edificaciones, en los pavimentos y entre otros campos. Por ende diferentes empresas nos ofrecen materiales como este, como también otros tipos de minerales los cuales utilizamos en la construcción, los diferentes ensayos que se ha llevado a cabo en los laboratorios como podemos verificar en estos cuadros las cuales sus componentes han sido obtenidos del laboratorio y mediante ficha técnica, ello permite la identificación de sus propiedades en general de la limadura de hierro como rescatamos lo que es su color que puede ser plateado o gris, como también vemos el punto de fusión (1535 °C) y (2750°C) como punto de ebullición de dicha limadura.

**4.3 Se determinó la resistencia del concreto con adiciones del 4%, 6% y 8% de limadura de hierro a edades de 7, 14 y 28 días.**

*Tabla 7: Resistencia del concreto patrón y concreto con adiciones*

Adición de porcentajes de limadura de hierro	Edades		
	7	14	28
0%	145.0 kg/cm <sup>2</sup>	173.7 kg/cm <sup>2</sup>	238.8 kg/cm <sup>2</sup>
4%	152.9 kg/cm <sup>2</sup>	174.8 kg/cm <sup>2</sup>	236.4 kg/cm <sup>2</sup>
6%	142.6 kg/cm <sup>2</sup>	167.6 kg/cm <sup>2</sup>	221.2 kg/cm <sup>2</sup>
8%	111.4 kg/cm <sup>2</sup>	121.4 kg/cm <sup>2</sup>	177.0 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación:** Con las pruebas ejecutadas en el laboratorio que se ha mencionado, se logró obtener los datos que se muestra en la tabla en diferentes adiciones que fueron propuestas en nuestro proyecto. Dicho esto, se observa en la tabla que el hormigón control alcanza una resistencia máxima de  $f'c = 238.8 \text{ kg/cm}^2$  al haber pasado por la edad de 28 días. De tal manera se aprecia los porcentajes de adición que se aplicó a la mezcla en el que se obtuvo a los 7 días de curado con el 4% una resistencia de  $f'c = 152.9 \text{ kg/cm}^2$  mientras que a los 28 días resultó  $f'c = 236.4 \text{ kg/cm}^2$ , del mismo modo con el 6% de adición a los 7 días de fraguado se logró una dureza de  $f'c = 142.6 \text{ kg/cm}^2$  mientras que  $f'c = 221.2 \text{ kg/cm}^2$  resultó a los 28 días. Por tanto, al añadir el 8% de limadura de hierro resultó una resistencia de  $f'c = 111.4 \text{ kg/cm}^2$  al séptimo día de haber sido sometido a la prensa, mientras que a los 28 días la resistencia del concreto resultó  $f'c = 177.0 \text{ kg/cm}^2$ . En tal sentido con la determinación de esta tabla se puede ver claramente que mientras mayor es el porcentaje de adición menor será la resistencia.

#### 4.4 Óptimo diseño con adiciones de 4%, 6% y 8% de limadura de hierro para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

**Tabla 8:** Diseño del concreto patrón y concreto óptimo con el 4% de limadura de hierro

MATERIAL	Unidad	Patrón (f'c=210kg/cm2)	4% de limadura de hierro + 96%concreto
Cemento	Kg	366.0	366.0
Limadura de hierro	Kg	0.00	1.7
Agregado grueso	Kg	1004.4	1004.4
Agregado fino	Kg	778.6	747.5
Agua	L	162.3	162.3

**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación:** A través de la prueba de resistencia a compresión se obtuvieron las diversas resistencias con los distintos porcentajes, esto nos permitió determinar el diseño óptimo que alcanza el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  como se muestra de la tabla. El óptimo diseño está formado por la adición del 4% de limadura de hierro y el 96% de los agregados (cemento, agregado fino, agua y agregado grueso), obteniendo una dureza de  $f'c = 236.4 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de haber sido curado. Para el óptimo diseño se abarcó 366.0 kg de cemento Pacasmayo, 1.7 kg de limadura de hierro, 1004.4 kg de agregado grueso, 747.5 kg de agregado fino y 162.3 litros de agua. Por tanto, estos resultados demuestran que la limadura de hierro se adhiere al concreto generando resistencia, cabe recalcar que la resistencia obtenida en cuanto al óptimo diseño no supera al concreto patrón.

**4.5 Se determinó el costo del diseño óptimo del concreto con adición de limadura de hierro.**

**Tabla 9:** Comparación económica entre el concreto patrón y concreto óptimo (4% de limadura de hierro)

MATERIAL	Und.	PU	Patrón (f'c=210kg/cm <sup>2</sup> )		4% LH + 96% Concreto	
			Cantidad	Costo (S/.)	Cantidad	Costo (S/.)
Cemento	Kg	0.53	366.0	193.98	366	193.98
Limadura de hierro	Kg	0.00	0.00	0.00	1.7	0.00
Agregado grueso	Kg	0.08	1002.4	80.19	1002.4	80.19
Agregado fino	Kg	0.05	778.6	38.93	747.5	37.38
Agua	L	0.00247	162.3	0.40	162.3	0.40
<b>Costo Total por m<sup>3</sup></b>				<b>S/. 313.50</b>		<b>S/. 311.95</b>

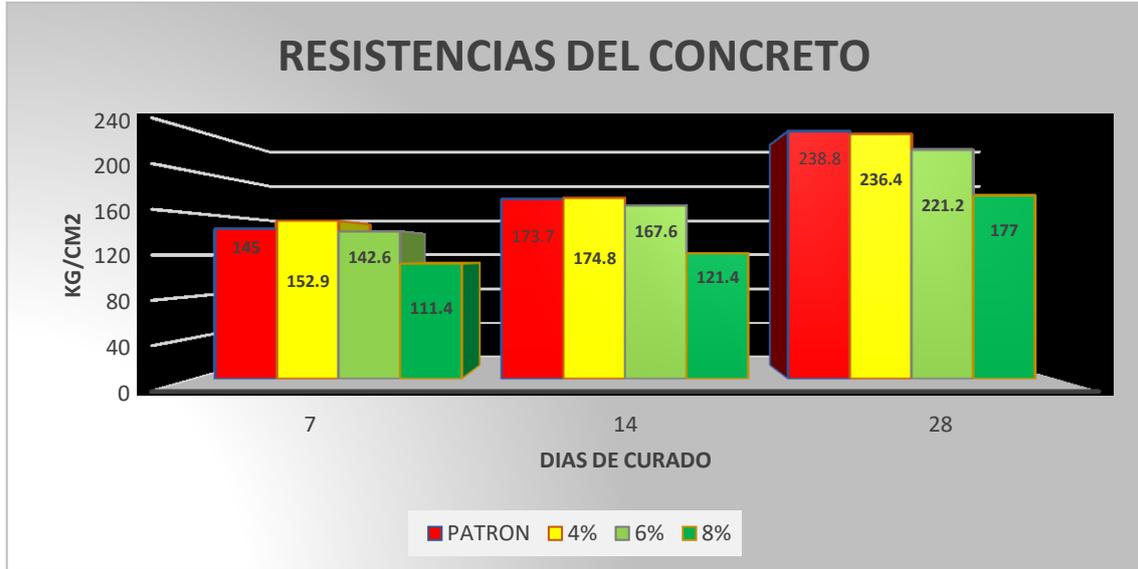
**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas.

**Interpretación:** De acuerdo a los datos plasmados en la tabla se puede observar una comparación económica para ver cuál de ellos resulta más rentable, para ello el concreto con adición del 4% de limadura de hierro tuvo un costo de S/. 311.95 resultando una ligera diferencia de S/. 1.55 en relación al concreto patrón en el que obtuvo S/. 313.50. De esa manera se afirma que la adición de este aditivo aparte de generar resistencia al concreto, genera una ligera ventaja en cuanto a la economía.

## VALIDACIÓN DE HIPOTESIS

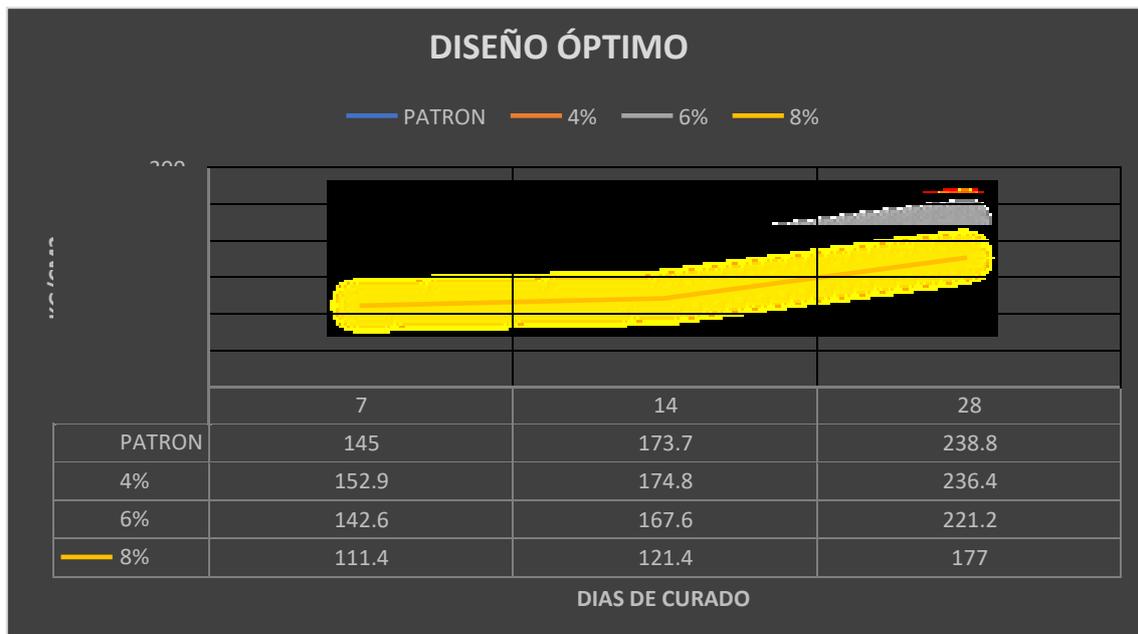
Los resultados obtenidos se presentan para la fidelidad de las suposiciones planteadas en cuanto a las pruebas.

**Figura 2:** Representación de la resistencia del concreto patrón y concreto con adiciones al 4%, 6% y 8% de limadura de hierro



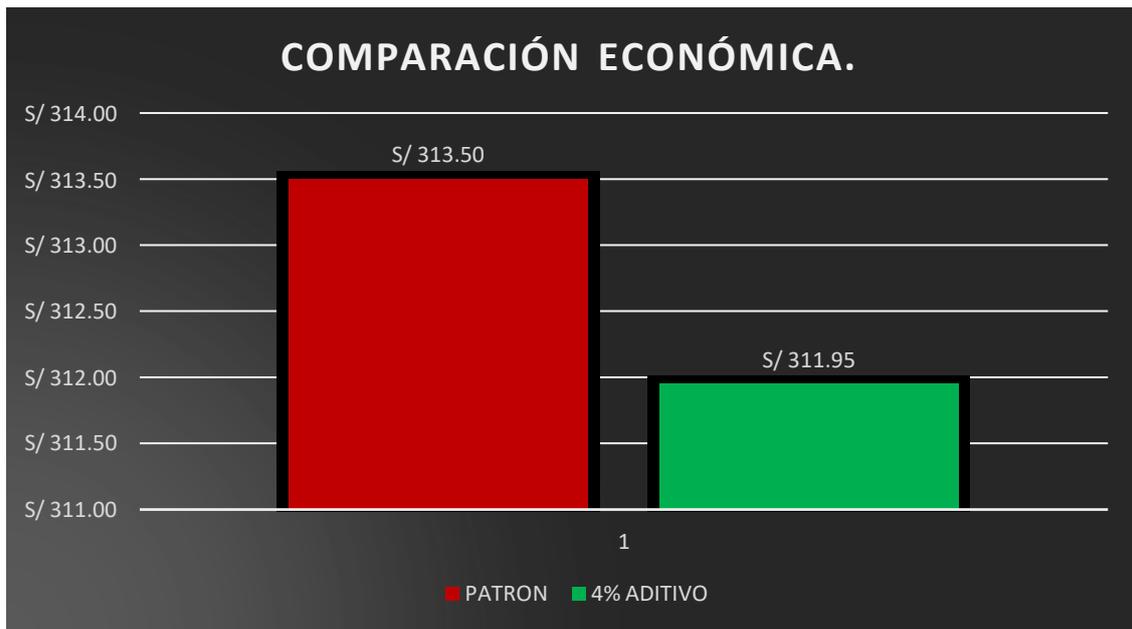
**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

**Figura 3:** Óptimo diseño del concreto patrón y concreto con adición de limadura de hierro



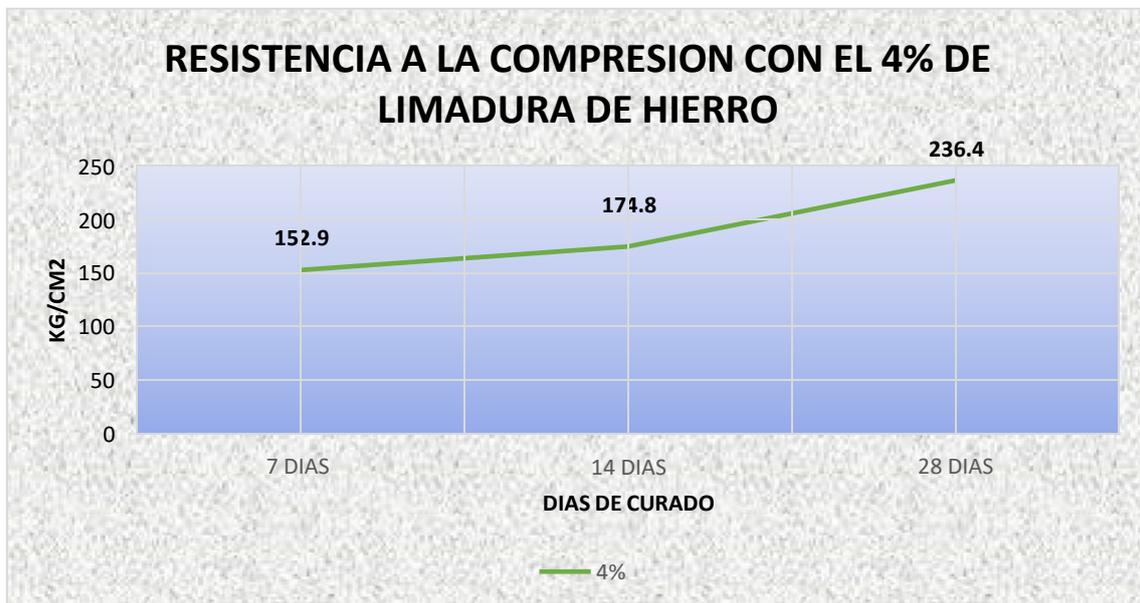
**Fuente:** Elaboración propia de los tesisistas

**Figura 4:** Representación de la comparación económica



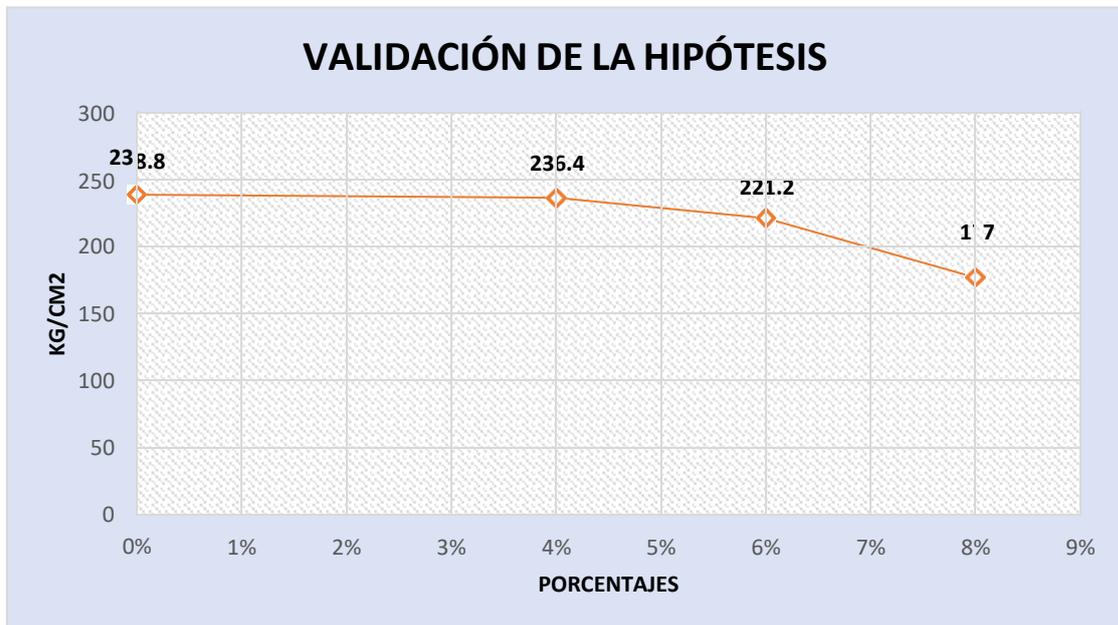
**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas

**Figura 5:** Representación de la resistencia a compresión con el 4% de limadura de hierro



**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas

**Figura 6:** Representación gráfica de la validación de la hipótesis del concreto al 0%, 4%, 6% y 8% de limadura de hierro en el tiempo alcanzado su resistencia máxima (28 días)



**Fuente:** Elaboración propia de los tesistas

## V. DISCUSIÓN

Con respecto a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados del concreto (fino y grueso), los ensayos tuvieron como lugar de ejecución en el laboratorio JHCD contratistas SAC, donde se respetó debidamente las normas que dan respaldo a nuestros estudios. Los resultados obtenidos se fundamentan en diversas normativas como la ASTM D-216 (Contenido de humedad), ASTM C-127 (Peso específico y absorción), D-422 (Análisis granulométrico), etc. En cuanto al agregado fino se obtuvo un máximo tamaño nominal de  $\frac{1}{2}$ ", una humedad natural de 9.58%, un peso específico de 2.61 gr/cm<sup>3</sup>, 0.55% de absorción, 2.35% como módulo de fineza, un peso suelto de 1.492 kg/cm<sup>3</sup> y un peso varillado de 1.743 kg/cm<sup>3</sup>, de tal forma en cuanto al agregado grueso se obtuvo un máximo tamaño nominal de 1", humedad natural 0.46%, un peso específico de 2.65 gr/cm<sup>3</sup>, una absorción de 0.82%, un módulo de fineza de 6.88%, un peso unitario suelto de 1.483 kg/cm<sup>3</sup> y un peso unitario varillado de 1.586 kg/cm<sup>3</sup>. En tal sentido la investigación de Aguilar, C (2018), menciona los ensayos deben ser desarrollados de manera correcta sin alterar algún proceso puesto que ello nos permite la obtención de las propiedades de los agregados para ver en qué estado se encuentran; en su análisis obtuvo los siguientes resultados en cuanto a las propiedades del agregado fino, un tamaño nominal n°4, un contenido de humedad 3.86, 2581.2 kg/cm<sup>3</sup> de peso específico, 1388.69 kg/cm<sup>3</sup> como peso suelto, absorción 1.66% y peso varillado 1424.71 kg/cm<sup>3</sup>, de tal modo lo obtuvo del agregado grueso un tamaño nominal  $\frac{1}{2}$ ", contenido de humedad 0.42, 1538.38 kg/cm<sup>3</sup> como peso específico, un peso suelto de 1449.98 kg/cm<sup>3</sup> y la absorción 0.47%. Por ello se concluye que los análisis realizados en base a la granulometría tanto del agregado fino como grueso no muestran cumplimiento con la normativa y tampoco superan al concreto sin adición(patrn), mientras que los estudios de Aguilar si muestran aceptabilidad para un diseño.

Por consiguiente a la utilización de nuestro aditivo, la limadura de hierro es considerado como un aportante de resistencia en el concreto y que está siendo muy utilizable en diversos estudios relacionado al campo de la ingeniería, son las empresas que hoy en día nos brindan estos productos con su respectivas

fichas técnicas, por lo que se dio cumplimiento a las propiedades físicas como la densidad 7.87 g/cm<sup>3</sup>, neutrones 30, índice de reutilización que varía entre 3 – 4, una fusión de 1535° C y una ebullición de 300°, así mismo con las propiedades químicas obteniendo un MA 55.847, un PF 1535°C y un PE 2750° C. Sin embargo, se presenta el estudio de Moreno y Osorio, (2017) en el que describe a la limadura de hierro como un aditivo perteneciente a los materiales féreos que poseen la capacidad de reducir el tamaño de los poros del concreto, debido a que al contener partículas bien pequeñas proporciona un efecto Filler lo cual conlleva a una menor porosidad. Cabe mencionar que, debido a sus propiedades, Moreno indica que para obtener mayor resistencia el concreto debe ser sometido a mayores edades. Por lo tanto, se determina que ambas tesis muestran un desacuerdo puesto que en nuestro proyecto la resistencia no depende de los días de curado más bien se enfoca en la cantidad de porcentaje que es todo lo contrario en la investigación de dicho autor.

Con los datos plasmados en la tabla N°7 se realizó un cotejo de todas las resistencias tanto del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> como del concreto con las adiciones de limadura de hierro al 4%, 6% y 8%, donde se obtiene que el concreto patrón muestra una dureza de 238.0 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente se logra la obtención de las resistencias en todas las edades (7, 14 y 28 días ) por lo que se observa que a la edad de 28 días se logra mejores resultados, con el 4% de limadura de hierro se obtuvo 236.4 kg/cm<sup>2</sup> lo cual no supera al concreto patrón, del mismo modo con el 6% resulta una resistencia de 221.2m kg/cm<sup>2</sup> en el que se verifica que la dureza va decreciendo, sin embargo con el 8% de limadura de hierro la resistencia resulta 177.0 kg/cm<sup>2</sup> en la que se puede identificar claramente que la resistencia cae enormemente respecto al concreto control. Mientras que, en la investigación de Villalobos, M (2018), los resultados que obtiene son favorables puesto que aumenta progresivamente la resistencia al pasar por un proceso de fraguado de 28 días, con el 4% obtiene una fuerza de 111.08 kg/cm<sup>2</sup>, con el 6% resulta una dureza de 126.30 kg/cm<sup>2</sup> y con él 8% una resistencia de 198.30 kg/cm<sup>2</sup>. De ese modo se finaliza que ambas tesis muestran un total desacuerdo respecto a las resistencias pese a que se utilizaron los mismos porcentajes de adición.

Para dar con el diseño óptimo se determinó la adición de distintos porcentajes de limadura de hierro (4%, 6% y 8%) que busca mejorar la resistencia del concreto, a través de las pruebas desarrolladas se estableció que el óptimo diseño estaría conformado por el 4% de limadura de hierro y el 96% de agregados del concreto, con el que resulta una resistencia de 236.4 kg/cm<sup>2</sup> después de haber pasado por un proceso de curado de 28 días, por lo que el diseño abarcara 366.0 kg de cemento Pacasmayo, 1.7 kg de limadura de hierro, 1004.4 de agregado grueso, 747.5 de agregado fino y 162.3 lt. de agua. En tal sentido el estudio de Chileno, (2019), indica que la limadura de hierro a través de los ensayos realizados resulta más eficaz que otros aditivos debido a que presenta propiedades físicas muy resaltantes como es el de la porosidad. Su proyecto concluye que con el 4% de limadura alcanza un excelente diseño en el que obtiene una dureza de 234.25 kg/cm<sup>2</sup> mientras que los demás porcentajes disminuyen notablemente la resistencia del concreto. Finalmente se concluye que ambas indagaciones concuerdan con los estudios realizados y afirman que a menor porcentaje de adición mayor resistencia se obtiene.

Por último, para determinar el costo del m<sup>3</sup> de nuestro análisis planteado se propuso una comparación entre el concreto patrón al 0% de limadura de hierro y el concreto con el porcentaje óptimo que el 4% de adición de limadura de hierro, resultando una ligera diferencia de S/. 1.55, esto debido a que el patrón resulta costando S/. 313.50 mientras que el añadido resulta S/. 311.95. Sin embargo, la exploración de Pacheco, D (2017), concluye que el aditivo limadura de hierro aumenta la resistencia, pero resulta un poco más costoso que un concreto convencional, ya que sin adición resulta S/. 322.15 y con el 4% de LH obtiene S/. 360.30. Finalmente, se plasma que los estudios realizados muestran desigualdades ya que uno resulta ligeramente económico mientras Pacheco demuestra todo lo contrario obteniendo un concreto de alto costo.

## VI. CONCLUSIONES

6.1 Como consecuencia de lo expuesto se logró determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, del agregado fino se obtuvo el máximo tamaño nominal de 1/2", humedad natural 9.58%, 2.61 gr/cm<sup>3</sup> como peso específico, un 0.55% de absorción, módulo de fineza 2.35%, peso suelto 1.492 kg/cm<sup>3</sup> y peso varillado 1.743 kg/cm<sup>3</sup>, mientras del agregado grueso se obtuvo como máximo tamaño 1", 0.46% humedad natural, 2.65 gr/cm<sup>3</sup> peso específico, 0.82% absorción, 6.88% módulo de fineza, 1.483 kg/cm<sup>3</sup> peso suelto y 1.586 kg/cm<sup>3</sup> peso varillado, por tanto se concluye que las propiedades aportan a la resistencia del concreto.

6.2 En relación con lo antes expuesto, mediante la ficha técnica brindada por la empresa se logró evidenciar las propiedades físicas de la limadura de hierro señalando una condición granular de color plateado/gris, con una densidad de 7.87 g/cm<sup>3</sup>, con un total de 30 neutrones y con un índice de reutilización entre 3 a 4, de tal modo fue con las propiedades químicas mostrando la presencia de 55.847 MA, 1535°C PF Y 2750°C PE. Por ende, estas propiedades resultan favorables para el concreto.

6.3 Por consiguiente las pruebas desempeñadas en el laboratorio permitió la determinación de las resistencias del concreto tanto patrón como con las añadiduras del 4%, 6% y 8% de limadura de hierro, obteniendo mayor dureza a los 28 días de curado, con el 4% resultó una dureza de  $f'c = 236.4 \text{ kg/cm}^2$  que no logró superar al concreto patrón, con el 6% se obtuvo  $f'c = 221.2 \text{ kg/cm}^2$  alejándose más de la resistencia del concreto convencional y con el 8% obtuvo una dureza de  $f'c = 177.0 \text{ kg/cm}^2$  en el que se observa una caída total respecto a la resistencia.

6.4 Los resultados obtenidos respecto a las resistencias tanto del concreto patrón como del concreto con adiciones, nos lleva a concluir que con la adición del 4% de limadura de hierro se alcanza una alta resistencia en relación a los posteriores porcentajes (6% y 8%), por tanto, el óptimo diseño abarcó 366.0 kg de cemento, 1.7 kg de limadura de hierro, 1004.4 kg de agregado grueso, 747.5 kg de agregado fino y 162.3 litros de agua.

6.5 Para terminar, es importante mencionar que con el diseño óptimo se logró establecer el precio del metro cúbico con aplicación de limadura de hierro en el que se obtuvo una diferencia de S/. 1.55 ya que el concreto convencional resultó S/. 313.50 mientras que el concreto con el 4% de adición de limadura de hierro se obtuvo S/. 311.95, resultando favorable para la economía.

## VII. RECOMENDACIONES

7.1 En base a los resultados recopilados en el presente análisis se recomienda que se tome en cuenta los materiales que se va emplear para un diseño de mezcla, puesto que intervienen muchos factores al momento de su selección, del mismo modo se sugiere mantener la veracidad de los resultados obtenidos de los ensayos.

7.2 Una vez seleccionado el aditivo a emplear se recomienda realizar estudios más precisos y más a fondo en centros especializados puesto que posee propiedades que son compatibles con el concreto por lo que se adhieren de manera eficaz elevando la resistencia del mismo. Se sugiere más estudios sobre la limadura de hierro porque al aportar resistencia también puede aportar beneficios relacionados a infraestructura vial, saneamiento, entre otros.

7.3 Nuestro proyecto recomienda el uso de la limadura de hierro por dos razones una de ellas siempre y cuando se aplique porcentajes menores al 4% porque mientras más se eleve la cantidad de aditivo la resistencia desciende notablemente respecto al concreto patrón y la segunda porque este aditivo lo encontramos en las grandes factorías como residuos que claramente con su uso se estaría contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

7.4 Con respecto a los porcentajes de adición no se recomienda el uso de la limadura de hierro en un 4% porque no supera la resistencia del concreto patrón, lo que sí se sugiere es que se empleen valores menores a ese porcentaje si se desea lograr un diseño óptimo.

7.5 Finalmente se recomienda desde un punto de vista económico la utilización de limadura de hierro porque resulta una ligera diferencia a favor del concreto adicionado.

## REFERENCIAS

Acuña, L. (2013). Modernización de la resistencia a la compresión del concreto mediante redes neuronales artificiales. *Revista Tecnia*, 23(2), 12-20. Disponible: <http://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnica/article/view/71>

Aguilar, C. (2018). “*Análisis de las propiedades mecánicas del concreto 210kg/cm<sup>2</sup> con adición de limadura de hierro para viviendas, San Juan de Lurigancho*”, 2018 [Universidad César Vallejo]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34753>

Albano, C. et al. Properties of modified Portland cement concrete with scrap rubber at different w/c ratios. *Revista Facultad Ingeniería*, 28(01), 65-48. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S079840652013000100011&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S079840652013000100011&script=sci_arttext)

Alfaro S. Cuadra, E. *Adición de viruta de acero y agregados de la cantera Milagro en el mejoramiento de las características mecánicas del concreto, Trujillo 2020* [Universidad César Vallejo]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58077>

Alfeehan, A y et al. (202) Utilizing Industrial Metal Wastes in One-Way Ribbed Reinforced Concrete Panels. *Revista Ingeniería de Construcción*, 5(3), 246-256. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300246>.

Aravena, P. et al (2014). Validity and Reliability in Dental Research. *Revista Int. J. Odontostomat*, 8(1), 69-75. Disponible en:[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180683242014000100232&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180683242014000100232&script=sci_abstract)

Ato, M & López, J. & Benavente, A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 13(29), 253-321. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/167/16728244043.pdf>

Caballero, K. Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. *Revista Prisma Tecnológico*, 8(1), 18 – 23. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1527>

Cabrera, J. (2016). Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado. *Revista Alconpat*, 6(1), 64 – 83. Disponible en:[https://pdfs.semanticscholar.org/e89f/08ddbe5867819f881b047e292a38e1116833.pdf?\\_ga=2.202144089.975143558.1606639637-1076038508.1606639637](https://pdfs.semanticscholar.org/e89f/08ddbe5867819f881b047e292a38e1116833.pdf?_ga=2.202144089.975143558.1606639637-1076038508.1606639637)

Camarango, Nelson. Higuera, Carlos. Concrete Hydraulic Modified with silica obtained of the rice husk. *Revista Ciencia e Ingeniería Andina*, 27(1), 91-109. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702017000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702017000100006)

Cantú Mata, J.L. (2020). Ingenierías. <http://ingenierias.uanl.mx/89/index.html>.  
Disponible en: <https://www.uanl.mx/investigadores/jose-luis-cantu-mata/>

Canul, L. Mendoza, J. Moreno. Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas del concreto hecho con agregado calizo triturado de alta absorción. *Revista Alcompat*, 6(6), 235-6835. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-68352016000300235&lng=es&nrm=i&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352016000300235&lng=es&nrm=i&tlng=es).

Carrillo, J. Mechanical properties of concrete for low cost hou housing. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14(2), 285 – 298. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v14n2/v14n2a12.pdf>

Carrillo, Julián. Páramo, Silvia. Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. *Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(3), 317 – 330. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v17n3/1405-7743-iit-17-03-00317.pdf>

Castillo, Edinson. Lema, William. Relación agua/cemento en diseño de vértices extremos aplicado a mortero. *Revista Maskana*, 9(1), 125-140. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1860/1369>.

Chávez, Jhony. *Resistencia A La Compresión De Un Concreto Con Adición De Limaduras De Hierro Fundido* [Universidad Nacional de Cajamarca]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/515>

Chileno, Marlon. *Relación del aditivo nanosílice en la resistencia del concreto en la urbanización de Chorrillos – Ciudad de Huancayo 2016* [Universidad Peruana de los Andes]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/247>

Chileno, Juan. *Uso de limaduras de fierro de estructuras metálicas para la elaboración de concreto pesado en la ciudad de Huancayo 2021* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5941>

Chinguel, R. & Flores, J. (2019). “*Adoquín con adición de caucho granulado reciclado para lograr un adecuado comportamiento al esfuerzo de compresión; Moyobamba, 2019*” [Universidad Cesar Vallejo]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48462>

Cortés, Facundo. De la Cruz, Francisco. Sáenz, Agustín. Concreto ligero utilizando Cáscara de Nuez. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 9(1), 1-11. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193948443004.pdf>.

Escobar, Diego. Lizarazo, Juan. Salas, Andres. Efectos del Curado en las Propiedades de Mezclas de Concreto con Altos Contenidos de Escoria de Hierro. *Revista Información Tecnológica*, 27(6), 163-174. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600017>

German, Robinson. Pérez, Jairo. *Influencia de la limadura de hierro en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto fabricadas artesanalmente, Trujillo – 2020*. [Universidad Privada del Norte. Trujillo]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3001050>

Gutiérrez, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción. *Revista de Ingeniería*, 20(1), 50-22. Disponible en: [https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-03-04\\_01-58-1594299.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-03-04_01-58-1594299.pdf)

Hamodi, Carolina. López, Víctor. López, Ana. Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Revista Perfiles Educativos*, 37(147), 146-161. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0185-26982015000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-26982015000100009&lng=es&nrm=iso).

Hernández, S. & Diana, D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 09(17), 51-53. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

Hernández, Z. Método de análisis de datos. *Material didáctico. Matemáticas*, 01(06), 172-185. Disponible en: [https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD\\_710/Lib489791.pdf](https://www.unirioja.es/cu/zehernan/docencia/MAD_710/Lib489791.pdf).

Hidalgo, Carolina y et al. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Revista Tecnología en marcha*, 25(2), 80-86. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>

Ledezma, M. Pasta cementicia mejorada con adición de Zeolita y Hierro en polvo para morteros de pega o junteo. *Revista Scielo*, 19(2), 224-228. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432018000200223](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432018000200223)

Manterola, C. Otzen, T. Sampling Techniques on a Population a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227 – 232. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_arttext)

Marles, L. *Diseño de mezcla de concreto con limaduras de hierro colado, para elaborar aro-tapas según características técnicas de la norma NTC 1393, para la ciudad de Villavicencio – Meta* [Universidad corporativa de Colombia]. Disponible en [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14641/1/2017\\_diseno\\_mezcla\\_concreto.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14641/1/2017_diseno_mezcla_concreto.pdf)

Martínez, Ana. Research design. Theoretical, methodological and practical principles for its success. *Revista Anuario Escuela de Archivología*, 12(4), 45-23. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/anuario/article/view/1266>

Molina, L, Garzón, M. (2017). Propiedades de concretos y morteros modificados con nanomateriales: estado del arte. *Revista Arquetipo de la Facultad de Arquitectura y Diseño*, 14(11), 81-91. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/329301218\\_Propiedades\\_de\\_concretos\\_y\\_morteros\\_modificados\\_con\\_nanomateriales\\_estado\\_del\\_arte/link/5cf6482c4585153c3db1e832/download](https://www.researchgate.net/publication/329301218_Propiedades_de_concretos_y_morteros_modificados_con_nanomateriales_estado_del_arte/link/5cf6482c4585153c3db1e832/download)

Moreno, Elkin. Osorio, Beyer. *Factibilidad del uso de polvo de hierro de hierro producto del corte por plasma de la industria metalmeccánica como sustituto parcial de la arena en el mortero*. [Universidad de la Salle]. Disponible en [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/317/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/317/)

Pacheco, Diego. Ladino, Moisés. *Análisis de factibilidad técnica, comercial, ambiental y económica del uso de la limadura de hierro en una PTAR*. [Universidad de La Salle]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/347/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/347/)

Perez, J. & Arrieta, Y. (2017). *Estudio para caracterizar una mezcla de concreto con caucho reciclado en un 5% en peso comparado con una mezcla de concreto tradicional de 3500 psi*. [Universidad Católica de Colombia]. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15486>

Quirós, Luis. *Estudio Del Comportamiento Mecánico Del Mortero Reforzado Con Fibra De Coco Y Modificado Con Óxido De Hierro* [Universidad Pontificia Bolivariana]. Disponible en <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4228/Estudio%20del%20comportamiento%20mec%C3%A1nico%20del%20mortero%20reforzado%20con%20fibra%20de%20coco%20y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serbia, J. Diseño, muestreo y análisis en la investigación cualitativa. *Hologramatica*, 3(7), 122-156. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5872486>

Serrano, M. Concreto preparado con residuos industriales: resultado de alianza empresa universidad. *Revista Educación en ingeniería*, 23(11), 1-11. Disponible: <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/116>.

Soriano, A. Design and validation of measurement instruments. *Revista Diálogos*, 8(13), 19 – 40. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202>

Vargas, F. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista de educación*, 33(01), 155-165. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Vega, G. et al. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), 523-529. Disponible en: <https://www.eujournal.org/index.php/esj/article/view/3477/3240>

Ventura, J. Population or sample? A necessary difference. *Revista Cubana de Salud Pública*, 43(3), 648 – 649. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086434662017000400014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086434662017000400014)

Villalobos, Magaly. *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero* [Universidad Señor de Sipán]. Disponible en <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4926/Magaly%20Elizabeth%20Villalobos%20Pasapera.pdf?sequence=1>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:** Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente	QUIRÓS, (2018). En la actualidad existe una serie de aditivos que proporcionan resistencia al concreto, en este caso la limadura de hierro. Cabe mencionar que su dosificación no debe exceder del 10% del peso del cemento, puesto que este aditivo a grandes cantidades puede necesitar mayor cantidad de agua lo cual disminuye la resistencia del concreto. Las propiedades que posee como la ausencia de toxicidad y la insolubilidad en el agua ayudan a mejorar las propiedades anticorrosivas del material.	Se empleará limadura de hierro en 4%, 6% y 8% para luego proseguir a su fabricación en un determinado molde.	Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino y agregado grueso	Contenido de humedad Peso específico y absorción Granulometría	Intervalo
Diseño de un concreto simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando limadura de hierro		El aditivo a usar será limadura de hierro, debido a que incrementa la resistencia del concreto.	Propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro	Densidad Peso específico PH	Intervalo
			Resistencia a compresión con adición de limadura de hierro al 0%, 4%, 6% y 8%.	Probetas sometidas a la prensa en sus dos caras transversales	Intervalo
Variable dependiente	CAMARANGO E HIGUERA, (2016). Es un factor imprescindible ya que se determina para verificar que el concreto cumpla con las exigencias correspondientes, todo ello se realiza mediante cilindros. Dicha medición es de forma cuantitativa para lograr verificar la dureza que exhibe al ser sometida en sus dos caras transversales.	Se adicionará limadura de hierro para aumentar la resistencia a la compresión del concreto	Proporción del diseño de mezcla de concreto	Cantidad de material a emplear	Intervalo
Resistencia a la compresión			Factibilidad económica	Costo unitario de fabricación	Intervalo

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas.

## ANEXO 2: Instrumento de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de los agregados (fino y grueso)	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físicas y químicas de los agregados.	Norma N.T.P 339.127(ASTM D2216)
Ensayo de las propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro	Ficha de registro de datos sobre propiedades físicas y químicas de la limadura de hierro.	Norma N.T.P 339.128 (ASTM D 422)
Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y adicionado.	Ficha de control para la resistencia a compresión del concreto.	Norma N.T.P 336.167 (ASTM D 2166)

## ANEXO 3: Muestras de concreto

Probetas patrón y probetas con adición de limadura de hierro					
EDADES	PATRÓN	4%	6%	8%	Parcial
7 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
14 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
28 días	03 probetas	03 probetas	03 probetas	03 probetas	12 unid
<b>Total</b>					<b>36 unid</b>

Fuente: Elaboración propia de los tesisistas

# ANEXO 4: Ensayos del Agregado Fino

## Granulometría



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422

OBRA : "Diseño de concreto simple Fc=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"

LOCALIDAD : Tarapoto

MATERIAL : Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto

CALICATA :

MUESTRA : M-1

ACOPIO : EN OBRA

CANTERA : RIO CUMBAZA

UBICACIÓN :

N° REGISTRO : 001

TECNICO : S.R.V

ING° RESP. : V.A.C.G

FECHA : 13/04/2022

HECHO POR : K.G.H

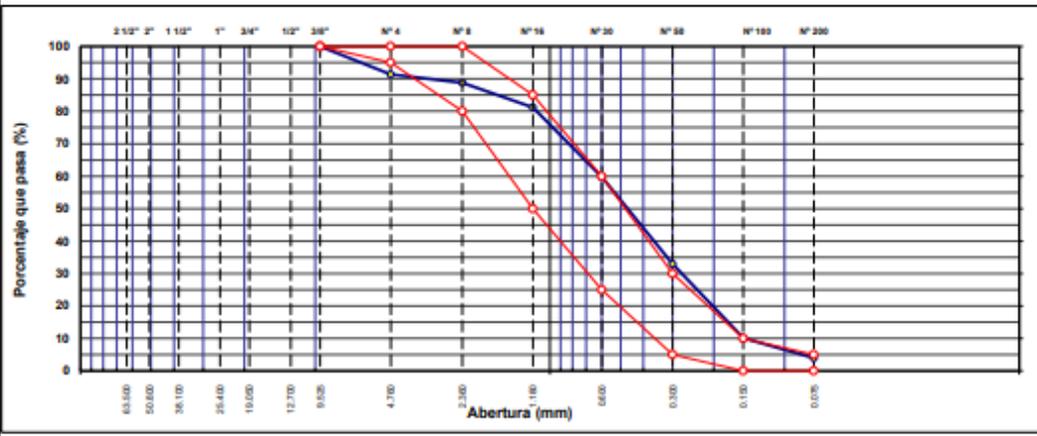
DEL KM :

AL KM :

CARRIL :

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.197,0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 500,0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 1.094,1 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Ensayo Malla #200 : P.S. Seco : P.S. Lavado : % 200
3/8"	9.525	56.1	4.7	4.7	100.0	100	
# 4	4.760	46.3	3.9	8.6	91.4	95 - 100	MÓDULO DE FINURA = 2.40 %
# 8	2.360	11.9	2.7	11.3	88.7	80 - 100	EQLIV. DE ARENA = 75.0 %
# 16	1.180	90.0	7.5	18.8	81.2	50 - 85	PESO ESPECÍFICO:
# 30	0.600	257.0	21.5	40.3	59.8	25 - 60	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.80 gr/cm³
# 50	0.300	320.1	26.7	67.0	33.0	5 - 30	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.61 gr/cm³
# 100	0.150	73.6	6.2	80.9	19.2	2 - 10	P.E. Aparente (Base Seca) = 2.54 gr/cm³
# 200	0.075	73.8	6.2	96.0	4.0	0 - 3	Absorción = 0.55 %
< # 200	FONDO	47.7	4.0	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO = 1.492 kg/m³
FINO		1,094.1					PESO UNIT. VARILLADO = 1.743 kg/m³
TOTAL		1,197.0					% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
REG. CIP N° 159861

## Determinación de la humedad natural

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	

### DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM C 566

OBRA	: "Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: Tarapoto	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	ING. RESP.	:
CALICATA	:	FECHA	: 13/04/2022
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	:
ACOPIO	: EN OBRA	DEL KM	:
CANTERA	: RIO CUMBAZA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

### AGREGADO FINO

DATOS DE LA MUESTRA				
NUMERO TARA	2	3		
PESO DE LA TARA (grs)	100	100		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1325.5	1305		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1218.4	1199.7		
PESO DEL AGUA (grs)	107.1	105.3		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1118.4	1099.7		
% DE HUMEDAD	9.58	9.58		
PROMEDIO % DE HUMEDAD	9.58			

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

	 Victor Aaron Chung Garazatua <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 159861
---	---

## Peso específico

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo
	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>

### GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(ASTM C-128 )

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
<b>OBRA :</b> "Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	<b>N° REGISTRO :</b> 001
<b>CIUDAD :</b> Tarapoto	<b>TÉCNICO :</b> S.R.V
<b>MATERIAL :</b> Arena Natural Zarandeada <3/8 para concreto	<b>ING° RESP. :</b> V.A.C.G
<b>CALICATA :</b>	<b>FECHA :</b> 13/04/2022
<b>MUESTRA :</b> M-1	<b>HECHO POR :</b> K.G.H
<b>ACOPIO :</b> EN OBRA	<b>DEL KM :</b>
<b>CANTERA :</b> RIO CUMBAZA	<b>AL KM :</b>
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>CARRIL :</b>

#### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO				
A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	300.1	300.2	
B	Peso frasco + agua (gr)	664.2	670.4	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	964.3	970.6	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	849.2	856.1	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm <sup>3</sup> )	115.1	114.5	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	298.0	299	
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm <sup>3</sup> )	113.0	113.3	<b>PROMEDIO</b>
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.589	2.611	2.600
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.607	2.622	<b>2.615</b>
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	2.637	2.639	2.638
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.705	0.401	<b>0.55%</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>				

	 Victor Aaron Chung Garazatua <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 159861
---	---



# Anexo 8: Ensayos del Agregado Grueso

## Granulometría



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

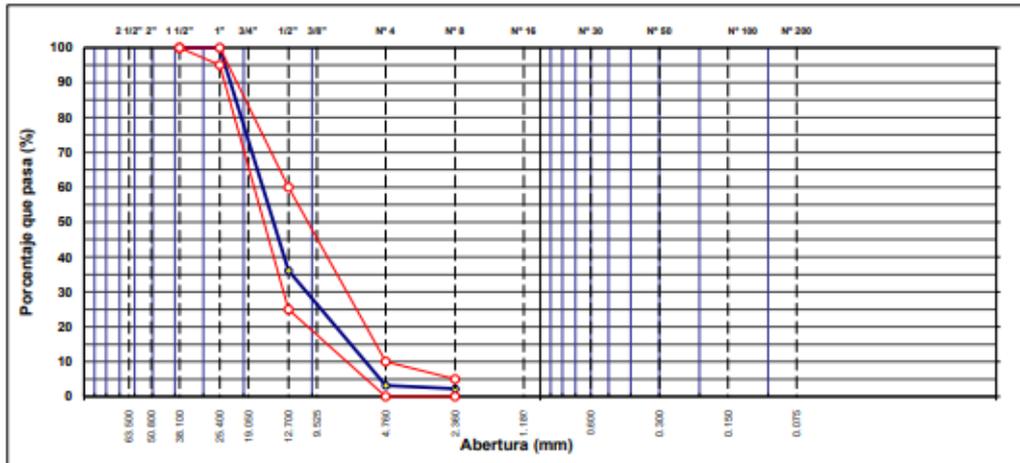
C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 ASTM D 422

<b>OBRA :</b> "Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021" <b>LOCALIDAD :</b> TARAPOTO <b>MATERIAL :</b> Grava Chancada Para concreto T.Max.<1" <b>CALICATA :</b> <b>MUESTRA :</b> M-1 <b>ACOPIO :</b> EN PLANTA INDUSTRIAL <b>CANTERA :</b> RIO HUALLAGA <b>UBICACIÓN :</b>	<b>N° REGISTRO :</b> 001 <b>TECNICO :</b> S.R.V <b>ING° RESP. :</b> V.A.C.G <b>FECHA :</b> 13/04/2022 <b>HECHO POR :</b> K.G.H <b>DEL KM :</b> <b>AL KM :</b> <b>CARRIL :</b>
---	--

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	HUSO AG-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 10,201.3 gr
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						MÓDULO DE FINURA = 6.88 %
1 1/2"	38.100					100 - 100	PESO ESPECÍFICO:
1"	25.400				100.0	95 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.638 gr/cm³
3/4"	19.050	1,057.0	10.4	10.4	89.6	25 - 60	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.659 gr/cm³
1/2"	12.700	5,464.1	53.6	63.9	36.1		P.E. Agente (Base Seca) = 2.696 gr/cm³
3/8"	9.525	1,907.9	18.7	82.6	17.4		Absorción = 82.19 %
# 4	4.750	1,451.2	14.2	96.9	3.2	0 - 10	PESO UNIT. SUELTO = 1.483 kg/m³
# 4	2.360	92.6	0.9	97.8	2.2	0 - 5	PESO UNIT. VARILLADO = 1.598 kg/m³
# 8	2.360	228.5	2.2	100.0	0.0		CARAS FRACTURADAS:
# 16	1.180						1 cara o más = %
# 30	0.600						2 caras o más = %
# 40	0.420						Partículas chatas y alarg. = %
# 50	0.300						
# 100	0.150						% HUMEDAD: P.S.H. : P.S.S. : % Humedad
# 200	0.075						OBSERVACIONES:
<# 200	FONDO						
TOTAL		10,201.3					

**CURVA GRANULOMÉTRICA**







**Victor Aaron Chung Garazetua**  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

## Determinación de la humedad natural

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	

### DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM C 566

OBRA	: "Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: TARAPOTO	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING. RESP.	: V.A.C.G
CALICATA	:	FECHA	: 13/04/2022
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: K.G.H
ACOPIO	: EN PLANTA INDUSTRIAL	DEL KM	:
CANTERA	: RIO HUALLAGA	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

### AGREGADO GRUESO

DATOS DE LA MUESTRA			
NUMERO TARA	3	11	
PESO DE LA TARA (grs)	100	100	
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	596.5	640.1	
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	594.2	637.7	
PESO DEL AGUA (grs)	2.3	2.4	
PESO DEL SUELO SECO (grs)	494.2	537.7	
% DE HUMEDAD	0.465	0.446	
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.46		

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

	 Victor Aaron Chung Garazatua <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 159861
---	--

## Peso unitario

	C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @. jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	

### PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

MTG E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

OBRA :	"Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	N° REGISTRO :	
CIUDAD :	TARAPOTO	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING° RESP. :	V.A.C.G
CALICATA :		FECHA :	13/04/2022
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	
ACOPIO :	EN PLANTA INDUSTRIAL	DEL KM :	
CANTERA :	RIO HUALLAGA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

### AGREGADO GRUESO

Peso unitario suelto :	1.483	Peso unitario Varillado :	1.586
------------------------	-------	---------------------------	-------

### PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8511.00	8517.00	8519.00	
Peso del recipiente	(gr)	5403.00	5403.00	5403.00	
Peso de la muestra	(gr)	3108.00	3114.00	3116.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2099.00	2099.00	2099.00	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1.481	1.484	1.485	
<b>Peso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.483</b>			

### PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	8727.00	8736.00	8731.00	
Peso del recipiente	(gr)	5403.00	5403.00	5403.00	
Peso de la muestra	(gr)	3324.00	3333.00	3328.00	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2099.00	2099.00	2099.00	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1.584	1.588	1.586	
<b>Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.586</b>			

OBS.:

---



---



---

	 Victor Aaron Chung Garazatua <b>INGENIERO CIVIL</b> REG. CIP N° 159861
---	--

## Peso específico

 <p><b>JHCD</b> CONTRATISTAS S.A.C.</p>	<p>C. (51) 956 217 383 – 939 175 863 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo</p> <p><b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS</b></p>
--	--

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

ASTM C 127

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			
OBRA :	"Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	TARAPOTO	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	Grava Chancada Para concreto T.Max.<1"	ING° RESP. :	V.A.C.G
CALICATA :		FECHA :	13/04/2022
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	K.G.H
ACOPIO :	EN PLANTA INDUSTRIAL	DEL KM :	
CANTERA :	RIO HUALLAGA	AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

#### DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr)	620.6	618.6		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (gr)	387.7	385.5		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )	232.9	233.1		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	616.0	613.1		
E	Volumen de masa = C - ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )	228.3	227.6		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.645	2.630		2.638
	Pe bulk ( Base saturada) = A/C	2.665	2.654		2.659
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.698	2.694		2.696
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.747	0.897		0.82

OBSERVACIONES:

---



---



---



---



---

	 <b>Victor Aaron Chung Garazatua</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. CIP N° 159861</b>
---	---

# Anexo 9: Ensayos de la limadura de hierro

## Granulometría



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

---

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
ASTM D 422

**OBRA :** "Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"

**LOCALIDAD :** Tarapoto

**MATERIAL :** LIMADURA DE HIERRO

**CALICATA :**

**MUESTRA :** M-1

**ACOPIO :**

**CANTERA :**

**UBICACIÓN :**

**N° REGISTRO :** 001

**TECNICO :** S.R.V

**ING° RESP. :** V.A.C.G

**FECHA :** 19/05/2022

**HECHO POR :** K.G.H

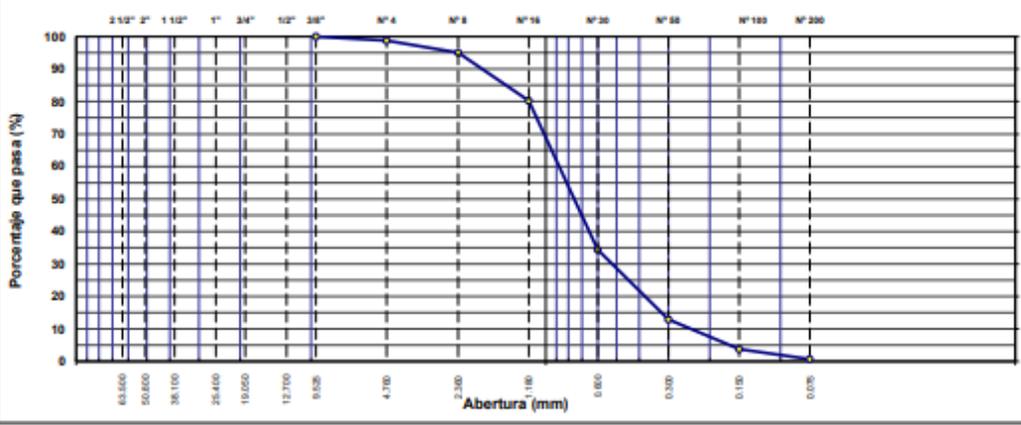
**DEL KM :**

**AL KM :**

**CARRIL :**

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1.338.0 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 500.0 gr
2"	50.800						PESO FINO = 1.321.9 gr
1 1/2"	38.100						LIMITE LIQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LIMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050						INDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Ensayo Malla #200 : P.S. Seco : P.S. Lavado : % 200
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	100	
#4	4.750	16.1	1.2	1.2	98.8	95 - 100	MÓDULO DE FINURA =
#8	2.360	50.2	3.8	5.0	95.1	80 - 100	SOLIV DE ARENA =
#16	1.180	197.7	14.8	19.7	80.3	50 - 85	PESO ESPECIFICO:
#30	0.600	614.0	45.9	65.6	34.4	25 - 60	P.E. Bulk (Base Seca) =
#50	0.300	287.6	21.5	87.1	12.9	5 - 30	P.E. Bulk (Base Saturada) =
#100	0.150	121.5	9.1	96.2	3.8	2 - 10	P.E. Aparente (Base Seca) =
#200	0.075	41.9	3.1	99.3	0.7	0 - 3	Abasación =
<#200	FONDO	9.6	0.7	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO =
FINO		1.321.9					PESO UNIT. VARELLADO =
TOTAL		1.338.0					% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





*Victor A. Chung*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
REG. CIP N° 159861

## Peso especifico



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

### ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO

OBRA :	"Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"	HECHO:	001
MATERIAL :	LIMADURA DE HIERRO	ING. RESP	V.A.C.G
ACOPIO :		FECHA	19/05/2022
MUESTRA :	0		
CANTERA :			

Peso del Material Secado al Aire (P)	514.4	514.4	514.4	2.968
Peso Frasco + Agua (PO)	1830.6	2345.0	173.3	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	2171.7			

OBSERVACIONES:



  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159861

## Anexo 10: Diseño del concreto patrón



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico $f'_{cr} = 210+85 \text{ kg/cm}^2$

**Obra** : "Diseño de concreto simple  $f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"

**Localidad** : Tarapoto

**Cemento** : PACASMAYO Tipo ICO

**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava <1" (Chancado) Cantera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra

**Agua** : RED POTABLE

**Aditivo 1** : Dosis \_\_\_\_\_ P. Especif. \_\_\_\_\_ kg/lt

**Asentamiento** : 4" - 6"

**Concreto** : **sin** aire incorporado

**Fecha:** 18/04/2022

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico $\text{kg/m}^3$	2.615	2.659	3000
Peso Unitario Suelto	1492	1482	1501
Peso Unitario Varillado	1743	1585	
Módulo de finieza	2.4		
% Humedad Natural	9.58	0.46	
% Absorción	1.52	0.82	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.590	366	1.5

Volumen absolutos $\text{m}^3/\text{m}^3$ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.122	0.015	0.353	0.647
Relacion agregados en mezcla ag. / ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
0.647	$\text{m}^3$

Fino	42.0%	0.272	$\text{m}^3$	710.56	$\text{kg/m}^3$
Grueso	58.0%	0.375	$\text{m}^3$	997.76	$\text{kg/m}^3$

Pesos de los elementos $\text{kg/m}^3$ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	366	366
Ag. fino	710.6	778.6
Ag. grueso	998	1002.4
Agua	216.0	162.3
Colada $\text{kg/m}^3$	2290.4	2309.4

Aporte de agua en los agregados		
Ag. fino	-57.27	$\text{Lt/m}^3$
Ag. grueso	3.59	$\text{Lt/m}^3$
Agua libre	-53.68	$\text{Lt/m}^3$
Agua efectiva	162.3	$\text{Lt/m}^3$

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo (lt)
En $\text{m}^3$	0.244	0.522	0.676	162.3	
En $\text{pie}^3$	8.61	18.43	23.89	162.3	

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio						
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)
	1		2.13	2.74	0.44	
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino ( $\text{pie}^3$ )	Ag. Grueso ( $\text{pie}^3$ )	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)
	1	2.14	2.77	18.8		

Observaciones

Se emplee : Cemento Portland Compuesto Tipo ICO



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

# Anexo 11: Diseño del concreto con adiciones de limadura de hierro

## 4% de LH



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

### Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico Fcr = 210+85 kg/cm<sup>2</sup>

**Obra** : "Diseño de concreto simple Fcr=210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"

**Localidad** : Tarapoto

**Cemento** : PACASMAYO Tipo Ico **Fecha:** 18/04/2022

**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava <1" (Chancado) Cantera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra

**Agua LIMADURA DE HIERRO** : RED POTABLE

Dosis 4.00% P. Especif. \_\_\_\_\_ kg/ft

**Asentamiento** : 4" - 6"

**Concreto** :  sin  aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2.615	2.659	3000
Peso Unitario Suelto	1492	1482	1501
Peso Unitario Variado	1742	1585	
Módulo de fineza	2.4		
% Humedad Natural	9.58	0.46	
% Absorción	1.52	0.82	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.590	366	1.5

Volumen absolutos m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.122	0.015	0.353	0.647
Relacion agregados en mezcla ag. f			42.0%	58.0%
ag. gr.				

Volumen absoluto de agregados	
0.647	m <sup>3</sup>

Fino	42.0%	0.272	m <sup>3</sup>	710.56	kg/m <sup>3</sup>
Grueso	58.0%	0.375	m <sup>3</sup>	997.76	kg/m <sup>3</sup>

Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	366	366
Agr. fino	710.6	778.6
Agr. grueso	999	1002.4
Agua	216.0	162.3
Limadura de Hierro	28.42	31.15
Colada kg/m <sup>3</sup>	2318.9	2340.6
Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO	682.14	747.49

Aporte de agua en los agregados		
Ag. fino	-57.27	L/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	3.59	L/m <sup>3</sup>
Agua libre	-53.68	L/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	162.3	L/m <sup>3</sup>

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio						
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (KILOS)
En m <sup>3</sup>	0.244	0.522	0.676	162.3	31.1	0.501
En pie <sup>3</sup>	8.61	18.43	23.89	162.3	31.1	17.693

#### Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (kg)
	1	2.13	2.74	0.44	0.09	2.04
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (pie <sup>3</sup> )
	1	2.14	2.77	18.8	1.7	2.09

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



*Victor Azaón Chung Garazotua*  
 Victor Azaón Chung Garazotua  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861

6% de LH



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico**  
**f'cr = 210+85 kg/cm2**

**Obra** : "Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"  
**Localidad** : Tarapoto  
**Cemento** : PACASMAYO Tipo Ico  
**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandada Cantera Rio Cumbaza  
**Ag. Grueso** : Grava <1" (Chancado) Cantera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra  
**Agua** : RED POTABLE  
**LIMADURA DE HIERRO** : Dosis 6.00% P. Especif.          kg/lt  
**Asentamiento** : 4" - 6"  
**Concreto** : **sin** aire incorporado

Fecha: 18/04/2022

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2.615	2.659	3000
Peso Unitario Suelto	1492	1482	1501
Peso Unitario Variado	1742	1585	
Módulo de finiza	2.4		
% Humedad Natural	9.58	0.46	
% Absorción	1.52	0.82	
Tamaño Máximo Nominal		34"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.590	366	1.5

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.122	0.015	0.353	0.647
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.				
			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados		Fino		Grueso	
0.647	m <sup>3</sup>	42.0%	0.272 m <sup>3</sup>	58.0%	0.375 m <sup>3</sup>
			710.58 kg/m <sup>3</sup>		997.76 kg/m <sup>3</sup>

Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	366	366
Agr. fino	710.6	778.6
Agr. grueso	999	1002.4
Agua	216.0	162.3
limadura de hierro	42.63	46.72
Colada kg/m <sup>3</sup>	2333.1	2356.1
Cantidad de Agr.Fino a utilizar restándole la LIMADURA DE HIERRO	667.93	731.92

Aporte de agua en los agregados		
Ag. fino	-57.27	L/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	3.59	L/m <sup>3</sup>
Agua libre	-53.68	L/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	162.3	L/m <sup>3</sup>

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio						
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restándole la LIMADURA DE HIERRO (KILOS)
En m <sup>3</sup>	0.244	0.522	0.676	162.3	46.7	0.491
En pie <sup>3</sup>	8.61	18.43	23.89	162.3	46.7	17.324

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio						
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restándole la LIMADURA DE HIERRO (kg)
		1	2.13	2.74	0.44	0.13
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restándole la LIMADURA DE HIERRO (pie <sup>3</sup> )
		1	2.14	2.77	18.8	2.5

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

8% LH



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico**  
**f<sub>cr</sub> = 210+85 kg/cm<sup>2</sup>**

**Obra** : "Diseño de concreto simple f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"

**Localidad** : Tarapoto

**Cemento** : PACASMAYO Tipo Ico **Fecha:** 18/04/2022

**Ag. Fino** : Arena Natural Zarandada Cantera Rio Cumbaza

**Ag. Grueso** : Grava <1" (Chancado) Cantera Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y acopiada en obra

**Agua** : RED POTABLE

**LIMADURA DE HIERRO** : Dosis 8.00% P. Especif.          kg/lt

**Asentamiento** : 4" - 6"

**Concreto** : sin aire incorporado

Características de los agregados			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento
Peso Especifico kg/m <sup>3</sup>	2.615	2.659	3000
Peso Unitario Suelto	1492	1482	1501
Peso Unitario Varillado	1742	1585	
Módulo de fineza	2.4		
% Humedad Natural	9.58	0.46	
% Absorción	1.52	0.82	
Tamaño Máximo Nominal		3/4"	

Valores de diseño			
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
216.0	0.590	366	1.5

Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.216	0.122	0.015	0.353	0.647
Relacion agregados en mezcla ag. f ag. gr.			42.0%	58.0%

Volumen absoluto de agregados	
	m <sup>3</sup>
0.647	

Fino	42.0%	0.272	m <sup>3</sup>	710.56	kg/m <sup>3</sup>
Grueso	58.0%	0.375	m <sup>3</sup>	997.76	kg/m <sup>3</sup>

	Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla	
	Secos	Corregidos
Cemento	366	366
Agr. fino	710.6	778.6
Agr. grueso	998	1002.4
Agua	216.0	162.3
Limadura de Hierro	56.85	62.29
Colada kg/m <sup>3</sup>	2347.3	2371.7
Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO	653.72	716.34

Aporte de agua en los agregados		
		L/m <sup>3</sup>
Ag. fino	-57.27	L/m <sup>3</sup>
Ag. grueso	3.59	L/m <sup>3</sup>
Agua libre	-53.68	L/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	162.3	L/m <sup>3</sup>

	Volumenes aparentes con humedad natural de acopio					
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (KILOS)
En m <sup>3</sup>	0.244	0.522	0.676	162.3	62.3	0.480
En pie <sup>3</sup>	8.61	18.43	23.89	162.3	62.3	16.955

**Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio**

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (kg)
	1	2.13	2.74	0.44	0.17	1.98
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	LIMADURA DE HIERRO (KILOS)	Cantidad de Agr.Fino a utilizar restandole la LIMADURA DE HIERRO (pie <sup>3</sup> )
	1	2.14	2.77	18.8	3.4	2.04

Observaciones

Se empleo : Cemento Portland Compuesto Tipo ICo



*Victor Aarón Chung Oarazatua*  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159851

## Anexo 12: Resistencia del concreto patrón

		C. (51) 998 096 480 - 981 483 150 @.jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo						
<b>REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO</b>								
Obra : "Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"								
Nombre Especificación :	AASHTO T-22	ASTM C-39	MTC E-704					
Fecha de Fabricación :	18/04/2022	Laboratorio :	JHCD					
Ubicación de la Colada :	FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>		Mezcla para: DISEÑO					
Tamaño Cilindro :	15.00 x 30.00 cm <sup>2</sup>		Asentamiento : 4 1/2"					
Temperatura de Concreto:	31 °C	Temperatura Aire :	30 °C					
		Resistencia Diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>					
Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	25/04/2022	7	25920	25838	146.2	69.6
2	15.0	176.7	25/04/2022	7	25630	25546	144.6	68.8
3	15.0	176.7	25/04/2022	7	25590	25506	144.3	68.7
<b>Promedio a los 7 días</b>							<b>145.0</b>	<b>69.1</b>
4	15.0	176.7	2/05/2022	14	30720	30720	173.8	82.8
5	15.0	176.7	2/05/2022	14	30700	30700	173.7	82.7
6	15.0	176.7	2/05/2022	14	30640	30640	173.4	82.6
<b>Promedio a los 14 días</b>							<b>173.7</b>	<b>82.7</b>
7	15.0	176.7	16/05/2022	28	40970	40969	231.8	110.4
8	15.0	176.7	16/05/2022	28	43890	43905	248.5	118.3
9	15.0	176.7	16/05/2022	28	41720	41723	236.1	112.4
<b>Promedio a los 28 días</b>							<b>238.8</b>	<b>113.7</b>
Observaciones :				Se utilizó Cemento Portland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85				
Diseño:				Agregado Grueso: Grava <1" (Chancado) Río Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra				
				Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cantera Río Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra				
				Cemento : Portland Tipo Ico Pacasmayo.				
				Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento				



  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**

Anexo 13: Resistencia del concreto al 4%



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr: Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

Obra : "Diseño de concreto simple f'c=210 kg/cm2 adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"								
Nombre Especificación :			AASHTO T-22	ASTM C-39	MTC E-704			
Fecha de Fabricación :			18/04/2022		Laboratorio : JHCD			
Ubicación de la Colada :			FORMULACIÓN DE DISEÑO f'c= 210 kg/cm2		Mezcla para: DISEÑO ADICION L.D.H 4%			
Tamaño Cilindro :			15.00 x 30.00 cm <sup>3</sup>		Asentamiento : 4"			
Temperatura de Concreto:			30 °C	Temperatura Aire :	29 °C	Resistencia Diseño: 210 kg/cm <sup>2</sup>		
Cilindro Nº	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	25/04/2022	7	26990	26914	152.3	72.5
2	15.0	176.7	25/04/2022	7	27540	27467	155.4	74.0
3	15.0	176.7	25/04/2022	7	26780	26702	151.1	72.0
<b>Promedio a los 7 días</b>							<b>152.9</b>	<b>72.8</b>
4	15.0	176.7	2/05/2022	14	31240	31187	176.5	84.0
5	15.0	176.7	2/05/2022	14	30980	30925	175.0	83.3
6	15.0	176.7	2/05/2022	14	30640	30583	173.1	82.4
<b>Promedio a los 14 días</b>							<b>174.8</b>	<b>83.3</b>
7	15.0	176.7	16/05/2022	28	41770	41773	236.4	112.6
8	15.0	176.7	16/05/2022	28	41970	41974	237.5	113.1
9	15.0	176.7	16/05/2022	28	41580	41582	235.3	112.1
<b>Promedio a los 28 días</b>							<b>236.4</b>	<b>112.6</b>
Observaciones :								
Se utilizó Cemento Pórtland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85								
<b>Diseño:</b>								
<b>Agregado Grueso:</b> Grava <1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra								
<b>Agregado Fino:</b> Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra								
<b>Cemento :</b> Pórtland Tipo Ico Pacasmayo.								
<b>Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento</b>								



  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159851**

## Anexo 14: Resistencia del concreto al 6%

		C. (51) 998 096 480 - 981 483 150 @. jhcdcontratistas@gmail.com D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo						
<b>REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO</b>								
Obra : "Diseño de concreto simple $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"								
Nombre Especificación :	AASHTO T-22	ASTM C-39	MTC E-704					
Fecha de Fabricación :	19/04/2022	Laboratorio :	JHCD					
Ubicación de la Colada :	FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>		Mezcla para: DISEÑO ADICION L.D.H 6%					
Tamaño Cilindro :	15.00 x 30.00 cm <sup>2</sup>		Asentamiento : 5"					
Temperatura de Concreto:	30 °C	Temperatura Aire :	29 °C					
		Resistencia Diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>					
Cilindro N°	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	26/04/2022	7	24990	24903	140.9	67.1
2	15.0	176.7	26/04/2022	7	25120	25034	141.7	67.5
3	15.0	176.7	26/04/2022	7	25750	25667	145.2	69.2
<b>Promedio a los 7 días</b>							<b>142.6</b>	<b>67.9</b>
4	15.0	176.7	3/05/2022	14	29650	29588	167.4	79.7
5	15.0	176.7	3/05/2022	14	29740	29678	167.9	80.0
6	15.0	176.7	3/05/2022	14	29670	29608	167.5	79.8
<b>Promedio a los 14 días</b>							<b>167.6</b>	<b>79.8</b>
7	15.0	176.7	17/05/2022	28	39120	39109	221.3	105.4
8	15.0	176.7	17/05/2022	28	39070	39059	221.0	105.3
9	15.0	176.7	17/05/2022	28	39110	39099	221.3	105.4
<b>Promedio a los 28 días</b>							<b>221.2</b>	<b>105.3</b>
Observaciones : Se utilizó Cemento Pórtland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85 <hr/> Diseño: Agregado Grueso: Grava <1" (Chancado) Rio Hualлага, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra Agregado Fino: Arena Natural Zarandeada Cartera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra Cemento : Pórtland Tipo Ico Pacasmayo. <hr/> Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento								



  
 Victor Aaron Chung Garazatua  
**INGENIERO CIVIL**  
 REG. CIP N° 159861

Anexo 15: Resistencia del concreto al 8%



**JHCD**  
CONTRATISTAS S.A.C.

C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**REPORTE DE LOS CILINDROS DE CONCRETO**

<p><b>Obra :</b> "Diseño de concreto simple <math>f_c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> adicionando limadura de hierro para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2021"</p>								
Nombre Especificación :			AASHTO T-22	ASTM C-39	MTC E-704			
Fecha de Fabricación :			19/04/2022		Laboratorio :	JHCD		
Ubicación de la Colada :			FORMULACIÓN DE DISEÑO $f_c= 210$ kg/cm <sup>2</sup>		Mezcla para:	DISEÑO ADICION L.D.H 8%		
Tamaño Cilindro :			15.00 x 30.00 cm <sup>3</sup>		Asentamiento :	4 1/2"		
Temperatura de Concreto:			30 °C	Temperatura Aire :	29 °C	Resistencia Diseño:	210 kg/cm <sup>3</sup>	
Cilindro N°	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Lectura Dial (kg)	Carga Total (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
1	15.0	176.7	26/04/2022	7	19540	19423	109.9	52.3
2	15.0	176.7	26/04/2022	7	20110	19996	113.2	53.9
3	15.0	176.7	26/04/2022	7	19780	19665	111.3	53.0
<b>Promedio a los 7 días</b>							<b>111.4</b>	<b>53.1</b>
4	15.0	176.7	3/05/2022	14	21230	21123	119.5	56.9
5	15.0	176.7	3/05/2022	14	21060	20952	118.6	56.5
6	15.0	176.7	3/05/2022	14	22410	22309	126.2	60.1
<b>Promedio a los 14 días</b>							<b>121.4</b>	<b>57.8</b>
7	15.0	176.7	17/05/2022	28	31220	31166	176.4	84.0
8	15.0	176.7	17/05/2022	28	31560	31508	178.3	84.9
9	15.0	176.7	17/05/2022	28	31200	31146	176.3	83.9
<b>Promedio a los 28 días</b>							<b>177.0</b>	<b>84.3</b>
<p><b>Observaciones :</b></p> <p>Se utilizó Cemento Pórtland Tipo Ico, que cumple con la norma ASTM C-150, AASHTO M-85</p> <hr/> <p><b>Diseño:</b></p> <p><b>Agregado Grueso:</b> Grava &lt;1" (Chancado) Rio Huallaga, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra</p> <p><b>Agregado Fino:</b> Arena Natural Zarandeada Cantera Rio Cumbaza, procesada en Planta Industrial y Acopiada en Obra</p> <p><b>Cemento :</b> Pórtland Tipo Ico Pacasmayo.</p> <hr/> <p><b>Diseño de Concreto con 8.5 bolsas de cemento</b></p>								



  
**Victor Aaron Churig Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159851**

## Anexo 16: Certificados

### De calidad



**CEMENTOS SELVA S.A.**  
Calle La coloria No. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Fernando Belaunde Km 468-Distrito Elon Soplin Vargas - Rioja - San Martín  
Teléfono (01) 317 - 6000 (5401/5434/5430) Fax: (01) 317-6000 (5411)



Planta: Rioja

**CEMENTO EXTRAFORTE**  
**Cemento Pórtland Compuesto Tipo ICO**  
Periodo de despacho 01 de agosto de 2019 - 31 de agosto de 2019

8 de Setiembre de 2019

**REQUISITOS NORMALIZADOS**  
NTP 334.090 Tablas 1 y 2

**QUÍMICOS**

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.3
SO <sub>3</sub> (%)	4.0 máx.	2.6

**FÍSICOS**

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
<b>Contenido de aire del mortero (volumen %)</b>	12 máx.	5
<b>Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g)</b>	<sup>A</sup>	4490
<b>Retenido M325 (%)</b>	<sup>A</sup>	3.4
<b>Expansión en autoclave (%)</b>	0.80 máx.	0.05
<b>Contracción en autoclave (%)</b>	0.20 máx.	-
<b>Densidad (g/mL)</b>	<sup>A</sup>	3.00
<b>Resistencia a la compresión min. (MPa)</b>		
1 día	<sup>A</sup>	13.3
3 días	13.0	24.4
7 días	20.0	30.1
28 días	25.0	35.6
<b>Tiempo de fraguado, minutos, Vicat</b>		
Inicial, no menor que:	45	195
Final, no mayor que:	420	331

<sup>A</sup> No especifica.

La resistencia a 28 días corresponde al mes de julio del 2019.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

  
Ing. Luis Galarreta Ledesma  
Jefe de Control de Calidad

Solicitado por:

DINO SELVA IQUITOS S.A.C.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Selva S.A.

## De calibración



**Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN** **LF-044-2021**

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-28  
EXPEDIENTE : 118-2021

**1. SOLICITANTE** : JH CD CONTRATISTAS S.A.C.

**DIRECCIÓN** : Jr. Miraflores N° 488, La Banda de Shilcayo - SAN MARTÍN

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : PRENSA HIDRAULICA DE RESISTENCIA

MARCA : TECNICAS  
MODELO : TCP 341  
NÚMERO DE SERIE : 739  
ALCANCE DE INDICACIÓN : 100000 kgf  
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 10 kgf  
CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA  
PROCEDENCIA : PERÚ  
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA  
UBICACIÓN : LABORATORIO  
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-26

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

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.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

#### **3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### **4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO  
Jr. Miraflores N° 488, La Banda de Shilcayo - SAN MARTÍN

  
Juan C. Quispe Morales  
Licenciado en Física  
CFP N° 0664



**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	29,1 °C	29,0 °C
Humedad Relativa	68 %HR	68 %HR

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Celda de carga calibrado a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0,05 %	INF-LE 131-20 A/C

**7. OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".
- La prensa trabaja con un indicador: Marca: HIWEIGH y Modelo: X8 y Serie: 18F0504039.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
%	$F_1$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)	
10	10000,0	9994,7	10055,4	10004,8	10018,3	
20	20000,0	19986,7	19997,1	20017,3	19993,7	
30	30000,0	29946,4	29976,8	30007,2	29976,8	
40	40000,0	39933,9	39923,7	40004,7	39954,1	
50	50000,0	49888,6	49918,9	49837,9	49885,1	
60	60000,0	59881,2	59830,6	59861,0	59857,6	
70	70000,0	69820,9	69669,3	69851,3	69780,5	
80	80000,0	79808,8	79626,8	79818,9	79751,5	
90	90000,0	89883,0	89743,7	89713,3	89713,3	
100	100000,0	99655,9	99777,2	99696,4	99709,8	
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	-0,18	0,61	---	0,10	0,38
20000	0,03	0,25	---	0,05	0,16
30000	0,08	0,20	---	0,03	0,13
40000	0,11	0,20	---	0,03	0,14
50000	0,23	0,16	---	0,02	0,11
60000	0,24	0,08	---	0,02	0,07
70000	0,31	0,26	---	0,01	0,17
80000	0,31	0,24	---	0,01	0,16
90000	0,32	0,07	---	0,01	0,06
100000	0,29	0,12	---	0,01	0,09

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (%)	0,00 %
-----------------------------------	--------

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## Anexo 17: Proceso de ejecución del proyecto



Fotos nº 01-02: En las imágenes se puede apreciar haciendo el muestreo.



Fotos nº 03-04: En las imágenes se puede apreciar el ensayo de análisis granulométricos.



Fotos nº 05-06: En las imágenes podemos observar la realización del ensayo el peso específico



Fotos nº 07-08: En las imágenes podemos observar realización del ensayo de peso unitario.



Fotos nº 09-10: En las imágenes podemos apreciar los materiales a utilizar para el diseño de concreto con adición de limadura de hierro.



Fotos nº 09-10: En las imágenes podemos observar al personal realizando moldeo de los testigos de los diseños.



Fotos nº 11-12: En las imágenes podemos observar al personal realizando la prueba de asentamiento para los diseños de Mezclas.



Fotos nº 13-14: En las imágenes podemos observar al personal realizando el moldeo de los testigos de concreto.



Fotos nº 15-16: En las imágenes podemos observar la resistencia a la compresión axial de los testigos de concreto



Fotos nº 17-18: En las imágenes podemos observar la resistencia a la compresión axial de los testigos de concreto