



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio para la regulación
de la temperatura en concreto simple, Tarapoto 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Lopez Gavidia, Frank Davis ([ORCID: 0000-0003-0073-0970](https://orcid.org/0000-0003-0073-0970))

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TARAPOTO – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación va dedicado a mis padres, hermanos, familiares y todos los que hicieron posible este proyecto.

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, una formación con valores, reglas y algunas libertades, pero siempre con una motivación para poder lograr mis metas, y verme crecer como persona y futuro profesional. A mis hermanos, por siempre ser un espejo para mí, dejándome una vaya muy alta a superar, pero siempre con su apoyo incondicional impulsándome a seguir, por eso, muchos logros es gracias a ellos.

Muchas gracias por permitirme realizar este sueño, por ese motivo, este proyecto va dedicado a ustedes.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis padres, que gracias a ellos se hizo posible este proyecto, gracias por todo el apoyo que me brindaron, apoyo emocional y económico, gracias padres por brindarme la oportunidad de poder ser un profesional y hacerlos sentir orgullosos de sus frutos, todo esto se los debo a ustedes, y estas cortas frases no serán suficientes para expresar mi agradecimiento y lo dichoso que soy de tenerlos.

Dar gracias a la vida por darme la familia que tengo, unos grandes hermanos, que siempre conté con su apoyo incondicional en todo momento, siempre estaré agradecido y en deuda con ustedes, son una de mis grandes razones y motivación para seguir, son mis guías, mi ejemplo, retos y metas a superar. Solo puedo decir muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Índice de Figuras.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo de Investigación.....	11
3.2. Operacionalización de variables	14
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	16
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Propiedades Físicas y Químicas del Dióxido de Silicio.....	20
4.2. Diseño para la elaboración de concreto con adición de Dióxido de Silicio 0%, 2%, 4% y 6% por m ³	21
4.4. Resistencia del concreto con adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de Dióxido de Silicio en edades de 7, 14 y 28 días.....	22
4.5. Óptima Dosificación de Dióxido de Silicio para el Aislamiento Térmico	24
4.6. Comparación entre aplicaciones de Dióxido de Silicio para Aislamiento Térmico .	25

4.7. Especificación en qué tipo de aplicación el Dióxido de Silicio tiene mejor aislamiento térmico	29
4.1. Relación costo – beneficio sobre la aplicación del Dióxido de Silicio	30
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	44
PANEL FOTOGRÁFICO	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio	6
Tabla 2: Propiedades mecánicas del cemento.....	7
Tabla 3: Muestreo de probetas con adición de dióxido de silicio.....	12
Tabla 4: Muestreo de probetas con capa de dióxido de silicio	13
Tabla 5: Tabla operacionalL	14
Tabla 6: Probetas con adición de dióxido de silicio en mezcla	16
Tabla 7: Probetas para aplicación de dióxido de silicio en capas.....	16
Tabla 8: Técnicas e instrumentos	17
Tabla 9: Análisis de datos	19
Tabla 10: Propiedades físicas y químicas dióxido de silicio	20
Tabla 11: Diseño para la elaboración de concreto con adición de dióxido de silicio 0%, 2%, 4% y 6% por m3.....	21
Tabla 12: Resistencia del concreto con adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de dióxido de silicio en edades de 7, 14 y 28 días.	22
Tabla 13: Tabla de registro térmico de concreto con adición de dióxido de silicio.	25
Tabla 14: Tabla de registro térmico de concreto con adición de dióxido de silicio más capa de aditivo.....	27
Tabla 15: Tabla de relación costo–beneficio dióxido de silicio 2%.....	30
Tabla 16: Tabla de relación costo–beneficio dióxido de silicio en capas.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resistencia mecánica del concreto	23
Figura 2: Diseño óptimo dl concreto de adición de dióxido de silicio	23
Figura 3: Óptima dosificación de dióxido de silicio para el aislamiento térmico	24
Figura 4: Lectura térmicade testigos con adición en la mezcla.	26
Figura 5: Comparación entre aplicaciones de dióxido de silicio	28
Figura 6: Comparación entre aplicaciones de dióxido de silicio	29

Resumen

El proyecto de investigación tiene como objetivo la elaboración de un compuesto a base de dióxido de silicio con la finalidad de regular la temperatura en el concreto proveniente de los rayos del sol, esto se realizará mediante dos métodos, una es aplicando el dióxido de silicio directamente en la mezcla, con un porcentaje de variación en diferentes probetas, de este modo un porcentaje de la mezcla sería dióxido de silicio, con la finalidad de aislar o repeler la temperatura proveniente de los rayos del sol, mientras que por el segundo método, es una aplicación del dióxido de silicio, en forma de capa generando un recubrimiento del concreto con el compuesto o aditivo, logrando así tener una especie de capa protectora del concreto, este se aplicaría sobre la mezcla ya fraguada en la ubicación final del concreto. Las muestras que tengan adición de dióxido de silicio en la mezcla se sometieron a pruebas de compresión para la comprobación de la resistencia mecánica a la compresión, luego se sometieron a pruebas térmicas para comprobar la capacidad termoaislante, del mismo modo se hizo con el compuesto generado a base de dióxido de silicio, se sometieron a pruebas térmicas y se generó tablas que corroboraron la conductividad térmica de ambos casos.

Palabras Clave: compuesto aislante, aislante térmico, dióxido de silicio.

Abstract

The research project aims to develop a compound based on silicon dioxide in order to regulate the temperature in the concrete from the sun's rays, this will be done by two methods, one is by applying silicon dioxide directly in the mixture, with a percentage of variation in different test tubes, in this way a percentage of the mixture would be silicon dioxide, in order to isolate or repel the temperature from the sun's rays, while by the second method, it is an application of silicon dioxide, in the form of a layer, generating a coating of the concrete with the compound or additive, thus achieving a kind of protective layer of the concrete, this would be applied on the mixture already set in the final location of the concrete. The samples that have addition of silicon dioxide in the mixture were subjected to compression tests to verify the mechanical resistance to compression, then they were subjected to thermal tests to verify the heat-insulating capacity, in the same way it was done with the generated compound based on silicon dioxide, they were subjected to thermal tests and tables were generated that corroborated the thermal conductivity of both cases.

Keywords: insulating compound, thermal insulator, silicon dioxide.

I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática, se describe desde el ámbito internacional, en el país de México se comparó mediante probetas el desempeño térmico de losas de diferentes tipos de concreto sin recubrimiento, otras recubiertas únicamente con pintura acrílica, y otras con un aislante térmico más la pintura acrílica. De estos se obtuvo que el mejor resultado para reducir el flujo del calor son aquellos conformados por materiales termoaislantes, que permiten una mejor resistencia frente a la conductividad térmica con una pintura blanca para mejorar la reluctancia solar, mientras que en el periodo nocturno, los materiales termoaislantes reducen drásticamente el calor en una vivienda. En formas generales, las pérdidas de calor se pueden aumentar drásticamente mediante el uso de materiales termoaislantes. (LUCERO, 2010, p. 101). Así mismo también en el país de México se obtuvo resultados evidente con el uso de co-polímeros, que es un material con estructura química amorfa y a base de los resultados de conductividad térmica constituyen argumentos favorables para uso potencial como aislantes térmicos. Los resultados de conductividad térmica constatan que esta propiedad está asociada a su capacidad física y química de este material. (CAMPOS, 2014, p.82). En el ámbito nacional, en la ciudad de lima se realizaron estudios para determinar la capacidad conductiva del concreto con aditivos de poliuretano residual, las cuales se realizaron mediante pruebas en laboratorio, la cual se usó concreto con poliuretano en formas de placas. Las muestras en laboratorio arrojaron un coeficiente de conductividad térmica de $k=0.36 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ a una temperatura ambiente. Mediante una comparativa analítica referente a la capacidad conductiva térmica en concretos simple a una temperatura constante, se comprobó en dicho concreto a base de poliuretano tiene una carente capacidad conductiva de la temperatura, es así como se comprobó que el uso de poliuretano al usarse en modo de agregado incrementa el aislamiento térmico. (EGOAVIL, 2018, p.77). En mérito a los estudios presentados en el presente acápite se va realizar la investigación correspondiente diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio regulador de temperatura en concreto simple. Seguidamente se obtuvo la formulación del problema: ¿De qué manera el compuesto aislante de dióxido de silicio regulará la temperatura en el concreto simple, Tarapoto 2020? Así mismo se obtuvieron los problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del compuesto del dióxido de

silicio para regular la temperatura de concreto simple, Tarapoto 2020?, ¿Cuál es la óptima dosificación de dióxido de silicio para el aislamiento térmico en concreto simple, Tarapoto 2020?, ¿cuáles son los resultados correspondientes al aislamiento térmico según las dosificaciones planteadas en el diseño de investigación, Tarapoto 2020?, ¿En qué tipo de aplicación el dióxido de silicio tendrá un mejor aislamiento térmico en el concreto simple, Tarapoto 2020?; ¿cuál es la relación costo beneficio del compuesto aislante de dióxido de silicio para regular temperatura en concreto simple; Tarapoto 2020?; Posteriormente se dio comienzo a la elaboración de la justificación teórica: La investigación propuesta busca, mediante el diseño de un compuesto de dióxido de silicio regular la temperatura del concreto simple por efectos del sol, mediante la aplicación de capas del compuesto o una aplicación directa a la mezcla de concreto simple con previo diseño sin afectar la resistencia a la compresión sustentada en la Norma Técnica de Edificaciones E0.70 la cual establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño y calidad de materiales. Sin embargo, la justificación práctica: Dicha investigación, está siendo propuesta porque cabe la necesidad disminuir la temperatura en las viviendas y la ciudad por el efectos de irradiación producida por los rayos del sol en contacto con el concreto, siendo de esta manera, es indispensable evaluar el comportamiento de dicha sustancia de dióxido de silicio en contacto con el concreto simple, bajo los efectos de los rayos del sol. Todo esto se obtendrá a base de estudios que se realizará a lo largo del proceso de investigación. Así mismo la justificación metodológica: El proyecto de investigación va constar sobre un estudio nuevo haciendo uso de dióxido de silicio para brindar una capacidad reguladora de temperatura debido a las cualidades de dicho compuesto. Los datos que se obtengan de los estudios tendrán gran importancia para realizar análisis precisos que nos ayudarán a acercarnos al objetivo al que se pretende llegar. Todo ello para brindar una mejor alternativa en el proceso constructivo frente a las altas temperaturas de las viviendas por efectos del sol, con la finalidad de regular estas de manera natural, únicamente mediante el uso de dióxido de silicio. Por ello la justificación social: Con los estudios realizados la investigación contribuirá de manera eficaz al ámbito de la construcción, brindando una nueva alternativa para regular la temperatura al que ya conocemos. Con ello se busca también contribuir al cuidado del medio ambiente y la salud de los seres humanos, ya que

contribuye a la formación y mantenimiento de los huesos y cartílagos. Carece la capacidad de generar fibrosis en el tejido pulmonar, además de no producir enfermedades orgánicas o efectos tóxicos, lo que lo hace inofensivo para el ser humano. Por otra parte, no tiene resultados adversos en el medio ambiente, ya que este compuesto es el segundo elemento más abundante en la tierra, después del oxígeno, este elemento está presente en múltiples plantas, frutas y verduras. Además de ser muy beneficioso para los cultivos agrícolas, se ha comprobado que mejora la tolerancia a las sequías y retrasa la defoliación, de esta manera está relacionada al cuidado del medio ambiente y a la salud y bienestar de los seres humanos. Por lo tanto, la justificación por conveniencia: La investigación se realiza con la finalidad de generar un compuesto aislante de dióxido de silicio que regule la temperatura del concreto simple brindando una alternativa natural para mantener las viviendas a una menor temperatura frente a los efectos de radiación producidas por los rayos del sol; con respecto al objetivo general: generar el diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio para regular la temperatura en concreto simple, Tarapoto 2020. Así mismo los objetivos específicos: determinar las propiedades físicas-químicas del compuesto de dióxido de silicio, Tarapoto 2020, definir la óptima dosificación de dióxido de silicio para el aislamiento térmico en concreto simple, Tarapoto 2020, precisar cuáles son los resultados según la dosificación planteada de dióxido de silicio correspondientes al aislamiento térmico en el concreto según el diseño de investigación, Tarapoto 2020, especificar en qué tipo de aplicación el dióxido de silicio tendrá un mejor aislamiento térmico en el concreto simple, Tarapoto 2020 y por último elaborar la relación costo-beneficio que se tendrá al colocar dióxido de silicio en el concreto simple. Tarapoto 2020. Obteniendo de esta forma la hipótesis general: el compuesto de dióxido de silicio para la regulación de la temperatura en el concreto simple disminuirá eficientemente los efectos de radiación por los rayos del sol en las viviendas, manteniendo un ambiente fresco y ecológico. Así mismo las hipótesis específicas: debido a las cualidades físicas y químicas del dióxido de silicio, las cuales son un claro indicador de ser tener una muy baja capacidad de conductividad térmica, además del sonido y la electricidad, al aplicarse en capas, esta generará un recubrimiento que mantendrá al concreto simple aislado de la temperatura irradiada por el sol, generando un aislamiento natural y amigable con el medio ambiente. Esta es

insoluble con el agua, de esa manera se evita ser lavada por efectos de las lluvias, el compuesto generado también tendrá un efecto positivo frente a la reducción del sonido, aislando así los ruidos provenientes del exterior. Con la óptima dosificación se logrará el aislamiento térmico deseado, dosificación que se evaluará en laboratorio, manejando en porcentajes, ya sea para la mezcla y para la aplicación de uso en capas, reduciendo drásticamente la temperatura del concreto simple por efectos del sol. Con aplicación directa en la mezcla o por su uso en capas se espera lograr efectos positivos para la salud y el medio ambiente, además de contribuir con la economía de los propietarios, teniendo una alternativa más para combatir este efecto de isla de calor producida a causa de la radiación solar en contacto con el concreto. El efecto positivo en el concreto será mantenerla en una temperatura no muy elevada, evitando rajaduras del tarrajeo por efecto del sol y mantenerlas a un nivel regulado de temperatura. Se comprobará el uso más eficaz del dióxido de silicio para regular la temperatura en el concreto simple. Además de determinar el costo y beneficio que este producirá a los propietarios de las viviendas, manteniendo sus hogares a temperaturas reguladas con un método amigable con el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

Se emplearon como trabajos de investigación a nivel internacional los siguientes antecedentes según: HERRERA, Marco. (2015). En su trabajo de investigación titulado: *Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimiento en muros y techos*. (Tesis de maestría). Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Concluyó que: Basándose en las pruebas térmicas, se destacó que en una granulometría fina a comparación de una granulometría gruesa se obtuvo mejores resultados de aislamiento térmico, mientras que en las pruebas acústicas, la influencia de granulometría fina fue más notoria en las muestras que tenían EPS expuesto, con el cálculo de coeficiente de conductividad térmica (K) de cada formulación, indicó que las formulaciones con 0.8 % de EPS-G y 1.6 % EPS-F obtuvieron valores de $0.42 \pm 0.05 \text{ W/mK}$ y $0.33 \pm \text{ W/mK}$, respectivamente, lo cual se traduce en reducción significativa de 33, 42 y 47 % respectivamente. Así como también las investigaciones a nivel nacional se tiene a: EGOAVIL, Angel. (2018). En su trabajo de investigación titulado:

Determinación del coeficiente de conductividad térmica del concreto con aditivo de poliuretano residual. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Marcos, concluyó que: Luego de haberse realizado una serie de análisis referente a la conductividad térmica en laboratorios, usando APCG aplicadas a las muestras, los resultados arrojaron la capacidad conductiva térmica $k=0.36 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ a temperaturas normales (ambiente), luego se realizaron análisis para comprar los coeficientes de capacidad conductiva de la temperatura de ambos conglomerados de concreto simple y concreto ligero, llegando a la conclusión que el concreto ligero presenta una capacidad conductiva menor referente al concreto simple bajo las mismas condiciones de exposición térmica, se presentó una merma en las placas a base de poliuretano que mejoran la capacidad termoaislante. También se tiene a: ESPINO, Ronald y PAULINO, Jean. (2017). En su trabajo de investigación titulado: *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú.* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, concluyó que: Las pruebas de capacidad aislante térmica en bloques a base de concreto liviano con adición de perlas de poliéster posibilitaron la obtención de un coeficiente de capacidad conductiva $k=0.59 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ correspondiendo tan solo a un 34% de la capacidad conductiva en comparación de un bloque de concreto simple ($1.73 \text{ W/m}^\circ\text{K}$) presentando una disminución en la capacidad conductiva de un 65% en las pruebas realizadas en los ensayos, interpretación más la comparación analítica de bloques de concreto con adición y sin ella de concreto simple liviano, demostrando de esta manera que presentan mejor disposición al aislamiento térmico, acústico se aprecia una disminución en el peso las que tienen la adición de poliéster. Para la investigación se utilizaron ciertas Teorías relacionadas, diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio según: (SANZ, 2016) Manifestó, "Con el uso de aerogel a base de sílice granulado e hidrófugo con bases en una matriz de sulfato de calcio (yeso) para la fabricación de morteros que presenten una capacidad térmica aislante por encima a otros aislantes con materiales a base de lanas minerales usados en el la recuperación energética en edificaciones". Propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio, Está compuesta de silicio y oxígeno (SiO_2), también llamado comúnmente sílice, es un componente de la arena y una forma natural de encontrarlo es en el cuarzo.

Tabla 1: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL DIÓXIDO DE SILICIO

Propiedades físicas			Propiedades Químicas	
Estado de sólido			Masa Molar	60,0843 g/mol
Agregación				
Apariencia	transparente		Punto de Fusión	1986 K (- 271,164 °C)
Densidad	2634kg/m3; 2,634g/cm3		Punto de Ebullición	2503 K (- 270,647 °C)
Estructura Cristalina	Cuarzo, Cristobalita o tridimita		Número atómico	14
			Valencia	4
			Estado de Oxidación	+4
			Electronegatividad	[Ne]3s23p2
			Solubilidad en agua	0,012 g en 100 g de agua

Fuente: creación propia

Además una de sus principales características para ser un aislante térmico, es su baja capacidad de conductividad térmica, las partículas del dióxido de silicio presenta capacidades físicas y químicas favorables para este propósito, el desarrollo de sustancias aislantes de la temperatura, ya que son pésimos conductores de temperatura, sonido y electricidad. Propiedades térmicas del concreto simple con EPS. VÁSQUEZ (2018). “El registro de la temperatura que se obtuvo, están dentro de los parámetros permisibles, la cual implica una obtención óptima a mediano plazo y largo plazo, puesto que la lectura de la temperatura en el concreto influye en el proceso de fraguado y endurecimiento, al mantener una temperatura elevada de hidratación denota mayor capacidad de resistencia a mediano plazo, mientras que una menor temperatura de hidratación denota una mayor resistencia en un largo plazo, pese a que la temperatura está en un rango permisible se tiene una expectativa de un óptimo desempeño en su resistencia a mediano y largo plazo, se espera una menor por

el uso de agregado ligero”–características del dióxido de silicio, (NORIEGA, 2015) “Basándonos en los resultados obtenidos por el momento, podemos afirmar mediante el uso de nano partículas de silicio con un rango en espesores de 100 nm, presenta una capacidad conductiva inferior que en nano partículas de silicio de 900 nm. Llegando a la conclusión, para el desarrollo de un aislante térmico o nano aislante, las partículas tendrán que presentar características específicas como la porosidad y formas esféricas, además de ser hidrofóbicas que eviten absorber humedad” Masa unitaria, está sometido al mayor, además de su granulometría y su densidad. Propiedades del concreto endurecido, el concreto tiene la propiedad de alcanzar una capacidad máxima de resistencia al cumplir con su periodo de fragua, a los 28 días, resistiendo las cargas para las que fue diseñada. Componentes del concreto, dentro de ellos se presentan los siguientes: Agregados, Son todos los componentes inertes que forman parte de la mezcla, aglomerados de forma que resistan las cargas a las que se someterán, se debe seleccionar adecuadamente, deben cumplir con las especificaciones de resistencia a la intemperie. Granulometría, es la distribución en el tamaño de las partículas del agregado, esto se obtiene con las diferentes dimensiones de tamices. Propiedades mecánicas del cemento. En el proceso de diseño estructurales a base de concreto simple, pre esforzados o armados, empleándose dichas capacidades mecánicas en concretos endurecidos, las más reconocidas

Tabla 2: PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CEMENTO

PROPIEDADES MECÁNICAS

Resistencia a la Compresión

Módulo de Elasticidad

Ductilidad

Resistencia a la Tracción

Resistencia al Corte

Flujo Plástico

Fuente: Elaboración propia

Normas Técnicas, a. Granulometría, se basa en la NTP400.012, NTP400.037, NTP ASTM C136, ASTM C33. La granulometría es una representación en proporción a las dimensiones del agregado, con un índice numérico de las partículas por tamaño. Esto tiene influencia directa en la dosificación y trabajabilidad de la mezcla. Relación costo beneficio, en las zonas de climas tan elevados, donde las temperaturas anuales oscilan alrededor de los 30°C a 40°C esto implica un costo elevado por climatización de sus viviendas, es decir que las altas temperaturas conllevan a un elevado consumo de energía para mantener regulada la temperatura de las viviendas y una prioridad en reducir el derroche energético ha encaminado a desarrollar materiales aislantes, tales como las que se aplican en paredes y techos con la finalidad de la temperatura por radiación solar. Contenido de humedad, ASTM C566, NTP 339.185, algunos agregados contiene humedad o exceso de humedad por el mismo hecho de estar a la intemperie, por lo que se determinan cuáles y en qué cantidades se añadirán a la mezcla, para saber una dosificación óptima del agua que se añadirá a la mezcla. Porosidad del concreto, la porosidad vendría a ser la cantidad de huecos que el material compuesto que se modela en conjunto de su vínculo con el agua, cemento y agregados pétreos, teniendo en cuenta el rango de humedad del concreto, y cantidad de aire encapsulado, cantidad de agregados finos y gruesos, además este tiene relación con la durabilidad y la permeabilidad del concreto, esta rugosidad también se aprecia en la periodicidad de la superficie externa, la cual a la vez le brinda una capacidad de adherencia superior. Temperaturas en el concreto, (LÓPEZ Y MAMANI, 2017) “Para determinar la durabilidad de un concreto sometido a fases de frío extremo y descongelamiento, las causas más relevantes son el montaje de poros, el nivel de congestión, el aguante a la compresión, la flexibilidad del concreto. En proyecto se tuvo en consideración la capacidad de resistencia a compresión y la porosidad del concreto” Resistencia de concreto con adición de sustancias, (INTOR, 2015) “Se determinó que la Presencia de fibra de polipropileno en referencia al peso del cemento se obtiene resultados óptimos a compresión en concretos $f'c= 175$ kg/cm² con periodos de 7, 14 y 28 días respectivamente con dosificación de 1%, en referencia a las variantes 0.25% y 0.60%”, De darse la situación al añadir el compuesto de dióxido de silicio, no solo tendrá la capacidad de regular la temperatura, sino que también tendrá un efecto positivo frente al a resistencia a

cargas de compresión. Conductividad térmica en materiales aislantes, (MAFIOLI, 2019) “la conductividad térmica tomada en materiales plásticos como PVC y acrílicos, solo se puede lograr siempre y cuando el flujo térmico de aplicación del instrumento no produzca varianza en las propiedades físicas de estos materiales. Se apreció que para producir una mejora en la medición, el tiempo y la temperatura en la muestra se deben ajustar para cada caso o material”. Aislante térmico para viviendas (CABRERA, 2016) “la capacidad de aislar térmicamente una vivienda, es una capacidad que disponen algunos materiales, la capacidad de oponerse al flujo del calor por conducción”. Residuos de poliuretano para aislante térmico, (GONZÁLES, 2019) “Al adicionar lapilli con un porcentaje de 25% se tiene una mejora considerable respecto a la conductividad térmica hasta un 38% en relación a un hormigón común o comercial”, Fique como aislante térmico (MUÑOZ, 2007) “este fibra presenta un coeficiente de conductividad adecuados para ser usados en proyectos de ingeniería, las fibras evaluadas de dos tipos, presentan un promedio de conductividad K de 0.032 y 0.045 y son un claro competidor con otros aislantes térmicos, por tal se concluye que es un excelente aislante térmico”. Aislantes a base de masilla (SÁNCHEZ, 2018) “al observar los resultados de los estudios se aprecia que el aislamiento térmico a base de macilla de desecho mejora considerablemente las condiciones de la temperatura en viviendas, esto se debe a la forma de funcionamiento del material, lo que deja como consecuencia ambientes más frescos en temporadas de verano y zonas calidad en temporadas de invierno”. Celulosa y Cenizas como aislante térmico (MUÑOZ, 2006) “después de realizar la medición de conductividad térmica, en materiales tales como cenizas de carbón y lo que se descarta de la celulosa de producción de papel haciéndolas parte de una mezcla compuesta con cemento a múltiples temperaturas, se demostró que dichos elementos presentan buena disponibilidad respecto a un aislamiento térmico, ya que su conductividad calorífica, van disminuyendo con la temperatura”. Efectos de la adición de materiales reciclados (MORENO, 2018) “el material con las que se obtuvo mejores resultados respecto al aislamiento térmico fue la cascarilla de arroz, demostrando que este material mejora de manera considerable los efectos térmicos de la masilla presentando una mejora considerable en su rendimiento con más de un 200%”. Películas porosas (ARAUJO, 2017) “después de revisar las pruebas realizadas se demostró que la porosidad es influenciada de manera

directa por la temperatura además por el tiempo en el sintetizado, la cual presenta una disminución de esta, también se presencié una influencia por el tamaño”. Resistencia térmica en muros (PÉREZ, 2011) “Al aplicar el aislamiento térmico en bloques de concreto presenta una mayor resistencia térmica, teniendo como valores límite entre 0.407 m²K/W y 0.530 m²K/W en bloques de medidas estándar de 12 y 15 cm, por otro lado los bloques normalmente presentan una resistencia térmica entre 1.555 m²K/W y 2.147 m²K/W”. Aserrín aglutinado con almidón de maíz como aislante térmico (GRACÍA, 2019) “después de realizar un estudio de sus cualidades físicas, químicas y mecánicas se llegó a la conclusión, presentan claros indicadores de poder ser utilizados como aislante térmico”. Espesores óptimos del aislamiento térmico (IZQUIERDO, 2005) “Los espesores a los que se llegó después del estudio depende directamente de la demanda de cada vivienda, determinando el costo de producción y el periodo de vida útil de estas, esto se realizó en un periodo de cálculo entre 50 a 75 años de las cuales se determinó que para 50 años en viviendas de 80 m², el espesor óptimo es de 5 cm mientras que de 150 y 300 m² es de 10 cm, en viviendas de 75 años, en viviendas de 80 m² se requiere un aislamiento de 6 cm, 150 m² 10 cm y en 300 m² 12 cm”. Comportamiento térmico (PORRAS, 2019) “lo observado en la investigación, presentó una tendencia en las muestras de ensayos que indicaban la una baja conductividad térmica y que además estas iban disminuyendo a medida que también se hacían más ligeras”. Ambiente térmico (GONZÁLES, 2016) “La temperatura de las viviendas o ambiente térmico sobre todo interiores de la vivienda, está ligado al diseño y sobre todo los materiales usados en el proceso constructivo, cuya influencia se refleja directamente en la temperatura de los interiores, además de la zona donde se ubica, tipo de suelo o si hay presencia de vegetación a los alrededores “. Efectos de interrupciones térmicas (SUSOROVA, 2019) “Para lograr estimar una resistencia térmica efectiva, se logró a raíz de estimar datos medidos realizado por un estudio biométrico de THERM, dichos enfoques dieron resultados razonables, con rupturas térmicas de 0.12 k/m² y 0.29 k/m²”, Monitoreo del aislamiento (CONSTANTINE, 2019) “en este proyecto se utilizó hormigón de cáñamo con un aislamiento externo, para las cuales se realizaron estudios sobre la temperatura del interior de la vivienda catalogada como oficina y además la cantidad de humedad relativa.” Hormigón con reguladores de temperatura (CHANG, 2017) “Las envolturas de

concreto regulan de manera eficaz el aumento térmico, ya que estas dependen que haya una transferencia y absorba toda la temperatura”, Sistemas de calefacción (NAM RHEE, 2015) “Se desarrollaron muchas teorías y prácticas sobre esto, como el modelo confort y el análisis CFD, pero las recientes investigaciones se demostró que el sistema RHC, a denotado considerables mejoras para el objetivo de un confort térmico más óptimo y mejor eficiencia energética”, Materiales de cambio de fase (TETLOW, 2014) “Al aplicarse materiales de cambio de fase, se redujo considerablemente el uso de hormigón para muros externos, y se redujo notablemente el sobrecalentamiento en todas las áreas analizadas”, adición de materiales encapsulados (CUNHA, 2013) “con los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión que el uso de micro cápsulas poliméricas en cal, añadidas a una base de mortero podría tener una aplicación objetiva en la industria de la construcción, además de presentar una resistencia óptima y una apariencia completamente estética”, Comportamiento del hormigón a altas temperaturas (MUKHERJEE, 1997) “ la forma en cómo se comporta el hormigón a altas temperaturas y a la presión es algo completamente no lineal, hay muchos parámetros que afectan este comportamiento, además una gran cantidad de factores influyen para la realización del comportamiento de tales materiales”,

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental, teniendo en cuenta las estrategias y diseños para llevar un mayor control de la metodología cuantitativa en el procesamiento, análisis y evaluación de la investigación desarrollada y ejecutada oportunamente en laboratorio, para ello se revisaron las variables que intervienen, como el dióxido de silicio, concreto simple:

O1 = probeta.
silicio.

X = compuesto aislante – dióxido de

O2 = probeta con adición de silicio.
aislante.

O3 = probeta con compuesto

A continuación, la gráfica del diseño experimental para las probetas:

Tabla 3: MUESTREO DE PROBETAS CON ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO

GE(1):	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O1(7d)	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O2(14d)	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O3(28d)
GE(2):	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O1(7d)	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O2(14d)	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O3(28d)
GE(3):	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O1(7d)	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O2(14d)	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O3(28d)
GC(4):	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O1(7d)	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O2(14d)	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O3(28d)

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

GE: Grupo experimental con adiciones del compuesto de dióxido de silicio

GC: Grupo control (Probeta sin ningún tipo de adición)

X1: Probeta con adición de dióxido de silicio al 2%

X2: Probeta con adición de dióxido de silicio al 4%

X3: Probeta con adición de dióxido de silicio al 6%

O1, O2, O3: Medición.

Tabla 4: MUESTREO DE PROBETAS CON CAPA DE DIÓXIDO DE SILICIO

GE(1):	X1 (probeta + capa de dióxido de silicio al 2%)	O1(28d)
GE(2):	X2 (probeta + capa de dióxido de silicio al 4%)	O1(28d)
GE(3):	X3 (probeta + capa de dióxido de silicio al 6%)	O1(28d)
GC(4):	X0 (probeta sin capa de dióxido de silicio)	O1(28d)

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

GE: Grupo experimental de concreto con adiciones de dióxido de silicio.

GC: Grupo control (Probeta sin ningún tipo de adición)

X1: Probeta con adición de dióxido de silicio al 2% más capa de dióxido de silicio.

X2: Probeta con adición de dióxido de silicio al 4% más capa de dióxido de silicio.

X3: Probeta con adición de dióxido de silicio al 6% más capa de dióxido de silicio.

O1: Medición.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 5: TABLA OPERACIONAL

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de un compuesto aislante de dióxido de silicio	Un compuesto a base de dióxido de silicio con aplicación en forma de capas o directamente en la mezcla con efecto termoaislante a la radiación solar, al ser un compuesto termo aislante de un uso simple, pueden ser aplicados en superficies como techos (losas aligeradas) o en muros evitando la transferencia de calor directamente a estas superficies. Con la aplicación de este compuesto se promueve el ahorro de energía y de presentar un aislamiento acústico, debido a su baja conductividad sonora.	Se realizará un compuesto con una dosificación de 2%, 4% y 6% de dióxido de silicio que se aplicará en forma de capas en probetas, y también se realizará otro muestra con probetas de 2%, 4% y 6% aplicados directamente en la mezcla, teniendo una probeta de control de cero aplicación de dióxido de silicio para llevar un control	Propiedades físicas y químicas del Dióxido de silicio. Optima dosificación para el aislamiento térmico. Resultados según los modos de uso. Lecturas térmicas.	pH Granulometría Porosidad Densidad Capacidad conductiva Resistencia a la compresión Diseño óptimo de mezcla	intervalos
Regulador de temperatura	Capacidad de aislamiento térmico, la característica principal es su baja conductividad térmica, con cualidades físicas y químicas deseables para este propósito	Para lograr la capacidad reguladora de temperatura se aplicarán dosis de 2%, 4% y 6% de dióxido de silicio a las probetas, llevando un control y verificando con qué dosificación se logra un mejor aislamiento.	Relación costo beneficio	Porcentaje de dosificación Comparación de muestreo Costo beneficio	intervalos

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

(HERNÁNDEZ, 2014). Manifestó: “Basada en proyectos de investigación pasadas, la formación cualitativa se cimienta principalmente en ella misma, mientras que cuantitativo es usada para afianzar las convicciones (fundamentadas de forma elocuente en teorías o bosquejo teórico) fundando con precisión patrones en la conducta en los habitantes”. Para la obtención de mejores resultados, se plantea una población muestra con la cantidad de 48 probetas, de las cuales, 36 de ellas serán con intervalos de tiempos y diferente dosificación de dióxido de silicio, mientras que solo 12 probetas serán para el muerto de aplicación de capas de dióxido de silicio, ya que se considera que únicamente es necesario hacer el muestreo de capaz de dióxido de silicio, únicamente cuando el concreto haya cumplido su periodo de fragua Determinación de la muestra Según la normativa E.080 diseño de y construcción con tierra reforzada, menciona que se debe realizar pruebas con un mínimo de 06 probetas, definiéndose la resistencia última como f° como un valor que sobrepasa el 80% de las piezas sometidas a pruebas, las pruebas se realizan siendo piezas completamente secas, siendo el valor de f° mínimo admisible de 10.2 kg/cm². No obstante se realizó un muestreo por conveniencia de 16 probetas, en estado seco, de las cuales 36 fueron para la prueba de probeta con adición de dióxido de silicio en la mezcla, con porcentajes de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente, y las 12 restantes para la prueba de la adición del compuesto aislante de dióxido de silicio en capas, formando una especie de protector térmico, también con porcentajes de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente, a estas se procedió a aplicar el compuesto aislante en capas formando una barrera protectora que recubra todo el material de la muestra secas, con un proceso de fraguado de 28 días, más no en probetas que aún no hayan cumplido su proceso de fragua, ya que al ser una capa protectora, esta se aplicará directamente en superficies ya existentes, con su proceso de fragua completa. Se realizaron 6 réplicas para cada diseño, de acuerdo a la norma.

Tabla 6: PROBETAS CON ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO EN MEZCLA

Dióxido de silicio	Medición			Parcial
	7 días	14 días	28 días	
0%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
2%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
4%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
6%	03 unid.	03 unid.	03 unid.	09 unid.
Total				36 unid.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: PROBETAS PARA APLICACIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO EN CAPAS

Dióxido de silicio	Medición	Parcial
	28 días	
0%	03 unid.	03 unid.
2%+ capa	03 unid.	03 unid.
4%+ capa	03 unid.	03 unid.
6%+ capa	03 unid.	03 unid.
Total		12 unid.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica para (YUNI y URBANO, 2006) menciona: “En la dirección de origen se señala como arte y manera de ejercer, ambos sentidos destacan la naturaleza del proceder en la técnica, el primero sobresale la forma de la creatividad de la idea, mientras tanto que en la segunda resalta el factor de disponer. Pero a la vez el uno y el otro ligan la técnica en modelos o métodos de ejecución práctica” en esta investigación se realizaron técnicas de observación, para lo cual se elaboraron probetas para someterlos a pruebas de exposición térmica por efectos del sol, para la obtención de resultados de dichas probetas con adición de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente en capas aislantes, como también se realizaron las

mismas pruebas en las probetas con adición de dióxido de silicio directamente en la mezcla, sometiéndose a pruebas de exposición térmica por efectos del sol, más aún a pruebas de compresión, de la misma manera, dichas probetas estaban elaboradas con adición de dióxido de silicio de 0%, 4%, 6% y 8% respectivamente. Instrumento para (YUNO y URBANO, 2006) menciona: “Con las formas o medios utilizados para el desarrollo del indagador con el propósito producir información. Estos mecanismos denotan un sentido mecánico, en formatos de preguntas, un manual de apreciaciones escalonadas, y medios audio visuales, entre otros.” Los mecanismos utilizados para adquirir y registrar los datos fueron: sistema arduino, una cédula de registros de datos, para las propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio, ficha re registro de resistencia a la compresión de la probeta con adición de dióxido de silicio, ficha de registro térmico para las probetas con adición de dióxido y una ficha de registro térmico para la adición en capas de dióxido de silicio. Se usaron los instrumentos y técnicas mencionadas para llevar un control de resultados y corroborar los resultados.

Tabla 8: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Ensayo de propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio	Ficha de registro de datos sobre la clasificación y propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio
Ensayo de resistencia a la compresión de probetas con adición de dióxido de silicio	Ficha de registro de datos sobre la resistencia a la compresión de probeta con adición de dióxido de silicio en la mezcla
Ensayo térmico en probetas con adición de dióxido de silicio	Ficha de registro térmico obtenido por exposición a la radiación solar en probetas con adición de dióxido de silicio a la mezcla
Ensayo térmico en probetas de adición en capas de dióxido de silicio	Ficha de registro térmico obtenido por exposición a la radiación solar en probetas con adición de capas de dióxido de silicio

Fuente: Elaboración propia.

Para su validación y confiabilidad, se realizará un análisis estadístico para dar validez a la hipótesis planteada, utilizando cuadros comparativos de registros térmicos obtenidos en laboratorio, verificando los picos máximos de calor y corroborando en qué casos se obtuvo menores registros térmicos por radiación solar y la mitigación de estas por efectos de dióxido de silicio. Para una confiabilidad de resultados obtenidos usando instrumentos de laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos ARGAD, las cuales está debidamente calibradas, estandarizados y normados por instituciones como: Formato de Laboratorio de mecánica de suelos y materiales, regido por la NTP.

3.5. Procedimientos

El método para la recolección de la información será mediante tablas comparativas, se observará de manera metódica el cambio de la temperatura en la probetas de ensayo, llevando un control estricto con la recolección de datos mediante el sistema arduino, las probetas que serán sometidas a cargas de compresión para verificar que el dióxido de silicio no afectó su capacidad de resistencia dichas cargas, se comprobará mediante las fichas de registro de control de resistencia. Las probetas expuestas al sol con adición de dióxido de silicio, serán monitoreadas periódicamente, mediante un lapso de tiempo, en el cual los efectos de irradiación solar son mayores o menores, de esa manera, se tendrán lectura térmica de cada probeta, (YUNO y URBANO, 2006)” La forma connota un grupo de procesos encaminados con un propósito, de este modo, las formas de recopilación de lo indagado científicamente denotan métodos generales para la producción de información”

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos por los ensayos realizados en laboratorio serán procesados en programas informáticos tales como sistema arduino, Excel, las cuales se presentarán de manera ordenada, con cuadros de resumen y gráficos que ayuden a un mejor entendimiento.

Tabla 9: ANÁLISIS DE DATOS

Las propiedades físicas y químicas del dióxido de silicio

Para la obtención de estas propiedades del dióxido de silicio se obtendrá a base de estudios realizados en laboratorio. Norma ASTM D7582 -12 “ensayo termo gravimétrico”

Ensayo de laboratorio para medir la resistencia a esfuerzos de compresión

se verificará mediante los parámetros establecidos por la Norma técnica Peruana (NTP) 339.167

Ensayo de laboratorio de registros térmicos en probetas con adición de dióxido de silicio

se verificará mediante el registro térmico obtenido a la exposición de la radiación solar en lapsos de tiempo

Ensayo de laboratorio de registros térmicos en probetas con adición de dióxido de silicio en forma de capas

se verificará mediante el registro térmico obtenido a la exposición de la radiación solar en lapsos de tiempo

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Aspectos éticos

La investigación de este proyecto se compromete a respetar la legitimidad de los resultados, la seguridad de los datos obtenidos en laboratorio establecida de acuerdo a normas, y también de acuerdo a criterios del investigador, reservando prudencia con la información proporcionada de personas que permitieron esta investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades Físicas y Químicas del Dióxido de Silicio

Tabla 10: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DIÓXIDO DE SILICIO

Propiedades Químicas

Propiedades	Condiciones	Valor	Método
Pérdida por secado	-	< 1.5%	USP
PH	40g/l	3.8 - 4.3	DIN EN ISO 787- 9
Residuo de tamiz	-	<0.03%	DIN EN ISO 787- 18
Densidad manipulada	-	Aprox. 40g/l	DIN EN ISO 787- 11
BET superficie	-	175 - 225 m ² /g	DIN ISO 9277 DIN 66132
Contenido de arsénico	-	< 3 ppm	USP/AAS
Contenido de cloruro	-	< 250 ppm	EP
Contenido de dióxido de silicio	-	> 99.0 - 100.5 %	USP
pérdida por ignición	-	< 2.0 %	USP

Fuente: Elaboración propia. (Ficha técnica del producto)

Propiedades Físicas

Propiedades	Condiciones	Valor	Método
Densidad	20 °C	aprox. 2.2 g/cm ³	DIN 51757
Pérdida de peso	-	< 2 %	DIN EN ISO 3262-19
Índice de refracción	-	1.46	-
Contenido de SiO ₂	1000 °C 2 h	> 99.8 %	DIN EN ISO 3262-19
Densidad del grupo Silanol	-	2 SiOH/nm ²	-

Fuente: Elaboración propia. (Ficha técnica del producto)

El dióxido de silicio tiene múltiples usos, en este caso se pretende usar como un aditivo para el concreto que reduzca la temperatura por efectos de sol, el producto se obtuvo de Kceli Inversiones S.A.C. quienes ofrecen

dióxido de silicio en distintas presentaciones, para determinados fines, en este caso se usó HDK N20 PHARMA que es la más empleada en múltiples usos, al ser la más limpia en porcentaje de dióxido de silicio, con un > 99.0 - 100.5 % por el método USP, la hace idónea para este caso, al no contener presencia de más sustancias, asegura tener un concreto limpio de agentes y químicos que alteren la mezcla o provoquen condiciones externas adversas a los usuarios. Tiene un PH que oscila entre 3.8 – 4.3 por el método DIN EN ISO 787-9, la cual asegura en caso haya presencia de acero o cualquier otro elemento metálico, no provocar corrosión, ya sea directamente en la mezcla o en capas.

4.2. Diseño para la elaboración de concreto con adición de Dióxido de Silicio 0%, 2%, 4% y 6% por m3

Tabla 11: DISEÑO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO 0%, 2%, 4% Y 6% POR M3

MATERIAL	PATRÓN	2%	4%	6%
DIÓXIDO DE SILICIO	0 kg	7.3 kg	14.6 kg	22.0 kg
AGUA	205 L	205 L	205 L	205 L
CEMENTO	366.0 kg	366.0 kg	366.0 kg	366.0 kg
ARENA	718.3 kg	714.6 kg	711.0 kg	707.3 kg
PIEDRA	1034.2 kg	1028.9 kg	1023.6 kg	1018.3 kg
AIRE	2%	2%	2%	2%

Fuente: elaboración propia (Resultados de laboratorio ARGAD)

Luego de todos los ensayos realizados en laboratorio ARGAD de la ciudad de Tarapoto, ensayos tales como granulometría, humedad natural, peso específico y peso unitario de todos los agregados usados en este ensayo, tales ensayos están regidos bajo la (NTP400.012, 2013) “hace mención acerca de la cantidad de materiales usados para la granulometría, esta debe ser una cantidad limitada, de tal manera que todo el material existente deba tener la oportunidad de alcanzar el tamiz” la cual nos limita a cantidades que no sobrecarguen el tamiz, por lo que es necesario separar

el agregado en 2 o más partes, luego en el reporte debe presentar el porcentaje que pasa en cada tamiz, además del retenido y retenido entre tamices, luego de todo este proceso, se tiene la curva granulométrica, que corrobora que el agregado es apto para el diseño de mezcla, la cual nos permite saber las cantidades de cada agregado por m³ de mezcla.

4.4. Resistencia del concreto con adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de Dióxido de Silicio en edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 12: RESISTENCIA DEL CONCRETO CON ADICIONES DE 0%, 2%, 4% Y 6% DE DIÓXIDO DE SILICIO EN EDADES DE 7, 14 Y 28 DÍAS.

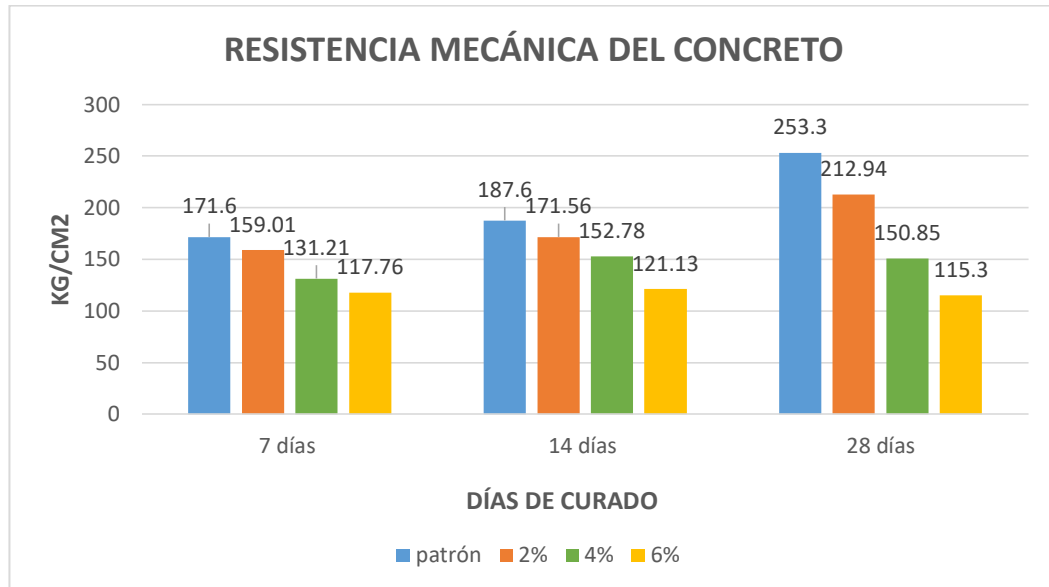
Adición en porcentajes de Dióxido de Silicio	EADADES		
	7 Días	14 Días	28 Días
0%	171.6 kg/cm ²	187.6 kg/cm ²	253.3 kg/cm ²
2%	159.01 kg/cm ²	171.56 kg/cm ²	212.94 kg/cm ²
4%	131.21 kg/cm ²	152.78 kg/cm ²	150.85 kg/cm ²
6%	117.76 kg/cm ²	121.13 kg/cm ²	115.30 kg/cm ²

Fuente: elaboración propia (Resultados de laboratorio ARGAD)

Luego de las pruebas de ruptura de testigos, a diferentes edades, con los grupos de control planteados, de 0% que es el concreto patrón y las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente, se tienen las resistencias para el diseño de un concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la cual los resultados obtenidos son los siguientes, en el concreto patrón se logró una resistencia de $F_c = 253.3 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, mientras que en el concreto con adiciones de dióxido de silicio la resistencia bajó, debido a que el material es un conglomerado muy fino, que no brinda mucha resistencia al compresión, a pesar de ser un compuesto que llene los vacíos que existe por la cohesión de los agregados, en el concreto con 2% de dióxido de silicio se obtuvo $F_c = 212.94 \text{ kg/cm}^2$, a una edad de 28 días, lo cual lo hace un diseño óptimo para tema estructural, ya que aún cumple con la resistencia de un concreto de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con ese porcentaje la mezcla aún es trabajable con

normalidad, a partir de 2% en adelante, se tuvo que agregar más contenido de agua, debido a que el dióxido de silicio absorbía el agua y se hacía dificultoso el trabajo, por ende se salía del diseño de mezcla, lo cual provocó que a mayor porcentaje, disminuya la resistencia.

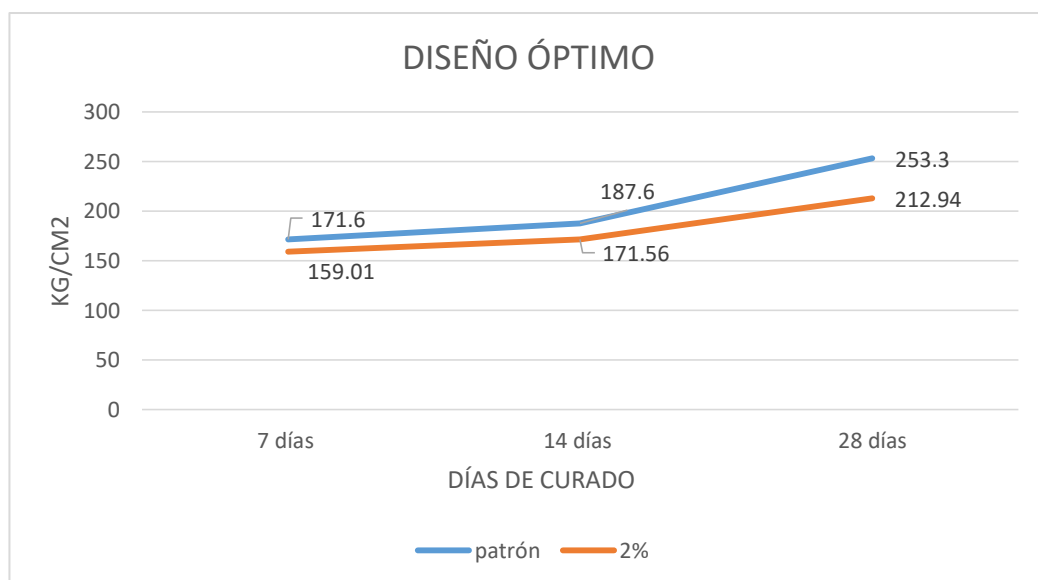
Figura 1: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO



Fuente: elaboración propia

Gráfico de la resistencia del concreto en el software IBM SPSS del concreto patrón con referencia a los porcentajes con adición de Dióxido de Silicio de 2%, 4% y 6% en intervalos de 7, 14 y 28 días de curado.

Figura 2: DISEÑO ÓPTIMO DEL CONCRETO DE ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO

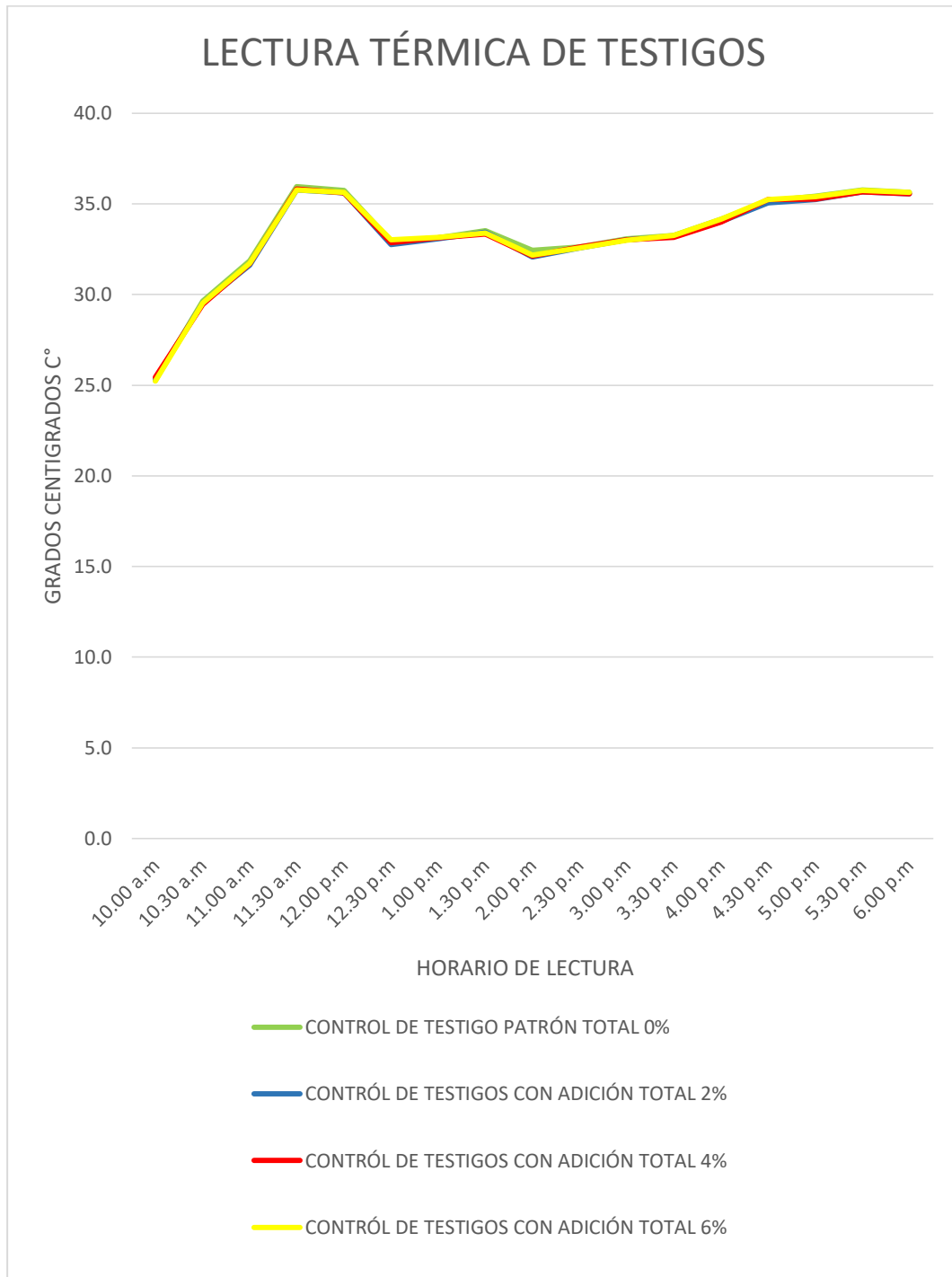


Fuente: elaboración propia

Gráfico de óptimo diseño en el software IBM SPSS del concreto patrón con referencia al porcentaje con adición de Dióxido de Silicio de 2%.

4.5. Óptima Dosificación de Dióxido de Silicio para el Aislamiento Térmico

Figura 3: ÓPTIMA DOSIFICACIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO PARA EI AISLAMIENTO TÉRMICO



Fuente: elaboración propia del tesista

Después de los resultados obtenidos por registro térmico, se tiene que como tal no hay una óptima dosificación para el aislamiento térmico, debido a que las lecturas obtenidas respecto al concreto patrón, de 0% dióxido de silicio en la mezcla o diseño, no varía más de 0.2 C° que el pico de varianza entre un concreto patrón y un concreto con adición de Dióxido de silicio en la mezcla, por lo tanto se tiene que adicionar dióxido de silicio en la mezcla no ayudó a tener mejor aislamiento térmico por parte de la radiación solar, mientras que a mayor porcentaje de Dióxido de Silicio disminuye la resistencia a la compresión. La optima dosificación admisible es con un 2% Dióxido de silicio en la mezcla, la cual está dentro del rango de resistencia a la compresión para un concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ teniendo como resultado una resistencia de $F_c = 212.94 \text{ kg/cm}^2$, esto solo ayuda a disminuir es una pequeña parte el peso propio del concreto.

4.6. Comparación entre aplicaciones de Dióxido de Silicio para Aislamiento Térmico

Tabla 13: TABLA DE REGISTRO TÉRMICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO.

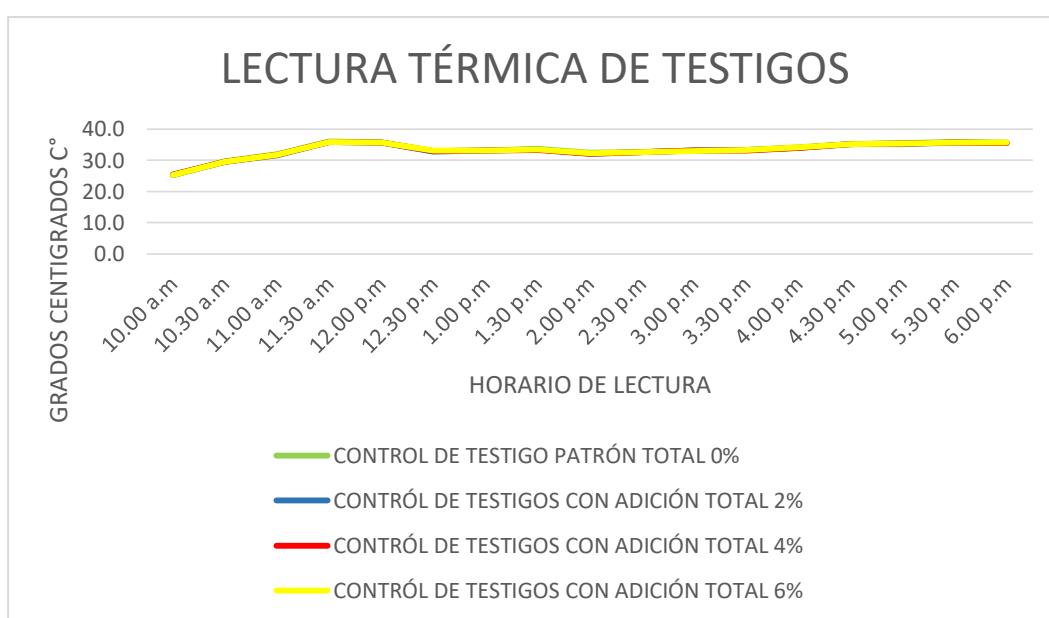
Hora	Unidad de medida	Concreto patrón	2% Dióxido de silicio	4% Dióxido de silicio	6% Dióxido de silicio
10:00 a.m.	C°	25.3	25.3	25.4	25.2
10:30 a.m.	C°	29.6	29.5	29.5	29.5
11:00 a.m.	C°	31.9	31.6	31.7	31.7
11:30 a.m.	C°	36.0	35.8	35.8	35.8
12:00 p.m.	C°	35.7	35.6	35.6	35.6
12:30 p.m.	C°	32.9	32.8	32.9	33.0
1:00 p.m.	C°	33.1	33.1	33.1	33.2
1:30 p.m.	C°	33.5	33.4	33.3	33.4
2:00 p.m.	C°	32.4	32.1	32.1	32.2

2:30 p.m.	C°	32.6	32.6	32.6	32.6
3:00 p.m.	C°	33.1	33.0	33.0	33.0
3:30 p.m.	C°	33.3	33.2	33.2	33.3
4:00 p.m.	C°	34.2	34.0	34.0	34.2
4:30 p.m.	C°	35.2	35.1	35.2	35.2
5:00 p.m.	C°	35.4	35.2	35.3	35.4
5:30 p.m.	C°	35.8	35.7	35.7	35.7
6:00 p.m.	C°	35.6	35.6	35.6	35.6

Fuente: Creación propia

Después de las pruebas térmicas realizadas a los testigos por el tesista, se logró evidenciar los siguientes resultados, el añadir un porcentaje de Dióxido de silicio en la mezcla no ayuda a mejorar el aislamiento térmico del concreto, el pico de variación máxima es de 0.2 C°, lo cual no ayuda con este propósito, el registró de un concreto patrón, sin adición de Dióxido de Silicio 0%, tiene las mismas lecturas térmicas que un concreto con adición de Dióxido de Silicio ya sea 2%, 4% y 6%, no presentan diferencia. Lo cual se verá evidenciada en la [figura 4].

Figura 4: LECTURA TÉRMICA DE TESTIGOS CON ADICIÓN EN LA MEZCLA.



Fuente: Creación propia

Tabla 14: TABLA DE REGISTRO TÉRMICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE DIÓXIDO DE SILICIO MÁS CAPA DE ADITIVO.

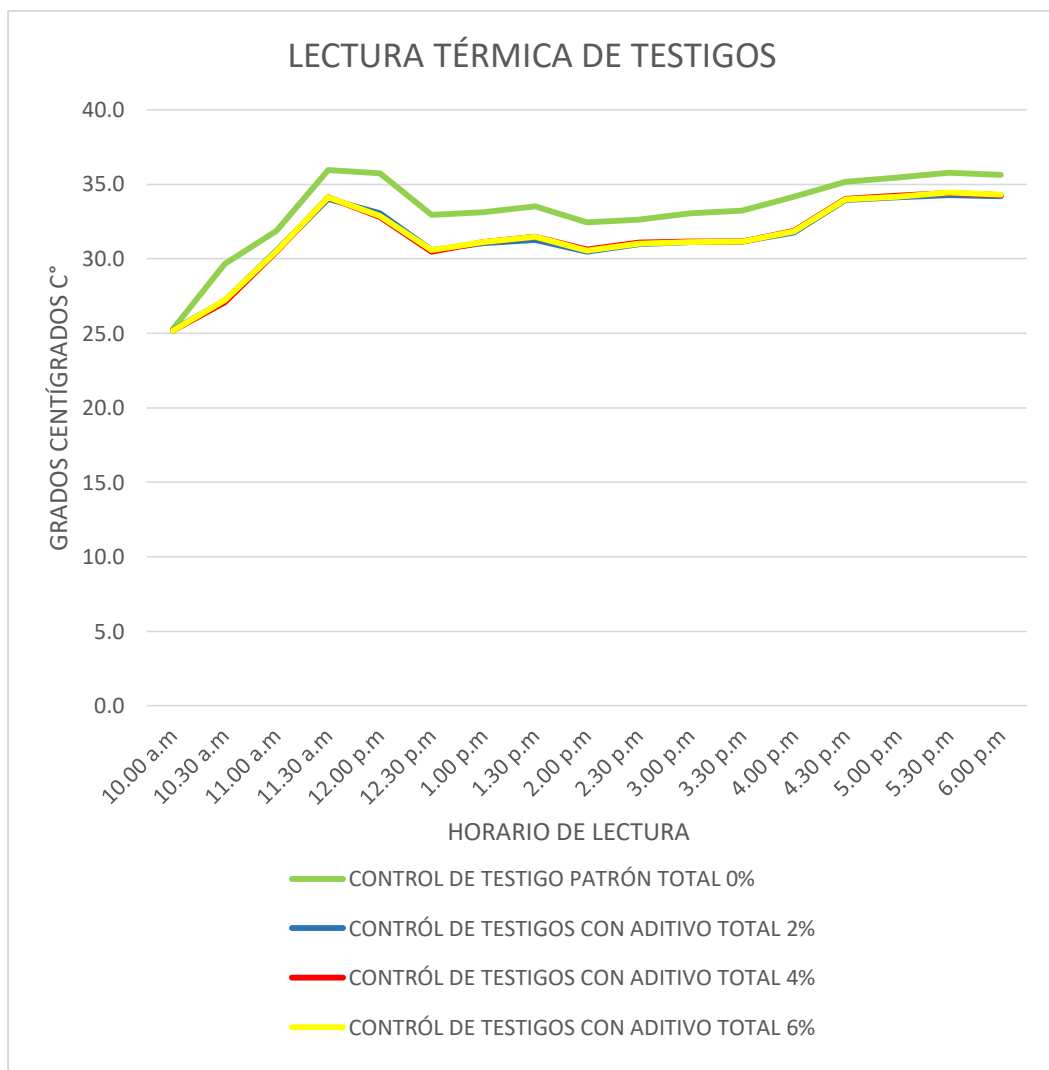
Hora	Unidad de medida	Concreto patrón	2% Dióxido de silicio + aditivo	4% Dióxido de silicio + aditivo	6% Dióxido de silicio + aditivo
10:00 a.m.	C°	25.3	25.2	25.2	25.2
10:30 a.m.	C°	29.6	27.2	27.1	27.2
11:00 a.m.	C°	31.9	30.5	30.5	30.5
11:30 a.m.	C°	36.0	34.0	34.1	34.1
12:00 p.m.	C°	35.7	33.0	32.8	32.9
12:30 p.m.	C°	32.9	30.6	30.5	30.6
1:00 p.m.	C°	33.1	31.0	31.1	31.1
1:30 p.m.	C°	33.5	31.3	31.5	31.5
2:00 p.m.	C°	32.4	30.5	30.6	30.5
2:30 p.m.	C°	32.6	31.0	31.1	31.0
3:00 p.m.	C°	33.1	31.1	31.2	31.1
3:30 p.m.	C°	33.3	31.2	31.2	31.2
4:00 p.m.	C°	34.2	31.8	31.9	31.8
4:30 p.m.	C°	35.2	33.9	34.0	34.0
5:00 p.m.	C°	35.4	34.1	34.2	34.2
5:30 p.m.	C°	35.8	34.3	34.4	34.4
6:00 p.m.	C°	35.6	34.2	34.3	34.3

Fuente: Creación propia

Del mismo modo, después de las pruebas térmicas realizadas a los testigos con adición en capas del compuesto o aditivo, se pudo observar un pico de 2.9 C° de diferencia en relación al concreto patrón, lo cual indica que la

mejor aplicación para aislamiento térmico es en capas, ya que no influye el porcentaje de Dióxido de silicio agregado en la mezcla, y por otro lado, el aditivo o compuesto no depende de un porcentaje, la aplicación realizada es de 600 ml. De Dióxido de silicio granulado (o sílice granulado) por 100 gr. De Dióxido de silicio. Además por efectos del clima, se aprecia una baja de temperatura, esto es debido a una precipitación pluvial ocurrida el día de la prueba térmica, esto nos permitió observar que no es solo aislante térmico por efectos de la radiación solar, sino que además es aislante natural. A temperatura ambiente siempre mantuvo una lectura térmica por debajo del concreto patrón. Esto se apreciará en la [figura 5].

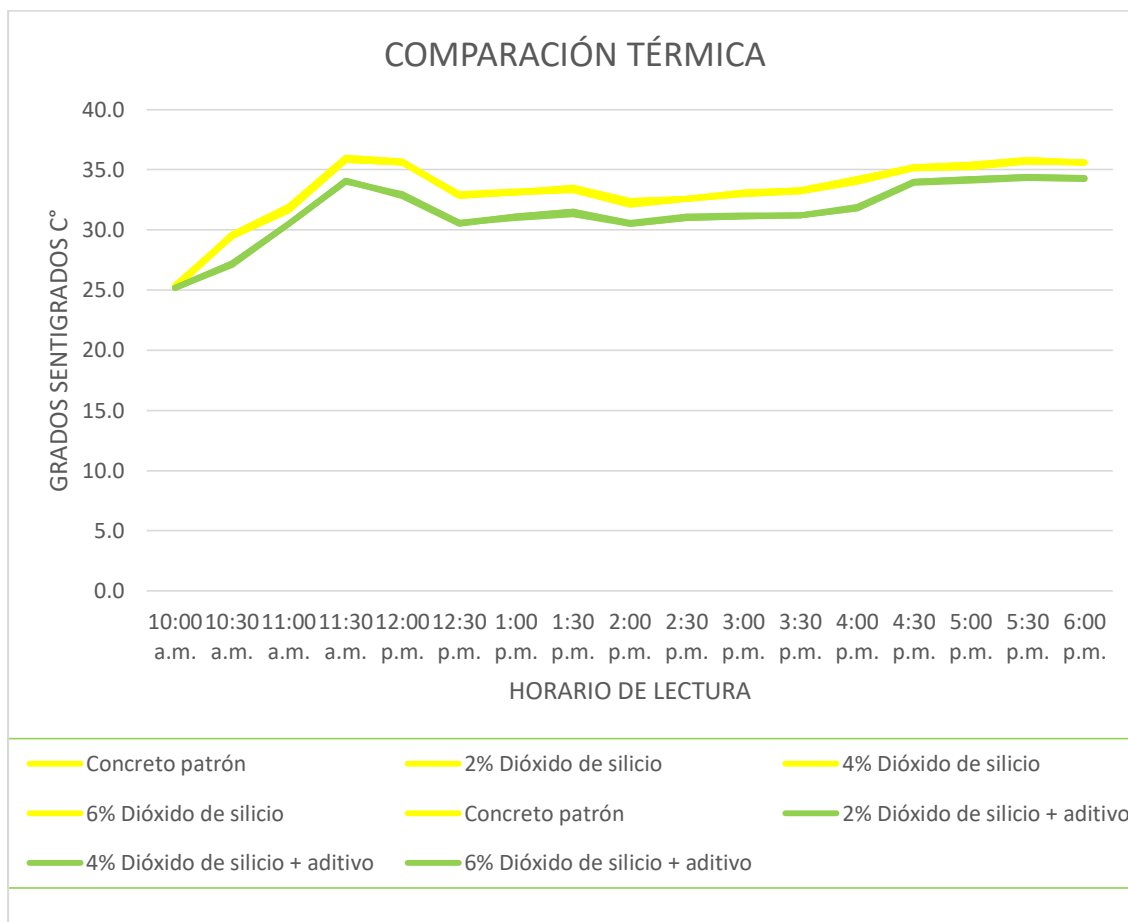
Figura 5: COMPARACIÓN ENTRE APLICAIÓNES DE DIÓXIDO DE SILICIO



Fuente: Creación propia

4.7. Especificación en qué tipo de aplicación el Dióxido de Silicio tiene mejor aislamiento térmico

Figura 6: COMPARACIÓN ENTRE APLICACIONES DE DIÓXIDO DE SILICIO



Fuente: Creación propia

En la comparación de aplicaciones, después de las pruebas térmicas, se observa que la aplicación en forma de capas, que vendría a ser la línea verde en a figura, presenta un menor registro de temperatura, lo cual a diferencia de la dosificación en porcentajes en la mezcla lo hace idóneo para este propósito, presenta un registro pico de 2.9 C° de diferencia con respecto al concreto patrón, además está se puede aplicar directamente sobre el concreto $F_c = 210 \text{ kg/m}^2$ con ningún tipo de agregado en la mezcla para cumplir con su propósito. Lo que esto implica no afectar la resistencia del concreto patrón, ya que debido a que se añadió dióxido de silicio a la mezcla, el concreto patrón disminuyó si resistencia a la compresión, logrando tan solo cumplir este rango con la dosificación del 2% con una resistencia de $F_c = 212.94 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que el concreto patrón, sin

ninguna adición de Dióxido de silicio 0% logró una resistencia de $F_c = 253.3$ Kg/cm² con agregados de la cantera del Huallaga.

4.1. Relación costo – beneficio sobre la aplicación del Dióxido de Silicio

Tabla 15: TABLA DE RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DIÓXIDO DE SILICIO 2%.

MATERIAL	Unid.	Patrón ($F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)		2% dióxido de silicio + 98 concreto	
		Cantidad	Costo (S/.)	Cantidad	Costo (S/.)
Cemento	Kg	366	213.5	366	213.5
Dióxido de silicio	kg	0	0	7.3	393.10
Agregado Grueso	Kg	1034.2	82.74	1028.9	82.31
Agregado Fino	Kg	718.3	35.92	714.6	35.73
Agua	L	205.0	0.50	205.0	0.50
Costo Total por m³		S/.	332.66	S/.	725.14

Fuente: Creación propia

El costo para la elaboración por m³ de concreto con adición de Dióxido de Silicio excede por más del doble el costo de un concreto simple común, la diferencia de costos entre un concreto simple $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en relación a un concreto simple $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 2% de Dióxido de silicio hay una diferencia de S/. 392.48 soles, lo cual es más del doble y no brinda el aislamiento térmico esperado.

Tabla 16: TABLA DE RELACIÓN COSTO–BENEFICIO DIÓXIDO DE SILICIO EN CAPAS.

MATERIAL	Unid.	Patrón (Fc=210kg/cm2)		Capa de Dióxido de silicio + 100% concreto	
		Cantidad	Costo (S/.)	Cantidad	Costo (S/.)
Cemento	Kg	366	213.5	366	213.5
Dióxido de silicio	kg	0	0	0.100	5.39
Dióxido de silicio Granulado	L	0	0	0.600	24.00
Agregado Grueso	Kg	1034.2	82.74	1028.9	82.31
Agregado Fino	Kg	718.3	35.92	714.6	35.73
Agua	L	205.0	0.50	205.0	0.50
Costo Total por m³		S/.	332.66	S/.	361.43

Fuente: Creación propia

La relación de costo beneficio es evidente, el uso en capas solo añade un costo agregado de S/. 28.77 soles al presupuesto, debido a que no es necesario añadir dióxido de silicio en la mezcla, su aplicación es directamente sobre el concreto simple, además de este modo es como se obtiene resultados de aislamiento térmico.

V. DISCUSIÓN

Para Lucero (2010), hizo una comparación mediante probetas el desempeño térmico de losas, con diferentes tipos de concreto sin ningún tipo de adición o recubrimiento, otras solo con una capa de pintura blanca acrílica y otras con aislantes térmicos más pintura blanca acrílica, de las cuales se obtuvo que los mejores resultados para la reducción del flujo del calor eran los que estaban conformados por compuestos termoaislantes, del mismo modo, en este trabajo de investigación, se obtuvo resultados favorables respecto a la adición de Dióxido de Silicio en forma de capas sobre el concreto, ya que de este modo el Dióxido de Silicio debido a su capacidad de ser un elemento con una baja capacidad de conductividad térmica influye directamente con el flujo de calor sobre el concreto, disminuyéndola eficientemente, manteniéndola por debajo hasta en 2.9 C° de un concreto común, sin ningún tipo de adición. Del mismo modo Campos (2014) con su trabajo en uso de co-polimeros, a base de sus resultados de conductividad térmica, éstos constituyen un argumento favorable para un potencial uso como aislantes térmicos, del mismo modo con este trabajo se pretende brindar una alternativa para un aislante térmico pero enfocado directamente en el concreto y en uso de construcción civil, debido a sus capacidades físicas y químicas, estas resultan favorables para este propósito, por su baja capacidad de conductividad térmica y por tener un pH no entre 3.8 a 4.3 lo cual lo hace inofensivo para el concreto y uso con acero. Mientras que Egoavil (2018) con su trabajo de investigación basada en el uso de poliuretano en forma de placas para la reducción térmica del concreto, además de brindar una mejora en la resistencia a la compresión del concreto, obtuvo resultados favorables referente a la reducción térmica del concreto y mejoras en su resistencia a la compresión al usarlo como agregado, caso contrario que con este proyecto de investigación, el añadir el dióxido de silicio como agregado, directamente en la mezcla, no brindó resultados favorables referente a la capacidad de aislante térmico y mucho menos con la capacidad de aumentar la resistencia a la compresión, caso contrario, no hubo mejoras frente a un concreto común con las lecturas térmicas y la resistencia a la compresión disminuyó considerablemente, tanto que el único

porcentaje admisible es el de 2%, que llegó al margen de resistencia para concretos $F_c = 20 \text{ kg/cm}^2$, a partir de ese porcentaje no es recomendable usar como agregado. Por otra parte tenemos a Sanz (2016) quién nos propuso el uso de aerogel a base de sílice granulado e hidrófugo con base en la matriz de sulfato de calcio (yeso) para el uso y fabricación de moteros que tengan una capacidad de térmica aislante, contrario al uso que se planteó en ese proyecto de investigación, el uso de sílice granulado en combinación con Dióxido de silicio me generó un compuesto en forma de masa o masilla para aplicación en forma de capas sobre el concreto, y no como uso de agregado para el concreto, ya que en forma de capas se logró mejor resultado referente al aislamiento térmico, de este modo el uso de sílice granulado fue el compuesto idóneo para generar el compuesto o aditivo, ya que es dióxido de silicio pero granulado, con esto se logró la consistencia idónea para poder tener una masilla con que recubrir el concreto, de este modo es como se tuvo mejores resultados frente a las pruebas de conductividad térmica, generando las bases y corroborando el propósito que es generar un compuesto aislante a base de dióxido de silicio, teniendo resultados favorables con este modo, a comparación de la adición de dióxido de silicio como agregado en porcentajes en la mezcla, las lecturas térmicas fueron similares a un concreto común, brindando información que la capacidad termo aislante no cumplía su propósito, generando gastos innecesarios y elevando costos al presupuesto para un concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Cabera (2016) nos menciona en su proyecto que la capacidad de poder aislar térmicamente una vivienda es algo que disponen solo algunos materiales, la capacidad de oponerse al flujo de calor por conducción, lo cual con este proyecto se corrobora lo mencionado anteriormente, el dióxido de silicio es un elemento que presenta una capacidad de conductividad térmica muy baja, un particularidad que la hace idónea para este propósito, el aislar y oponerse al flujo de calor en el concreto.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Para un diseño óptimo de un concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se debe usar un porcentaje no mayor al 2% de Dióxido de Silicio, ya que con esos valores se llega al margen de resistencia $F_c = 212.94 \text{ kg/cm}^2$, lo cual está dentro del rango de resistencia mecánica a la compresión.

6.2. Después de realizar la obtención de las propiedades físicas y químicas del Dióxido de silicio, se observa que tiene un pH entre 3.8 – 4.3, por lo cual es apto para uso en concretos, ya sea por concreto armado o alguna armadura externa esta no corroería el acero.

6.3. Al obtener las propiedades físicas y químicas del Dióxido de Silicio, se observó que este presenta una pureza entre $> 99.0 - 100.5 \%$, esto quiere decir que el concreto está libre de todo agente contaminante que pueda dañar la mezcla, es un insumo ideal para añadir en la mezcla.

6.4. Después de los resultados de las pruebas térmicas se llegó a la conclusión que, la dosificación de porcentajes de 2%, 4% y 6% no hacen diferencia respecto al aislamiento térmico del concreto, debido a que las lecturas obtenidas con referencia al concreto patrón, no exceden en 0.3 grados centígrados C° el pico máximo de diferencia entre temperaturas.

6.5. El añadir el Dióxido de silicio en la mezcla no hace diferencia respecto a la capacidad de baja conductividad térmica, por lo cual se concluye que, para tener la capacidad de aislar térmicamente el concreto, el compuesto de Dióxido de silicio debe estar en contacto directo con los rayos del sol.

6.6. Se concluyó además que el compuesto aislante o aditivo de Dióxido de silicio es un regalador también a la temperatura ambiente, no solo la temperatura proveniente directamente por la radiación solar, ya que ocurrió una precipitación pluvial, y la lectura térmica obtenida del concreto en capas del compuesto, seguían arrojando datos inferiores al concreto patrón.

6.7. Se llegó a la conclusión que el mejor uso para el aislamiento térmico del compuesto de Dióxido de Silicio es en forma de capas, las lecturas térmicas obtenidas de este modo, siempre tenían un promedio de 2 grados centígrados C° menos que el concreto patrón, llegando al pico máximo de

2.9 grados centígrados C° de diferencia, además que las lecturas obtenidas también se dieron en condiciones de lluvia, por lo que se demostró que la capacidad de aislante térmico se da también a temperatura ambiente y no solo bajo los efectos de la radiación solar.

6.8. Se demostró que el uso del compuesto aislante o aditivo, es más económico que añadir el Dióxido de Silicio directamente en la mezcla, añadiendo un costo extra de tan solo S/. 28.77 soles al m³ de concreto.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se recomienda no usar más de 2% de Dióxido de Silicio en la mezcla, ya que con ese porcentaje se llegó a una resistencia de $F_c = 212.94 \text{ Kg/cm}^2$, el cual está dentro de la resistencia a la compresión para un concreto $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que con un porcentaje de 4% la resistencia a la compresión disminuyó considerablemente teniendo como resultado una resistencia a la compresión de $F_c = 150.85 \text{ kg/cm}^2$ para concretos de $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

7.2. Se recomienda usar Dióxido de Silicio en forma de capas, ya que es el único modo en el que se obtuvo resultados esperados, respecto a la capacidad de aislante térmico, además de no generar un mayor aumento en el presupuesto.

7.3. Se recomienda usar el Dióxido de Silicio junto con el Dióxido de Silicio granulado, hasta llegar a una consistencia trabajable, basándose en la experiencia de otras sustancias similares, tales como las macillas para muros.

7.4. Se recomienda que el uso de compuesto o aditivo vaya siempre en contacto directo con los rayos del sol, de este modo se asegura el correcto funcionamiento del compuesto, y la capacidad de baja conductividad térmica del aditivo.

REFERENCIAS

ARAUJO, Vanessa [et al], *Micropeletización de pead para la fabricación de películas porosas y piezas plásticas*, (Artículo Científico) Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 2017, ISSN 0255-6952.

<http://www.rlmm.org/ojs/index.php/rlmm/article/view/885>

CABERA, Fausto. *Aislante térmico para viviendas de la costa ecuatoriana*. (Artículo Científico). Yochama Revista Científica, 2012, vol. 1.

<http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/178/138>

CHANG, Le [et al], *Cold Concrete Envelopes with Fins Regulating Control Rooms Temperature under Accident Conditions*, (Artículo Científico), ScienceDirect, China, 2017, vol. 205.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817344636>

CONSTANTINE, George [et al], *Monitoring of a Hemp Lime External Building Insulation*, (Artículo Científico) E3S Web of Conferences, 2019, vol. 3, ISSN 2267-1242.

https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2019/37/e3sconf_clima2019_03046.pdf

CUNHA, Sandra, [et al], *Influence of Adding Encapsulated Phase Change Materials in Aerial Lime based Mortars*, (Artículo Científico) Advanced Materials Research, 2013, vol. 687.

<https://sci-hub.tw/https://www.scientific.net/AMR.687.255>

CAMPOS, Joana. *Desarrollo de morteros ligeros base cemento portland con propiedades térmicas optimizadas mediante la incorporación de un micro co-polímero.* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 2014.

EGOAVIL, Angel. *Determinación del coeficiente de conductividad térmica del concreto con aditivo de poliuretano residual.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2018.

ESPINO, Ronald y PAULINO, Jean. *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú.* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, 2017.

GONZÁLES, Dania [et al], *Resiliencia urbana y ambiente térmico en la vivienda,* (Artículo Científico) *Arquitectura y Urbanismo*, 2016, vol. 37, ISBN 1815-5898.

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=40f6870f-9523-4298-9e82-67da0d56b0db%40pdc-v-sessmgr05>

GONZÁLES, Eduardo [et al], *Incorporación de residuos de pellets de poliuretano para la mejora del aislamiento térmico en bloques de hormigón no estructurales.* (Artículo Científico) *Ingeniería e Industria*, 2019, vol. 94.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=3eb1bce6-98e2-4e88-9922-3248e945145a%40sessionmgr4006>

GRACÍA, Leixi [et al], *Elaboración de briquetas a partir de residuos de aserrín aglutinados con almidón de maíz y su posible aplicación como aislante térmico*, (Artículo Científico) Revista de la Universidad de Costa Rica, vol. 29 ISSN 2215-2652.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/33090/36127>

HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6 a. ed. México: Mc Graw Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HERRERA, Marco. *Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (eps) de reciclaje para recubrimiento en muros y techos*. (Tesis de pregrado). Centro de Investigación de Yacután, A.C. México, 2015.

INTOR, Carlos. *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con fibras de polipropileno*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Perú, 2015.

IZQUIERDO, M. [et al], *Espesor óptimo del aislante térmico para las viviendas de Madrid*, (Artículo Científico), Consejo Superior de Investigación Científica, España, 2005, ISBN 84-931709-4-1 (O.C.)

https://digital.csic.es/bitstream/10261/5865/1/Izquierdo_IETCC.pdf

LÓPEZ, Elisman y MAMANI, Juan. *Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de puno*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Perú, 2017

LUCERO, Jorge. *Determinación experimental del flujo térmico a través de losas para techumbre, aislada con diversos recubrimientos.* (Tesis de pregrado). Centro de Investigación en Materiales Avanzados División de Estudios de Posgrado, México, 2010.

MAFIOLI, C. et al], *Medición de la conductividad térmica en materiales aislantes bajo régimen de flujo de calor no estacionario.* (Artículo Científico). Ingeniería y Ciencia, Colombia, 2019. Vol. 15, ISSN: 1794-9165.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=e71fdde6-fc74-4794-b775-f1d23f3eccc9%40sessionmgr4008>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Manual para el desarrollo de viviendas sismoresistentes,* (1ra ed.). Perú, 2017.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.* Diario Oficial del Bicentenario El Peruano, Perú 2017. 49 pp. Anexo- Resolución ministerial N° 121-2017- Vivienda

MORENO, Alfonso [et al], *Efecto de la adición de materiales reciclables en la masilla para construcción liviana respecto a la capacidad calorífica, aislamiento térmico y acústico,* (Artículo Científico) Revista Luna Azul, 2018, DOI: 10.17151/luaz.2019.47.3

<http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php/component/content/article/91-coleccion-articulos-espanol/295-efecto-de-la-adicion-de-materiales-reciclables>

MUKHERJEE, Abhijit. NAG BISWAS, Sudip, *Artificial neural networks in prediction of mechanical behavior of concrete at high temperature,* (Artículo Científico), ScienceDirect, 1997, vol. 178.

<https://scihub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549397001520?via%3Dihub>

MUÑOZ, Alejandro [et al], *Evaluación de la celulosa de papel y de las cenizas de carbón, como materiales aislantes alternativos,* (Artículo Científico) DYNA Ingeniería y Construcción, 2006, vol. 73. ISSN 2346-2183.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532006000100001&lng=en&tlng=en#?

MUÑOZ, Deyanira, CABRERA, Gerardo, *El fique como aislante térmico,* (Artículo Científico), Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial, 2007, vol. 5.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=2ceff769-e69a-446a-9921-e380ccd926e7%40sdc-v-sessmgr01>

NAM RHEE, Kyu, KWANG WOO, Kim, *A 50 year review of basic and applied research in radiant heating and cooling systems for the built environment,* (Artículo Científico), ScienceDirect, República de Korea, 2015, vol. 91.

<https://scihub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315001584?via%3Dihub>

NORIEGA, Natalia, [et al]. *Fabricación y caracterización de nanopartículas de sílice huecas para uso en aislantes térmicos mediante un análisis factorial.* (Artículo científico). CULCyT, especial vol. 02, 2015.

NORMA TÉCNICA PERUANA, NTP 400.012, Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, Dirección de Normalización – INACAL, Lima – Perú, 2018, 3ra Edición, I.C.S: 91.100.30

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/otros/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039/view>

PÉREZ, Jesús [et al], *Estudio Numérico de la Resistencia Térmica en Muros de Bloques de Concreto Hueco con Aislamiento Térmico,* (Artículo Científico) Información Tecnológica, 2011, vol. 22.

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000300005

PORRAS, Cesar [et al], *Comportamiento térmico del yeso tradicional con residuos de construcción y demolición,* (Artículo Científico) DYNA Ingeniería y Construcción, 2019, vol. 94.

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=060efaec-9c57-405b-b7cb-5af6214cfd26%40pdc-v-sessmgr06>

SÁNCHEZ, Luis [et al], *Estudio calorimétrico con el uso de termopares en aislante hecho de mezclilla de desecho para viviendas en Saltillo, Coahuila,* (Artículo Científico), Nova Scientia, 2018, vol. 10, ISSN 2007-0705.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=677eeecb-ebba-43f6-a422-37804b64e0f0%40sdc-v-sessmgr01>

SANZ, Daniel. *Comportamiento térmico y mecánico del yeso con adiciones de aerogel de sílice granulado.* (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Madrid, España, 2016

SUSOROVA, Irina [et al], *The Effect of Balcony Thermal Breaks on Building Thermal and Energy Performance: Field Experiments and Energy Simulations in Chicago, IL*, (Artículo Científico), MDPI Buildings, United States of America, 2019

<https://www.mdpi.com/2075-5309/9/9/190/htm>

TETLOW, David [et al], *The Application of Phase Change Materials to Improve the Climate Resilience of a Low-Energy Prototype House*, (Artículo Científico), Springer Link, 2014, vol. 2, ISBN 978-3-319-07977-6.

https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-07977-6_10

VÁSQUEZ, Salvador. *Resistencia del concreto de $f'c=210$ Kg/cm² con sustitución del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15%- Huaraz*. (Tesis pregrado) Universidad San Pedro, Perú, 2018.

YUNI, José y URBANO, Claudio, *técnicas de investigación*, vol. 2 Colombia: Brujas, 2006.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Tabla operacional

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de un compuesto aislante de dióxido de silicio	Un compuesto a base de dióxido de silicio con aplicación en forma de capas o directamente en la mezcla con efecto termoaislante a la radiación solar, al ser un compuesto termo aislante de un uso simple, pueden ser aplicados en superficies como techos (losas aligeradas) o en muros evitando la transferencia de calor directamente a estas superficies. Con la aplicación de este compuesto se promueve el ahorro de energía y de presentar un aislamiento acústico, debido a su baja conductividad sonora.	Se realizará un compuesto con una dosificación de 2%, 4% y 6% de dióxido de silicio que se aplicará en forma de capas en probetas, y también se realizará otro muestra con probetas de 2%, 4% y 6% aplicados directamente en la mezcla, teniendo una probeta de control de cero aplicación de dióxido de silicio para llevar un control	Propiedades físicas y químicas del Dióxido de silicio. Optima dosificación para el aislamiento térmico. Resultados según los modos de uso. Lecturas térmicas.	pH Granulometría Porosidad Densidad Capacidad conductiva Resistencia a la compresión Diseño óptimo de mezcla	intervalos
Regulador de temperatura	Capacidad de aislamiento térmico, la característica principal es su baja conductividad térmica, con cualidades físicas y químicas deseables para este propósito	Para lograr la capacidad reguladora de temperatura se aplicarán dosis de 2%, 4% y 6% de dióxido de silicio a las probetas, llevando un control y verificando con qué dosificación se logra un mejor aislamiento.	Relación costo beneficio	Porcentaje de dosificación Comparación de muestreo Costo beneficio	intervalos

ANEXO N° 02: Muestreo de probetas con adición de dióxido de silicio

GE(1):	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O1(7d)	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O2(14d)	X1 (probeta con adición De dióxido de silicio al 2%)	O3(28d)
GE(2):	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O1(7d)	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O2(14d)	X2 (probeta con adición De dióxido de silicio al 4%)	O3(28d)
GE(3):	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O1(7d)	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O2(14d)	X3 (probeta con adición De dióxido de silicio al 6%)	O3(28d)
GC(4):	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O1(7d)	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O2(14d)	X0 (probeta con adición De dióxido de silicio al 0%)	O3(28d)

GE(1):	X1 (probeta + capa de dióxido de silicio al 2%)	O1(28d)
GE(2):	X2 (probeta + capa de dióxido de silicio al 4%)	O1(28d)
GE(3):	X3 (probeta + capa de dióxido de silicio al 6%)	O1(28d)
GC(4):	X0 (probeta sin capa de dióxido de silicio)	O1(28d)

ANEXO N° 03

Fichas técnicas de laboratorio

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

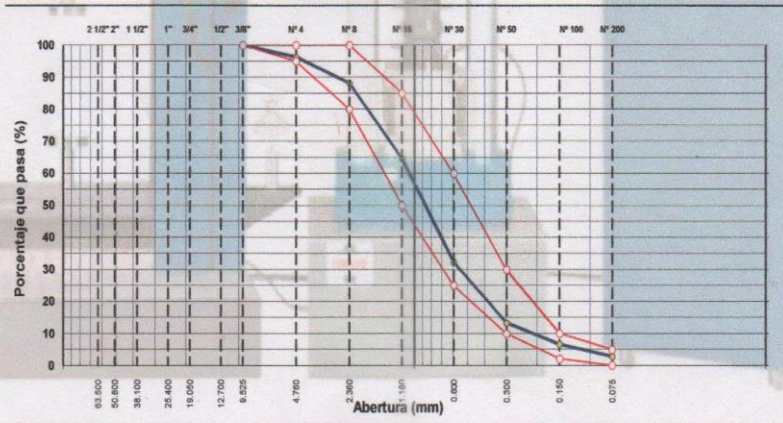
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TESIS : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO SIMPLE, TARAPOTO 2020 MATERIAL : Arena natural para Concreto CALICATA : MUESTRA : PROFUND. : CANTERA : Rio Huallaga UBICACIÓN :	N° REGISTRO : TÉCNICO : ING° RESP. : FECHA : 25/10/2020 HECHO POR : FRANK LOPEZ G. 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 = 1.253.3 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 1218.2 gr
2"	50.800						PESO FINO = 1.207.6 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LÍQUIDO = 0.00 %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = 0.00 %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = 0.00 %
1/2"	12.700						Ensayo Mala #200 : P.S.Seco : P.S.Lavado : % 200
3/8"	9.525				100.0	100	
# 4	4.760	45.7	3.7	3.7	96.4	95 - 100	MÓDULO DE FINURA = 2.99 %
# 8	2.360	103.1	8.2	11.9	88.1	80 - 100	EQUIV. DE ARENA = %
# 16	1.180	294.0	23.5	35.3	64.7	50 - 85	PESO ESPECÍFICO:
# 30	0.600	405.3	32.3	67.7	32.3	25 - 60	P.E. Bulk (Base Seca) = 2.71 gr/cm ³
# 50	0.300	238.9	19.1	86.7	13.3	10 - 30	P.E. Bulk (Base Saturada) = 2.74 gr/cm ³
# 100	0.150	83.2	6.6	93.4	6.6	2 - 10	P.E. Aparante (Base Sec.) = 2.79 gr/cm ³
# 200	0.075	48.0	3.8	97.2	2.8	0 - 5	Absorción = 1.10 %
<# 200	FONDO	35.1	2.8	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO = 1685 kg/m ³
FINO		1.207.6					PESO UNIT. VARILLADO = 1829 kg/m ³
TOTAL		1.253.3					% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad
							470.4 : 460.8 : 2.08%
OBSERVACIONES:							

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO GENERAL
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
JORGÉ CHRISTIAN ACUÑA CÁRDENAS
JEFE DE LABORATORIO

Frank Lopez G.
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
HUMEDAD NATURAL			
MTC E 108			
OBRA	: DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO	N° REGISTRO	:
TRAMO	: SIMPLE, TARAPOTO 2020	TÉCNICO	:
MATERIAL	: Arena natural para Concreto	ING° RESP.	:
CALICATA	:	FECHA	: 25/10/2020
MUESTRA	:	HECHO POR	: FRANK LOPEZ G.
PROFUND.	:	DEL KM	:
CANTERA	: Rio Huallaga	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO GRUESO			
N° TARRO		5	
TARRO + SUELO HÚMEDO		1260.00	
TARRO + SUELO SECO		1250.40	
AGUA		9.60	
PESO DEL TARRO		0.00	
PESO DEL SUELO SECO		1250.40	
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO		0.77	

AGREGADO FINO			
N° TARRO		9	
TARRO + SUELO HÚMEDO		470.40	
TARRO + SUELO SECO		460.80	
AGUA		9.60	
PESO DEL TARRO		0.00	
PESO DEL SUELO SECO		460.80	
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO		2.08	

LABORATORIO GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Jorge Christian Cuna Cárdenas
JORGE CHRISTIAN CUNA CÁRDENAS
JEFE DE LABORATORIO

Frank Lopez G.
Rocío G. Cuna Cárdena
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO	N° REGISTRO :
TRAMO : SIMPLE, TARAPOTO 2020	TÉCNICO :
MATERIAL : Arena natural para Concreto	ING° RESP. :
CALICATA :	FECHA : 28/10/2020
MUESTRA :	HECHO POR : FRANK LOPEZ G.
PROFUND. :	DEL KM :
CANTERA : Rio Hualfaga	AL KM :
UBICACIÓN :	CARRIL :

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	717	717	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1217.0	1217.0	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	1035	1034	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	182.0	183	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	494.3	494.8	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	176.3	177.8	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.716	2.704	2.710
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.747	2.732	2.740
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.804	2.783	2.793
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.153	1.051	1.10%

OBSERVACIONES:

LABORATORIO
GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Jorge Christian Adona Cárdenas
JEFE DE LABORATORIO

Rodry Palomino Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

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

OBRA	: DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO	N° REGISTRO	:
TRAMO	: SIMPLE, TARAPOTO 2020	TÉCNICO	:
MATERIAL	: Arena natural para Concreto	ING° RESP.	:
CALICATA	:	FECHA	: 03/11/2020
MUESTRA	:	HECHO POR	: FRANK LOPEZ G.
PROFUND.	:	DEL KM	:
CANTERA	: Rio Huallaga	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	15870	15890	15877	
Peso del recipiente	(gr)	6514	6514	6514	
Peso de la muestra	(gr)	9356	9376	9363	
Volumen	(cm ³)	5557	5557	5557	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1684	1687	1685	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1685			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	16676	16683	16676	
Peso del recipiente	(gr)	6514	6514	6514	
Peso de la muestra	(gr)	10162	10169	10162	
Volumen	(cm ³)	5557	5557	5557	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1829	1830	1829	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1829			

OBS.:

LABORATORIOS GENERALES
Jorge Christian Cárdenas Cárdenas
JEFE DE LABORATORIO

Frank Lopez G.
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

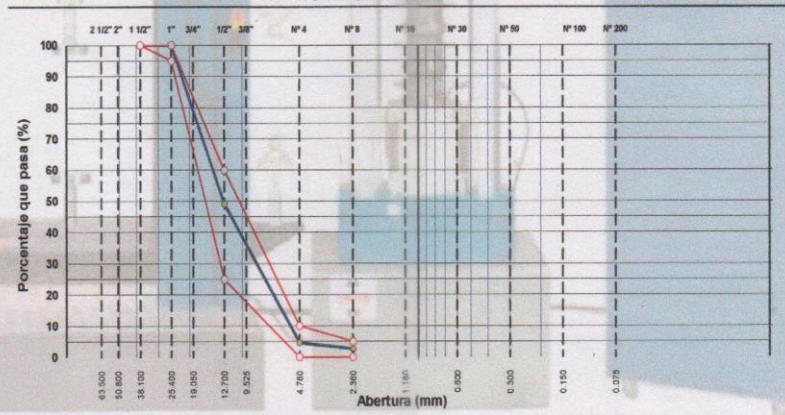
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM C 136 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

OBRA : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO SIMPLE, TARAPOTO 2020	N° REGISTRO :
MATERIAL : Agregado grueso para concreto	TÉCNICO :
CALICATA :	ING° RESP. :
MUESTRA :	FECHA : 25/11/2020
PROFUND. :	HECHO POR : FRANK LOPEZ G.
CANTERA : Rio Huallaga	DEL KM :
UBICACIÓN :	AL KM :
	CARRIL :

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 40.281,0 gr
2 1/2"	63.500						MÓDULO DE FINURA = 6,94 %
2"	50.800						PESO ESPECÍFICO:
1 1/2"	38.100				100,0	100 - 100	P.E Bulk (Base Seca) = 2,645 gr/cm ³
1"	25.400				100,0	95 - 100	P.E Bulk (Base Saturada) = 2,663 gr/cm ³
3/4"	19.050	11.762,0	29,2	29,2	70,8		P.E Aparente (Base Sec.) = 2,693 gr/cm ³
1/2"	12.700	8.741,0	21,7	50,9	49,1	25 - 60	Absorción = 0,66 %
3/8"	9.525	8.419,0	20,9	71,8	28,2		PESO UNIT. SUELTO = 1493 kg/m ³
# 4	4.760	9.466,0	23,5	95,3	4,7	0 - 10	PESO UNIT. VARILLADO = 1610 kg/m ³
# 8	2.360	946,0	2,1	97,4	2,6	0 - 5	CARAS FRACTURADAS:
< # 8	FONDO	1.047,0	2,6	100,0	0,0		1 cara o más = %
							2 caras o más = %
							Partic. Chatas y Alargadas = %
							Abra. Los Ángeles = %
							% HUMEDAD
							P.S.H. P.S.S. % Humedad
							1260,0 1250,4 0,77%
							OBSERVACIONES:
TOTAL		40.281,0					

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO GENERALES
Jorge Christian Cárdenas
JEFE DE LABORATORIO

Frank Lopez G.
ING. EN INGENIERIA CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO SIMPLE, TARAPOTO 2020	N° REGISTRO :
MATERIAL : Agregado grueso para concreto	TÉCNICO :
CALICATA :	ING° RESP. :
MUESTRA :	FECHA : 28/10/2020
PROFUND. :	HECHO POR : FRANK LOPEZ G.
CANTERA : Río Huallaga	DEL KM :
UBICACIÓN :	AL KM :
	CARRIL :

DATOS DE LA MUESTRA

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	4696.0	4696.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	2935.1	2930.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm³)	1760.9	1766.0	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	4065.0	4065.3	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm³)	1729.9	1735.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.649	2.642	2.645
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.667	2.659	2.663
	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.697	2.688	2.693
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.865	0.656	0.66%

OBSERVACIONES:

LABORATORIO GENERALES
Jorge Christian Juana Cárdenas
JEFE DE LABORATORIO

Redy Bermejo Saavedra
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

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

OBRA	: DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO	N° REGISTRO	:
TRAMO	: SIMPLE, TARAPOTO 2020	TÉCNICO	:
MATERIAL	: Agregado grueso para concreto	ING° RESP.	:
CALICATA	:	FECHA	: 03/11/2020
MUESTRA	:	HECHO POR	: FRANK LOPEZ G.
PROFUND.	:	DEL KM	:
CANTERA	: Rio Huallaga	AL KM	:
UBICACIÓN	:	CARRIL	:

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	14842	14830	14752	
Peso del recipiente	(gr)	6514	6514	6514	
Peso de la muestra	(gr)	8328	8316	8238	
Volumen	(cm ³)	5557	5557	5557	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1499	1496	1482	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m ³)	1493			

PESO UNITARIO VARILLADO

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	15467	15460	15461	
Peso del recipiente	(gr)	6514	6514	6514	
Peso de la muestra	(gr)	8953	8946	8947	
Volumen	(cm ³)	5557	5557	5557	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1611	1610	1610	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m ³)	1610			

OBS.:


LABORATORIOS
GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
JORGE CHRISTIAN ACUÑA CÁRDENAS
JEFE DE LABORATORIO



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
SIMPLE, TARAPOTO 2020

ESTRUCTURA : Testigos de Concreto

HECHO POR : F.L.G.
FECHA : 16/11/2020
Muestra : 3 Testigos
Tipo de Concreto : 210 Kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	LECTURA		RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			Ø	AREA Cm ²	KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	
1	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.24	182.4	309.690	31577	173.1	82.4	86 - 76
2	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.20	181.5	301.440	30738	169.4	80.7	65 - 75
3	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.24	182.4	308.250	31433	172.3	82.1	68 - 78

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTMA C.-150

LABORATORIOS
GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
JORGE CRISTIAN AGUIÑA CARRERAS
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Jorge Cristian Aguiña Carreras
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
SIMPLE, TARAPOTO 2020
FECHA : 23/11/2020
EXTINGUICIA : Testigos de Concreto
UBICACION :
HECHO POR : F.L.G.
Tamaño : 210
Tipo de Concreto : 210
3.10²
Kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	Ø	AREA		LECTURA KN	RESISTENCIA Kg/cm ²	RESISTENCIA %	PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA				Cm	Cm ²				Kg/cm ²	%	
1	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.24	182.4	339.350	34604	189.7	90.3			75 - 80
2	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.20	181.5	331.190	33769	186.1	88.6	199.4	89.3	75 - 80
3	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada).	15.24	182.4	334.460	34105	187.0	89.0			75 - 80

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTMA C.-180

LABORATORIOS GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
JORGE CHRISTIAN AGUINA CARDENAS
JEFE DE LABORATORIO

[Firma]
Roberto Aguirre Cardenas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín

www.laboratoriosgenerales.com

936497989 - 942888875

contacto@laboratoriosgenerales.com



Proyecto : **DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO SIMPLE TARAPOTO 2020**
Estructura : **Testigos de Concreto**
Ubicación :
Fecha : **07/12/2020**
Hecio por : **F.L.G**
Tipo de Concreto : **210**
Densidad : **2.400 Kg/cm³**

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	Ø	AREA Cm ²	LECTURA KN	RESISTENCIA Kgf/cm ²	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA							RESISTENCIA %	PROMEDIO Kgf/cm ²	
1	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada)	15.24	182.4	450.360	45924	251.8	119.9	100
2	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada)	15.20	181.5	451.930	46004	254.0	120.9	100
3	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada)	15.24	182.4	454.550	46351	254.1	121.0	100

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo I ASTM C-150

LABORATORIOS GENERALES
ING. JOSE CHRISTIAN AGUINA CARDENAS
JEFE DE LABORATORIO

ING. RAMON CASTILLA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
SIMPLE TARAPOTO 2020

ESTRUCTURA : Testigos de Concreto

UBICACIÓN :

HECHO POR : F.L.G
FECHA : 23/11/2020
Tamaño : 210 Kg/cm²
Tipo de Concreto : 210 Kg/cm²

N° PROB	FECHA		EDAD DÍAS	ESTRUCTURA DESCRIPCIÓN	Ø	ÁREA Cm ²	LECTURA KN	RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACIÓN
	CURADO	ROTURA						Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	
1	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	302.150	308.111	169.3	80.6		75 - 80
2	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	310.480	318.611	173.6	82.7	183.0	75 - 80
3	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	307.290	313.355	171.8	81.8		75 - 80

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTIM C-150

LABORATORIOS GENERALES
JORGE CHRISTIAN CANINA CARDENAS
JEFE DE LABORATORIO

Rodolfo Salazar Sotomayor
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín

www.laboratoriosgenerales.com

936497989 - 942888875

contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
ESTRUCTURA : SIMPLE TARAPOTO 2020
UBICACION : Testigos de Concreto

HIZO POR : F.L.G.
FECHA : 07/12/2020
Tamaño : 210 Kg/cm²
Tipo de Concreto : 210 Kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DÍAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	Ø		AREA		LECTURA		RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			Cm	Cm ²	KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%			
1	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	378.880	38633	212.3	101.1					100
2	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	385.400	38300	215.4	102.6	225.4	101.4			100
3	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 2 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	377.570	38501	211.1	100.5					100

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo I ASTM C - 150

LABORATORIOS GENERALES
SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
JORGE CHRISTIAN ACOSTA
JEFE DE LABORATORIO

[Firma]
Jorge Christian Acosta
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín

www.laboratoriosgenerales.com

936497989 - 942888875

contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO: DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
SIMPLE TARAPOTO 2020
ESTRUCTURA: Testigos de Concreto
UBICACION:
FECHA: 18/11/2020
Tipo de Concreto: 210
F.L.G.
Kg/Cm²

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	LECTURA			RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			Ø	AREA Cm ²	KN	Kg/Cm ²	Kg/Cm ²	%	Kg/Cm ²	
1	09/11/2020	18/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	235.390	23999	131.9	62.8		65 - 75
2	09/11/2020	18/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.20	181.5	231.830	23640	130.3	62.0	142.6	62.5
3	09/11/2020	18/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.23	182.2	234.840	23947	131.5	62.6		65 - 75

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTRA C-150

LABORATORIOS GENERALES
ING. JORGE CHRISTIAN RODRIGUEZ
JEFE DE LABORATORIO

Rodriguez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín

www.laboratoriosgenerales.com

936497989 - 942888875

contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
 ESTRUCTURA : SIMPLE, TARAPOTO 2020
 UBICACIÓN : Testigos de Concreto
 HECHO POR : F.L.G
 FECHA : 23/11/2020
 TIPO DE CONCRETO : 210
 Numero : 4
 Kg/cm²

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	G		LECTURA		RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			cm	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%		
1	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	272.740	27812	152.9	72.8			75 - 80
2	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	289.470	27478	150.6	71.7	163.3	72.8	75 - 80
3	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	277.000	26246	154.8	73.7			76 - 80

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTAL C-150

LABORATORIOS GENERALES
 JORGE ALBERTO MARTIN CANDEMAS
 JEFE DE LABORATORIO

[Firma]
 Rudy Palomares
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 198450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
 ESTRUCTURA : SIMPLE TARAPOTO 2020
 UBICACION : Testigos de Concreto

FECHA : 07/12/2020
 TIPO DE CONCRETO : 210
 F.L.O :
 STRONG : 4' Kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	Ø	AREA Cm ²	LECTURA KN	RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION	
	CURADO	ROTURA						Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%		
1	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	268.890	27416	150.7	71.8		100	
2	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	272.400	27777	152.3	72.5	163.0	71.8	100
3	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada) 4 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	267.570	27285	149.6	71.2		100	

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTIL C-150

LABORATORIOS GENERALES
 JORGE CHRISTIAN REGINA CARDENAS
 JEFE DE LABORATORIO

Región Valparaíso
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 198450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO : DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
 ESTRUCTURA : SIMPLE, TARAPOTO 2020
 UBICACION : Testigos de Concreto

FECHA : 16/11/2020
 TIPO DE CONCRETO : 210
 F.L.O :
 Sello :
 Kg/cm²

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	AREA		LECTURA		RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			CM	CM ²	KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	
1	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	205.740	20990	115.0	54.8			65 - 75
2	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	211.250	21542	118.1	56.2	128.1	56.1	65 - 75
3	09/11/2020	16/11/2020	7	Diseño de mezcla de Concreto F.C = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.23	182.2	214.730	21896	120.2	57.2			65 - 75

OBSERVACION:

San Ulises Cemento Portland Tipo I ASTM C - 150

LABORATORIOS GENERALES
JORGE CHRISTIAN AGUINA CARDENAS
JEFE DE LABORATORIO



Rodolfo Espinoza Sarmiento
INGENIERO CIVIL
CIP N° 1498450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martin



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



PROYECTO: DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO
SIMPLE, TARAPOTO 2020

ESTRUCTURA: Testigos de Concreto

UBICACION:

HECHO POR: F.L.G
FECHA: 23/11/2020
Tipo de Concreto: 210
Densidad: 2400 Kg/cm³

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	Ø Cm	AREA		LECTURA KN	RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA				Cm ²	KN		Kg/cm ²	Kg/Cm ²	%	Kg/Cm ²	
1	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	212.210	21639	118.9	56.6			75 - 80
2	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 5 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	219.740	22407	122.8	58.5	132.4	57.7	75 - 80
3	09/11/2020	23/11/2020	14	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 5 % de dióxido de silicio	15.24	182.4	217.530	22182	121.6	57.9			75 - 80


OBSERVACION: Se Utilizo Cemento Portland Tipo LASTMA C.-150


LABORATORIOS GENERALES
JORGE CHRISTIAN PINA CARDENAS
JEFE DE LABORATORIO


Rodrigo Pineda
INGENIERO CIVIL
CIP N° 198450

Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martin

 www.laboratoriosgenerales.com

 936497989 - 942888875

 contacto@laboratoriosgenerales.com



Proyecto: **DISEÑO DE UN COMPUESTO AISLANTE DE DIOXIDO DE SILICIO PARA CONCRETO SIMPLE TARAPOTO 2020**
Estructura: **Testigos de Concreto**
Ubicación: **Testigos de Concreto**

HICHO POR: **F.L.G**
FECHA: **07/12/2020**
Tipo de Concreto: **210**
Densidad: **3^{ra} Kg/cm³**

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO

N° PROB	FECHA		EDAD DIAS	ESTRUCTURA DESCRIPCION	AREA		LECTURA		RESISTENCIA		PROMEDIO		VERIFICACION
	CURADO	ROTURA			cm	cm ²	KN	kg/cm ²	kgf/cm ²	%	kgf/cm ²	%	
1	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	208.070	21217	116.6	55.6			100
2	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.22	182.4	202.480	20645	113.2	53.9	126.4	54.9	100
3	09/11/2020	07/12/2020	28	Diseño de mezcla de Concreto F'c = 210 Kg/cm ² (Grava Chancada), 6 % de dióxido de silicio	15.22	181.9	207.160	21124	116.1	55.3			100

OBSERVACION:

Se Utilizó Cemento Portland Tipo LASTIM C.150

LABORATORIOS GENERALES
JORGE CHRISTIAN ALDAMA Cárdenas
JEFE DE LABORATORIO

R. Maldonado
INGENIERO EN CIENCIAS
INGENIERO EN CIVIL
C.P. N° 198450



Jr. Ramon Castilla N° 550 – Tarapoto – San Martín



www.laboratoriosgenerales.com



936497989 - 942888875



contacto@laboratoriosgenerales.com



ANEXO N° 04

Fichas técnicas del Dióxido de Silicio

HDK[®] N20 PHARMA



Pyrogenic Silica

Synthetic, hydrophilic amorphous silica, produced via flame hydrolysis.

Properties

White colloidal powder of high purity.

Technical data

Specification

Property	Condition	Value	Method
Loss on drying	-	< 1.5 %	USP
Sieve residue ¹⁾	-	< 0.03 %	DIN EN ISO 787-18
pH	40 g/l	3.8 - 4.3	DIN EN ISO 787-9
Tamped density	-	approx. 40 g/l	DIN EN ISO 787-11
BET surface	-	175 - 225 m ² /g	DIN ISO 9277 DIN 68132
Content Arsenic (As) ²⁾	-	< 3 ppm	USP¹AAS
Content Chloride (Cl)	-	< 250 ppm	EP
Content Silicon dioxide	-	> 99.0 - 100.5 %	USP
loss on ignition	-	< 2.0 %	USP

¹⁾ acc. to Median > 45 µm

²⁾ Validated Method

General Characteristics

Property	Condition	Value	Method
Density	20 °C	approx. 2.2 g/cm ³	DIN 51757
Loss of weight ¹⁾	-	< 2 %	DIN EN ISO 3052-19
Refraction index	-	1.46	-
SiO ₂ Content ²⁾	1000 °C 2 h	> 99.8 %	DIN EN ISO 3052-19
Silanol group density	-	2 SiOH/nm ²	-

¹⁾ at 1000 °C / 2h (based on the substance dried at 105 °C for 2 h)

²⁾ based on the substance heated at 1000 °C for 2 h

These figures are only intended as a guide and should not be used in preparing specifications.

All the information provided is in accordance with the present state of our knowledge. Nonetheless, we disclaim any warranty or liability whatsoever and reserve the right, at any time, to effect technical alterations. The information provided, as well as the product's fitness for an intended application, should be checked by the buyer in preliminary trials. Contextual terms and conditions always take precedence. This disclaimer of warranty and liability also applies particularly in foreign countries with respect to third parties' rights.

Applications

- Pharma

Application details

HDK® N20 PHARMA is intended for use in pharmaceuticals. It improves the flow of powders and is used as glidant for tableting. Furthermore, HDK® N20 PHARMA is a thickener for liquid pharmaceutical products. HDK® N20 PHARMA is tested according to the pharmacopelias EP and USP/NF. (Produced according to ISO 9001, ISO 14001, HACCP and IPEC).

A good mixing and dispersion of HDK® N20 PHARMA is a must to assure optimum performance.

More detailed information about the application and processing of HDK® N20 PHARMA is available in our HDK-brochures and on the WACKER web site

Packaging and storage

Packaging

HDK® N20 PHARMA is offered in following packaging:

- pallet with paper bags: 10 kg bags

Storage

The "Best use before end" date of each batch is shown on the shipping label and the certificate of analysis. HDK® N20 PHARMA should be stored in the original packaging in dry storage areas. Storage beyond the date specified on the label does not necessarily mean that the product is no longer usable. In this case however, the properties required for the intended use must be checked for quality assurance reasons. Due to the high surface area HDK® adsorbs volatiles and should be protected from humidity and volatiles. If single bags are taken away from an original pallet, the remaining bags of this pallet must again be protected against humidity and volatiles.

Safety notes

Comprehensive instructions are given in the corresponding Material Safety Data Sheets. They are available on request from WACKER subsidiaries or may be printed via the WACKER web site. During transportation and processing HDK® N20 PHARMA may cause electrostatic charges. Like other amorphous silicas HDK® N20 PHARMA does not show either carcinogenic (IARC classification, Volume 68, 1997) or mutagenic properties.

QR Code HDK® N20 PHARMA



For technical, quality or product safety questions, please contact:

Wacker Chemie AG, Hans-Söldel-Platz 4, 81737 Munich, Germany
info@wacker.com, www.wacker.com

The data presented in this medium are in accordance with the present state of our knowledge but do not absolve the user from carefully checking all supplies immediately on receipt. We reserve the right to alter product constants within the scope of technical progress or new developments. The recommendations made in this medium should be checked by preliminary trials because of conditions during processing ones which we have no control, especially when other companies' raw materials are also being used. The information provided by us does not absolve the user from the obligation of investigating the possibility of infringement of third parties' rights and, if necessary, clarifying the position. Recommendations for use do not constitute a warranty, either express or implied, of the fitness or suitability of the product for a particular purpose.

ANEXO N° 05

Fichas técnicas Termómetro Digital

Ficha Técnica

Marca	DIKANG
Modelo	HG03
Nombre del Producto	Termómetro Infrarrojo sin contacto.
Batería	2 alcalinas AAA (no incluye)
Distancia	Medición sin contacto.
Contacto	Sensor infrarrojo 100% precisión.
Lectura segundo.	Lectura rápida de temperatura en 1
Pantalla	Pantalla de Alta Definición.
Memoria	Gran capacidad de memoria de datos.
Certificación	Certificación conforme Registro Nro. PTC20031202601C-CP01.
Iluminación	Luz de fondo de tres colores Alta/Normal/Baja.

Datos Técnicos

- Tamaño del producto 98.8 mm * 42 mm * 155.5 (w * D * H)
- Peso del producto 73g (no incluye baterías)
- Medición modo de frente
- Rango de medición de T° 25°C - 100°C (normal)
- 32°C - 42,5°C (alta precisión)
- Precisión ± 0.2°C(0,4F) en el rango de 0.35°C~42°C (95F~107.6F)
±0.3°C(0.54°F) en el Rango de 32°C~ 34.9°C (89.6°F ~94.8°F) /
42.1°C~43°C(107.8°F~109.4°F)
- Pantalla digital LCD.
- Fuente de voltaje 2 * 1.5V baterías: tamaño AAA.
- Apagada automática.

CERTIFICATE OF CONFORMITY

No.: PTC20031202601S-LD01

Applicant : Hunan Honggao Electronic Technology Co., Ltd
Address : Block 5, Comprehensive Industrial Park, Tenghui Pioneer Park, Nanxian Economic Development Zone, Yiyang, Hunan Province
Manufacturer : Hunan Honggao Electronic Technology Co., Ltd
Address : Block 5, Comprehensive Industrial Park, Tenghui Pioneer Park, Nanxian Economic Development Zone, Yiyang, Hunan Province
Product : Infrared Thermometer
Trade Mark : N/A
Model : HG01, HG02, HG03, HG04, HG05, HG06, HGB01, HGB02, HGB03, HGB04, HGB05, HGB06, F101, F102, F103
Power Rating : Battery: DC 3.0V

The submitted sample of the above equipment has been tested and found to comply with the following European Directive:

Low Voltage Directive - 2014/35/EU

The standard(s) used for showing compliance with the essential requirements:

Applicable Standard(s)	Test Report(s) Number
EN 60601-1: 2006 + A11:2011 + A1:2013 + A12:2014	PTC20031202601S-LD01

This certificate is part of the full test report(s) and should be read in conjunction with it. This certificate is based on an evaluation of one sample of above mentioned product. It does not imply assessment of the production of the product. Without the written approval of Dongguan Precise Testing Service Co., Ltd, this certificate is not permitted to be reproduced, except in full. It is not permitted to use the test lab's logo. The CE marking may only be used if all the relevant and effective European Directives are applicable.

仅用于资质证明，不作为任何
 法律合同签订！

Jacky Ou
 Manager
 Date: March 17, 2020

Precise Testing & Certification (Guangdong) Co., Ltd.
 Building 1, No.6, Tongxi Road, Dongcheng Street,
 Dongguan, Guangdong, China
 Tel: 86 769 88806222 Web: www.ptc-testing.com
 Mail: inquiry@ptc-testing.com

ANEXO N° 06

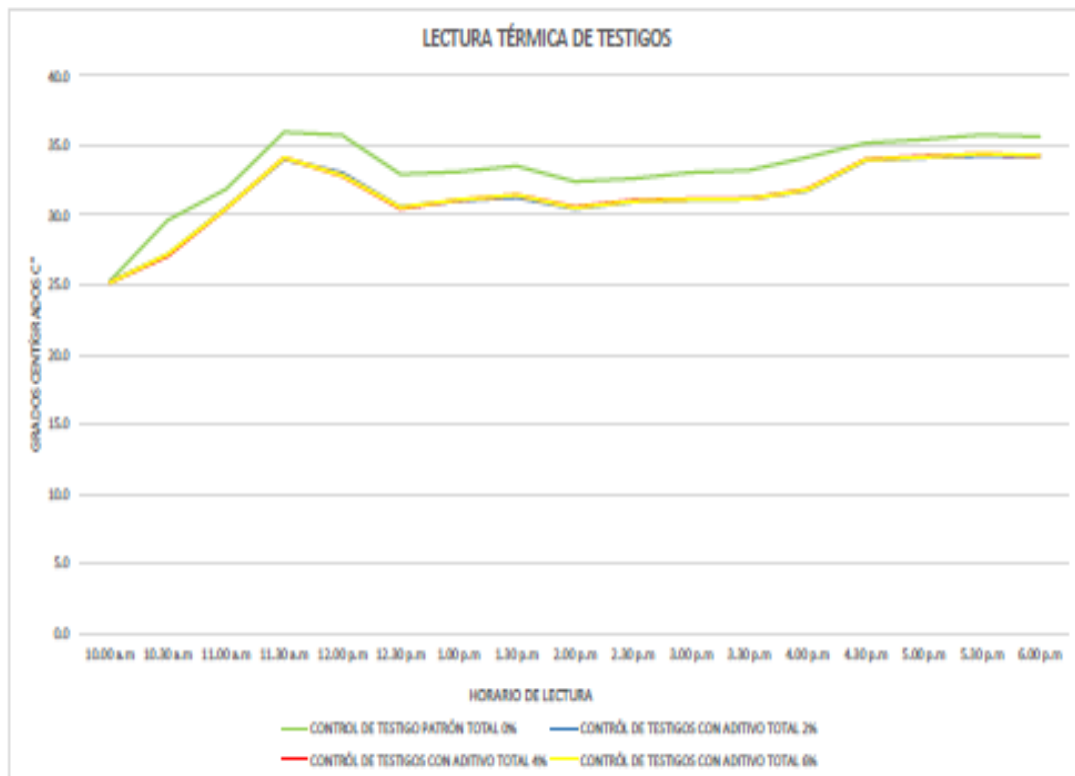
Fichas técnicas lectura térmica

LECTURA TÉRMICA DE TESTIGOS	
Proyecto:	Diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio para la regulación de la temperatura en concreto simple, Tarapoto 2020
Material:	Dióxido de silicio
Hecho por:	Frank Devts Lopez Gavilán
Unl. de medida	Grados Centígrados C°
Fecha:	12/12/2020

HORA	CONTROL DE TESTIGO PATRÓN				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADITIVO				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADITIVO				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADITIVO			
	0%	0%	0%	TOTAL 0%	2%	2%	2%	TOTAL 2%	4%	4%	4%	TOTAL 4%	6%	6%	6%	TOTAL 6%
10.00 a.m	25.3	25.2	25.3	25.3	25.3	25.1	25.2	25.2	25.1	25.2	25.2	25.2	25.3	25.1	25.1	25.2
10.30 a.m	29.5	29.8	29.6	29.6	27.2	27.2	27.1	27.2	27.1	27.1	27.0	27.1	27.2	27.2	27.3	27.2
11.00 a.m	31.9	31.9	31.8	31.9	30.5	30.6	30.5	30.5	30.4	30.4	30.6	30.5	30.5	30.6	30.4	30.5
11.30 a.m	36.0	35.9	36.0	36.0	34.1	34.0	34.0	34.0	34.1	34.2	34.1	34.1	34.1	34.2	34.1	34.1
12.00 p.m	35.7	35.7	35.8	35.7	33.0	33.1	33.0	33.0	32.8	32.8	32.8	32.8	32.9	32.8	32.9	32.9
12.30 p.m	32.9	32.9	33.0	32.9	30.6	30.5	30.6	30.6	30.5	30.5	30.4	30.5	30.5	30.6	30.6	30.6
1.00 p.m	33.1	33.2	33.1	33.1	31.0	31.1	31.0	31.0	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.2	31.1	31.1
1.30 p.m	33.5	33.5	33.6	33.5	31.3	31.3	31.2	31.3	31.5	31.4	31.5	31.5	31.4	31.5	31.5	31.5
2.00 p.m	32.4	32.5	32.4	32.4	30.5	30.4	30.5	30.5	30.6	30.7	30.5	30.6	30.5	30.5	30.6	30.5
2.30 p.m	32.6	32.6	32.7	32.6	30.9	31.0	31.0	31.0	31.1	31.0	31.1	31.1	31.0	31.0	31.0	31.0
3.00 p.m	33.0	33.1	33.1	33.1	31.1	31.1	31.2	31.1	31.2	31.1	31.2	31.2	31.2	31.2	31.1	31.1
3.30 p.m	33.2	33.3	33.2	33.2	31.2	31.2	31.1	31.2	31.3	31.1	31.1	31.2	31.2	31.2	31.1	31.2
4.00 p.m	34.1	34.2	34.2	34.2	31.8	31.7	31.8	31.8	31.8	31.9	31.9	31.9	31.8	31.8	31.9	31.8
4.30 p.m	35.2	35.2	35.1	35.2	33.9	34.0	33.9	33.9	34.0	34.1	33.9	34.0	33.9	34.0	34.0	34.0
5.00 p.m	35.5	35.4	35.4	35.4	34.2	34.1	34.1	34.1	34.2	34.2	34.3	34.2	34.2	34.2	34.1	34.2
5.30 p.m	35.7	35.8	35.8	35.8	34.2	34.3	34.3	34.3	34.5	34.3	34.4	34.4	34.4	34.4	34.5	34.4
6.00 p.m	35.6	35.7	35.6	35.6	34.3	34.1	34.2	34.2	34.4	34.2	34.2	34.3	34.3	34.3	34.3	34.3

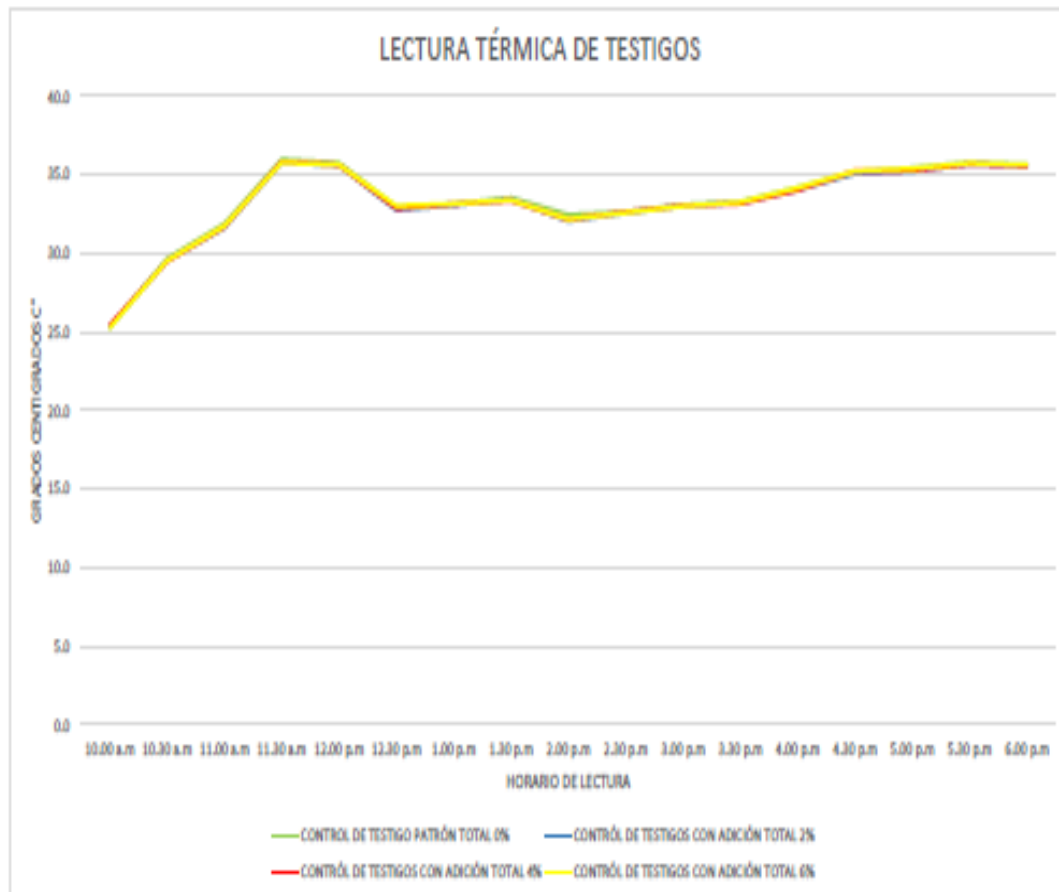
DOSIFICACIÓN PARA COMPUESTO O ADITIVO DE DIÓXIDO DE SILICIO

	cantidades	
Material:	Dióxido de silicio	100 gr.
	Dióxido de silicio granulado	600 ml.



LECTURA TÉRMICA DE TESTIGOS	
Proyecto:	Diseño de compuesto aislante de dióxido de silicio para la regulación de la temperatura en concreto simple, Tarapoto 2020
Material:	Dióxido de silicio
Hecho por:	Frank Davis Lopez Gavidia
Unl. de medida	Grados Centígrados C°
Fecha:	12/12/2020

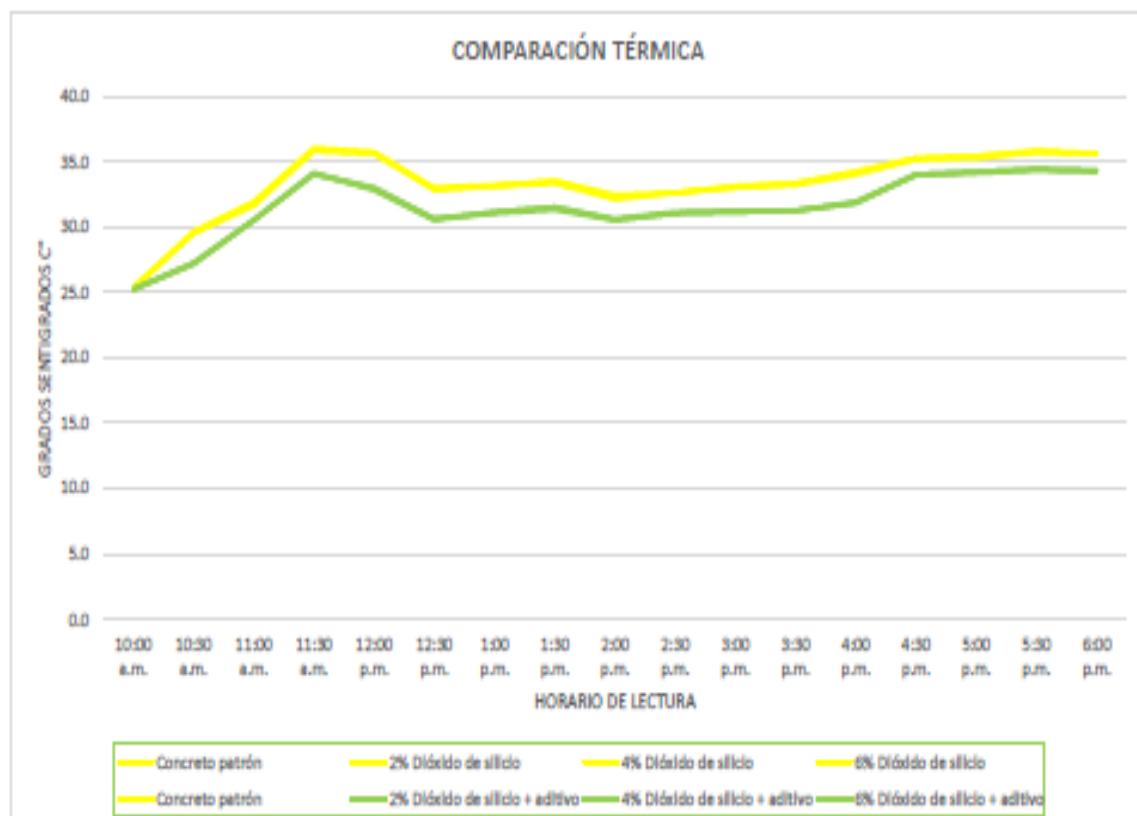
HORA	CONTROL DE TESTIGO PATRÓN				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADICIÓN 2%				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADICIÓN 4%				CONTRÓL DE TESTIGOS CON ADICIÓN 6%			
	0%	0%	0%	TOTAL 0%	2%	2%	2%	TOTAL 2%	4%	4%	4%	TOTAL 4%	6%	6%	6%	TOTAL 6%
10.00 a.m	25.3	25.2	25.3	25.3	25.3	25.4	25.3	25.3	25.4	25.5	25.4	25.4	25.2	25.2	25.3	25.2
10.30 a.m	29.5	29.8	29.6	29.6	29.6	29.4	29.6	29.5	29.4	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.6	29.5
11.00 a.m	31.9	31.9	31.8	31.9	31.6	31.7	31.6	31.6	31.6	31.8	31.7	31.7	31.7	31.7	31.8	31.7
11.30 a.m	36.0	35.9	36.0	36.0	35.8	35.7	35.8	35.8	35.9	35.8	35.8	35.8	35.8	35.7	35.8	35.8
12.00 p.m	35.7	35.7	35.8	35.7	35.6	35.6	35.6	35.6	35.5	35.7	35.6	35.6	35.7	35.6	35.6	35.6
12.30 p.m	32.9	32.9	33.0	32.9	32.7	32.8	32.8	32.8	32.9	32.9	32.8	32.9	33.1	33.0	33.0	33.0
1.00 p.m	33.1	33.2	33.1	33.1	33.1	33.0	33.1	33.1	33.1	33.1	33.2	33.1	33.1	33.2	33.2	33.2
1.30 p.m	33.5	33.5	33.6	33.5	33.5	33.4	33.4	33.4	33.4	33.3	33.3	33.3	33.4	33.5	33.3	33.4
2.00 p.m	32.4	32.5	32.4	32.4	32.0	32.1	32.1	32.1	32.1	32.2	32.1	32.1	32.1	32.1	32.3	32.2
2.30 p.m	32.6	32.6	32.7	32.6	32.6	32.5	32.6	32.6	32.6	32.7	32.6	32.6	32.5	32.6	32.6	32.6
3.00 p.m	33.0	33.1	33.1	33.1	33.1	33.0	33.0	33.0	33.0	33.1	33.0	33.0	33.0	32.9	33.1	33.0
3.30 p.m	33.2	33.3	33.3	33.3	33.2	33.2	33.2	33.2	33.2	33.1	33.2	33.2	33.2	33.3	33.3	33.3
4.00 p.m	34.1	34.2	34.2	34.2	34.1	34.0	34.0	34.0	33.9	34.1	34.0	34.0	34.1	34.2	34.2	34.2
4.30 p.m	35.2	35.2	35.1	35.2	35.1	35.0	35.1	35.1	35.3	35.2	35.2	35.2	35.2	35.3	35.1	35.2
5.00 p.m	35.5	35.4	35.4	35.4	35.2	35.3	35.2	35.2	35.3	35.3	35.2	35.3	35.4	35.4	35.4	35.4
5.30 p.m	35.7	35.8	35.8	35.8	35.7	35.7	35.6	35.7	35.7	35.6	35.7	35.7	35.7	35.8	35.7	35.7
6.00 p.m	35.6	35.7	35.6	35.6	35.6	35.6	35.5	35.6	35.5	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	35.7	35.6



COMPARACIÓN ENTRE APLICACIONES PARA EL AISLAMIENTO TÉRMICO

Proyecto:	Diseño de un compuesto aislante de Dióxido de Silicio para la regulación de la temperatura en concreto Simple, Tarapoto 2020
Material:	Dióxido de Silicio
Hecho por:	Frank Davis Lopez Gavidia
Uni. Medida:	Grados Sentígrados C°
Fecha:	12/12/2020

Hora	Concreto patrón	2% Dióxido de silicio	4% Dióxido de silicio	6% Dióxido de silicio	Concreto patrón	2% Dióxido de silicio + aditivo	4% Dióxido de silicio + aditivo	6% Dióxido de silicio + aditivo
10:00 a.m.	25.3	25.3	25.4	25.2	25.3	25.2	25.2	25.2
10:30 a.m.	29.6	29.5	29.5	29.5	29.8	27.2	27.1	27.2
11:00 a.m.	31.9	31.6	31.7	31.7	31.9	30.5	30.5	30.5
11:30 a.m.	36.0	35.8	35.8	35.8	36.0	34.0	34.1	34.1
12:00 p.m.	35.7	35.6	35.6	35.6	35.7	33.0	32.8	32.9
12:30 p.m.	32.9	32.8	32.9	33.0	32.9	30.6	30.5	30.6
1:00 p.m.	33.1	33.1	33.1	33.2	33.1	31.0	31.1	31.1
1:30 p.m.	33.5	33.4	33.3	33.4	33.5	31.3	31.5	31.5
2:00 p.m.	32.4	32.1	32.1	32.2	32.4	30.5	30.6	30.5
2:30 p.m.	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	31.0	31.1	31.0
3:00 p.m.	33.1	33.0	33.0	33.0	33.1	31.1	31.2	31.1
3:30 p.m.	33.3	33.2	33.2	33.3	33.3	31.2	31.2	31.2
4:00 p.m.	34.2	34.0	34.0	34.2	34.2	31.8	31.9	31.8
4:30 p.m.	35.2	35.1	35.2	35.2	35.2	33.9	34.0	34.0
5:00 p.m.	35.4	35.2	35.3	35.4	35.4	34.1	34.2	34.2
5:30 p.m.	35.8	35.7	35.7	35.7	35.8	34.3	34.4	34.4
6:00 p.m.	35.6	35.6	35.6	35.6	35.6	34.2	34.3	34.3



PANEL FOTOGRÁFICO



Peso inicial de piedra chancada para granulometría.



Proceso de tamiz de agregado.



Proceso de partición de agregado fino para tamiz.



Saturación y peso específico de agregado grueso.



Saturación y peso específico de agregado fino.



Contenido de arena seca, para sacar el contenido de humedad del agregado.



Llenado de probeta en tres partes con varillado de 25 golpes, agregado fino.



Varillado de agregado fino para peso unitario, para representar el peso entre el volumen.



Pesaje de material varillado para determinación de peso unitario, y representación de peso entre volumen.



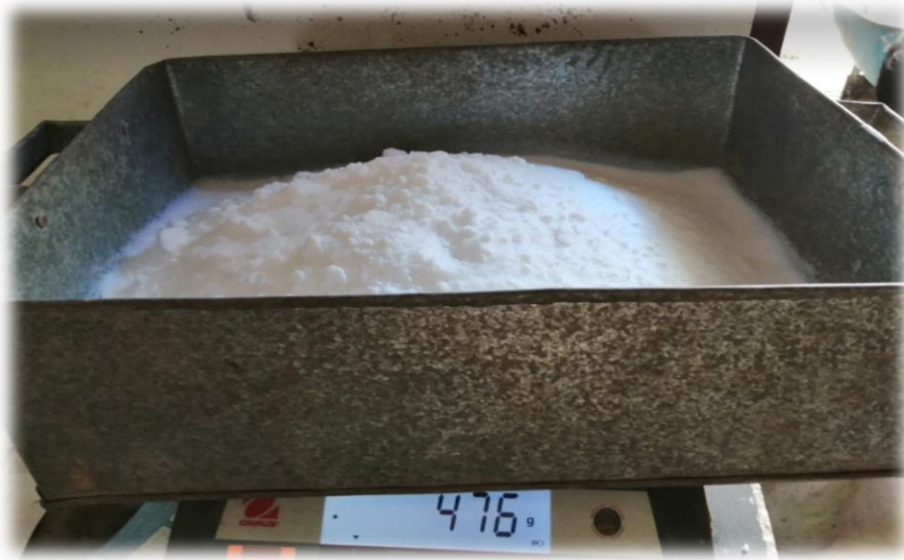
Relación entre peso y volumen del agregado.



Consistencia del agregado para la determinación de peso y volumen.



Determinar el peso específico del agregado



Pesaje de Dióxido de silicio para la mezcla



Mezcla con diseño de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más adición de 2% de Dióxido de Silicio



Llenado de probetas con el varillado respectivo y en partes, con diseño de mezcla según porcentajes



Moldeo de probetas con los 25 golpes y con el diseño de mezcla correspondiente en porcentajes.



Dióxido de Silicio más Dióxido de Silicio granulado o (Sílice granulado)
dosificación para lograr una textura trabajable



Mezcla del Dióxido de Silicio con el Sílice granulado, aprox. 600 ml de Sílice
granulado por 100 gr. De Dióxido de silicio.



Aplicación del compuesto o aditivo en toda la superficie del testigo, aplicación de una capa con espátula.



Vista en planta de testigo, en proceso de aplicación del compuesto o aditivo en toda la superficie.



Proceso de aplicación del compuesto o aditivo en toda la superficie de los testigos.



Diseño de concreto patrón $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$, para lectura térmica. 0% dióxido de silicio, expuesto a la radiación solar para lectura térmica.



Testigo al 2% con adición en capa del compuesto o aditivo de Dióxido de Silicio expuesto a la radiación solar para registro térmico.



Testigo al 4% con adición en capa del compuesto o aditivo de Dióxido de Silicio expuesto a la radiación solar para registro térmico.



Testigo al 6% con adición en capa del compuesto o aditivo de Dióxido de Silicio expuesto a la radiación solar para registro térmico



Registro térmico de testigo bajo la radiación solar.



Tomando lectura térmica de testigos, bajo la radiación solar.



Tomando registro térmico de testigos con adición de dióxido de silicio en diseño y compuesto o aditivo bajo radiación solar.



Tomando registro térmico de testigos con adición de dióxido de silicio en diseño y compuesto o aditivo bajo radiación solar.



Tomando registro térmico de testigos con adición de dióxido de silicio en diseño y compuesto o aditivo bajo radiación solar, después de una precipitación pluvial.



Termómetro digital usado para la lectura térmica, con su respectiva ficha técnica.