



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización
de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas
con presencia de nivel freático - Lima”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Rodriguez Araujo, Alexi Martin (ORCID: 0000-0002-0461-6668)

ASESOR:

M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, Martin y Ana, esposa e hijo, Eugenia y Benjamín, y hermanas, Lili y Keysi, por ser el pilar más importante y por demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Agradecimiento

En primer lugar, Agradezco la confianza y apoyo brindado por parte de la universidad Cesar Vallejo y al asesor M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy.

Agradecemos también a todas las personas, que me dieron fuerzas y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Índice de contenido	v
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Gráficos	vii
Índice de Figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Método de investigación	27
3.2. Tipo de investigación	27
3.3. Nivel de investigación	27
3.4. Diseño de investigación	28
3.5. Variables y Operacionalización	29
3.6. Población, muestra y muestreo	30
3.7. Técnicas e instrumentos	32
3.8. Validez y confiabilidad	33
3.9. Procedimientos	36
3.10. Método de análisis de datos	59
3.11. Aspectos éticos	59
IV. RESULTADOS	61
V. DISCUSIÓN	76
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXO	

Índice de Tablas

Tabla 1: Tasa de absorción a distintas razones a/c.....	10
Tabla 2: Permeabilidad vs aditivo.....	12
Tabla 3: Indicadores de las variables	30
Tabla 4: Validez por juicio de especialistas.	34
Tabla 5: Escalafón de confiabilidad.	35
Tabla 6: Valores otorgados por los especialistas.	35
Tabla 7: Dosificaciones y equivalencias.	40
Tabla 8: Asentamientos	43
Tabla 9: Máximo tamaño nominal	44
Tabla 10: Cantidad de agua por 1 m ³	46
Tabla 11: Volumen de agua por unidad.....	47
Tabla 12: Factores	49
Tabla 13: Valores de f'c	50
Tabla 14: Relación a/c	51
Tabla 15: Volumen por unidad	51
Tabla 16: Capacidad promedio de absorción (gr/cm ²)	63
Tabla 17: Capacidad de succión a los 28 días concreto sin poliuretano.....	63
Tabla 18: Capacidad de succión a los 28 días concreto con poliuretano	64
Tabla 19: Velocidad de succión a los 28 días concreto sin poliuretano	66
Tabla 20: Velocidad de succión a los 28 días concreto con poliuretano.....	67
Tabla 21: Análisis de precios unitarios del concreto sin poliuretano	70
Tabla 22: Análisis de precios unitarios del concreto con poliuretano.....	71
Tabla 23: Informe de resumen de variable Absorción	73
Tabla 24: Estadística descriptiva Absorción	74
Tabla 25: Prueba de hipótesis.....	74

Índice de Gráficos

Gráfico 1: La penetración a presión del agua y resistividad eléctrica	9
Gráfico 2: Absorción capilar vs tiempo	10
Gráfico 3: Niveles: Proceso Constructivo de la Cimentación	11
Gráfico 4: Coeficiente de permeabilidad con diferentes % de aditivo	13
Gráfico 5: Capacidad de succión capilar del concreto sin poliuretano	64
Gráfico 6: Succión capilar del concreto con poliuretano	65
Gráfico 7: Velocidad succión capilar del concreto sin poliuretano	67
Gráfico 8: Velocidad succión capilar del concreto con poliuretano	69

Índice de Figuras

Figura 1 Grieta en la de Columna por la filtración de agua.....	2
Figura 2 Eflorescencia en la columna por la filtración de agua.....	2
Figura 3 Descascaramiento de la Columna por la filtración de agua.....	3
Figura 4 Acero de refuerzo corroído por la humedad.....	3
Figura 5 Poliuretano líquido en aerosol.....	15
Figura 6: Suelo arcilloso.....	16
Figura 7 Esquema de capilaridad.....	19
Figura 8 Diseño pre experimental.....	28
Figura 9 Detalle de cimentación corrida en plano.....	36
Figura 10 Detalle de cimentación tipo zapata en plano.....	37
Figura 11 Detalle de encofrado cimentación corrida.....	37
Figura 12 Detalle de encofrado cimentación tipo zapata.....	38
Figura 13 Cimentación corrida terminada.....	38
Figura 14 Cimentación tipo zapata terminada.....	38
Figura: 15 Recorte de especificaciones técnicas de un proyecto estructural.....	39
Figura 16 Tabla de dosificaciones y equivalencias.....	41
Figura 17 Equipo para ensayo de Asentamiento.....	41
Figura 18 Asentamiento.....	42
Figura 19 Determinación del asentamiento de 3”.....	43
Figura 20: Determinación del tamaño agregado.....	45
Figura 21 Secado de las muestras.....	61
Figura 22 Determinación de la masa del.....	62
Figura 23 M1 (A) sin poliuretano líquido.....	63
Figura 24 M1 (A) con poliuretano líquido.....	65
Figura 25: M1 (A) sin poliuretano líquido.....	66
Figura 26 M1 (A) con poliuretano líquido.....	68

Resumen

Esta investigación tenía como principal objetivo, el de reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales de aquellas edificaciones que se encuentran en zonas con presencia de alto nivel freático, esta disminución la tenía que proporcionar la aplicación del poliuretano líquido en el concreto de dicha estructura.

Para lograr dicho objetivo se preparó probetas de concreto, las cuales tenían una resistencia de diseño de 210 Kg/cm², que es una resistencia promedio o estándar en la construcción de edificaciones en nuestro país. Las probetas (muestras) que se utilizaron en los diferentes ensayos tuvieron la siguiente nomenclatura, una muestra patrón, la cual consistía en una probeta de concreto con una resistencia aproximada a los 20MPa y tres probetas de concreto con poliuretano líquido denominadas M1(A), M2(B) y M3(C), las cuales tenían una resistencia aproximada de 20 MPa. El método fue básicamente comparar los resultados de los ensayos realizados a la muestra patrón y compararlos con los resultados obtenidos de las muestras M1(A), M2(B) y M3(C) al realizarles el mismo ensayo.

El primer paso fue el diseño de mezcla de concreto por el método ACI para obtener un concreto con características similares al concreto para la construcción de una edificación, para luego de su preparación y producción realizar los ensayos necesarios para su utilización. El primer ensayo es el ensayo de rotura de probetas, para obtener la resistencia deseada, este ensayo se realizó siguiendo los pasos de la norma (MTC, MTC E 704 Resistencia a la compresión testigos cilíndricos, 2016). Los resultados obtenidos son mostrados en el Anexos, los cuales muestran un promedio de 210 Kg/cm² (20.90 MPa) a los 28 días de curado.

Finalmente, se desarrolló el ensayo de prueba estándar para densidad, absorción y huecos en concreto endurecido. Con unos resultados con valores de porosidad efectiva inferiores al 10% y de velocidad de absorción inferiores a $3 \times 10^{-5} m/s^{1/2}$.

Palabras clave: Poliuretano líquido, absorción, impermeabilización, cimentación, nivel freático.

Abstract

The main objective of this research was to reduce the permeability in the superficial foundations of those buildings that are in areas with a high water table, this decrease had to be provided by the application of liquid polyurethane in the concrete of said structure.

To achieve this objective, concrete specimens were prepared, which had a design resistance of 210 Kg / cm², which is an average or standard resistance in the construction of buildings in our country. The specimens (samples) that were used in the different tests had the following nomenclature, a standard sample, which consisted of a concrete specimen with a resistance of approximately 20MPa and three concrete specimens with liquid polyurethane called M1(A), M2(B) and M3(C), which had a resistance of approximately 210 Kg/cm² (20 MPa). The method was basically to compare the results of the tests carried out on the standard sample and compare them with the results obtained from the samples M1(A), M2(B) and M3(C) when performing the same test.

The first step was the design of the concrete mix using the ACI method to obtain concrete with characteristics similar to concrete for the construction of a building, and after its preparation and production, carry out the necessary tests for its use. The first test is the test piece breakage test, to obtain the desired resistance, this test was carried out following the steps of the standard (MTC, MTC E 704 compression resistance witnesses cylindrical, 2016). The results obtained are shown in annex No. 06, which show an average of 20.90 MPa at 28 days of curing.

Finally, the standard test for density, absorption and voids in hardened concrete was developed. With results with effective porosity values lower than 10% and absorption speed lower than $3 \times 10^{-5} m/s^{1/2}$.

Keywords: Liquid polyurethane, absorption, waterproofing, foundation, water table.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de edificaciones tanto para viviendas, comercios, recreación, entre otros, requiere la combinación de diferentes sistemas o procesos de construcción con el fin de evitar la absorción de agua por parte de los elementos estructurales, como las cimentaciones, con la finalidad de evitar el humedecimiento de la estructura y su posterior deterioro de la misma por efecto del agua.

Factores como el desconocimiento, dejadez, incompetencia o economía sobre este tema se vuelve un problema al momento de ejecutar cada uno de los procesos constructivos de los componentes estructurales de una obra, en especial aquellas edificaciones que se encuentran predispuestas al estar directamente o indirectamente en contacto con la humedad o el agua subterránea. Llevando a una de las fallas más frecuentes en la construcción de edificaciones: “La adsorción de agua y posterior humedecimiento de las estructuras”.

Así, podemos leer en la tesis de grado de (Girón, Andrés & Ramírez, Fabián, 2016) lo siguiente: La vivencia nos demostró, que incluso un noventa por ciento de las filtraciones que se producen por humedad y por el agua, son consecuencia del uno por ciento del agua del exterior de la obra. También nos hace referencia a “Que una carencia de inspección y monitoreo en los procesos, en los detalles constructivos, en la colocación de impermeabilizantes, procesos y mezcla de los diferentes sistemas, hacen que se transformen en el inicio de un dilema” (Girón, Andrés & Ramírez, Fabián, 2016).

Una de las principales consecuencias de la humedad es el desgaste que provoca a la pintura, a la pared misma, y hasta los cimientos. La degradación de estos elementos pone en peligro la estructura misma de las edificaciones donde aparece, con el consiguiente peligro para sus habitantes.

Las siguientes figuras, nos pueden dar una idea del daño que produce la filtración de agua en las estructuras, se puede observar en la figura 1 y 2 ha una columna cuyo revestimiento presenta grietas y descascaramiento debido a la filtración de agua del sub suelo.



Figura 1 Grieta en la de Columna por la filtración de agua
Fuente: Elaboración personal



Figura 2 Eflorescencia en la columna por la filtración de agua
Fuente: Elaboración personal

A esto hay que sumar la pérdida de calidad de vida, muros con presencia de eflorescencia, olor a humedad, descascaramiento y esa sensación de encierro.

Daños más severos a la columna lo podemos observar en las figuras 3 y 4, donde se ve que la filtración de agua a corroer el acero de refuerzo de la columna.



Figura 3 Descascaramiento de la Columna por la filtración de agua
Fuente: Elaboración personal



Figura 4 Acero de refuerzo corroído por la humedad
Fuente: Elaboración personal

Las construcciones en zonas con presencia de nivel freático, estas presentan humedad por adsorción de agua del subsuelo, esto es parte del problema de la construcción tanto formal como informal del país y de la falta de planificación al momento del proceso constructivo.

Ya que estos terreno o estructuras (cimentaciones) deberían ser tratados ante filtraciones de agua antes de iniciar la construcción, además de usar materiales especiales para estos casos. La presente investigación se plantea responder la siguiente interrogante para tratar de resolver estos problemas:

¿Cómo la aplicación del poliuretano líquido reduciría la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático?

Para responder esta interrogante nos plantearemos el siguiente objetivo:

Reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático aplicando poliuretano líquido.

La justificación de la investigación se basa en: La siguiente investigación pretende establecer criterios y parámetros que posibiliten implementar nuevos materiales para la conservación de los elementos estructurales (cimentaciones) en las edificaciones de nuestro país.

La importancia de esta investigación radica en cumplir con lo anterior, desde un inicio se deberán fijar cada una de las responsabilidades para cada uno de los actores, los controles respectivos de todos los pasos en la construcción de la obra, las contingencias y carencias de cada uno de los procesos y obtener las o la solución a cualquier problema que afecte a los objetivos planteados; se sabe que dentro de la ejecución del proyecto se viene notando la falta de una actividad y conocimiento de los profesionales a cargo de la construcción de las estructura y su protección hacia la humedad y la filtración de agua en ellas.

Formulación del problema

Las construcciones de edificaciones que estén en áreas de alto nivel freático, estas suelen presentar humedad por adsorción de agua del subsuelo con el tiempo, esto es en parte debido al problema en el proceso de la construcción tanto formal como informal del país y de la poca planificación al momento de esta.

Ya que estos terreno o estructuras (cimentaciones) deberían ser tratados ante o durante el proceso constructivo con el uso de impermeabilizantes para evitar la filtración de agua y humedad. La presente investigación se plantea responder las siguientes interrogantes para tratar de resolver estos problemas:

Problema General:

¿Cómo la aplicación del poliuretano líquido reduciría la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático?

Problemas específicos:

- ¿Con la dosificación por capa se lograría un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido?
- ¿Con la reducción de costos se elevaría los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido?

Objetivos de la investigación:

Los objetos tanto principal como secundarios que tiene esta investigación son los siguientes:

Objetivo principal:

- Reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático aplicando poliuretano líquido.

Objetivos específicos:

- Lograr un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido por medio de la dosificación por capa.
- Elevar los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido mediante la reducción de costos.

Justificación

El presente trabajo se fundamenta a partir de que se pretende establecer criterios, procesos y parámetros que posibiliten implementar nuevos materiales para la conservación de los elementos estructurales (cimentaciones) de las edificaciones de nuestro país las cuales están expuestas al agua subterránea.

a) Teórica.

Este estudio tiene como finalidad el de añadir nuevos saberes a los ya existentes, la utilización de novedosos materiales, para la protección de las diferentes estructuras que componen un sistema estructural, en este caso una edificación, cuyos resultados podrán plasmarse como una alternativa, y podrán ser incorporados como un nuevo saber en los procesos de construcción de edificios, porque se demostrará que al incorporar nuevos materiales mejora la durabilidad de las estructuras de una edificación expuestas al agua.

b) Práctica.

El presente estudio se pensó y se realizó por la existencia de una obligación de evitar los daños que sufren las estructuras, al momento o en un futuro por la filtración de agua del sub suelo, en especial aquellas que se encuentran en contacto casi directo con ella, aplicando materiales existentes y nuevos de bajo costo y que pueden ser incorporados a la industria de la construcción sin ningún problema, y respetando las normas establecidas según sea su uso.

c) Social.

Los problemas ocasionados por la filtración de agua y por la humedad en las estructuras (cimentaciones) u otros elementos estructurales de las edificaciones, producen con el tiempo costos no previstos, menor calidad de vida, entre otros a los propietarios de estas edificaciones, derivados de la reparación de estas, la humedad en los ambientes, etc.; ha acusa de los desgastes de los materiales debido a los efectos del agua en ellos. La presente investigación pretende llegar a establecer respuestas, criterios y parámetros que posibiliten implementar respetando los reglamentos que establecen las autoridades competentes, en el uso de nuevos materiales para evitar estos problemas.

Formulación de la hipótesis:

Al analizar, estudiar, observar y comparar estudios similares sobre el tema y revisar los resultados, para nuestra problemática se ha establecido que podemos tener las hipótesis siguientes:

Hipótesis General:

- Al aplicar poliuretano líquido se reducirá la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático.

Hipótesis Específica:

- La dosificación por capa logrará un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido.
- la reducción de costos elevará los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido.

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Antecedentes Internacionales

(Girón Rodríguez & Ramírez Fandiño, 2016) Colombia, en su tesis nos hablan y describe sobre los numerosos problemas en la construcción en especial en torno a la impermeabilización de superficies en edificaciones. Para ello se trazaron un objetivo, el cual fue: Homogenizar y determinar todos los procedimientos que se requieren para realizar una excelente impermeabilización en las edificaciones, mediante ensayos, datos estadísticos, manuales e instructivos para el proceso constructivo.

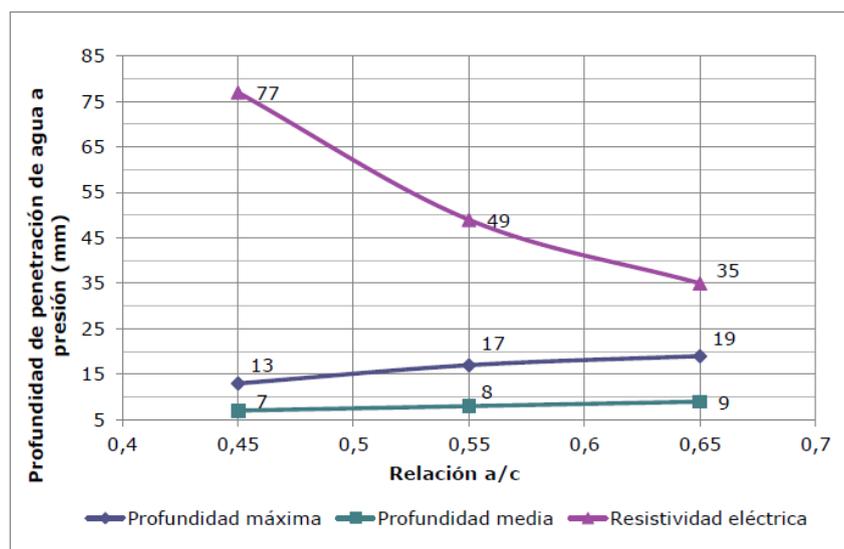
La metodología usada en el trabajo para conseguir los objetivos de esta investigación, fueron en tres etapas, la primera fue la etapa de conocer los diferentes productos y sistemas de impermeabilización que hay en el mercado, y sus características técnicas necesarias para su instalación, la segunda etapa fue la de realizar visitas a las obras, antes, durante y después de la utilización de estos productos y sistemas de impermeabilización, para ver todos los problemas que pueden y ocurrieron en su proceso de instalación.

Y la tercera y última etapa, consistió en realizar diferentes ensayos a estos productos para determinar propiedades de los materiales y su comportamiento. Los resultados fueron variados desde una falta de conocimiento al momento del montaje del artículo, como también la utilización inapropiada de los productos. Por lo cual los autores llegaron a la siguiente conclusión: "...de que al realizar o utilizar un impermeabilizante, se convierte un tema del proyecto de mucha relevancia que plantea la intervención a la edificación como un método que evite el ingreso del agua a las estructuras en el momento de la ejecución de la obra, por parte de los especialistas, a su vez realizando la labor de enseñanza al personal que labora en la obra" (Girón, Andrés & Ramírez, Fabián).

En Europa España, específicamente en la ciudad de La Coruña, (Picos Pérez, 2015) desarrolla la tesis sobre el concreto armado, cuyo objetivo principal es la de buscar formas de mitigar el deterioro del acero de refuerzo en el concreto armado, mediante la mejora de las metodologías utilizadas para este fin. Para esto utiliza la metodología de ensayos, especialmente con el ensayo de resistividad eléctrica, que nos proporciona información sobre el concreto, información como su porosidad y el contenido de agua en esta. Con esto buscaba tener información de todas las etapas por la que pasa el concreto, desde su estado fresco hasta su momento de endurecimiento, con ello obtener información de cuál es el grado de saturación del material, su resistencia físico mecánica, la permeabilidad, la resistencia al ataque de sustancias que son muy agresivas y el periodo y tiempo de corrosión.

Uno de sus resultados, y que tienen que ver directamente con nuestra investigación es la correlación entre la filtración del agua a mucha presión y la resistividad eléctrica, en sus resultados se puede observar que hay una correlación que es inversamente proporcional entre la profundidad de penetración del agua y su resistividad eléctrica, esta última va disminuyendo en proporción de que crece la segunda. Así la relación a/c que está ligada a la porosidad del material va de 0.45 a 0.65.

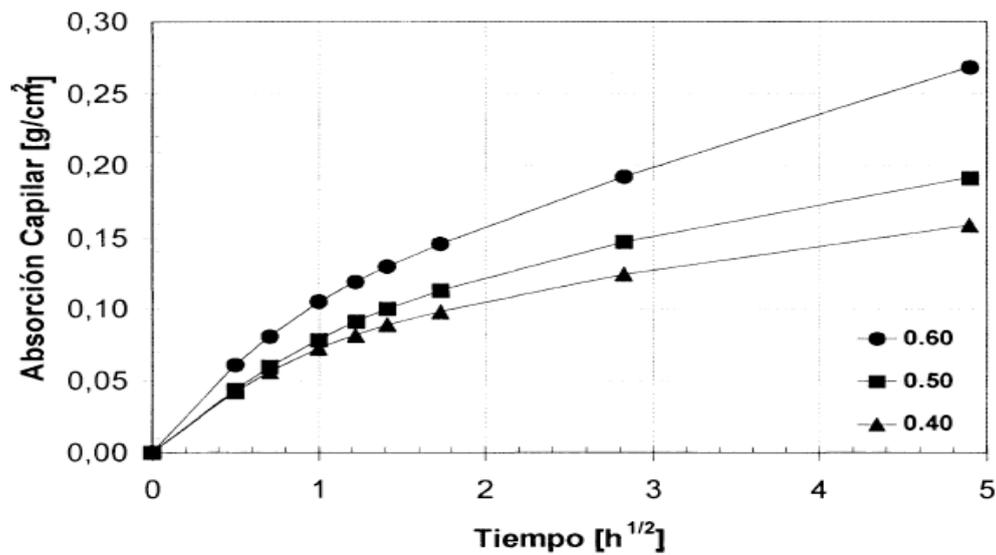
Gráfico 1: La penetración a presión del agua y resistividad eléctrica



Fuente: (Picos Pérez, 2015)

En Argentina, Buenos Aires, la científica (Taus, 2007) en su artículo, cuyo objetivo es determinar cuánto es la absorción en el hormigón (concreto) que está fabricado con materiales reciclados y materiales naturales. La metodología utilizada es a través de ensayos para determinar la absorción en discos de concreto fabricado con los materiales antes descritos, que serán sometidas al agua por uno de sus lados. Estas pruebas fueron realizadas al concreto con agregados naturales y otro al concreto con agregados artificiales en un 75%, ambos con relaciones a/c a razón de 0.4, 0.5 y 0.6. Algunos de los valores obtenidos se observan en el grafico 2, donde se detallan algunos de los valores sobre la absorción que se lograron obtener en el concreto fabricado con materiales naturales de distintas proporciones de agua cemento que corresponden a un lado del moldeo, y en la Tabla 1 podemos ver los diferentes valores de absorción que se obtuvieron de las muestras ensayadas.

Gráfico 2: Absorción capilar vs tiempo



Fuente: (Taus, 2007)

Tabla 1: Tasa de absorción a distintas razones a/c

Razón a/c	Tasa de absorción [g/cm ² *h ^{1/2}] (S)	Coefficiente de correlación lineal (R ²)
0,40	0,025	0,935
0,50	0,032	0,944
0,60	0,045	0,974

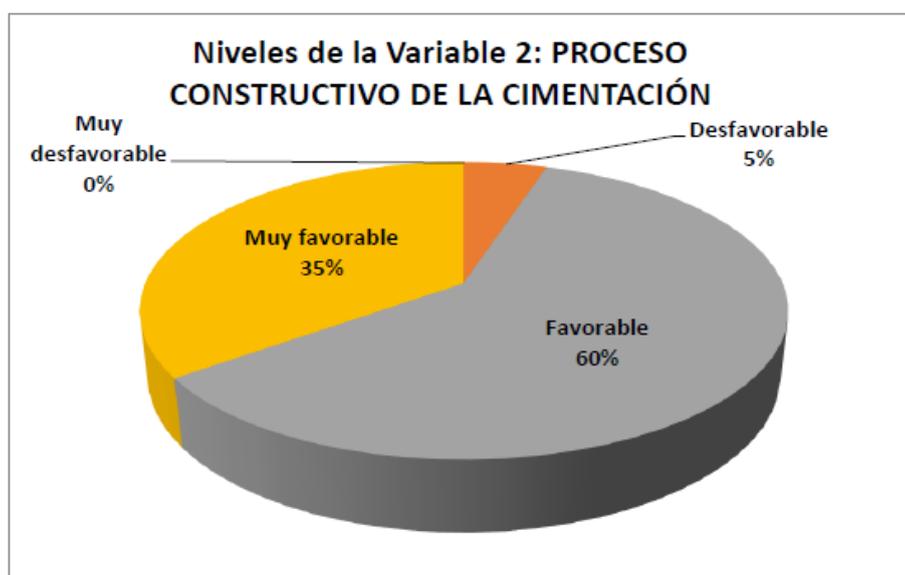
Fuente: (Taus, 2007)

Antecedentes Nacionales

(Cabello Collachagua, 2017) En la ciudad de Huancayo, Perú, realizó la siguiente investigación, el cual se planteó el objetivo de determinar la correlación entre los niveles de la napa freática y los procesos constructivos de las estructuras específicamente de las cimentaciones de las aulas del centro educativo “Jorge Basadre Grohmann” ubicada en la provincia de Atalla, en el departamento de Huancavelica. La metodología usada para conseguir datos en la investigación, fue mediante los reportes de las evaluaciones realizadas a los suelos, los procesos constructivos y el planteamiento para la construcción de las cimentaciones.

El gráfico 3 nos muestra parte de los resultados de la investigación, en este podemos observar niveles de conformidad en los procesos constructivos de la cimentación.

Gráfico 3: Niveles: Proceso Constructivo de la Cimentación



Fuente: (Cabello Collachagua, 2017)

Donde se observa que un 60% de los procesos constructivos de la Cimentación son favorable; un 35% un muy favorable y un 5% desfavorable y un 0 % de los procesos constructivos de la Cimentación son muy desfavorable en relación al nivel freático.

cabe mencionar que los procesos constructivos son un tema muy relevante al momento de ejecutar un proyecto, ya que un mal proceso, conlleva a una mala ejecución de la obra, y por ende a pérdidas económicas en la misma, que pueden llegar al extremo de su paralización.

(Choque Ccaritayña & Ccana Sicos, 2016) desarrollaron su tesis en la ciudad del Cuzco Perú, la cual tenía como uno de sus principales objetivos la evaluación de la Permeabilidad del concreto adicionando un aditivo súper plastificante. La metodología usada para esta investigación que fue del tipo experimental, porque se ejecutaron pruebas para la obtener valores numéricos, para que esta información se analizara posteriormente para obtener una respuesta a la problemática planteada.

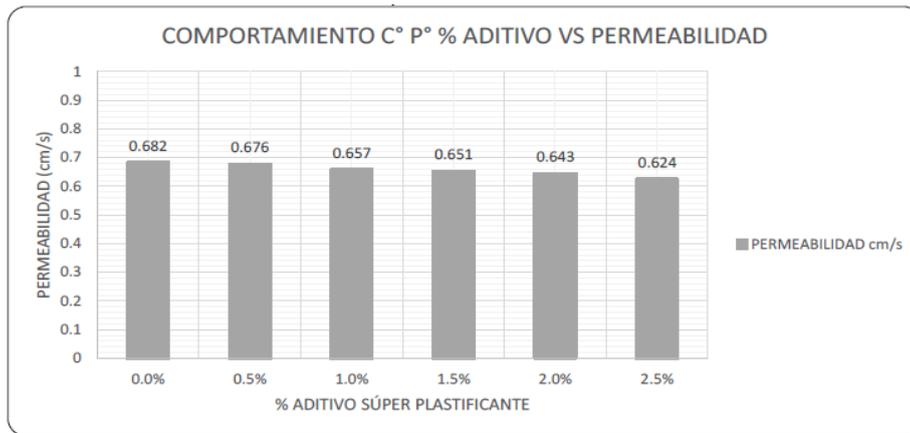
Algunos de los resultados que dieron de las muestras con respecto a la permeabilidad que obtuvo el concreto cuando se le incorporo el material (aditivo) se pueden reflejar en la tabla 2 y el grafico 4 siguiente:

Tabla 2: *Permeabilidad vs aditivo*

% Aditivo	Permeabilidad cm/s
0.00%	0.682
0.50%	0.676
1.00%	0.657
1.50%	0.651
2.00%	0.643
2.50%	0.624

Fuente: (Choque Ccaritayña & Ccana Sicos, 2016)

Gráfico 4: Coeficiente de permeabilidad con diferentes % de aditivo



Fuente: (Choque Ccaritayña & Ccana Sicos, 2016)

Tanto la tabla como el gráfico muestran que, los valores del coeficiente de permeabilidad de las muestras que fueron ensayadas, nos muestran, que, a mayor porcentaje de aditivo incorporado a las muestras, mayor es el coeficiente de permeabilidad de las mismas. Lo que señala que la hipótesis mencionada en al inicio de la investigación es la correcta, que, al incorporar un aditivo al concreto, esta mejora significativamente su resistencia a la penetración del agua en ella.

(Alvarez Pajares, 2017) desarrollo su tesis de grado en Trujillo Perú sobre la eficacia de una barrera de forma horizontal para evitar que el agua asiendo por los muros de la edificación, este trabajo se desarrolló en la Universidad Privada del Norte, la cual tenía como objetivo es mostrar los beneficios de una barrera del tipo horizontal que impermeabiliza gracias al uso del impermeabilizante SikaMur InyectoCream, en muros del tipo tabique construidos con ladrillos del tipo King Kong Tipo V. cabe señalar que la principal función de esta barrera es la de evitar o mitigar el humedecimiento y posterior deterioro de las estructuras por la capilaridad del agua.

La metodología usada fue de realizar ensayos a muros de ladrillos en dos condiciones, la primera en condiciones normales y la segunda incorporándole el aditivo. Los valores que se obtuvieron de la filtración del agua por capilaridad, se obtuvieron como promedio a las muestras, a las cuales se le aplico el impermeabilizante fue en una medida de 0.3 cm, y la filtración del agua por

capilaridad de las muestras, a las que no se le aplicó el impermeabilizante fue de 26.6 cm. Por lo que se concluye que la aplicación del impermeabilizante fue exitosa, ya que el porcentaje en la que se bajó la filtración del agua por capilaridad fue de casi un noventa por ciento, por lo cual se puede hacer la recomendación de utilizar el producto como un eficaz impermeabilizante, y así evitar o mitigar la capilaridad en los muros, el deterioro estructural y el deterioro de los acabados de los mismos. en especial para aquellas edificaciones que estarán expuestas al contacto directo con el agua, ya sea por el sub suelo o directamente por fenómenos como lluvias.

Bases Teóricas

Poliuretano: Este producto es un polímero sintético, que se obtiene por la condensación de los hidrocarburos, en este fenómeno el gas producido por la condensación del petróleo pasa a el estado líquido. este proceso también se describe porque las moléculas de tamaño reducido se juntan formando lo que se denomina las macro moléculas.

En la familia de estos productos o materiales, se encuentra el conocido como poliuretano líquido, que se encuentra dentro de la familia de los termoplásticos, dentro de sus grandes atributos o características esta su resistencia a las secuelas que produce el deterioro, la presencia de oxígeno, los efectos de los abrasivos, etc. etc., por lo cual se puede establecer que es un producto que resistirá a estos ataques y por lo cual se puede establecer que será duradero, esto significa que podrá ser utilizado en un sin fin de proyectos especiales o proyectos en general.

Uno de sus principales usos es como componente en los productos que, de acabados, en especial en las pinturas, en especial aquellas que se usan en forma industrial, esto porque tiene un elevado grado de durabilidad y además su eficacia como impermeabilizante. cuando se aplica a las superficies, que estas pueden ser pisos, techos, paredes, ventanas, puertas, entre otros, producen una fuerte protección como acabado al revestimiento. la película que se forma al ser aplicada hace que la superficie donde se aplicó consiga las siguientes características: no

deja pasar el agua o humedad, por lo cual se hace muy eficaz para edificaciones y construcciones en general en zonas de lluvia.

También se recomienda su uso para aquellas construcciones donde predomina el acero estructural, ya que este material necesita de un producto que le ayude a soportar los daños que produce el agua, tales como la corrosión, este producto evitara que los aceros se oxiden una vez aplicado en la superficie de estos.

Todas estas características resaltan al producto, haciéndolo muy idóneo para ser aplicado en cualquier superficie, esto otorga una capa protectora de gran durabilidad y de resistencia contra un diverso número de agentes que son capaces de producir daños a las estructuras.

Este producto tiene numerosas ventajas en especial el poliuretano líquido, es un producto que no necesita de una base previa antes de su aplicación, su principal función es la de no permitir el paso del agua en la superficie a la cual se le aplica el producto, también cumple la función de ser un acabado final, ya que estéticamente es aceptable a la vista de los consumidores, este producto es de aplicación rápida, fácil, y además el tiempo de secado es casi instantáneo, por lo que no tendremos pérdidas de tiempo por la espera del secado como otros producto, a continuación se presenta en la figura 5 el producto utilizado para las pruebas realizadas.



Figura 5 Poliuretano líquido en aerosol

Fuente: (VULTEC PERU S.A.C.)

El suelo: (Crespo Villalaz, 2014); En su libro de Mecánica de suelos afirma que: “Los suelos son formados por la disgregación mecánica y la separación química de las rocas que se ubican en la corteza terrestre, las que luego formarán nuevos materiales que estarán dispersos sobre ella”. (Crespo Villalaz, 2014)

Así mismo (Crespo Villalaz, 2014) nos dice: “La palabra suelo tiene diferentes formas de definición, porque dependerá del especialista y su rama de trabajo, si fuera un ingeniero civil, o un ingeniero agrónomo, o un de un geólogo, su concepto tendrá diferentes variaciones”. (Crespo Villalaz, 2014)

La figura 6 nos muestra un suelo del tipo arcilloso, donde se está realizando los procesos constructivos de unas cimentaciones del tipo superficial denominada zapata aislada de una edificación.



Figura 6: Suelo arcilloso.

Fuente: (Mapfre - internet)

Según lo descrito anteriormente, y tomando el punto de vista de un especialista en proyectos u obras de construcción de edificaciones, (Crespo Villalaz, 2014) define al suelo de la siguiente manera: Son partículas de diverso tamaño que se encuentran encima de la corteza terrestre, estos materiales provienen de la destrucción, descomposición y disgregación de las roca madre o rocas sedimentarias, por procesos que pueden ser físicos o químicos, y también por la actividad de los diversos seres vivos, en especial la del hombre (Crespo Villalaz, 2014, p.45).

Tipos: Nos refiere que en los suelos se pueden identificar de tres tipos principales, los cuales son: Suelos cohesivos, suelos no cohesivos y suelos orgánicos.

Se denomina suelos cohesivos aquellos que tiene la capacidad de permanecer unidos, mientras que los suelos no cohesivos como las arenas, no tiene esa capacidad, y los suelos denominados orgánicos, que su mismo nombre lo dice son materiales orgánicos que tienden a descomponerse y desaparecer con el tiempo.

Humedad del suelo: Sobre la humedad (Pulido Bosch, 2014) en su libro “Nociones de Hidrogeología Para Ambientólogos”, nos da la siguiente definición, “Se alude a la interacción que hay entre la cantidad de agua retenida o la cantidad absorbida en ella” (Pulido Bosch, 2014). Y para ser expresado en números se toma el término “porcentaje o grado de humedad” medido en unidades porcentuales, y es calculado con la siguiente fórmula:

$$\frac{P - P_s}{P} \times 100 = \text{Grado de humedad}$$

Donde:

P : Peso de la muestra del suelo.

Ps: Peso de la muestra después de haber estado en el horno a 105 °C durante aproximadamente 24 horas.

Tipos de humedad: Así mismo (Merchán Gabaldón, 2014), detalla las sub se cuentas formas de humedad que se pueden producir en una edificación, y que dependen de la fuente:

- Aquella que proviene del exterior y logra filtrarse en la edificación.
- Todas aquellas que son producidas por las lluvias, por inundaciones, por filtración de tuberías dañadas, del sub suelo que pueden ser por humedad y por presión lito estática.
- Las que se encuentran en la edificación.

- Todas aquellas que surgen por los procesos de construcción, como el curado de las estructuras, o aquellas que producen humedad, como el humedecimiento de las paredes para realizar los enlucidos.
- también por aquellas que se producen por la evaporación o condensación de aguas utilizadas ya sea para el consumo las que están ubicadas en tanques, o aquellas aguas denominadas aguas hervidas, que son acumuladas en pozos séptico.
- Y por último de aquellas que se producen por la filtración de agua por parte de las edificaciones colindantes a la nuestra, que son un mayor problema porque escapan de nuestras manos, ya que estamos en manos de terceros.

Humedad capilar: (Merchán Gabaldón, 2014) nos dice lo siguiente: “Se refiere a la humedad que se produce o se encuentran en los lugares bajos de las edificaciones, ya sea en la cimentación o en los muros y que está en permanente contacto con la edificación” (Merchán Gabaldón, 2014).

Efectos y consecuencias: según (Merchán Gabaldón, 2014) nos da a conocer la relación de las consecuencias que pueden causar la humedad capilar en una construcción:

- La erupción de las sales en las estructuras, en especial en los muros.
- El deterioro de las estructuras o acabados hechos con madera, por la aparición de hongos y gusanos.
- La pérdida de resistencia de los revestimientos, por exceso de humedad, la cual se va acumulando en el transcurso del tiempo.
- La ruptura de algunas estructuras por el fenómeno de congelación del agua que se acumula en poros o grietas dentro de ellas.
- Deterioro de los acabados como la pintura, revoques, enlucidos, etc., hasta dejarlos inservibles.
- Daños a la salud, por los efectos nocivos que produce algunos materiales en su descomposición por efecto de la humedad.
- Gastos económicos producidos por la reparación de todos estos daños, los cuales casi nunca están previstos en la economía de las familias.

Podemos observar en la imagen (figura 7) un esquema que demuestra la capilaridad, dónde nos muestra los efectos del agua por efecto de este fenómeno, el cual, si no se controla, ocasiona diversos daños a las estructuras, como lo hemos mencionado anteriormente.

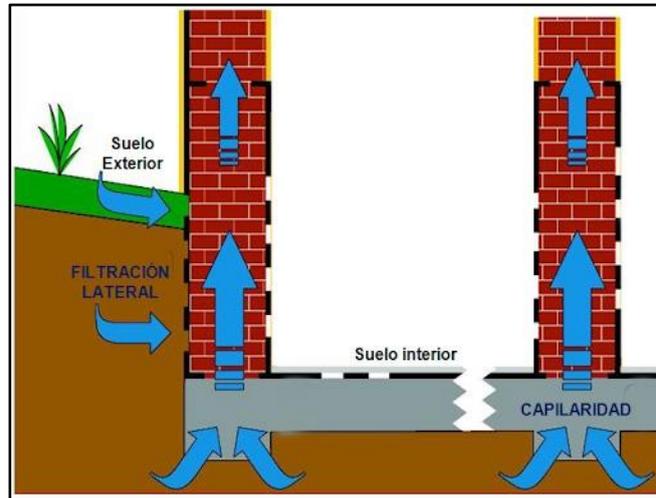


Figura 7 Esquema de capilaridad

Fuente: (Slucia construcción - internet)

Nivel freático: La Norma E.050 del (MVCS M. d., 2014) nos define al nivel freático de la siguiente manera: “Es la altura del agua del sub suelo cuando se realiza una exploración dentro de ella”. Este nivel se toma con respecto al nivel cero del terreno o a la superficie del mismo o tomando como referencia una determinada cota (MVCS M. d., 2014).

Concreto: Es un material heterogéneo, producido artificialmente con diversos materiales, como el cemento, los agregados y el agua; el cemento tiene la capacidad de juntar a los demás componentes, que son la arena y la piedra, para realizar este trabajo es necesario la incorporación del agua, que cumple la función de activar las características principales del cemento formando una pasta que luego se convertirá en el concreto.

(Rivva López) también nos dice lo siguiente “el concreto es la unión y posterior mezcla, de una adecuada proporción de materiales, tales como el cemento, el agua, el agregado grueso (piedra) y el agregado fino.

Tipos: El (MVCS) en el RNE nos describe algunos los siguientes tipos de concreto, que básicamente dependen de la incorporación de un nuevo material al momento de ser utilizados en los elementos estructurales de una obra:

- Concreto armado, es aquel que se le incorpora acero de refuerzo, dicha material se incorporara dependiendo de los requisitos de la estructura, y deben de ser cantidades mayores a los establecidos por la norma de nuestro país.
- Concreto ciclópeo, es aquel que se le incorporan piedras o bloques de un tamaño específico (piedras o bloques grandes de seis a ocho pulgadas de diámetro en promedio), este concreto no lleva acero de refuerzo.
- Concreto simple, denominado así, porque es el concreto básico, aquel que es producido por la mezcla de los materiales básicos para producir concreto.

Propiedades: (Rivva López) nos describe las propiedades más resaltantes del concreto, ya sea cuando su estado es en forma de una pasta o en cuando este se endurece con el transcurrir del tiempo:

- **Trabajabilidad:** Esta propiedad en el concreto es de suma importancia, porque junta varias propiedades del concreto en una sola denominada trabajabilidad, las propiedades que engloban este junto son por ejemplo la cohesión, la plasticidad, o la consistencia de la pasta, también podemos hablar de la predisposición a que este conjunto tiene a la homogeneidad.
- **Disminución de la consistencia:** Sabemos que el concreto comienza por un estado de plasticidad, que con el transcurrir del tiempo este estado pasa a un estado de solidificación, en este proceso la pasta va perdiendo consistencia hasta alcanzar una rigidez, este proceso ocurre desde que se produce la mezcla de los materiales ya sea manualmente o a través de una mezcladora, luego es vertida en el encofrado, y vibrada para encajar en toda la estructura, para luego perder toda su consistencia.

- **Asentamiento:** Consiste en la etapa en la que el concreto entra en quietud, luego de haber sido vertido y vibrado dentro del recipiente o encofrado que lo concentrara, en esta etapa el agua que es un material que posee menos densidad que los demás tiende a subir, y el resto de materiales pasan a un estado de casi reposo.
- **Exudación:** Es la etapa donde el agua tiende a salir del concreto, formando la porosidad característica del mismo, es aquí que empieza la etapa del fraguado, para que el concreto pierda agua en exceso, y esto perjudique a la estructura.
- **Proceso de endurecimiento:** La principal característica del principal componente del concreto, el cual es el cemento, es que, durante el proceso de endurecimiento, este reacciona formando cristales, los cuales hacen la función de juntar y amarrar al resto de los componentes, formando así un material nuevo que es muy duro y resistente llamado concreto.
- **Calor de hidratación:** El cemento, como ya dijimos anteriormente es el principal componente del concreto, este al juntarse con el agua produce reacciones, como la formación de cristales, gracias al calor que se concentra y aumenta por la reacción química que sucede en esta unión, este calor se debe contener con lo que se denomina curado o también con lo que se denomina acero de temperatura.

El calor que se produce por juntar el cemento con el agua debe ser controlado y mitigado, en su debido momento que se produce, si esto no sucede la temperatura se elevara produciendo daños irreparables al concreto.

- **Contratación y expansión:** Una vez que se obtiene el producto final (concreto) este se contrae cuando se seca y se expande al humedecerse” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

Materiales: (Rivva López, 2014) en su libro “Materiales para el concreto” nos indica lo siguiente: “La elección y supervisión de los materiales para una obra determinada se efectúa a fin de verificar que ellos cumplan con los requisitos del RNE, estos materiales también los tenemos especificados en el presupuesto, en el análisis de precios unitarios y en las especificaciones técnicas del proyecto para, adicionalmente ser manejados y utilizados adecuadamente en toda la obra”.

Aquellos componentes que se va a utilizar en la elaboración del concreto, ya sea, el cemento, la arena gruesa, la piedra chancada, el agua y otros como los aditivos, se definen tomando en cuenta el RNE del (MVCS), donde encontramos la normativa sobre el concreto armado:

1. **Cemento:** Es un material que comercializa en polvo, su función al momento de añadirse a la mezcla, es de ser un ligante, sede añadir en proporciones adecuadas y relacionadas con el agua, este componente tiene la capacidad de endurecer la mezcla, gracias a su reacción química cuando entra en contacto con el agua.

2. **Agregados:** Estos componentes son de procedencia natural, tales como la arena gruesa, el hormigón de río, la grava, la piedra triturada; también estos pueden ser materiales de origen artificial como, grava procedente de los escombros, plástico reciclado, escoria de acero, granos de llantas reciclados, etc. etc. Podemos diferenciarlos en tres formas:

a) **Agregado fino:** Materiales como la arena gruesa provenientes de la disgregación natural o artificial de las rocas.

b) **Agregado grueso:** Materiales como la piedra, que pueden ser producidas de forma natural, a la que denominamos grava de canto rodado, o las que se puede producir artificialmente a la que denominamos piedra chancada.

c) **Agregado artificial:** Materiales producidos artificialmente como restos de caucho, de plástico reciclado, fibras de acero, vidrio, restos del desmonte producido por demoliciones y obras, etc. etc.

3. Agua: Agua que debe tener las condiciones adecuadas según la normativa y de preferencia potable.

Impermeabilizante: Según (Gomez Dominguez, 2015) se puede definir a este material de la siguiente manera: producto que ayuda a proteger a las estructuras que están expuestas al agua o la intemperie como las paredes, puertas, ventanas, parapetos, entre otras. También es un producto que ayuda a la contención de agua en estructuras construidas especialmente para ese fin, como son los tanques, las cisternas o las piscinas. Ya que su principal función es la contención del agua para proteger y conservar las estructuras. También tenemos que saber que existe una variedad de impermeabilizantes, que su uso dependerá de las zonas geográficas y de las estructuras a proteger.

Tipos: (Gomez Dominguez, 2015) nos da a conocer una variedad de productos usados como impermeabilizantes. su uso dependerá de diversos factores, algunos de ellos ya fueron expuestos con anterioridad. Dentro de esta variedad tenemos aquellos que se denominan selladores, cuya forma de aplicación se asemeja a cuando se está pintando una pared, esto es decir se cubrirá por capas, hasta alcanzar el punto ideal.

Ahora procedemos a describir algunas variedades más utilizadas como impermeabilizante en obras de edificaciones:

- a) **Cemento:** El producto más utilizado por su precio y su facilidad de trabajo, se utiliza para impermeabilizar zonas donde el uso del agua se constante, por ejemplo, en lavaderos artesanales o duchas artesanales, su gran funcionalidad hace que su uso sea mayoritario en edificaciones de economías bajas.
- b) **Membrana líquida:** Es un producto químico con un coste más elevado que el cemento, el cual al ser aplicado produce una película delgada en la superficie de la estructura, esta capa es denominada capa de imprimación. Tiene una buena flexibilidad, y su tiempo de vida útil dependerá del tipo de producto utilizado por el que lo produce.

- c) **Materiales bituminosos:** Producto fabricado en base a los betunes procedentes del petróleo, forman una lámina más gruesa que la membrana líquida, esta lamina no debe ser expuesta a los rayos solares por mucho tiempo, porque su estructura se reseca y la vuelve quebradiza, algunas de ellas se pueden volver más flexibles, bajándoles el espesor al momento de utilizarlas cuando se utiliza como componente el poliuretano.
- d) **Membranas bituminosas:** Este producto viene en rolos como si fueran telas, pueden ser de dos tipos las que tienen un autoadhesivo o las que se necesitan pegar con brea, la cual deberá ser derretida para ser usada.
- e) **Membrana líquida de poliuretano:** El producto es semi líquido, se aplica a las superficies con una especie de escobas, se utiliza para impermeabilizar las superficies de los techos de las edificaciones, estas superficies pueden ser de concreto, madera, láminas de acero galvanizado, etc.
- f) **Impermeabilizante asfáltico:** como su nombre lo dice es un producto del tipo asfalto, se puede aplicar a cualquier superficie que este en el exterior o a la intemperie, existe en la actualidad una variedad de ellos, que van desde los resistentes a los rayos ultravioleta, los ecológicos y los resistentes a los rayos solares, este producto tiene la capacidad de ser complementado con otros, como la membrana del tipo poliéster.
- g) **Acrílicos:** Productos líquidos y transparentes, fabricados a partir de resinas, se puede utilizar pigmento para producir una variedad de colores, su utilización va desde estructuras internas hasta aquellas que están en el exterior. Se puede aplicar en madera, cerámico, concreto, y planchas de acero galvanizado.

Propiedades: Muchas de las propiedades ya le hemos estado mencionando, entre ellas tenemos las siguientes: resistente a los gases tipo ozono, muchos son resistentes a los rayos UVA, no son tóxicos, no son inflamables, muchos de ellos son flexibles, resistentes a altas y bajas temperaturas, no tapa los poros de los materiales donde se aplica, esto es muy importante por el tema de expansión y contracción de estos cuando el clima o temperatura cambia.

Cimentaciones: (Braja M, 2014) en su libro “Fundamentos de ingeniería geotécnica” nos da la siguiente definición de cimentación: “Se denomina cimentación a la parte más baja de una estructura, cuya función es transferir la carga de la estructura al suelo sobre el que está descansando; Una cimentación diseñada adecuadamente es una que transfiere la carga a lo largo del suelo sin sobrecargarlo” (Braja M, 2014).

Clasificación: Así mismo (Braja M, 2014) nos da a conocer la clasificación de las cimentaciones, las que describe a continuación:

a) Cimentación superficial: “Aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas” (Braja M, 2014). “En este tipo de cimentación, la carga se reparte en un plano de apoyo horizontal”. (Braja M, 2014).

Dentro de este tipo de cimentación tenemos los siguientes elementos estructurales más usados en la construcción de edificaciones:

1. **Cimentación corrida:** “Son un tipo de cimentación que se usa generalmente para la construcción de una vivienda estructurada con muros portantes de albañilería” (Braja M, 2014).
2. **Zapatas aisladas:** “Un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite” (Braja M, 2014).
3. **Zapatas combinadas o corridas:** “Este tipo de cimentación se emplea cuando las zapatas aisladas se encuentran muy próximas o incluso se solapan” (Braja M, 2014).
4. **Losas de cimentación:** “Es una placa flotante apoyada directamente sobre el terreno, la losa se emplea como un caso extremo de los anteriores cuando la

superficie ocupada por las zapatas o por el emparrillado represente un porcentaje elevado de la superficie total” (Braja M, 2014).

b) Cimentación profunda: “Una clase de cimentación pensada para transmitir las cargas a los sustratos más resistentes del suelo, el desarrollo de este tipo de cimentación requiere de una maquinaria específica, así como de técnicas de excavación y evacuación del material obtenido” (Braja M, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Nuestro trabajo tiene un método hipotético deductivo; Porque parte de hipótesis inicial, que luego mediante el objetivo de realizar ensayos en un laboratorio especializado de materiales, se obtuvieron información y datos, que luego de ser analizados nos dieron conclusiones que afirman o niegan la hipótesis planteada desde el inicio de nuestra investigación.

3.2. Tipo de investigación

Según (Hernández Sampieri), podemos asegurar que nuestro trabajo de investigación desarrollada es del tipo cuantitativa, ya que se realizaran ensayos a muestras con la finalidad de obtener datos, los cuales nos llevaran a obtener resultados. Y así llegar al objetivo planteado desde que se inició el estudio.

3.3. Nivel de investigación

Nuestro trabajo tiene un nivel explicativo, ya que explicamos cómo es el comportamiento de la variable con respecto a las demás, ya que la investigación es de causa efecto.

(Hernández Sampieri, 2014), asegura lo siguiente: “La principal característica de las investigaciones explicativas es dar a conocer por qué se originan los fenómenos o sucesos y en que situaciones se encuentra, teniendo como base la interacción existente entre las variables”.

Y es así que, nuestra investigación fue de nivel correlacional - explicativo, porque se analizaron mediante la recolección de información la influencia del poliuretano líquido en el concreto como un impermeabilizante.

3.4. Diseño de investigación

Según (Arias Odón, 2012) en su libro “El proyecto de investigación” nos dice lo siguiente: Los estudios experimentales son un conjunto de fases sucesivas que tienen como objetivo supeditar un asunto o a un conjunto de personas, a diferentes eventos en condiciones distintas, para que sean estimuladas o tratadas (variables independientes), y así observar los resultado y respuesta que en ellos se produce (variables dependientes).

Así mismo (Arias Odón, 2012) dice: Que realizar un pre experimento, es realizar pruebas o ensayos con el objetivo de preparar el experimento principal, esto tiene una delimitación en los pasos, ya que la precisión no será un tema principal al momento de recolectar los datos surgidos por dichas pruebas. los cuales no tendrán un valor aceptable, pero si servirán como base para los siguientes resultados.

De acuerdo a esto y a la meta del trabajo de investigación, a las propiedades de las problemáticas planteadas y a los objetivos planteados en la investigación, este trabajo concentra todos los requisitos para ser un trabajo de investigación experimental del tipo “Pre experimental”; en razón a que su primordial restricción es la insuficiente inspección sobre el desarrollo de la misma.

Podemos observar en la figura 8 el esquema del diseño pre experimental, que se utilizó en el proyecto el cual tiene un grupo experimental, variable independiente y la variable dependiente.

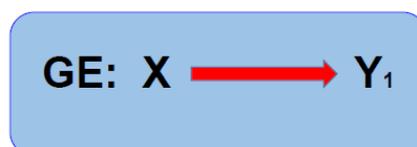


Figura 8 Diseño pre experimental
Fuente (Elaboración propia)

Donde:

GE : Grupo experimental.

X: Variable independiente.

Y1: Observación de variable dependiente.

3.5. Variables y Operacionalización

a) variables:

Según (Hernández Sampieri, 2014), indica que [...] una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. [...] El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida.

Es aquello que se puede caracterizar como cuantitativa o cualitativa que tiene como fin de analizar su comportamiento en una investigación, por tanto, la investigación es cuantitativa ya que se busca obtener respuesta de los indicadores en expresiones de cantidad o proporción. Relacionándolo como dependiente o independiente (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.131).

Variable Independiente : Poliuretano liquido

Variable dependiente : Reducción de permeabilidad

b) Operacionalización:

La siguiente tabla (3), nos describe como es la actuación de las variables, su definición conceptual, su definición operacional, las dimensiones y sus indicadores, tanto de la variable dependiente que es la reducción de la permeabilidad, como de la variable independiente que es el poliuretano líquido, estos datos nos servirán para definir los valores al momento de realizar las pruebas a las diferentes muestras que se prepararán.

Tabla 3: Indicadores de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Poliuretano líquido	Es un material sintético, producto de la unión de moléculas pequeñas, formando lo que se denomina macro moléculas. Este polímero se consigue mediante condensación, por el que el gas pasa a forma líquida.	Para obtener muestras de concreto con poliuretano líquido, se desarrollarán probetas, las que luego serán cortadas en tres para obtener discos de dimensiones iguales a las que se reincorporará poliuretano líquido a través de brochas.	<ul style="list-style-type: none"> • Características químicas • Permeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Viscoso • Porcentaje de poros
Reducción de permeabilidad	La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un fluido que lo atraviese sin alterar su composición. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable o no permeable si la cantidad de fluido es despreciable.	La reducción se realizará haciendo ensayos de absorción a los discos de concreto en estado natural y a los discos de concreto con poliuretano líquido	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad • Velocidad • Costos • Propiedades mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • gr/cm² • gr /cm².s^{1/2} • Inversión (\$/.) • Calidad

Fuente: (Elaboración propia)

3.6. Población, muestra y muestreo

a) Población

Según (Arias Odón, 2012), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (Arias Odón, 2012). Por lo quedara limitada por la problemática y a los objetivos de la investigación.

Así mismo nos dice que una “Población accesible: también denominada población muestreada, es la porción finita de la población objetivo a la que realmente se tiene acceso y de la cual se extrae una muestra representativa” (Arias Odón, 2012).

Esta investigación tendrá una población finita, ya que nos centraremos esencialmente en el estudio de cimentaciones superficiales construidas utilizando un concreto cuya resistencia será de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al cual luego se le aplicará el poliuretano líquido. Debido a que el tema engloba una infinidad de opciones que pueden ser estudiadas fue necesario definir un conjunto específico de especímenes para realizar los ensayos correspondientes y lograr los objetivos.

b) Muestra

También (Arias Odón, 2012), nos dice lo siguiente sobre la muestra: “El modelo es un sub conjunto característico y finito que se obtiene de una población asequible”.

En esta indagación fue necesario tener dos tipos de muestras, una muestra para hallar los valores de la resistencia para el concreto en estado natural, y otra muestra con el poliuretano líquido para determinar las hipótesis de la investigación.

“La muestra es el subconjunto de toda la población sobre la cual se está realizando la investigación. La cantidad o proporción de la muestra que se va a utilizar debe ser suficientemente representativa de dicha población.” (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014)

Para desarrollar este trabajo de investigación, cada uno de los procedimientos realizados, estuvieron sujetos al estricto cumplimiento tanto de las Normas Técnicas Peruanas, así como también las Normas Americanas ASTM.

Para consumir la finalidad de este trabajo de investigación, se realizaron especímenes cilíndricos y prismáticos. La elaboración de estos especímenes fue teniendo como referencia lo que estipula las Normas ASTM - C31 y NTP - 339.033, en cuyo contenido describen la práctica normalizada de especímenes de ensayos de concreto.

En este estudio, se contarán con los siguientes tipos de muestras.

Mo = Concreto original de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

M1 = Concreto incorporando poliuretano líquido de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

c) Muestreo

(Mata & Macassi, 1997) nos dice lo siguiente " Consiste en un ligado de reglas, técnicas y conocimientos mediante los cuales se escoge un agregado de elementos de una población que simbolizan lo que ocurre en toda esa población”

Para la obtención de datos y valores que nos permitan determinar la influencia del poliuretano líquido en el concreto cuya resistencia es de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se desarrollaran los siguientes ensayos.

Ensayo de compresión simple: Esta prueba nos permitirá establecer la resistencia de los especímenes cilíndricos ante la aplicación de un esfuerzo a compresión. Dicho ensayo se realizará en cumplimiento de la norma ASTM C39, NTP 339.214 y MTC 704. Se contará con un total de 9 probetas cilíndricas las cuales serán ensayadas a los 28 días. De acuerdo a lo que indica la norma, el número de especímenes depende de los objetivos planteados.

Por lo general, se elaboran dos o más ejemplares para cada una de las edades, para este estudio se elabora tres probetas cilíndricas y se realiza los ensayos, cuando las muestras alcanzan los 28 días de curado. 9 muestras tipo disco las cuales se obtendrán de las muestras cilíndricas del tipo muestra (Mo)

Ensayo de asentamiento (slump): Esta prueba se ejecutó en cumplimiento con las normas ASTM C 143, se contará con la siguiente muestra. Asentamiento de la muestra (Mo)

Absorción y vacíos: Ensayo de absorción y vacíos: En este paso de la investigación se siguió los criterios expuestos por las Normas ASTM, en su código ASTM C 642:

- Mo (P) = Concreto original de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- M1 (A) = Concreto incorporando poliuretano líquido de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- M2 (B) = Concreto incorporando poliuretano líquido de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- M3 (C) = Concreto incorporando poliuretano líquido de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.7. Técnicas e instrumentos

a) Técnicas

Los datos a recolectar para la presente investigación serán mediante:

- Observación directa: Ya que para obtener datos se realizará ensayos en un laboratorio (Laboratorio de Materiales y Concreto). Los valores que se obtuvieron de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio serán clasificados según el orden de desarrollo, estos datos serán recolectados en hojas diseñadas especialmente para cada ensayo, tomando formatos estándar que son muy utilizados por los laboratorios de instituciones públicas, universidades, o empresa privadas, como el del laboratorio de ensayos de mecánica de suelos de la UNI, luego estos datos a su vez serán transcritos a un programa informáticos (Excel), este programa nos servirá para realizar los cálculos y en algunos casos mostrar las gráficas de variación de las mismas. y luego serán guardados en un ordenador para su registro y codificación.
- Investigación documental: Este tipo será a través de la recolección de datos que es básicamente de manuales para diseñar estructuras y para la realización de las pruebas en los laboratorios, se utilizaron las normas del ministerio de transporte para la elaboración de pruebas a materiales, y las normas ASTM.

b) Instrumentos

Los instrumentos utilizados en el momento de desarrollar este trabajo de investigación estuvieron conformados por formatos del laboratorio donde se realizó la parte experimental de la investigación, en las cuales se emitió los resultados que se obtuvieron de las pruebas realizadas. Además, contamos con fichas de registro de datos de elaboración propia, donde se anotaron todos los resultados de las diferentes pruebas realizadas a los materiales y las muestras, las cuales fueron elaboradas teniendo como guía fichas de laboratorios certificados.

3.8. Validez y confiabilidad

a) Validez

Este punto es el valor que se le da a los instrumentos que cuantifican las variables, ya que es esta investigación dichas variables tienen una magnitud. Nuestra investigación hemos usado la normativa existente, la cual es descrita en los procedimientos y

resultados, la cual tiene la validez de las entidades del estado y en nuestro caso por especialistas en el tema.

En virtud que la investigación se desarrolló íntegramente en un laboratorio, lugar donde trabajan profesionales calificados en todo lo referente a ensayos de laboratorio de materiales, además los resultados de los laboratorios fueron emitidos según los formatos que maneja el laboratorio. Por lo cual se realizó una encuesta a especialistas para dar fe del buen desarrollo de los registros de la información obtenida en los formatos.

Tabla 4: *Validez por juicio de especialistas.*

Especialista	Cedula 1	Cedula 2	Cedula 3	Cedula 4	Cedula 5
Especialista 1	1	1	1	1	1
Especialista 2	1	1	1	1	1
Especialista 3	1	1	1	1	1
Especialista 4	1	1	1	1	1
PROMEDIO					1

Fuente: (Elaboración propia)

Para este punto se contó con 4 especialistas expertos en temas de elaboración de concreto y en manejo de laboratorios para materiales, quienes realizaron una evaluación cuyo resultado se muestra en la tabla 4. Nuestra evaluación consistió en 3 puntos básicos, como son: la calidad de los equipos y su calibración, un ambiente espacioso y cómodo, y por último el prestigio del laboratorio y sus técnicos. Los valores fueron en un rango de 0 a 1, donde 0 equivale a que los procedimiento y formatos de laboratorio no son válidos y 1, si es que si son válidos.

b) Confiabilidad

En tal sentido (Hidalgo , 2005), nos señala que la confiabilidad es dependiente de los pasos a ejecutar de cada uno de los análisis para narrar menudamente lo que está sucediendo en una trama definida, por ello se toma en cuenta: el tiempo, el lugar y la evaluación, para sí lograr canjear juicios con otros involucrados sean estos examinadores o expertos evaluadores. “De allá que la fiabilidad simboliza el

valor de semejanza de las respuestas observadas entre el argumento del científico o experto y el investigado o estimado” (Hidalgo , 2005).

Referente a este punto, Hernández, Fernández y Baptista mencionan: “[...] está referida al grado en que al aplicar dicho instrumento en reiteradas oportunidades a un mismo individuo se obtenga resultados iguales. Dichos resultados deben tener consistencia y coherencia.” (2009, p.200).

Para desarrollar este punto, nos guiamos de la siguiente tabla 5 que muestra un rango de confiabilidad estándar:

Tabla 5: *Escalafón de confiabilidad.*

Escalafón	Magnitud
0.82 a 1.00	Muy alta
0.62 a 0.81	Alta
0.42 a 0.61	Moderada
0.22 a 0.41	Baja
0.01 a 0.21	Muy baja

Fuente: (Elaboración propia)

La tabla 6 nos muestra los rangos y la validez de los especialistas dieron, con un valor de confiabilidad “Muy alto” a los formatos y procedimientos de los laboratorios, donde se encuentran los registros de los valores obtenidos de cada ensayo.

Tabla 6: *Valores otorgados por los especialistas.*

Especialista	Cedula 1	Cedula 2	Cedula 3	Cedula 4	Cedula 5
Especialista 1	1	1	1	1	1
Especialista 2	1	1	1	1	1
Especialista 3	1	1	1	1	1
Especialista 4	1	1	1	1	1
PROMEDIO					1

Fuente: (Elaboración propia)

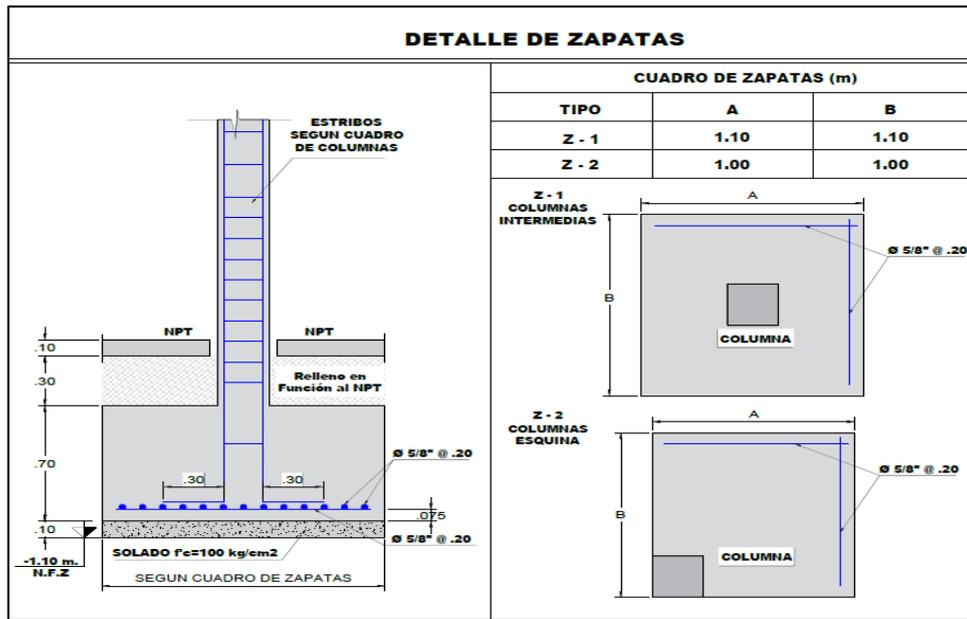


Figura 10 Detalle de cimentación tipo zapata en plano

Fuente: (Elaboración propia)

Mientras que las figuras 11 y 12, nos muestran los detalles del proceso constructivo de las cimentaciones en su etapa de encofrado.

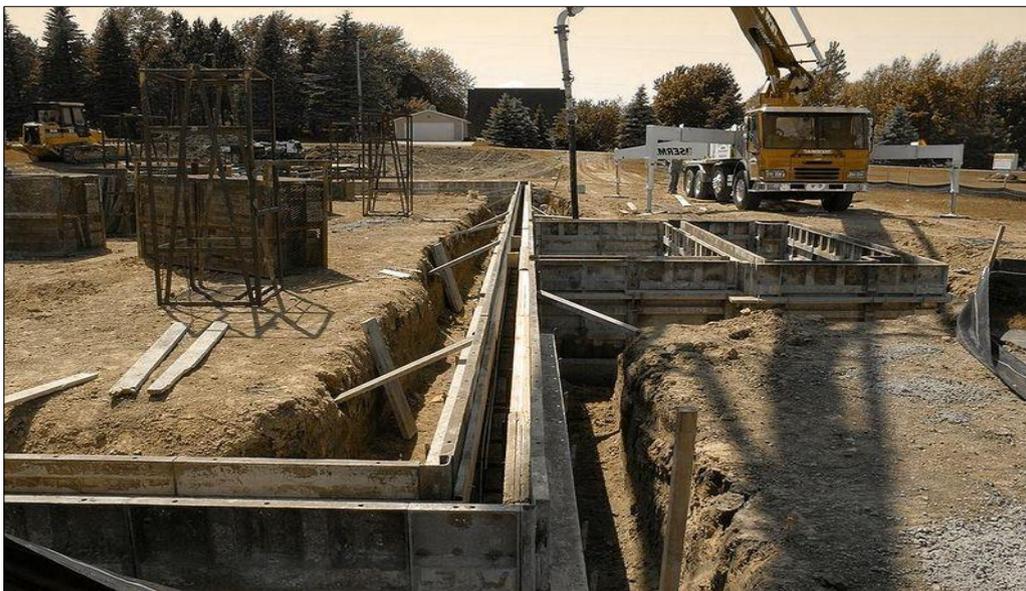


Figura 11 Detalle de encofrado cimentación corrida

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 12 Detalle de encofrado cimentación tipo zapata

Fuente: (Elaboración propia)

Por ultimo las figuras 13 y 14, nos muestran cómo quedan las estructuras (cimentaciones), las cuales en algunos casos recibirán un acabado que les protegerá del agua u otros factores climáticos.



Figura 13 Cimentación corrida terminada

Fuente: (Elaboración propia)



Figura 14 Cimentación tipo zapata terminada

Fuente: (Elaboración propia)

Estas figuras nos sirvieron para mostrar una idea de lo que se busca en esta investigación, como se ha podido apreciar en las imágenes, no se ve que se proteja a estas estructuras del agua, también nos sirvió para establecer que la forma de la muestra (cilíndrica prismática) anteriormente descrita, ya que es la forma utilizada y normalizada en nuestro país para realizar ensayos al concreto.

Determinación de resistencia y volumen de mezcla: Para La evaluación de la resistencia al concreto que se va utilizar en las pruebas se tomó en consideración el diseño estándar de los ingenieros estructuristas para este tipo de estructura, las cuales se reflejan es las especificaciones técnicas escritas en los planos de estructuras de una edificación tal como se representa en la imagen (figura 15).

<u>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</u>			
1.	CONCRETO ARMADO:		
	Columnas		$f'c=210$ kg/cm ²
	Vigas		$f'c=210$ kg/cm ²
	Zapatas		$f'c=210$ kg/cm ²
2.	CONCRETO CICLOPEO:		
	Cimiento	- CEMENTO HORMIGON 1:10 30% PIEDRA GRANDE 6" MAXIMO	
	Sobrecimiento	- CEMENTO HORMIGON 1:8 25% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO	
3.	CARGA MAXIMA TRASMITIDA AL TERRENO:		
	AL N.F.C. (NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION)		
	T = 4 Kg/cm ²		
4.	ACERO DE REFUERZO:	ASTM A615 Grado 60	$f_y=4200$ kg/cm ²
5.	Longitudes de Anclaje y Empalme por Traslape:		
	BARRA	ANCLAJE	EMPALME
	GANCHO		
	Ø5/8"	600mm	900mm
	Ø1/2"	450mm	700mm
	Ø3/8"	400mm	600mm
6.	RECUBRIMIENTOS:		
	Zapata		75 mm
	Losas y vigas chatas		25 mm
	Vigas y Columnas		40 mm
7.	ALBAÑILERIA DE LADRILLOS		
	$F'm = 40$ Kg/cm ² , los ladrillos seran de arcilla, prensados y hechos a maquina		
	Se asentaran con cemento y arena 1:5		

Figura: 15 Recorte de especificaciones técnicas de un proyecto estructural

Fuente: (Elaboración propia)

Para realizar la dosificación de materiales en esta investigación, se tomó los criterios técnicos de la "Tabla de dosificaciones y equivalencias" de (Unacem, 2014), como muestra la tabla 7.

Tabla 7: Dosificaciones y equivalencias.

MATERIALES POR m³ DE CONCRETO										
PROPORCIONES	CANTIDAD DE MATERIALES (SIN DESPERDICIOS)					CANTIDAD DE MATERIALES (CON 3% DESPERDICIOS)				
	CEMENTO (bolsa de 42.5 kg)	ARENA (m3)	PIEDRA (m3)	HORMIGÓN (m3)	AGUA (m3)	CEMENTO (bolsa de 42.5 kg)	ARENA (m3)	PIEDRA (m3)	HORMIGÓN (m3)	AGUA (m3)
1:6	5.80	--	--	1.20	0.150	6.00	--	--	1.24	0.155
1:7	5.00	--	--	1.20	0.150	5.20	--	--	1.24	0.155
1:8	4.50	--	--	1.20	0.150	4.60	--	--	1.24	0.155
1:9	4.00	--	--	1.20	0.150	4.10	--	--	1.24	0.155
1:10	3.50	--	--	1.20	0.150	3.60	--	--	1.24	0.155
1:11	3.20	--	--	1.20	0.150	3.30	--	--	1.24	0.155
1:12	2.80	--	--	1.20	0.150	2.90	--	--	1.24	0.155
1:1:2	12.00	0.360	0.720	--	0.175	12.40	0.370	0.742	--	0.180
1:1 1/2:3	9.00	0.390	0.780	--	0.170	9.30	0.402	0.803	--	0.175
1:2:3	8.00	0.470	0.700	--	0.170	8.20	0.484	0.721	--	0.175
1:2:4	7.00	0.430	0.860	--	0.170	7.20	0.443	0.886	--	0.175

Fuente: (Unacem, 2014)

Diseño de la mezcla: La realización de la verificación correcta del planeamiento de la mezcla del concreto a ser utilizado para nuestra investigación, se tomó como referencia los pasos propuestos por (Rivva López, 2014) que afirma lo siguiente: “Que el diseñar una mezcla de concreto, es conceptualmente es el uso de técnicas y prácticas de los distintos saberes sobre sus materiales y la interacción entre ellos, para obtener un nuevo material que resultante satisfactorio de la manera más eficaz las exigencias de cada proyecto”.

En esta investigación se decidió hacer un diseño de las mezclas por el método ACI por volumen, y el volumen a utilizar será de un metro cubico, este volumen se calculó según lo que se va a requerir para las probetas a ser utilizadas en el ensayo de rotura y para los bloques de concreto utilizados en los ensayos de la investigación.

El diseño de mezclas se realizó siguiendo el flujograma proporcionado por la empresa (Cementos Lima, 2014) y mostrado a continuación en la imagen (figura 16):

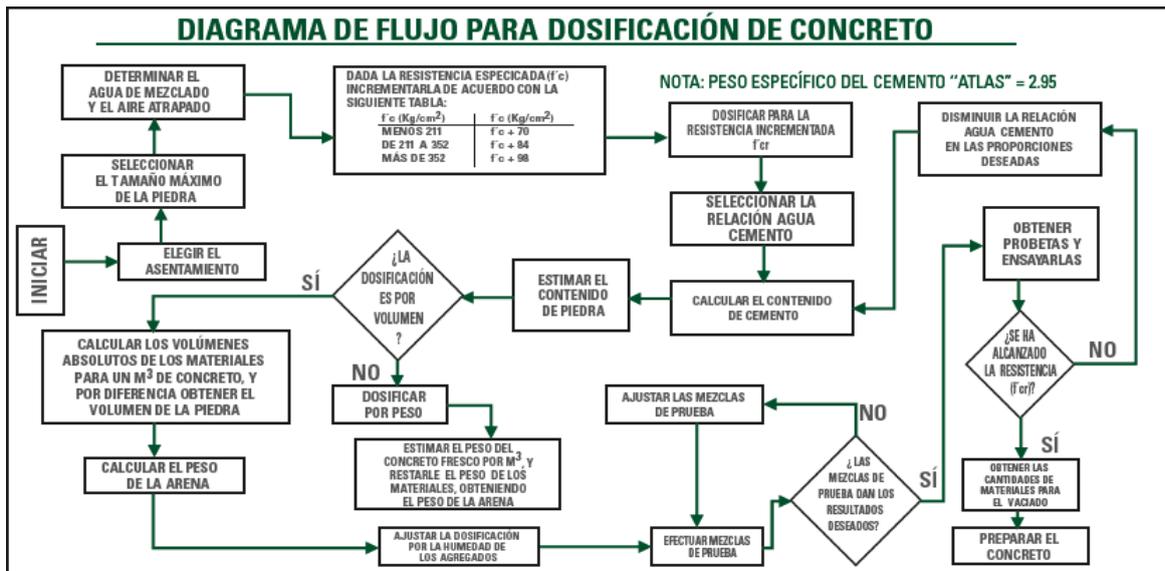


Figura 16 Tabla de dosificaciones y equivalencias

Fuente: (Cementos Lima, 2014)

Asentamiento "Slump": La Según el sitio web (Tecnocreto.blogspot.com, 2011), "La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por una prueba ocular, esto es obligado ya que hasta la época no se conoce ninguna prueba que analice la propiedad de manera directa" (Tecnocreto.blogspot.com, 2011). La figura 17 nos muestra los equipos usados para este ensayo y la figura 18 un ejemplo del ensayo, donde a mayor asentamiento, mayor liquides en la mezcla (MTC, MTC E 705 Asentamiento del concreto (slump), 2016).



Figura 17 Equipo para ensayo de Asentamiento

Fuente: (Tecnocreto.blogspot.com, 2011)

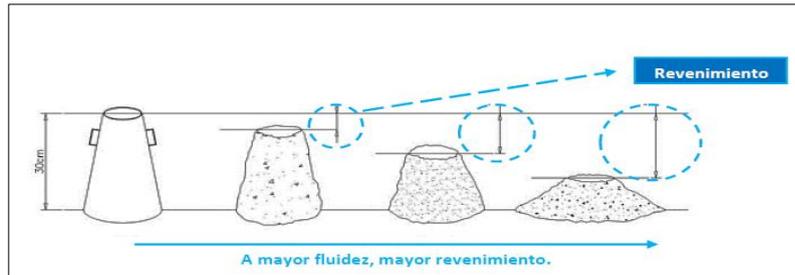


Figura 18 Asentamiento

Fuente: (Tecnocreto.blogspot.com, 2011)

“Sin embargo, se han desarrollado una serie de pruebas con los cuales se puede evaluar las propiedades del concreto en estado plástico en términos de consistencia, fluidez, cohesión y grado de compactación, uno de ellos es la prueba de asentamiento” (Tecnocreto.blogspot.com, 2011).

También (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014) nos dice lo siguiente: “El ensayo de asentamiento del concreto o ensayo del cono de Abrams es un método de control de calidad cuyo objetivo principal es medir la consistencia del concreto” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

Además (Rivva López, 2014) nos dice que el tipo de prueba puede determinar el tipo o la clasificación del concreto como:

- “Mezclas secas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cero y dos pulgadas” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).
- “Mezclas plásticas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cero y dos pulgadas” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).
- “Mezclas fluidas; aquellas cuyo asentamiento esta entre cero y dos pulgadas” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

Otro detalle es, que, si los planos no muestran el asentamiento del concreto o en los detalles técnicos del proyecto no se indicaran el grado de asentamiento del concreto, se debe seguir los siguientes criterios como muestra la Tabla 8.

Tabla 8: Asentamientos

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS		
TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: (Rivva López)

Con las referencias expuestas anteriormente, se determinó que para el diseño de mezclas para la investigación se tomara el valor de 3" como máximo, la figura 19 muestra el ensayo realizado en el laboratorio para medir la consistencia de la mezcla a utilizar en la fabricación de las probetas para la investigación.



Figura 19 Determinación del asentamiento de 3"

Fuente: (Elaboración propia)

Tamaño máximo de la piedra: La determinación del máximo tamaño nominal del agregado (piedra) que se va utilizar en el diseño de la mezcla, tanto para la fabricación de las muestras para los ensayos de rotura y para los bloques de concreto, se tomó en consideración los siguientes criterios de la “Norma ITINTEC - 400.037”:

- 1ro: La norma nos dice que el “Tamaño Máximo” es aquel “correspondiente a la menor malla por el que pasara toda la muestra del agregado grueso”.
- 2do: La norma determina que el “Máximo Tamaño Nominal” es el que “corresponde a la menor malla de la serie que se utilizara y que produce la primera retención”.

Así mismo (Rivva López) nos proporciona la siguiente tabla (9), donde nos presenta los valores granulométricos correspondientes a los tamaños nominales que están comprendidos entre 2 pulgadas y 3/8 de pulgada, estos valores corresponden a la clasificación dada por la Norma ASTM - C 33”.

Tabla 9: *Máximo tamaño nominal*

PORCENTAJE QUE PASAN								
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASAN POR LAS SIGUIENTES MALLAS							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 04	N° 08
2"	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0 - 5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0 - 5	-
1"	-	10	95 - 100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 - 5
3/4"	-	-	10	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 - 5
1/2"	-	-	-	10	40 - 70	40 - 70	0 - 15	0 - 5
3/8"	-	-	-	-	100	85 - 100	10 - 30	0 - 10

Fuente: (Rivva López)

(Rivva López) nos afirma lo siguiente: “Las normas de diseño recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor, que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

Así mismo (Rivva López) nos dice: “El ACI 318 y la Norma Técnica de Edificación E. 060 describe que el agregado grueso no deberá ser mayor de”:

- “1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados”;
- “1/3 del peralte de la losa”; o
- “3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de refuerzo”.

Además (Rivva López, 2014) afirma que. “En elementos de espesor reducido, o antes la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá disminuir el tamaño del agregado grueso siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido y se obtenga la resistencia especificada”.

Para diseñar una mezcla de concreto de la investigación y las características de diseño de las mismas, se ha propuesto lo siguiente “El Máximo Tamaño Nominal” de nuestro material sea de $\frac{3}{4}$ de pulgada, como podemos observar en la imagen (figura 20).



Figura 20: Determinación del tamaño agregado

Fuente: (Elaboración propia)

Determinación del agua de mezclado y del aire atrapado: “el cálculo del volumen de agua se refiere a determinar de la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla, por cada unidad cubica de concreto, para conseguir una consistencia adecuada” (Rivva López).

Además (Rivva López) nos proporciona dos tablas que se muestran a continuación, las cuales fueron conformadas en base de recomendaciones de especialistas.

Según (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014) afirma que: “Los valores de las Tablas 6 y Tabla 7 corresponden a mezclas sin aire incorporado y debió ser ajustado en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

La tabla 10 del Comité 211 del ACI, donde: “Nos permite ver el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la consistencia que se desea para la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado”

Tabla 10: Cantidad de agua por 1 m³

ASENTAMIENTO	AGUA EN 1/M ³ , PARA LOS TAMAÑOS MÁX. NOMINALES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	181	175	168	168	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	184	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	197	174	166	154	-

Fuente: (Rivva López)

La tabla 11 ha sido preparada por “el Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería”, en esta tabla se permite calcular el volumen unitario de agua, tomando en consideración, además de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado”

Tabla 11: Volumen de agua por unidad

TAMAÑOS MÁX. NOMINALES DE AGREGADO GRUESO	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, EXPRESADO EN LT/M ³ , PARA LOS ASENTAMIENTOS Y PERFILES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	97	216
1 1/2"	112	167	163	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: (Rivva López)

Las cifras que muestran en los dos cuadros se podrán utilizar con garantía a la valoración inicial de las relaciones estimadas para la mezcla.

“En aquellos en que el agregado posee características que obligan a un aumento en el volumen de agua, deberá aumentarse igualmente el contenido de cemento a fin de mantener invariable la relación agua-cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados con mezclas de prueba preparadas en el Laboratorio indican que tal incremento no es necesario” (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014).

Resistencia especificada: En el diseño de la mezcla de concreto para un determinado proyecto, el valor de la resistencia debe estar dado un cálculo estructural o por un promedio, además este valor debe ser siempre mayor a la resistencia de diseño que se especificara para cualquier proyecto.

Revisando algunos proyectos, se ha determinado que el valor de resistencia promedio del concreto en cimentaciones va de 195 a 220 kg/cm², por ende, para nuestra investigación el valor será de 210 kg/cm².

Incremento de la resistencia: (Rivva López) establece lo siguiente: “La resistencia a la compresión promedio que se requiere, y deberá ser empleada como principio para la elección de las relaciones de la mezcla de concreto, tendrán que ser de valor mayor a los valores alcanzados”.

“Partiendo de los resultados de las ecuaciones que se muestran a continuación, en las cuales se emplea, la desviación estándar que se calculara de acuerdo a lo expuesto anteriormente” (Rivva López).

$$f'_{cr} = f'c + 1.33 s \dots\dots\dots(1)$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 s - 35 \dots\dots\dots(2)$$

Dónde:

S = Desviación estándar, en kg /cm²

Según (Rivva López): “La ecuación (1) da una probabilidad de 1 en 100 de que el promedio de tres resultados de ensayos esté por debajo de la resistencia de diseño especificada”. y “La ecuación (2) da una probabilidad similar de que los resultados individuales de ensayos estén 35 kg/cm² por debajo de la resistencia de diseño especificada”.

Desviación estándar o típica: Para calcular la desviación típica se utilizará la fórmula que se muestra a continuación:

$$s = \sqrt{\frac{(X_1 - X)^2 + (X_2 - X)^2 + \dots + (X_n - X)^2}{n - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar.

n = Numero de ensayos de la serie.

X₁, X₂...X_n, = Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

X = Promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

(Rivva López) nos indica lo siguiente: “Si se utiliza dos grupos de registros de resultados de muestras de pruebas para totalizar por lo menos 30 muestras, la desviación estándar a ser empleada en el cálculo de la resistencia promedio, deberá ser el promedio estadístico de los valores calculados para cada grupo de ensayos”.

Si se va establecer la desviación estándar utilizaremos la presente formula:

$$\check{S} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(s_1)^2 + (n_2 - 1)(s_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Dónde:

\check{S} = Promedio estadístico de las desviaciones estándar cuando se utiliza los registros de ensayo para calcular la desviación estándar, en kg/cm²

S1, S2 = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente, en kg/cm².

n1, n2 = Numero de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Factores de corrección: “La tabla 12 muestra el factor de corrección utilizado, basada en la distribución de la muestra, proporciona seguridad contra la probabilidad de que el menor valor de la muestra de una desviación típica que se diferencie significativamente de los valores que deberían ser trabajados” (Rivva López, 2014).

Tabla 12: Factores

FACTOR DE CORRECCIÓN	
ENSAYOS	FACTOR
menos de 15	Usar tabla 7.4.3
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1

Fuente: (Rivva López)

“Si no contamos con un padrón de resultados de pruebas que facilite el cómputo de desviación típica de arreglo a lo ajustado inicialmente, la resistencia media que se requiera deberá ser calculada tomando los valores de la siguiente tabla (13)” (Rivva López, 2014).

Tabla 13: Valores de $f'c$

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO	
$f'c$	$f'cr$
menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: (Rivva López)

Resistencia incrementada: Para esta investigación se tomó la Tabla 9 para obtener la resistencia incrementada para el diseño de mezclas, siendo la resistencia de diseño final el siguiente valor $210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$.

Selección de la relación agua cemento A/C: Sobre este punto (Rivva López) nos decía lo siguiente: “La relación agua / cemento (a/c) es el valor más característico e importante de la tecnología del concreto”. “De esta relación dependen la resistencia y la durabilidad del concreto, así como los coeficientes de retracción y de fluencia, y define la estructura interna de la pasta de cemento endurecida”. (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014)

“La relación agua / cemento es el cociente entre las cantidades de agua y de cemento existentes en el concreto fresco”. (Rivva López, Concreto: Diseño de mezclas, 2014)

Tabla 14: Relación a/c

ASENTAMIENTO	AGUA EN 1/M ³ , PARA LOS TAMAÑOS MÁX. NOMINALES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	181	175	168	168	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	184	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	197	174	166	154	-

Fuente: (Rivva López)

La siguiente tabla (15) muestra los volúmenes unitarios de agua expresados en litros por metro cubico de mezcla, en correlación al tamaño máximo de la piedra y el asentamiento de la mezcla.

Tabla 15: Volumen por unidad

TAMAÑOS MÁX. NOMINALES DE AGREGADO GRUESO	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, EXPRESADO EN LT/M ³ , PARA LOS ASENTAMIENTOS Y PERFILES DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR	AGREGADO REDONDEADO	AGREGADO ANGULAR
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185		208	227
1"	163	182	178	197	97	216
1 1/2"	112	167	163	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: (Rivva López)

Para la investigación y los datos seleccionados en los pasos anteriores, los valores de cantidad de agua y la relación agua cementos son de 205 litros.

Cálculo del contenido de cemento: “Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se pudo determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple

expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto” (Rivva López, 2014).

Ensayos al concreto: Esta etapa de la investigación se desarrolló en tres partes, primero la formulación del tipo de muestra, así como el número de muestras a ensayar. El segundo paso fue las pruebas del concreto en el estado fresco y el tercero las pruebas en el concreto en su estado sólido.

Modelo, número y equipos para ensayos

Modelo para el ensayo: “Una muestra es una porción de concreto recién preparado con el que se prepararán las probetas, como se trata de comprobar su resistencia, su volumen no debe ser menor de 1 Pie³ (una bolsa de cemento) y cuando se trate de concreto preparado en mezcladora, las muestras serán obtenidas a la mitad del tiempo de descarga de la mezcladora”. (Aceros Arequipa, 2011)

Número de muestras: El “El instituto mexicano del cemento y del concreto” (Imcyc, 2011) afirma que: “La cantidad de especímenes y de mezclas de prueba depende de los objetivos establecidos y de la naturaleza del programa de pruebas”.

“En general, se deben preparar dos o más especímenes para cada edad y para cada condición de prueba, a menos que se especifique otra cosa” (Imcyc, 2011).

Según él (Imcyc, 2011). “La edad de prueba de los especímenes será”:

- “Las edades de prueba empleadas son por lo común 7 y 28 días para las pruebas de resistencia a la compresión o 14 y 28 días para la de resistencia a la flexión”. (Imcyc, 2011)
- “Los especímenes elaborados con cemento de resistencia rápida, se prueban frecuentemente a 1 día, 3, 7, 14 y 28 días de edad”. (Imcyc, 2011)
- “Para las pruebas de resistencia a la compresión y a la flexión a edades posteriores, se emplean a menudo 3 meses, 6 y 12 meses”. (Imcyc, 2011).

Equipos y herramientas: Esta actividad se realizó siguiendo el procedimiento para la elaboración de probetas para el ensayo a la resistencia a la compresión del concreto descrito por (Aceros Arequipa, 2011).

Moldes: “Los moldes utilizados para la elaboración de las probetas deben ser de acero, hierro forjado u otro material no absorbente y que no se mezcle con el cemento, deben ser muy resistentes como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de un cilindro recto de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de alto. (Aceros Arequipa, 2011)

Ensayos del concreto en estado fresco

Asentamiento: Este ensayo se realizó siguiendo estrictamente las indicaciones del manual de ensayos de materiales del (MTC, 2016):

Equipo: La “Norma E 705 asentamiento del concreto (Slump)” del (MTC, 2016) nos dice lo siguiente:

Molde: “Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1,14 mm.

“El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, el interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias”. (MTC, 2016)

Ensayos del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión: Preparación de muestras: Para esta actividad tomo como guía la propuesta por Aceros Arequipa en su boletín sobre “construcción de viviendas” en su página web (Aceros Arequipa, 2011):

Primer paso: El boletín de (Aceros Arequipa, 2011) nos dice que se debe seleccionar un espacio adecuado en la obra o en el laboratorio para elaborar las probetas. Este lugar debe cumplir los siguientes estándares:

- “Deberá tener una superficie horizontal, plana y rígida” (Aceros Arequipa, 2011).
- “Deberá estar libre de vibraciones” (Aceros Arequipa, 2011).
- “De preferencia, deberá estar cerrado a fin de moldear las probetas bajo sombra” (Aceros Arequipa, 2011).

Segundo paso: Así mismo el boletín (Aceros Arequipa, 2011) nos indica que antes de coger la muestra y comenzar con el moldeado, se debe revisar lo siguiente:

- “Todas las unidades de cierre de los moldes (pernos), deberán estar en perfectas condiciones” (Aceros Arequipa, 2011).
- “Todos los moldes deben ser herméticos para evitar que la mezcla se escape” (Aceros Arequipa, 2011).
- “Los moldes deben tener una perfecta verticalidad (90°) respecto de la placa de base” (Aceros Arequipa, 2011).
- “La limpieza en los moldes tanto interior como exteriormente es fundamental” (Aceros Arequipa, 2011).

Se deberá aplicar una ligera capa de grasa o aceite mineral en el interior del molde para retirar la probeta con facilidad.

Tercer paso: Se debe incorporar la muestra de concreto en el molde destinado para ese fin.

Cuarto paso: Para este paso él (Aceros Arequipa, 2011) nos da los pasos para la incorporación del concreto, y nos dice: para el moldeado de la probeta se debe realizar en tres fases, cada una de ellas debe ocupar 10 cm. de altura del molde, siguiendo los siguientes pasos a detalle:

- Primera etapa

- ✓ “Se debe colocar la mezcla en el molde y mezclarla con el cucharón para que esté sea bien distribuida y sea pareja” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Luego se debe distribuir de tal forma de evitar vacíos en todo el espesor, mediante 25 penetraciones (chuzeadas) de una varilla dentro de la mezcla, de manera tal que uniformice la mezcla dentro del molde” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Terminada la distribución de esta capa, se debe golpear alrededor del molde suavemente unas 10 veces con un martillo de goma para reacomodar la mezcla y eliminar burbujas de aire que se hayan podido quedar atrapadas en el interior de la mezcla” (Aceros Arequipa, 2011).

- Segunda etapa:

- ✓ “Nuevamente tomar una cantidad de mezcla con el cucharón y distribuirla en el molde uniformemente” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Introducir 25 veces (chuzeadas) la varilla lisa dentro del molde para reacomodar la mezcla uniformemente. Dicha varilla deberá ingresar por lo menos una pulgada de altura de la primera fase” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Finalmente golpear suavemente alrededor de todo el molde aproximadamente unas 10 veces con el martillo de goma para liberar las burbujas de aire que se pueden haber quedado atrapadas” (Aceros Arequipa, 2011).

- Tercera etapa:

- ✓ “Esta vez se deberá agregar la cantidad necesaria de mezcla para que se llene el molde”. (Aceros Arequipa, 2011).

- ✓ “Nuevamente introducir 25 veces la varilla lisa (chuzeadas), asegurándose se distribuya toda la mezcla en el molde y este bien distribuida. Dicha varilla deberá ingresar por lo menos una pulgada de altura de la segunda fase” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Luego golpear suavemente alrededor de todo el molde aproximadamente unas 10 veces con el martillo de goma para liberar las burbujas de aire que se pueden haber quedado atrapadas” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Finalmente nivelar la mezcla con la varilla lisa para que quede al ras del molde” (Aceros Arequipa, 2011).
- ✓ “Y para terminar dar un acabado con la espátula o badilejo para obtener una superficie lisa y plana” (Aceros Arequipa, 2011).

Quinto paso: Se deberá poner una etiqueta en cada molde con el fin de identificarlas con los siguientes datos:

- Numero de probeta.
- Resistencia de la mezcla.
- Fecha.
- Lugar.

Sexto paso: “Terminado la preparación de las probetas, serán transportadas al lugar donde permanecerán durante su almacenamiento, hasta que termine el secado de la mezcla” (Aceros Arequipa, 2011).

Séptimo paso: “Pasadas 24 horas de secado de la mezcla se Deberá retirar las probetas de los moldes” (Aceros Arequipa, 2011).

Octavo paso: “Finalmente se deberá escribir en la probeta toda la información descrita en la etiqueta del molde, con tinta indeleble, esto se deberá hacer sin dañar la probeta” (Aceros Arequipa, 2011).

Curado de probetas: Para realizar este proceso se tomó como guía de procedimiento el “MTC E 702 Elaboración y curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio descrito en el Manual de ensayos de materiales del (MTC, Manual de ensayo de materiales, 2016).”

Cubrimiento después del acabado: El E 702 del (Manual de ensayo de materiales) nos dice lo siguiente “Para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el concreto, o con una lámina de plástico dura e impermeable”.

Así mismo él (MTC, 2016). dice “Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra”. (MTC, 2016)

Extracción de la muestra: Sobre la extracción de las muestras él (MTC) nos dice lo siguiente: “deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se empleen aditivos; en caso contrario, se podrán emplear tiempos diferentes”.

Ambiente de curado: Él (MTC) nos dice: “a menos que se especifique otra cosa, las muestras se deben mantener en condiciones de humedad con temperatura de $23^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ desde el momento del moldeo hasta el momento de ensayo”.

Otras consideraciones según el (MTC) serán:

- “Durante las 48 horas iniciales de curado, el lugar de almacenamiento deberá ser en un lugar libre de vibraciones” (MTC).
- “La condición de humedad que se busca en la probeta deberá lograrse por inmersión de la misma sin el molde en agua” (MTC).
- “Se permite lograr la condición de humedad por el almacenamiento en un cuarto húmedo” (MTC).

- “No se deberán exponer las probetas a condiciones de corrientes de agua o de goteo” (MTC).
- “Se deberá evitar que las paredes de la muestra se sequen luego del proceso del curado” (MTC).

Preparación y ensayos de bloques de concreto: Esta etapa de la investigación se desarrolló en dos partes, primero la preparación de la muestra según las dimensiones ya expuestas con anterioridad y el número de muestras a ensayar y el segundo paso fue el ensayo de los bloques sin y con el poliuretano líquido incorporado como impermeabilizante.

Muestra, número y equipos para ensayos: El número de muestras preparadas para los ensayos de absorción, se estimó siguiendo la norma (ASTM) C 642, donde nos indica lo siguiente “Siempre que sea posible, la muestra estará compuesta por varias las porciones individuales de hormigón, cada uno para ser evaluados por separado. Las porciones individuales pueden ser piezas de cilindros, núcleos, o haces de cualquier forma deseada o tamaño, excepto que el volumen de cada porción no deberá ser inferior a 350 cm³ (o para el normal hormigón peso, aproximadamente 800 gr), y cada porción deberá estar libre de grietas, fisuras observables o bordes rotos”. (ASTM, 1997)

Siguiendo se preparó un total de nueve muestras con el diseño de mezcla anteriormente descrito y ensayado, las cuales fueron ensayadas en grupos de tres unidades cada una.

Ensayos al bloque de concreto en estado endurecido

Absorción y vacíos:

Ensayo de absorción y vacíos: En este paso de la investigación se siguió los criterios expuestos por las Normas ASTM, en su código ASTM C 642.

Objeto: “Este método de ensayo cubre las determinaciones de densidad, absorción en porcentaje, y los vacíos en el concreto endurecido”. (ASTM, 1997)

Finalidad y alcance: “Este método de prueba es útil en el desarrollo de los datos necesario para las conversiones entre masa y el volumen de concreto. Se puede utilizar para determinar la conformidad con las especificaciones medidas concretas y para mostrar las diferencias de un lugar a dentro de una masa de hormigón”. (ASTM, 1997)

3.10. Método de análisis de datos

El presente trabajo, después de haber obtenido los valores de las diferentes pruebas que se realizaron al concreto en su estado fresco, y principalmente en estado endurecido en sus dos características, la primera característica en estado normal y la segunda aplicándole poliuretano líquido, nos permitieron dar respuesta y dar solución a los diferentes problemas planteados al inicio de la investigación. Para procesar o hacer el análisis de los datos básicamente se usó programas informáticos como Excel y Word. Con los resultados obtenidos se realizó una afirmación o si fuera el caso negando las hipótesis planteadas inicialmente.

3.11. Aspectos éticos

(Hernández Sampieri, 2014), nos dice que la ética es una parte de la filosofía que se encarga de estudiar la moral y de los deberes del hombre. Una investigación no es sólo un aspecto técnico; es ante todo un ejercicio de un acto responsable. En el presente trabajo, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos éticos:

- Al momento de redactar la investigación, se tuvo que tomar mucha información de otros autores, así se tomó la estricta obligación de colocar la fuente correspondiente de cada concepto que se tomó de diferentes libros y autores”
- En la realización de las diferentes pruebas, que correspondieron a cada uno de los procesos para determinar los valores requeridos, se tomaron a la letra cada aspecto descrito en la normatividad, la cual es regulada por los entes especializados y con que tienen la autoridad para establecerlas.

- Sobre los resultados, cada uno de ellos fue verificado por especialistas en el tema, los cuales dieron su visto bueno.

Así mismo se tomó en consideración el Código de Ética de la universidad (UCV), en especial los artículos 6, 7, 8 y 9, referidos a la Honestidad, Rigor científico, Competencia profesional y responsabilidad respectivamente.

El artículo 9 nos dice lo siguiente: Todos los investigadores deben asegurar que el trabajo de investigar se ha ejecutado haciendo cumplir con rigurosidad con todos los puntos éticos y legales, tomando en cuenta la seguridad en cada momento, y haciendo valer cada uno de los términos y condiciones que se establecen en un trabajo de investigación. Por tal se presenta la “Carta de Autenticidad” en la cual se declaran el cumplimiento de todos estos principios.

IV. RESULTADOS

El capítulo siguiente se muestran los resultados que se obtuvieron de las pruebas realizadas a las muestras de concreto con una capa de imprimación con poliuretano líquido.

El procedimiento para la obtención de estos resultados es el siguiente:

La muestra tipo disco de concreto, es sometida a secado durante un tiempo determinado (24 horas) (Figura 21), de esta forma nos aseguramos por medio del cálculo del peso que la muestra tiene cuando se esté completamente seco.



Figura 21 Secado de las muestras.

Fuente: (Elaboración propia)

Se registrará el peso seco de la muestra. Luego se calcular la masa, esta se introduce en agua a 21 grados centígrados, durante un tiempo no menor que 48 horas. Luego se procede a secar la superficie de la muestra y se calcula el peso en intervalos de 24 horas, de tal forma que no haya diferencias significativas en los pesos.

Para proceder a anotar el peso saturado después de la sumersión. Luego se sitúa la muestra en un contenedor, al cual se le agrega agua, para luego someterse a fuego hasta hacerlo hervir. Después las muestras tienen que ser enfiada a temperatura ambiente, se procede al secado de su superficie, y se procede a anotar el peso como peso saturado después de hervirlo.

Luego se cuelga la muestra y se hunde en el agua. en este estado se calcula el peso aparente de la muestra en el agua, como se puede observar en la imagen (figura 22).

Con los valores obtenidos se procede a determinar los valores de densidad, densidad aparente, porosidad y absorción de la muestra.



Figura 22 Determinación de la masa del prototipo en suspensión.

Fuente: (Elaboración propia)

Todos los valores que se obtuvieron de las tres muestras se muestran y detalla a continuación.

Absorción: La prueba se desarrolló siguiendo la Norma ASTM - C 642, a los 3 tipos de muestras (bloques de concreto) denominados A, B, y C, en sus dos variantes, el primer grupo de bloques el concreto sin protección y el segundo grupo de bloques el concreto con una capa de imprimación de poliuretano líquido.

obteniendo los siguientes cuadros y gráficos comparativos.

La tabla 16 nos muestra la capacidad promedio de absorción de las muestras con poliuretano líquido en (gr/cm^2), las cuales van están relacionadas con el tiempo, donde podemos observar que la capacidad de absorción aumenta, según aumenta el tiempo.

Tabla 16: Capacidad promedio de absorción (gr/cm²)

Tiempo (horas)	Tiempo Seg^(1/2)	PATRÓN	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	42.43	2.12	1.91	1.91	1.70
1	60.00	2.97	2.97	2.55	2.12
2	84.85	3.61	3.40	3.18	2.33
3	103.92	4.24	4.03	3.61	2.76
4	120.00	4.67	4.03	3.82	2.97
5	134.16	5.09	4.46	4.03	3.18
6	146.97	5.31	4.67	4.24	3.40
24	293.94	6.79	5.73	5.31	4.03
48	415.69	7.22	6.58	6.15	5.09
72	509.12	7.22	6.79	6.15	5.52

Fuente: (Elaboración propia)

Tabla 17: Capacidad de succión a los 28 días concreto sin poliuretano

MUESTRA	0 días	28 días
Patrón	0	7.215
A	0	6.791
B	0	6.154
C	0	5.517

Fuente: (Elaboración propia)

En la tabla anterior (17) se reflejan los valores de la capacidad de succión del concreto sin el poliuretano líquido en (gr/cm²), se puede observar que la muestra patrón succiona más agua por centímetro cuadrado, que las muestras pertenecientes a las muestras a las que se le incorporará poliuretano líquido.

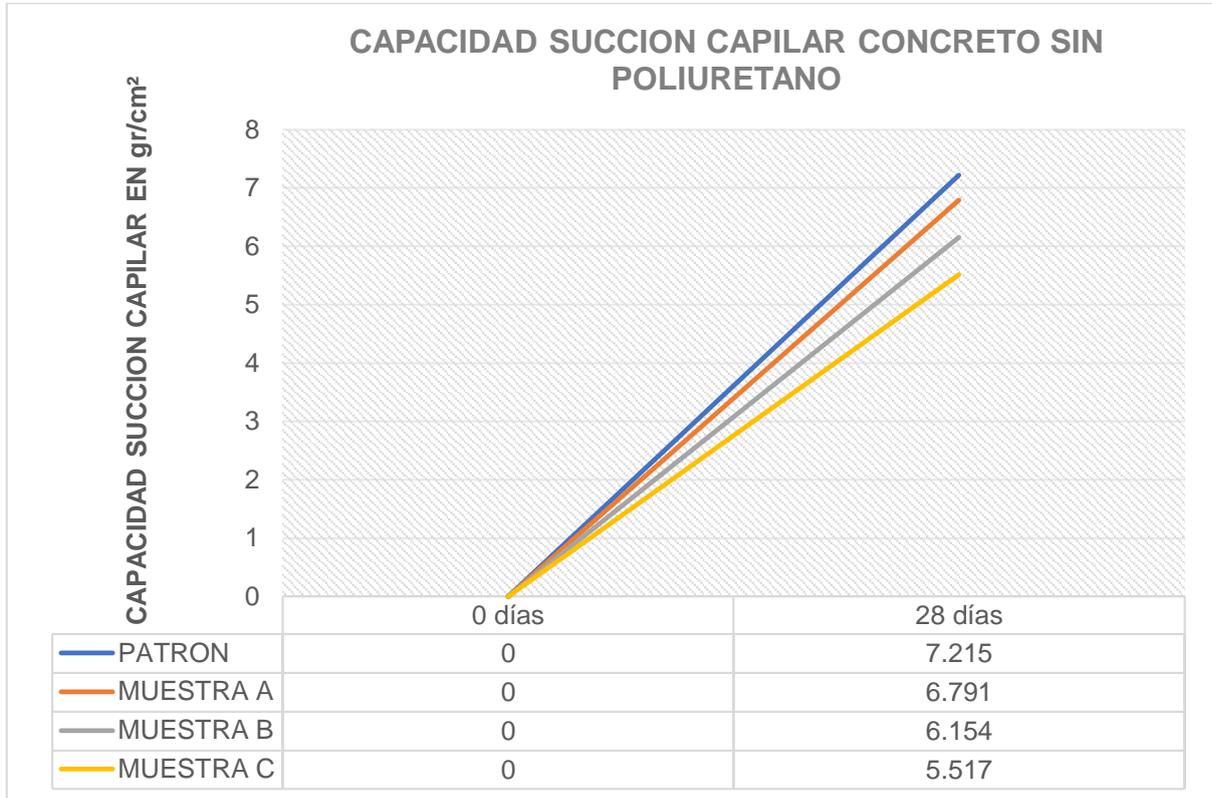


Figura 23 M1 (A) sin poliuretano líquido

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor entendimiento de esta parte podemos observar la figura 23, donde se puede observar las 3 muestras conformadas por probeta prismática preparadas sin poliuretano líquido, utilizados para los ensayos correspondientes.

Gráfico 5: Capacidad de succión capilar del concreto sin poliuretano



Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior (5) podemos observar las variaciones de la absorción mostrando valores mínimos entre las muestras ensayadas, los cuales van desde 6.7 a 5.5 gr/cm² a los 28 días.

Tabla 18: Capacidad de succión a los 28 días concreto con poliuretano

MUESTRA	0 días	28 días
PATRÓN	0	7.215
A	0	2.124
B	0	1.853
C	0	1.235

Fuente: Elaboración propia

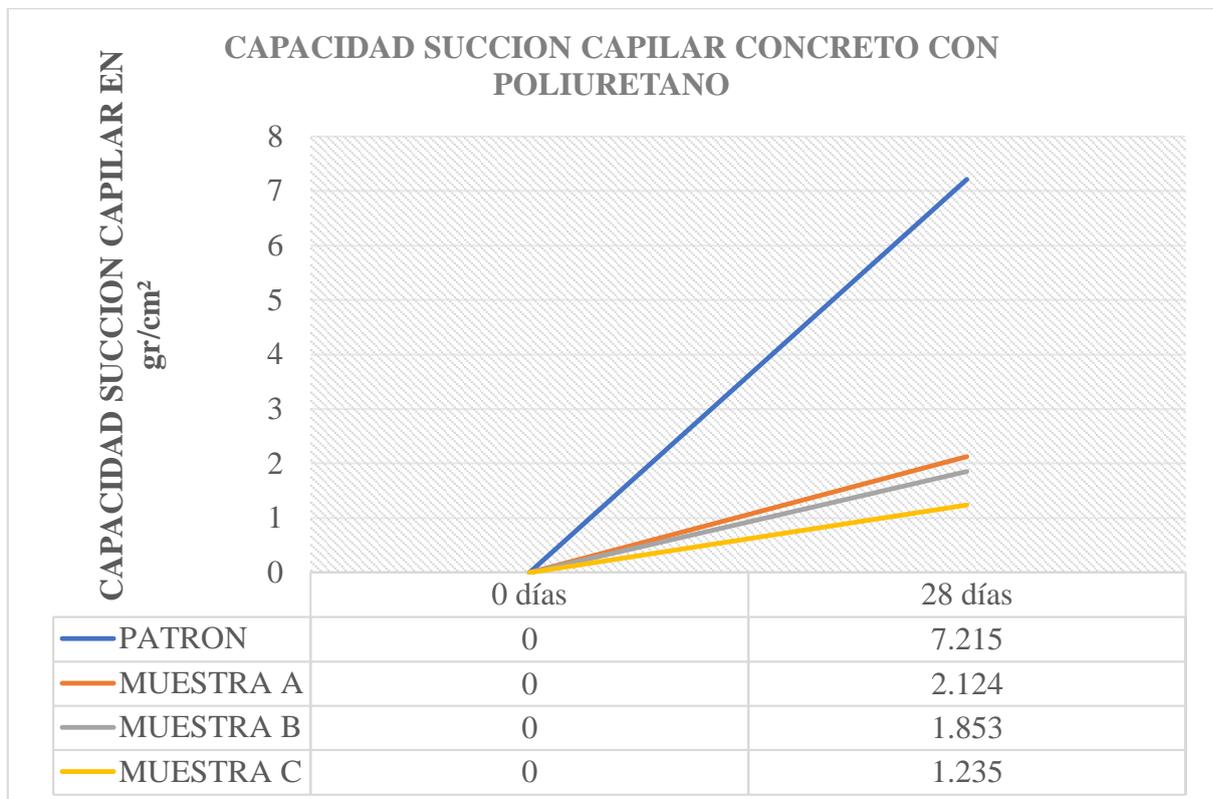
Tabla (18) nos presenta los valores de la capacidad de succión del concreto con el poliuretano líquido en (gr/cm^2) ver el ejemplo en la figura 24, se puede observar que la muestra patrón succiona más agua por centímetro cuadrado, que las muestras pertenecientes a las muestras a las que se le incorporo poliuretano líquido.



Figura 24 M1 (A) con poliuretano líquido

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Succión capilar del concreto con poliuretano



Fuente: Elaboración propia

El grafico numero 6 nos refleja la efectividad del poliuretano líquido, donde podemos observar que la succión capilar disminuye notablemente en cada una de las muestras ensayadas, los cuales van desde 2.1 a 1.2 gr/cm²; cabe señalar que las muestras tienen una variación mínima en su resistencia.

Tabla 19: Velocidad de succión a los 28 días concreto sin poliuretano

MUESTRA	0 días	28 días
PATRÓN	0	0.0100
A	0	0.0093
B	0	0.0085
C	0	0.0078

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que la tabla anterior (19) nos muestra los valores de la velocidad de succión de agua de las muestras de concreto sin el poliuretano líquido en $gr/cm^2 \cdot s^{1/2}$, se puede observar que la muestra patrón tiene una velocidad de succión mayor que las muestras pertenecientes a las muestras a las que se le incorporo poliuretano líquido.

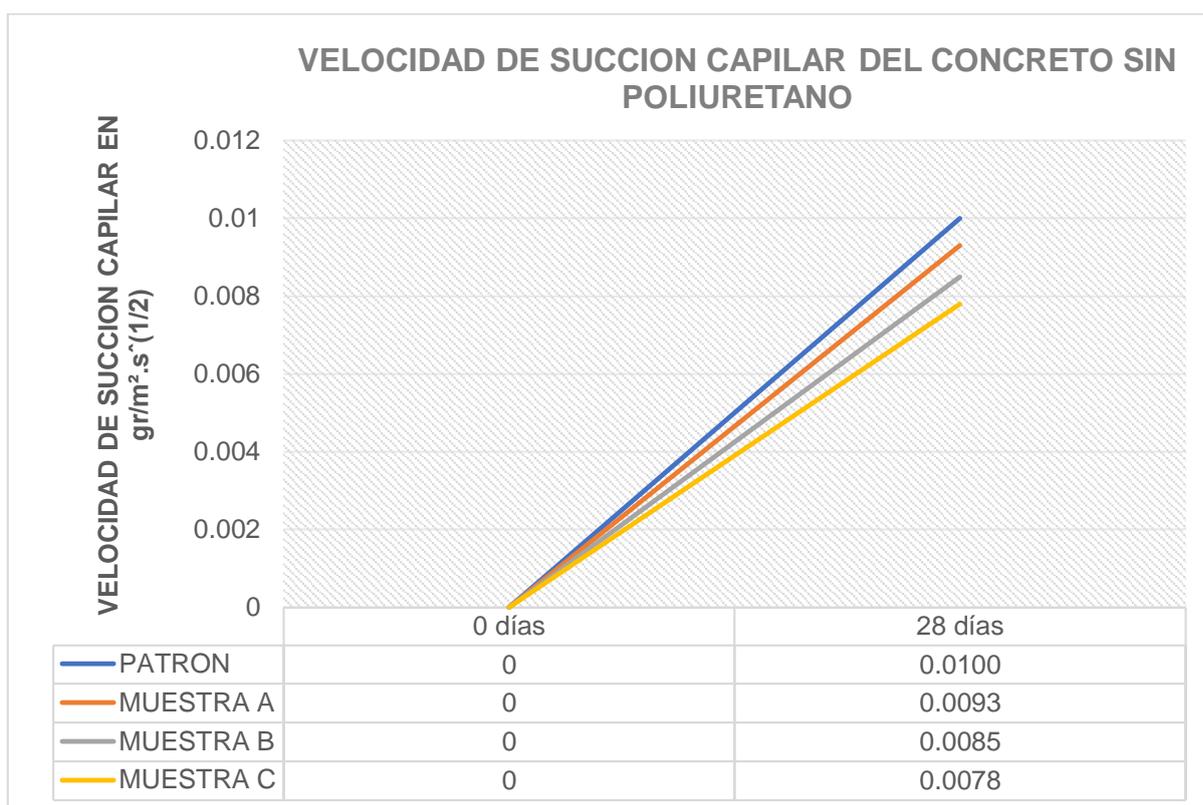
A continuación, se muestra la figura 25, el cual se presenta un ejemplo de la M1 (A) sin poliuretano líquido sumergida en agua para la prueba de absorción.



Figura 25: M1 (A) sin poliuretano líquido

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Velocidad succión capilar del concreto sin poliuretano



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico (7) se ven los datos de la variación de la velocidad de succión de las muestras, tanto la muestra patrón como las muestras que aún no se les ha incorporado el poliuretano líquido, con respecto a los días. Estas velocidades van desde los 0.01 a 0.0078 $gr/cm^2 \cdot s^{1/2}$.

Tabla 20: Velocidad de succión a los 28 días concreto con poliuretano

MUESTRA	0 días	28 días
PATRÓN	0	0.0100
A	0	0.0026
B	0	0.0022
C	0	0.0019

Fuente: Elaboración propia

En la tabla que se muestra (20), nos refleja los valores de la velocidad de succión de agua de las muestras de concreto con el poliuretano líquido en $gr/cm^2 \cdot s^{1/2}$, se puede observar que la muestra patrón tiene una velocidad de succión mayor que las muestras a las que se le incorporo poliuretano líquido, y que estas bajan

considerablemente, con respecto a las muestras sin el poliuretano líquido, lo que hace ver la efectividad del mismo.

A continuación, se muestra la figura 26, el cual se presenta un ejemplo de la M1 (A) con poliuretano líquido sumergida en agua para la prueba de absorción.

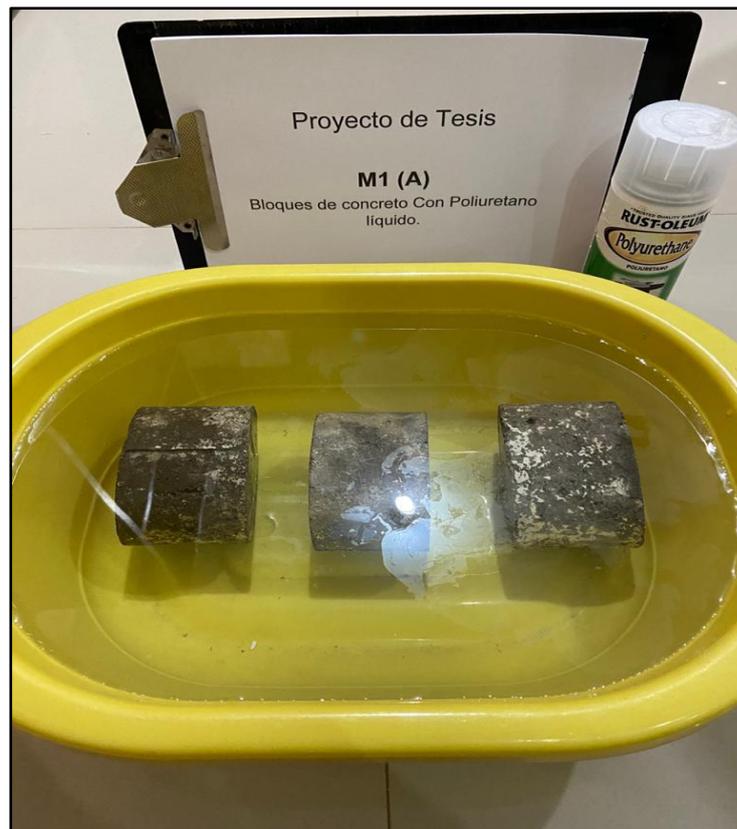
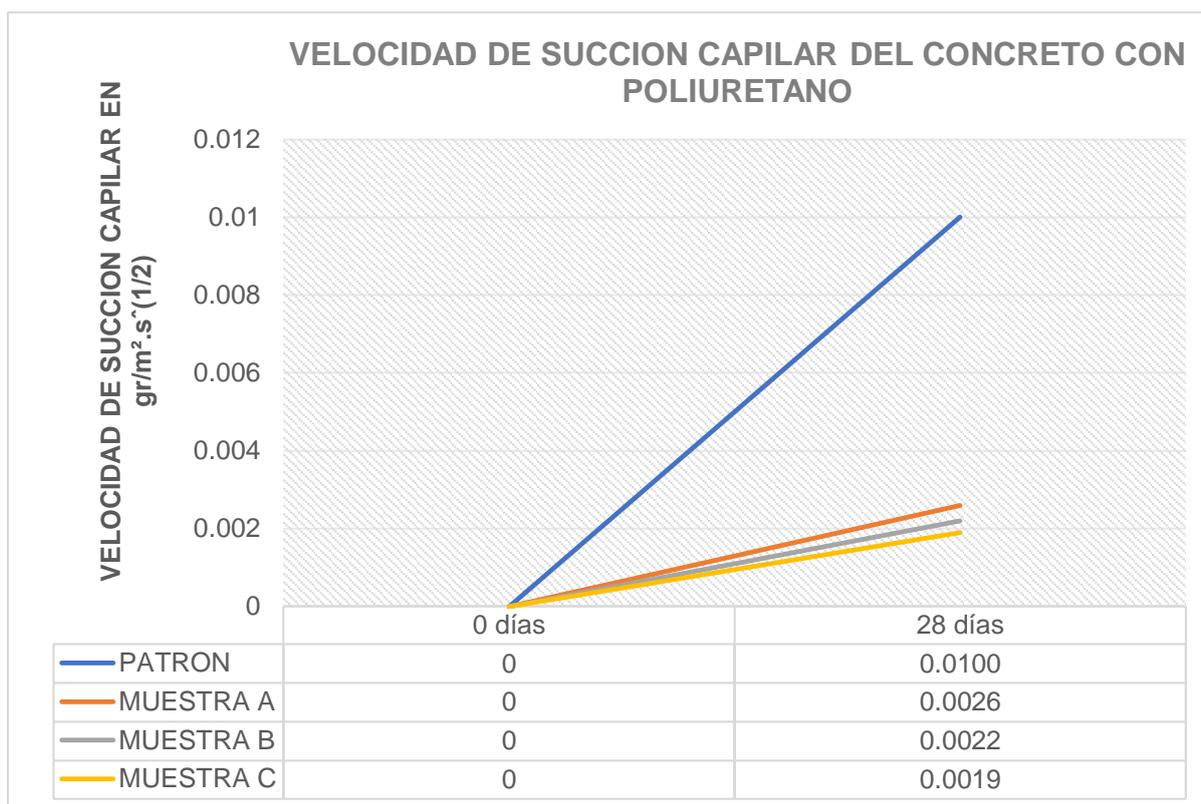


Figura 26 M1 (A) con poliuretano líquido

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Velocidad succión capilar del concreto con poliuretano



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en el gráfico, la variación de las velocidades de succión capilar de las muestras, tanto la muestra patrón como las muestras que tienen incorporado el poliuretano líquido, con respecto a los días. Estas velocidades van desde los 0.0026 a 0.0019 $gr/cm^2 \cdot s^{1/2}$. Demostrando una disminución considerable en la velocidad de succión capilar de las muestras a las que se les aplicó poliuretano líquido.

Costos: Los cuadros de análisis de precios realizados en el estudio, tanto al concreto con y sin la incorporación del poliuretano líquido, demuestran que la variación de los precios es mínima en comparación a los resultados obtenidos.

Esto demostraría que incorporar el uso del poliuretano líquido como imprimante en una cimentación, no elevaría el precio, pero sí aumentaría la vida de los componentes de esta estructura como el acero, respecto a la intervención de los efectos del agua en ella.

Tabla 21: Análisis de precios unitarios del concreto sin poliuretano

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Tesis: Alexi Martin Rodríguez Araujo						HOJA: 01T HECHO POR: AR REVISADO POR: SPA FECHA: 12/11/2020
PARTIDA: CONCRETO PARA CIMENTO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Especificaciones: PREPARADO CON MEZCLADORA DE 11 P ³ Cuadrilla: 0.2 Capataz + 1 Operario + 4 Peón Rendimiento: 22 m ³ / día Unidad: m ³						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU S/.	PARCIAL	TOTAL	I.U.
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS	8.8500	22.50	199.13		17
PIEDRA CHANCADA 3/4 "	M ³	0.5010	65.00	32.57		21
ARENA GRUESA	M ³	0.7520	65.00	48.88		39
AGUA	M ³	0.2370	10.00	2.37		39
		COSTO DE MATERIAL			282.94	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	H.H.	0.0727	23.39	1.70		47
OPERARIO	H.H.	0.3636	15.59	5.67		47
PEON	H.H.	1.4545	11.31	16.45		47
		COSTO MANO DE OBRA			23.82	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
MEZCLADORA DE 11 p ³	H.E.	0.4500	16.00	7.20		39
HERR. 3 % M.O.	%	12.0000	23.82	2.86		37
		COSTO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			10.06	
				TOTAL S/.		316.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Análisis de precios unitarios del concreto con poliuretano

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Tesis: Alexi Martin Rodríguez Araujo						HOJA: 01T HECHO POR: AR REVISADO POR: SPA FECHA: 12/12/2019
PARTIDA: CONCRETO PARA CIMENTO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Especificaciones: PREPARADO CON MEZCLADORA DE 11 P ³ Cuadrilla: 0.2 Capataz + 1 Operario + 4 Peón Rendimiento: 22 m ³ / día Unidad: m ³						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU S/.	PARCIAL	TOTAL	I.U.
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS	8.8500	22.50	199.13		17
PIEDRA CHANCADA 3/4 "	M ³	0.5010	65.00	32.57		21
ARENA GRUESA	M ³	0.7520	65.00	48.88		39
AGUA	M ³	0.2370	10.00	2.37		39
POLIURETANO LIQUIDO	GLN	0.3000	120.00	36.0000		39
COSTO DE MATERIAL					318.94	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	H.H.	0.0727	23.39	1.70		47
OPERARIO	H.H.	0.3636	15.59	5.67		47
PEON	H.H.	1.4545	11.31	16.45		47
COSTO MANO DE OBRA					23.82	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
MEZCLADORA DE 11 p ³	H.E.	0.4500	16.00	7.20		39
HERR. 3 % M.O.	%	12.0000	23.82	2.86		37
COSTO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					10.06	
					TOTAL S/.	352.82

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 21 y 22 son una comparación de los precios unitarios del concreto, tanto en estado natural como cuando se le incorpora el poliuretano líquido, estos cuadros

o tablas comparativas nos dan una diferencia de 36.00 soles por metro cubico de concreto, lo cual se interpreta como una subida de precio no apreciable con respecto al costo de reparación por causas del deterioro de las estructuras a causa de la humedad proveniente de la penetración del agua.

Prueba de hipótesis

Esta se realizó utilizando el programa Minitab 2018, utilizando el estadístico t, que es utilizado para muestras menores a 30 unidades, para los valores de P y T. Tomando un valor de confianza de 0.95 y un valor de significancia de 0.05.

Para valores de P considerados para el contraste de hipótesis son:

Si tenemos el valor $P >$ al valor de significancia \rightarrow se debe aceptar la H_0 y se rechaza la H_a

Si tenemos el valor $P <$ al valor de significancia \rightarrow se debe rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Hemos considerado un valor de confianza de 0.95 o 95 porciento, y un valor de 0.05 o 5 porciento de significancia y una media hipotética de 7.215 gr/cm². Luego se ha calculado la media aritmética y la desviación típica de los valores obtenidos del resumen de la Tabla 16 de estadísticas descriptivas,

Obteniendo la media:

$$\bar{x} = \frac{\sum(n_1 + \dots + n_n)}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{(2.124 + 1.853 + 1.235)}{3}$$

$$\bar{x} = 1.74 \text{ gr/cm}^2$$

Calculando la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})}{N - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.415}{3 - 1}}$$

$$\sigma = 0.456$$

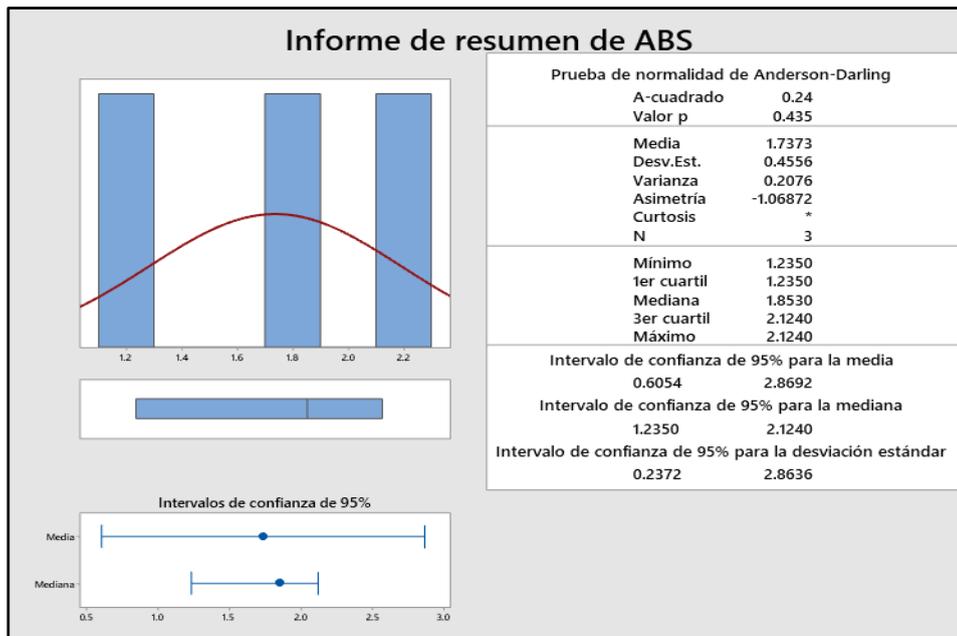
La formulación de la hipótesis es como sigue:

H₀: $\mu \geq 7.215 \text{ gr/cm}^2$ La capacidad de absorción del concreto con poliuretano liquido no será la adecuada para reducir la permeabilidad en la cimentación superficial.

H_{a1}: $\mu < 7.215 \text{ gr/cm}^2$ La capacidad de absorción del concreto con poliuretano liquido es adecuada para reducir la permeabilidad en la cimentación superficial.

Se procede a realizar la prueba de hipótesis con el programa Minitab 18, la cual nos arroja los siguientes resultados indicados en las tablas 23 y 24:

Tabla 23: Informe de resumen de variable Absorción



Fuente: Minitab 18

Tabla 24: Estadística descriptiva Absorción

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
3	1.737	0.456	0.263	2.505

μ : media de ABS

Fuente: Minitab 18

Calculando el valor de t:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{1.74 - 7.215}{\frac{0.456}{\sqrt{3}}}$$

$$t = -20.80$$

Tabla 25: Prueba de hipótesis

Prueba	
Hipótesis nula	H ₀ : $\mu = 7.215$
Hipótesis alterna	H ₁ : $\mu < 7.215$
Valor T	Valor p
-20.82	0.001

Fuente: Minitab 18

Discusión y conclusión:

El valor del estadístico $t = -20.82$ (tabla 25) respecto a la absorción del concreto con la incorporación del poliuretano líquido se encuentra en el rango de lo aceptable lo que indica que hipótesis alternativa es aceptable y por ende se procede a rechazar la hipótesis nula.

Así mismo el resultado de $P = 0.001$ (tabla 25) obtenido es menor al valor de nivel de significancia (0.05), de esta forma aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

Estos valores determinan que la incorporar poliuretano líquido al concreto la absorción disminuye considerablemente de 7.215 a un promedio de 1.74 gr/cm², con lo cual cumple con los objetivos marcados en la investigación.

V. DISCUSIÓN

Resultados: El siguiente capítulo confronta los valores que se obtuvieron en las pruebas realizadas a los bloques de concreto sólido con una capa de imprimación de poliuretano líquido.

La Hipótesis General nos decía que: “La aplicación del poliuretano líquido reducirá la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático.”

- Se demostró que el poliuretano líquido disminuye la permeabilidad en el concreto, y por ende este efecto se verá reflejado en las cimentaciones superficiales de las edificaciones en zonas con presencia de nivel freático. Ya que mediante el ensayo de absorción y permeabilidad los valores fueron de casi el cero por ciento.

(Girón & Ramírez) en su tesis nos hablan de la importancia del buen proceso constructivo al momento de utilizar un impermeabilizante en obra, los cuales darán el resultado esperado.

- En nuestro caso, este proceso se llevó a cabo de manera correcta, pero hay que tener en cuenta que hay mucha diferencia entre un proceso constructivo in situ y un proceso constructivo en laboratorio.

Mientras que las Hipótesis Específica hablaban de: “La dosificación por capa se logrará un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido”.

- Los ensayos demostraron que el agua no penetra la estructura gracias a la capa de poliuretano líquido que se aplicaron a las muestras, por consecuencia se estima que la conservación del elemento estructural y sus componentes se conservaran adecuadamente, aun si existiera humedad en el lugar de su construcción.

“La reducción de costos se elevará los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido.”

- Las medidas y procesos en el sistema constructivo no cambiarán, se continuará con los procesos constructivos ya establecidos, solo se tendrá que incorporar la actividad de imprimación con poliuretano líquido a la estructura después de desencofrado de la estructura. Para el caso de estructuras que no tengan encofrado, se recomienda verter utilizar otro sistema antes del vertido del concreto.

Como se muestran en los análisis de precios unitarios del concreto sin poliuretano líquido y del concreto con poliuretano líquido, la diferencia de precios se hace mínima; Por el hecho de que esta imprimación evitara el daño de la estructura por presencia de agua, y por ende el desembolso económico por reparación del mismo en el futuro.

Así mismo (Girón, Andrés & Ramírez, Fabián, 2016) nos dicen que “... que la duración, eficacia y funcionalidad dependerán directamente de la calidad y tipo de productos utilizados, la correcta aplicación de los diferentes sistemas...”.

- Sobre este punto hay que tener en cuenta que la diferencia entre un producto fabricado especialmente para cumplir la función de impermeabilizante, contra un producto que es utilizado para diversos usos como es poliuretano líquido. Al final los dos cumplen su función, pero habría que realizar más ensayos al poliuretano para saber por ejemplo su vida útil.

VI. CONCLUSIONES

- La principal conclusión es que se puede reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático aplicando poliuretano líquido, tal como muestran los resultados de los ensayos de absorción, donde los datos van de 7.215 gr/cm² a 1.235 gr/cm² succión capilar de las muestras, tanto la de concreto natural y el concreto con poliuretano líquido respectivamente.
- Se logró un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido por medio de la dosificación por capa, como muestran los resultados a las muestras ensayadas. Las cuales tienen unos valores 0.0093 a 0.0078 gr/cm².s^{1/2} en la velocidad de succión capilar de la muestra sin poliuretano líquido y la muestra con poliuretano líquido respectivamente, lo que demuestra que el sellado hace más lenta la velocidad de succión de las muestras.
- Con los resultados podemos observar que el bloque de concreto con una capa de imprimación con poliuretano líquido hace que la estructura permanezca seca si existiera agua en el subsuelo donde se construyó. La aplicación de la capa de poliuretano líquido a la estructura fue relativamente fácil, se tendrá que realizar esta tarea en campo para ver cuáles serían los impedimentos para ser aplicada.
- Al aplicar la capa de poliuretano líquido a la estructura no se presentaron problemas, además el secado es casi instantáneo por lo cual no se debió de esperar demasiado tiempo para sumergir la muestra en agua, este dato nos hace ver que los tiempos en ejecución de obra no serán modificados, pero ahora se debe experimentar en condiciones de campo para ver la facilidad de aplicación y ver si esto afecta a los tiempos en los procesos constructivos.
- Uno de los puntos relevantes es el costo de la aplicación del poliuretano líquido, y su incidencia en los costos de la obra, los cuales son analizados y dando un resultado en el cual se puede deducir que es un costo mínimo comparado con lo

que costaría la reparación de la estructura por deterioro de la misma por presencia de agua.

- Tenemos que tener en cuenta que las condiciones en un laboratorio son muy distintas a las condiciones In Situ (en campo), por lo cual, estos datos pueden variar significativamente o cambiar drásticamente. Se llega a la conclusión de que se debe continuar con este estudio, pero esta vez con los ensayos In Situ, de tal manera se obtendrán datos más exactos de las condiciones buscadas y a sí saber con mayor exactitud si el poliuretano líquido es realmente efectivo para usarlo como impermeabilizante.
- Se debe realizar otra investigación, pero esta vez referido al tiempo, con esto queremos decir que se debe estudiar el comportamiento de la estructura a la que se le ha incorporado poliuretano líquido, para saber si con el pasar del tiempo sigue cumpliendo como capa impermeabilizante y si con el tiempo esta capa sufre algún tipo de deterioro que provoque que ya no cumpla su función para la cual fue aplicada.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización del poliuretano líquido como impermeabilizante de estructuras expuestas directamente al agua o la humedad, permanentemente u ocasionalmente al agua o humedades. Esto ayudara a proteger y dar más vida útil a nuestras estructuras, evitando su parcial o total deterior.
- Así mismo se recomienda seguir experimentando con este tipo de material para la impermeabilización de más estructuras, pilares de puentes o pilotes Semi profundos. Esto porque cabe señalar que nuestra investigación es un primer y pequeño paso para el inicio de futuras investigaciones referentes a uso de nuevos materiales, también al cuidado y protección de nuestras estructuras, que como ya mencionamos con anterioridad pueden sufrir daños a causas del agua de nuestra propia edificación, al agua de terceros o al agua que se presenta por acción de la naturaleza.
- Es necesario recomendar que se debe seguir estrictamente todos los pasos estipulados en los reglamentos para realizar los ensayos, ya que errores cometidos involuntariamente llevarían a tener datos erróneos en los resultados finales. Esta recomendación nace por la experiencia vivida durante la realización de los ensayos y pruebas que se realizaron durante el tiempo que duro la investigación, la falta de experiencia y el no conocer las normativas, hicieron que muchos de los experimentos se repitieran de dos a tres veces, estos inconvenientes provocaron que la investigación demorara más de lo esperado, sin contar el costo que se produjo.
- Es recomendable realizar este tipo de investigaciones, porque ayuda a fortalecer los conocimientos de la persona que lo realiza, ya sea estudiante de pregrado o posgrado. esto por gracias a este tipo de investigación los futuros profesionales, ganan experiencia, experiencia en campo, esto porque se puede hacer una semejanza el trabajar en un laboratorio con el trabajar en el campo, sin contar que muchos profesionales en la rama trabajan en laboratorios y trabajan en empresas que están dedicadas al rubro al cual se dedicado esta

investigación, otra experiencia que hace ganar conocimientos al estudiante es la investigación de literatura existe en el tema tratado, y no dejar de contar la preparación del informe final (tesis) que podemos hacer un paralelo con lo que sería la realización de un expediente técnico de un proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TRABAJOS DE TITULACIÓN

Álvarez Pajares, Miguel Jeremy. Eficiencia de barrera horizontal impermeabilizante frente a la ascensión capilar en muros no portantes conformados por ladrillos tipo V. Tesis (Título profesional de Ingeniería civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Perú, 2017.

Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11167>

Cabello Collachagua, Jose Luis. Relación entre el nivel freático y proceso constructivo de la cimentación de la I.E. Jorge Basadre Grohmann – Huancavelica. Tesis (Título profesional de Ingeniería civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, Perú, 2017.

Disponible en <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/245>

Carcamo Meola, Giovanna Vanessa. Gestión interna de los residuos sólidos producidos en las obras de construcción de tipo urbanístico utilizando como herramienta tecnológica de ayuda los sistemas de información geográfica. Tesis (Magister en Ingeniería). Barranquilla: Universidad del Norte, Colombia, 2008.

Disponible en

<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/106/33354455.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chávez Vargas, Giovanna Paola. Estudio de la Gestión Ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de Lima Metropolitana. Tesis (Magister en Desarrollo Ambiental). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2014.

Disponible <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5629>

Choque Ccaritayña, Hubert & Ccana Sicos, Juan Cesar. Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de

densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm². Tesis (Título profesional de Ingeniería civil). Cuzco: Universidad Andina del Cusco, Perú, 2016.

Disponible en <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/710>

Galarza Meza, Marco Paulo. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control. Tesis (Título profesional de Ingeniería civil).

Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2011.

Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/888>

García Castellanos, Ximena. Herramienta Para la Reducción de Residuos Sólidos en los Proyectos de Construcción. Caso de estudio: residuos de tubería en PVC. Tesis (Magister en construcción).

Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2013.

Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11939>

Andrés Felipe Girón Rodríguez & Fabián Leonardo Ramírez Fandiño. Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios. Tesis (Título profesional de Ingeniería civil).

Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, 2016.

Disponible en

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4982/Gir%C3%B3nRodr%C3%ADguezAndr%C3%A9sFelipe2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Picos Pérez, María del Carmen. Durabilidad en el hormigón armado. Tesis (grado de Arquitectura Técnica). La Coruña: Universidad da Coruña, España, 2015.

Disponible en <http://hdl.handle.net/2183/13747>

LIBROS

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica 6ª Edición. Caracas: República Bolivariana de Venezuela, Editorial Episteme, 2012. 143 pp.

ISBN: 980-07-8529-9

BRAJA, Das. Fundamentos de la Ingeniería geotécnica 4ª Edición. México D.F.: Cengage Learning, 2014. 40 pp.

ISBN-13: 978-6075193724

HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 6ª Edición. México DF: Colonia Desarrollo Santa fe, McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014. 601 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

CRESPO, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones 5ª Edición. México: Limusa, 2014. 650 pp.

ISBN: 968-18-6489-1

PULIDO, Antonio. Nociones de Hidrogeología para Ambientólogos 5ª Edición. España: Almería, 2014. 500 pp.

ISBN: 978-84-15487-59-3

GOMEZ, Jorge. Materiales de construcción. México: Monterrey, 2014. 322 pp.

ISBN: 968-84-15487-75-2

MAXWELL, David y SATAKE, Eiki. Research and statistical methods in communication sciences and disorders. EE. UU: Boston, 2006. 561 pp.

ISBN-13: 978-1401815677

GABALDÓN, Faustino. Manual para la inspección técnica de edificios prólogo a la 1ª Edición. España: Madrid, 2014. 473 pp.

ISBN PAPEL: 978-84-15705-08-6

RIVVA, Enrique. Concreto: Diseño de Mezclas 2ª Edición. Perú: ICG Lima, 2014. 284 pp.

ISBN: 978-84-15705-08-6

RIVVA, Enrique. Concreto: Materiales para el Concreto 3ª Edición. Perú: ICG Lima, 2014. 402 pp.

ISBN: 978-84-15705-08-6

BLOGS

Gestión de residuos de construcción y demolición [Mensaje en un blog]. España, María Victoria Coppini, (16 de mayo de 2018) [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2018]. Recuperado de <https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>

Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción [Mensaje en un blog]. Colombia, Echeverry, (15 de noviembre de 2002) [Fecha de consulta: 23 de marzo del 2002]. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>

¿Por qué usar cemento antisalitre en Perú? [Mensaje en un blog]. Perú, María Inka, C, (27 de diciembre de 2016) [Fecha de consulta: 23 de noviembre 2020]. Recuperado de <http://www.cementosinka.com.pe/blog/usar-cemento-antisalitre-peru/>

Gestión de residuos de construcción y demolición [Mensaje en un blog]. España, María Victoria Coppini, (16 de mayo de 2018) [Fecha de consulta: 13 de mayo de 2018]. Recuperado de <https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>

Tecnocreto.blogspot.com - Ensayo de asentamiento del concreto NTC 396 [Mensaje en un blog]. Colombia, Lina cure, (4 de noviembre de 2011) [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020]. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-del-concreto>

REVISTAS Y ARTÍCULOS

HIDALGO, Laura. Confiabilidad y Validez en el Contexto de la Investigación y Evaluación Cualitativas. Revista Tercer Mundo Editores [en línea]. 2005. [Fecha de consulta: 25 de noviembre 2020]

Disponible en : <http://www.ucv.ve/uploads/media/Hidalgo2005.pdf>

ACOSTA, Domingo. Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición (RCD). Artículo Tecnología y Construcción [en línea]. 15 de noviembre de 2002. [Fecha de consulta: 22 de noviembre 2020]. Disponible en:

http://190.169.94.12/ojs/index.php/rev_tc/article/view/3507/3360

Aceros Arequipa. [en línea]. Construcción de viviendas. [Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2020]. Disponible en:

http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_17/capacitaciones-procedimientos-para-elaborar-probetas-de-concreto.html

Cementos Lima. [en línea]. Dosificaciones y equivalencias cementos sol [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://www.cementosol.com.pe/manuales-de-construccion/>

Instituto mexicano del cemento y del concreto (Imcyc). [en línea]. El concreto en la obra: problemas, causas y soluciones [Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.yumpu.com/es/document/read/27817802/problemas-causas-y-soluciones-instituto-mexicano-del-cemento-y->

Macassi, Sandro & Mata María Cristina. [en línea]. Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020].

Disponible en:

<http://biblioteca.uide.edu.ec/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=2230>

TAUS, Valeria. Absorción capilar en hormigones con agregados naturales y reciclados. Artículo Ciencia y Tecnología del Hormigón. [en línea]. 2007. [Fecha de consulta: 23 de noviembre 2020]. Disponible en:

<https://docplayer.es/5767170-Determinacion-de-la-absorcion-capilar-en-hormigones-elaborados-con-agregados-naturales-y-reciclados.html>

UNACEM. [en línea]. Tabla de Dosificaciones y Equivalencias. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2014/12/TbIDOSIF.pdf>

UNICON. [en línea]. Bloques de concreto. [Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2020]. Disponible en:

<https://www.unicon.com.pe/prefabricados/bloques-koncreto/>

NORMAS

Norma Técnica Peruana (Perú). 399.604, Inical. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima, Lima, Perú: NTP, 05 de 12 de 2002. 20 pp.

Norma Técnica Peruana (Perú). 399.601, Inical. Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto. Lima, Lima, Perú: NTP, 25 de 12 de 2016. 12 pp.

American Society of Testing Materials (ASTM International). ASTM C 642. Barr Harbor Drive: Método de prueba estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en concreto endurecido. West Conshohocken, United States: ASTM, 10 de 06 de 1997. 3 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 201, Muestreo para materiales de construcción, Manual de ensayos de materiales. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 292 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 203, Peso unitario y vacíos de los agregados. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 298 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 204, Analisis granulométrico de agregados gruesos y finos. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 303 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 205, Gravedad específica y absorción de agregados finos. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 309 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 215, Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 361 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 702, Elaboración y curado de especímenes de hormigos (concreto) en laboratorio. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 770 pp.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). E 704, Resistencia a la compresión testigos cilíndricos. Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 789 pp.

Ministerio de transporte y comunicaciones (Perú). E 705, Asentamiento del concreto (slump). Lima, Lima, Perú: MTC, 2016. 801 pp.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.060 Concreto Armado, Reglamento Nacional de Edificaciones, Grupo Universitario. Lima, Lima, Perú: MVCS, 2014. 243 pp.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.050 Concreto Armado, Reglamento Nacional de Edificaciones, Grupo Universitario. Lima, Lima, Perú: MVCS, 2014. 245 pp.

Universidad Cesar Vallejo (Perú). Código de Ética. Trujillo, Perú: UCV, 2017. 12 pp.

LEY

Ley n.º 27314. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 10 de julio de 2000

ANEXO

Anexo 1: Matriz de Operacionalización.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Poliuretano líquido	Es un material sintético, producto de la unión de moléculas pequeñas, formando lo que se denomina macro moléculas. Este polímero se consigue mediante condensación, por el que el gas pasa a forma líquida.	Para obtener muestras de concreto con poliuretano líquido, se desarrollarán probetas, las que luego serán cortadas en tres para obtener discos de dimensiones iguales a las que se reincorporará poliuretano líquido a través de brochas.	<ul style="list-style-type: none"> • Características químicas • Permeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Viscoso • Porcentaje de poros
Reducción de permeabilidad	La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un fluido que lo atraviese sin alterar su composición. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable o no permeable si la cantidad de fluido es despreciable.	La reducción se realizará haciendo ensayos de absorción a los discos de concreto en estado natural y a los discos de concreto con poliuretano líquido.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad • Velocidad • Costos • Propiedades mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • gr/cm^2 • $gr /cm^2.s^{1/2}$ • Inversión (S/.) • Calidad

Anexo 2: Matriz de consistencia.

TÍTULO: “APLICACIÓN DE POLIURETANO LÍQUIDO EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES EN ZONAS CON PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO - LIMA”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL</p> <p>¿Cómo la aplicación del poliuretano líquido reduciría la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL</p> <p>Reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático aplicando poliuretano líquido.</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL</p> <p>La aplicación del poliuretano líquido reducirá la permeabilidad en las cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático.</p>	<p>VI: Poliuretano líquido</p> <p>VD: Reducción de permeabilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Características químicas • Permeabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Viscoso • Porcentaje de poros 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de investigación Hipotético deductivo • Diseño de investigación X $\xrightarrow{\hspace{1cm}}$ Y • Tipo de investigación Cuantitativa • Nivel de investigación Correlacional - explicativa • Población Elementos estructurales. • Muestra Probetas de concreto • Técnicas de obtención de datos: Ensayos, Observación, y fichas • Técnicas para el procesamiento de datos: Excel • Técnicas de presentación de datos: Gráficos, tablas, histogramas, etc.
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO N°1</p> <p>¿Con la dosificación por capa se lograría un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO N°1</p> <p>Lograr un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido por medio de la dosificación por capa</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°1</p> <p>La dosificación por capa logrará un óptimo sellado de la porosidad del concreto aplicando el poliuretano líquido</p>	<p>VI: Dosificación por capa</p> <p>VD: Sellado óptimo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento • Eficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • l/m2 • Porcentaje 	
<p>PROBLEMA ESPECÍFICO N°2</p> <p>¿Con la reducción de costos se elevaría los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO N°2</p> <p>Elevar los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido mediante la reducción de costos.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°2</p> <p>La reducción de costos elevará los beneficios de durabilidad y resistencia del concreto aplicando el poliuretano líquido.</p>	<p>VI: Reducción de costos</p> <p>VD: Durabilidad y resistencia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costos • Propiedades mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión (S/.) • Calidad 	

Anexo 3: Ensayo granulométrico agregados

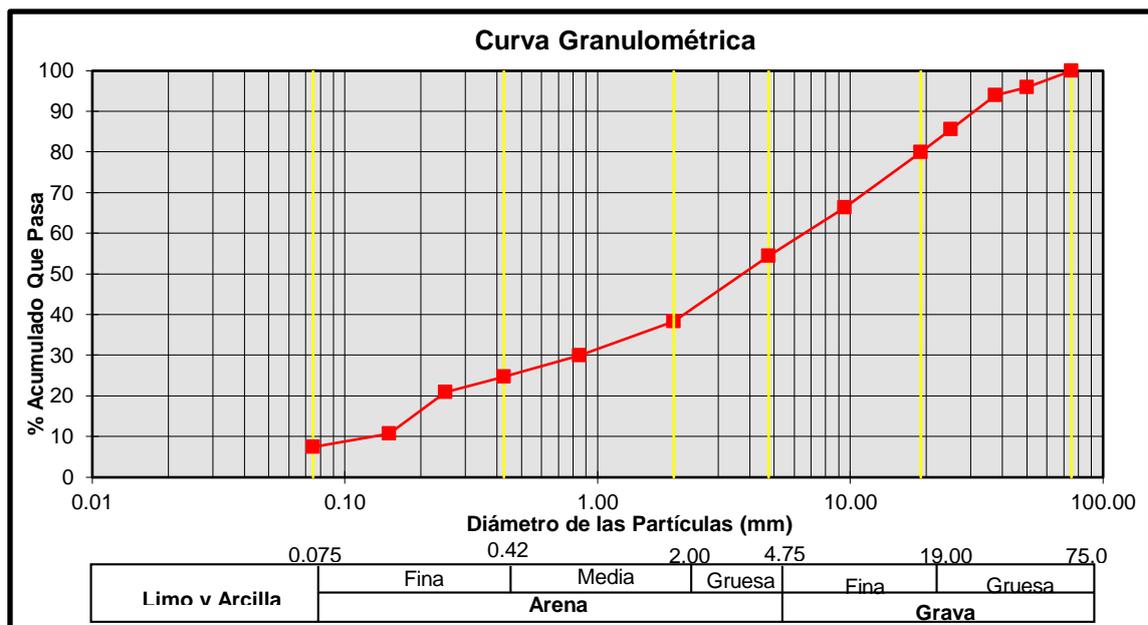
LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

Tamiz		Peso Parcial	Peso Parcial	% Parcial	% Acumulado	% Acumulado
		Retenido	Retenido Corregido	Retenido	Retenido	Que Pasa
	(mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(%)
-	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	50.000	220.25	220.25	4.13	4.13	95.87
2"	37.500	104.43	104.43	1.96	6.10	93.90
1 1/2"	25.000	444.67	444.67	8.35	14.44	85.56
3/4"	19.000	299.40	299.40	5.62	20.06	79.94
3/8"	09.500	724.61	724.61	13.60	33.67	66.33
No 004	04.750	632.75	632.75	11.88	45.55	54.45
No 010	02.000	862.71	858.98	16.13	61.67	38.33
No 020	00.850	445.30	445.30	8.36	70.03	29.97
No 040	00.425	279.19	279.19	5.24	75.28	24.72
No 060	00.250	205.30	205.30	3.85	79.13	20.87
No 100	00.150	539.85	539.85	10.14	89.27	10.73
No 200	00.075	175.16	175.16	3.29	92.55	7.45
Platillo		8.11	396.63	7.45	100.00	0.00
Total		4941.73	5326.52	100.00	-	-



Fuente: (Elaboración propia)

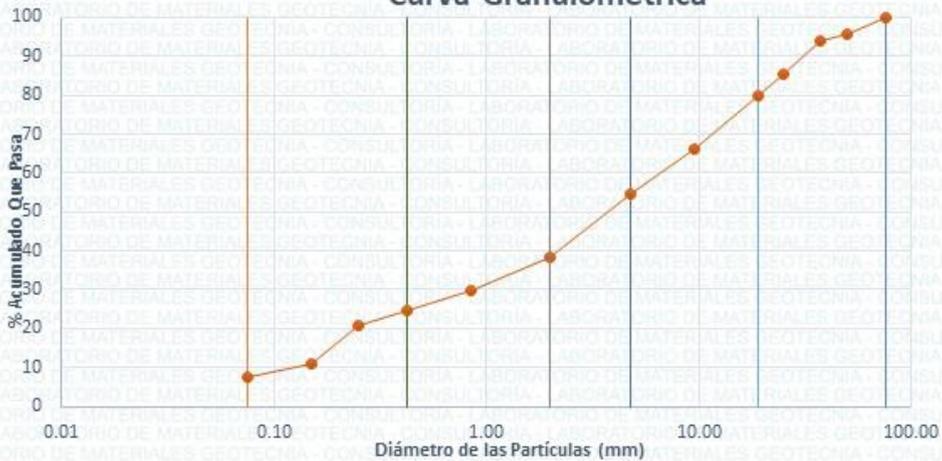
Anexo 4: Ensayo granulométrico agregados



ENSAYO GRANULOMÉTRICO AGREGADOS

	(mm)	Peso Parcial	Peso Parcial	% Parcial	% Acumulado	% Acumulado
		Retenido (gr)	Retenido Corregido (gr)	Retenido (%)	Retenido (%)	Que Pasa (%)
-						
3"	75	0	0		0	100
2"	50	220.25	220.25	4.13	4.13	95.87
1 1/2"	37.5	104.43	104.43	1.96	6.1	93.9
1"	25	444.67	444.67	8.35	14.44	85.56
3/4"	19	299.4	299.4	5.62	20.06	79.94
3/8"	9.5	724.61	724.61	13.6	33.67	66.33
No 004	4.75	632.75	632.75	11.88	45.55	54.45
No 010	2	862.71	858.98	16.13	61.67	38.33
No 020	0.85	445.3	445.3	8.36	70.03	29.97
No 040	0.425	279.19	279.19	5.24	75.28	24.72
No 060	0.25	205.3	205.3	3.85	79.13	20.87
No 100	0.15	539.85	539.85	10.14	89.27	10.73
No 200	0.075	175.16	175.16	3.29	92.55	7.45
		8.11	396.63	7.45	100	0
		4941.73	5326.52	100	-	-

Curva Granulométrica



Limo y Arcilla	Fina	Medi	Gruesa	Fina	Gruesa
	Aren			Grava	

[Signature]
SALVADOR JESUS PALOMINO ALTEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 154037

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

FECHA: 10/10/20

Anexo 5: Muestra para ensayo granulométrico agregados



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 6: Muestra para ensayo granulométrico agregados



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 7: Ensayo humedad agregado

LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

LATA	1	2	3	
PESO DE LATA	0.013	0.012	0.012	Kg
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA	0.059	0.059	0.060	Kg
PESO DEL SUELO SECO + LATA	0.054	0.052	0.054	Kg
PESO DEL AGUA	0.005	0.007	0.006	Kg
PESO DEL SUELO SECO	0.041	0.040	0.042	Kg
HUMEDAD	12.35	17.72	14.63	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		14.90		%

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 8: Ensayo de contenido de humedad



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 9: Ensayo de contenido de humedad



ENSAYO HUMEDAD AGREGADO

LATA	1	2	3	
PESO DE LATA	0.013	0.012	0.012	Kg
PESO DEL SUELO HÚMEDO + LATA	0.059	0.059	0.060	Kg
PESO DEL SUELO SECO + LATA	0.054	0.052	0.054	Kg
PESO DEL AGUA	0.005	0.007	0.006	Kg
PESO DEL SUELO SECO	0.041	0.040	0.042	Kg
HUMEDAD	12.35	17.72	14.63	%
PROMEDIO % DE HUMEDAD		14.90		%

SALVADOR JESUS
PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

FECHA: 10/10/20

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 10: Ensayo absorción agregados

LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

FRASCO	1	2	3	Unid.
PESO MATERIAL SATURADO	0.37	0.38	0.37	Kg
PESO FRASCO + AGUA	0.49	0.50	0.50	Kg
PESO FRASCO + AGUA + MATERIAL SATURADO	0.89	0.90	0.88	Kg
PESO MATERIAL + FRASCO CON AGUA	0.59	0.58	0.58	Kg
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	0.30	0.32	0.30	m ³
PESO MATERIAL SECO	0.35	0.34	0.35	Kg
VOLUMEN DE MASA	0.28	0.28	0.27	m ³
PE BULK BASE SECA	1.19	1.07	1.17	Kg/m ³
PE BULK BASE SATURADA	1.23	1.20	1.25	Kg/m ³
PE APARENTE	1.25	1.07	1.17	Kg/m ³
ABSORCIÓN	3.95	11.80	6.96	%
PROMEDIO % DE ABSORCIÓN		7.57		%

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 11: Ensayo absorción agregados



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 12: Ensayo absorción agregados



ENSAYO ABSORCIÓN AGREGADO

FRASCO	1	2	3	
PESOMATERIAL SATURADO	0.37	0.38	0.37	Kg
PESO FRASCO + AGUA	0.49	0.50	0.50	Kg
PESO FRASCO + AGUA + MATERIAL SATURADO	0.89	0.90	0.88	Kg
PESOMATERIAL + FRASCO CONAGUA	0.59	0.58	0.58	Kg
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	0.30	0.32	0.30	m ³
PESOMATERIAL SECO	0.35	0.34	0.35	Kg
VOLUMEN DE MASA	0.28	0.28	0.27	m ³
PE BULK BASE SECA	1.19	1.07	1.17	Kg/m ³
PE BULK BASE SATURADA	1.23	1.20	1.25	Kg/m ³
PE APARENTE	1.25	1.07	1.17	Kg/m ³
ABSORCIÓN	3.95	11.80	6.96	%
PROMEDIO % DE ABSORCIÓN		7.57		%

SALVADOR JESUS
PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

FECHA: 10/10/20

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Fuente: (HOL Perú consultores)

Anexo 13: Diseño de mezclas

Cemento y agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS			
	CEMENTO	ARENA GRUESA	PIEDRA
P.E.	3.15		
P.E.SSS.	1510	2.61	2.65
% H		1.07	0.75
% A		3.16	2.2
M.F.		2.65	
T.M.N.			3/8"
P.U.S.		1726.10	1398.18
P.U.C.		1847.39	1579.56

Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia

Tabla que establece los factores K de incremento a un $f'cr = K * f'c$

CONDICIONES	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante.	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica.	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada.	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada.	1.5

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f'cr = 1.35 * 210 \text{ kg/cm}^2 \approx 283.5 \text{ kg/cm}^2$

Estimación de agua

SLUMP	Agua en lt/m ³ (Para amaño máximo nominales de agregado grueso y consistencia indicados)							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje del aire atrapado (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Contenido de Agua = 207 L

Porcentaje del aire atrapado = 3 %

Agua – cemento

Resistencia kg/cm^2	Relación Agua – Cemento
450	0.38
400	0.43
350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.7
150	0.8

Regla:

300	0.55
283.5	a/c = x
250	0.62

Contenido de cemento

$$\text{Peso de Cemento} = \left(\frac{\text{agua de mezclado}}{\text{relación a / c}} \right)$$

$$\text{Peso de Cemento} = \left(\frac{207}{0.57} \right)$$

$$\text{Peso de Cemento} = 363\text{Kg}$$

Agregado

Tamaño Máximo de Agregado	Volumen de agregado seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Regla:

260	0.48
-----	------

$$\text{Cantidad de agregado} = \left(1579.56 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) (0.48)$$

$$\text{Cantidad de agregado} = 758\text{Kg}$$

Volúmenes

$$\text{Volumen Absoluto}_{\text{AGUA}} = \frac{207}{1000}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{\text{AGUA}} = 0.207\text{m}^3$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AIRE} = \frac{3}{100}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AIRE} = 0.03m^3$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{CEMENTO} = \frac{PESO}{P.E. \times 1000}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{CEMENTO} = \frac{207}{3.5 \times 1000}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{CEMENTO} = 0.059m^3$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = \frac{PESO}{P.E.SSS. \times 1000}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = \frac{750}{2.65 \times 1000}$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = 0.28m^3$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = (1 - (V_{AGUA} + V_{AIRE} + V_{CEMENTO} + V_{AG}))$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = (1 - (0.207 + 0.03 + 0.059 + 0.28))$$

$$\text{Volumen Absoluto}_{AG} = 0.424m^3$$

$$\text{Peso}_{AF} = \text{Volumen Absoluto}_{AF} \times P.E.SSS. \times 1000$$

$$\text{Peso}_{AF} = 0.424 \times 2.61 \times 1000$$

$$\text{Peso}_{AF} = 1107Kg$$

Ajuste por humedad

agregados:

$$\text{Peso Humedo}_{AG} = \text{Cantidad}_{AG} \times \left(1 + \frac{\% w}{100}\right)$$

$$\text{Peso Humedo}_{AG} = 758 \times \left(1 + \frac{0.14}{100}\right)$$

$$\text{Peso Humedo}_{AG} = 759 \text{Kg}$$

$$\text{Peso Humedo}_{AF} = \text{Cantidad}_{AF} \times \left(1 + \frac{\%w}{100}\right)$$

$$\text{Peso Humedo}_{AF} = 1107 \times \left(1 + \frac{0.14}{100}\right)$$

$$\text{Peso Humedo}_{Af} = 1108 \text{Kg}$$

Dosificación

$$\text{Cemento} = 363 \text{Kg}$$

$$\text{Agregado Fino} = 1108 \text{Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 759 \text{Kg}$$

$$\text{Agua} = 0.27 \text{m}^3$$

Anexo 14: Ensayo al concreto slump

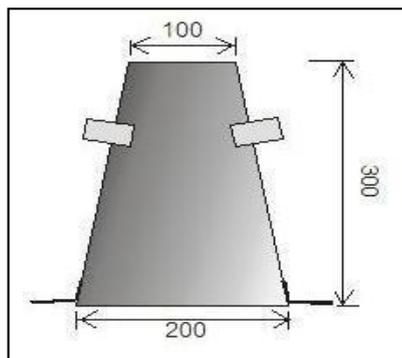
LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

DATOS TÉCNICOS	
f'c	210 kg/cm ²
Asentamiento esperado	3"- 4"
Volumen del Cono de Abrahams	0.00563 m ³



MUESTRAS	MUESTRA A		MUESTRA B		MUESTRA C	
	cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg
Asentamiento						
1	10.41	4.1	10.16	4	9.65	3.8
2	10.92	4.3	9.65	3.8	9.91	3.9
Promedio	10.67	4.2	9.91	3.9	9.78	3.9

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 15: Equipo para el ensayo de cono de Abrams (slump)



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 16: Equipo para el ensayo de cono de Abrams (slump)



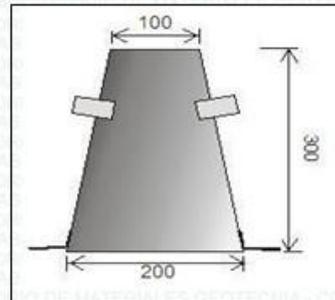
Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 17: Resultados del ensayo de cono de Abrams (slump)



ENSAYO AL CONCRETO SLUMP

DATOS TÉCNICOS	
f_c	210 kg/cm ²
Asentamiento esperado	3" - 4"
Volumen del Cono de Abrahams	0.00563 m ³



MUESTRAS	MUESTRA A		MUESTRA B		MUESTRA C	
	cm	pulg	cm	pulg	cm	pulg
Asentamiento						
1	10.41	4.1	10.16	4	9.65	3.8
2	10.92	4.3	9.65	3.8	9.91	3.9
Promedio	10.67	4.2	9.91	3.9	9.91	3.9

SALVADOR JESUS PALOMIN ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

FECHA: 15/10/20

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 18: Ensayo de compresión simple

LUGAR: LABORATORIO

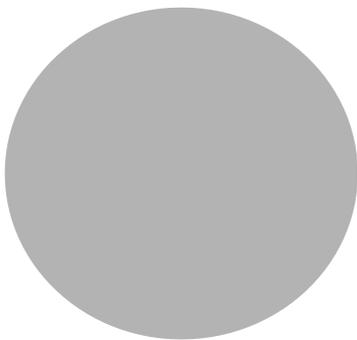
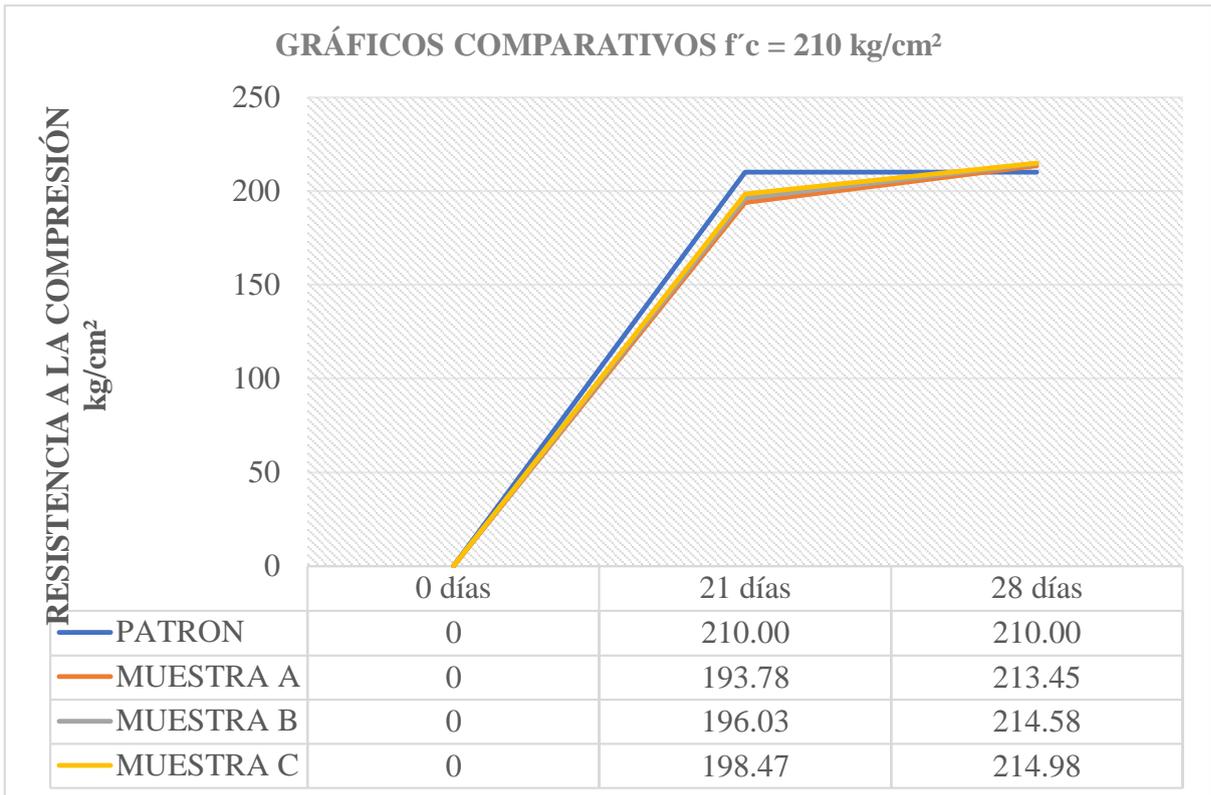
ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

MUESTRAS			
CARACTERÍSTICAS	f'c = 210 kg/cm ²		
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Probeta	4.2"	3.9"	3.9"
Slump	4.2"	3.9"	3.9"
Mezcla	vibrado	vibrado	vibrado
Curdo	f'c	f'c	f'c
21 días	193.78 kg/cm ²	196.03 kg/cm ²	198.47 kg/cm ²
	92.28%	93.35%	94.51%
28 días	213.45 kg/cm ²	214.58 kg/cm ²	214.98 kg/cm ²
	101.64%	102.18%	102.37%

ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE							
ESTÁNDAR DE CONCRETO							
FECHA	11-nov			TESIS CONCRETO CON POLIURETANO			
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX. (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA TIPO
01/01/a	MUESTRA A	21	172.0340	5161.02	19.5	193.78	2
01/02/a	MUESTRA B	21	174.3667	5231.00	20.1	196.03	2
01/03/a	MUESTRA C	21	177.6587	5329.76	20.6	198.47	2
	PROMEDIO					196.09	
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX. (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA TIPO
01/01/a	MUESTRA A	28	176.7150	5301.45	21.12	213.45	2
01/02/a	MUESTRA B	28	177.6587	5329.76	21.15	214.58	2
01/03/a	MUESTRA C	28	174.3667	5231.00	21.18	214.98	2
	PROMEDIO					214.34	



$$A = 176.71 \text{ cm}^2$$

$$V = 5301.45 \text{ cm}^3$$

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 19: Resultados del ensayo de compresión simple



ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

MUESTRAS			
CARACTERÍSTICAS	f _c = 210 kg/cm ²		
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Probeta	4.2"	3.9"	3.9"
Slump	vibrado	vibrado	vibrado
Mezcla	f _c	f _c	f _c
Curdo	193.78 kg/cm ²	196.03 kg/cm ²	198.47 kg/cm ²
21 días	92.28%	93.35%	94.51%
28 días	213.45 kg/cm ²	214.58 kg/cm ²	214.98 kg/cm ²
	101.64%	102.18%	102.37%

ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE							
ESTÁNDAR DE CONCRETO							
FECHA	11-nov			TESIS CONCRETO CON POLIURETANO			
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/n	MUESTRA A	21	172.0340	5161.02	19.5	193.78	2
01/02/n	MUESTRA B	21	174.3667	5231.00	20.1	196.03	2
01/03/n	MUESTRA C	21	177.6587	5329.76	20.6	198.47	2
PROMEDIO						196.09	
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/n	MUESTRA A	28	176.7150	5301.45	21.12	213.45	2
01/02/n	MUESTRA B	28	177.6587	5329.76	21.15	214.58	2
01/03/n	MUESTRA C	28	174.3667	5231.00	21.18	214.98	2
PROMEDIO						214.34	

SALVADOR JESUS PALOMINO ALTEZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 154037

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

FECHA: 15/11/20

Fuente: (Hol Perú Consultores)

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

MUESTRAS			
CARACTERÍSTICAS	f _c = 210 kg/cm ²		
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Probeta	4.2"	3.9"	3.9"
Slump	vibrado	vibrado	vibrado
Mezcla	f _c	f _c	f _c
Curdo	193.78 kg/cm ²	196.03 kg/cm ²	198.47 kg/cm ²
21 días	92.28%	93.35%	94.51%
28 días	213.45 kg/cm ²	214.58 kg/cm ²	214.98 kg/cm ²
	101.64%	102.18%	102.37%

ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE							
ESTÁNDAR DE CONCRETO							
FECHA	11-nov			TESIS CONCRETO CON POLIURETANO			
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/b	MUESTRA A	21	172.0350	5161.01	19.42	194.23	2
01/02/b	MUESTRA B	21	174.3867	5232.24	20.21	197.48	2
01/03/b	MUESTRA C	21	177.6487	5330.41	20.45	199.65	2
	PROMEDIO					197.45	
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/b	MUESTRA A	28	176.4325	5301.45	21.15	215.45	2
	MUESTRA B	28	176.3489	5329.76	21.15	215.58	2
	MUESTRA C	28	175.4521	5231.00	21.17	215.98	2
	PROMEDIO					215.34	

SALVADOR JESUS PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

MUESTRAS			
CARACTERÍSTICAS	f _c = 210 kg/cm ²		
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Probeta	4.2"	3.9"	3.9"
Slump			
Mezcla	vibrado	vibrado	vibrado
Curdo	f _c	f _c	f _c
21 días	193.78 kg/cm ²	196.03 kg/cm ²	198.47 kg/cm ²
	92.28%	93.35%	94.51%
28 días	213.45 kg/cm ²	214.58 kg/cm ²	214.98 kg/cm ²
	101.64%	102.18%	102.37%

ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE							
ESTÁNDAR DE CONCRETO							
FECHA	11-nov			TESIS CONCRETO CON POLIURETANO			
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/c	MUESTRA A	21	173.1458	5161.02	20.5	199.01	2
01/02/c	MUESTRA B	21	174.3547	5231.00	20.1	195.99	2
01/03/c	MUESTRA C	21	175.6458	5329.76	20.6	198.21	2
	PROMEDIO					196.09	
TESTIGO	DATOS				FECHA DE ROTURA		
	IDENTIFICACIÓN	EDAD	ÁREA (cm ²)	VOLUMEN (cm ³)	CARGA MAX (MPa)	RESISTENCIA (Kg/m ²)	FALLA A TIPO
01/01/c	MUESTRA A	28	176.7150	5301.45	21.14	214.55	2
01/02/c	MUESTRA B	28	177.6587	5329.76	21.15	214.58	2
01/03/c	MUESTRA C	28	174.3667	5231.00	21.14	214.98	2
	PROMEDIO					214.34	

SALVADOR JESUS PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

Anexo 20: Curado de probetas (21 días)



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 21: Curado de probetas (28 días)



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 22: Probetas listas para el ensayo de compresión simple



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 23: Equipo para ensayo de compresión



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 24: Probetas colocada en el equipo



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 25: Probetas lista para el ensayo



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 26: Ensayo de absorción por succión capilar

LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

TABLA DE PESOS DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS AL SECADO (gr)									
	MUESTRA A			MUESTRA B			MUESTRA C		
PESO	PP1	PP2	PP3	PP1	PP2	PP3	PP1	PP2	PP3
1	0.881	0.892	0.921	0.866	0.807	0.925	0.898	0.946	0.91
2	0.856	0.859	0.908	0.857	0.792	0.912	0.878	0.936	0.896
3	0.851	0.838	0.884	0.839	0.772	0.889	0.858	0.916	0.88
4	0.85	0.836	0.879	0.834	0.766	0.884	0.853	0.911	0.875
5	0.84	0.833	0.872	0.828	0.761	0.872	0.851	0.9	0.862
6	0.84	0.833	0.872	0.827	0.761	0.872	0.85	0.899	0.861
%ERROR < =0.1%	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0.1	0.1

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 27: Muestras para el ensayo de absorción por succión capilar



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 28: Muestras A para el ensayo de absorción por succión capilar



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 29: Resultado del laboratorio del ensayo de absorción por succión



ENSAYO DE ABSORCIÓN POR SUCCIÓN CAPILAR

TABLA DE PESOS DE LAS MUESTRAS SOMETIDAS AL SECADO (gr)

PESO	MUESTRA A			MUESTRA B			MUESTRA C		
	PP1	PP2	PP3	PP1	PP2	PP3	PP1	PP2	PP3
1	0.881	0.892	0.921	0.866	0.807	0.925	0.898	0.946	0.91
2	0.856	0.859	0.908	0.857	0.792	0.912	0.878	0.936	0.896
3	0.851	0.838	0.884	0.839	0.772	0.889	0.858	0.916	0.88
4	0.85	0.836	0.879	0.834	0.766	0.884	0.853	0.911	0.875
5	0.84	0.833	0.872	0.827	0.761	0.872	0.851	0.9	0.862
6	0.84	0.833	0.872	0.827	0.761	0.872	0.85	0.899	0.861
%ERROR = ±0.1%	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1

SALVADOR JESUS
PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154037

FECHA: 20/11/20

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holvera@holperu.pe

Fuente: (Hol Perú Consultores)

Anexo 30: Ensayo volumen de vacíos concreto

LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24 h.	48 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	72 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	
A	13125.36	13089.25	0.28	OK	12985.45	0.79	Secar 24 h. más	12985.45
B	13089.25	12989.56	0.76	Secar 24 h. más	12915.89	0.57	Secar 24 h. más	12915.89
C	13145.65	13047.57	0.75	Secar 24 h. más	12985.26	0.48	OK	12985.26
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)							MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN FINAL (g)
	48 h.	72 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	96 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	
A	14256.23	14257.58	0.01	OK		100.00	-	14257.58
B	14056.47	14057.14	0.00	OK		100.00	-	14057.14
C	14215.89	14216.01	0.00	OK		100.00	-	14216.01
MUESTRA N°	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)							
	EBULLICIÓN 5 h + 14 h	SUMERGIDO APARENTE						
A	14456.89	12456.25						
B	14269.86	12015.58						
C	14469.23	12466.79						

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 31: Muestras para el ensayo volumen de vacíos concreto



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 32: Muestras sumergida en agua para el ensayo volumen de vacíos



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 33: Resultados promedio del ensayo volumen de vacíos concreto

PROPIEDAD	MUESTRA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (%)	A	9.80	9.37
	B	8.84	
	C	9.48	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (%)	A	11.33	11.08
	B	10.48	
	C	11.43	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm ³)	A	6.49	6.23
	B	5.73	
	C	6.48	
DENSIDAD DESPUÉS DE INMERSIÓN (g/cm ³)	A	7.13	6.82
	B	6.24	
	C	7.10	
DENSIDAD DESPUÉS DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (g/cm ³)	A	7.23	6.93
	B	6.33	
	C	7.23	
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	A	24.54	21.31
	B	14.35	
	C	25.05	
VOLUMEN DE VACÍOS (%)	A	73.55	69.24
	B	60.06	
	C	74.11	

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 34: Resultado del laboratorio del ensayo de volumen de vacíos



ENSAYO VOLUMEN DE VACÍOS CONCRETO SIN POLIURETANO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24 h.	48 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	72 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	
A	13125.36	13089.25	0.28	OK	12985.45	0.79	Secar 24 h. más	12985.45
B	13089.25	12989.56	0.76	Secar 24 h. más	12915.89	0.57	Secar 24 h. más	12915.89
C	13145.65	13047.57	0.75	Secar 24 h. más	12985.26	0.48	OK	12985.26
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)							MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN FINAL (g)
	48 h.	72 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	96 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	
A	14256.23	14257.58	0.01	OK		100.00	-	14257.58
B	14056.47	14057.14	0.00	OK		100.00	-	14057.14
C	14215.89	14216.01	0.00	OK		100.00	-	14216.01
MUESTRA N°	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)							
	EBULLICIÓN 5 h + 14 h	SUMERGIDO APARENTE						
A	14456.89	12456.25						
B	14269.86	12015.58						
C	14469.23	12466.79						


SALVADOR JESÚS PALOMINO ALTEZ
INGENIERO CIVIL
RPG CIP N° 154037

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

FECHA: 20/11/20

Fuente: (Hol Perú Consultores)

Anexo 35: Ensayo volumen de vacíos concreto con poliuretano

LUGAR: LABORATORIO

ASESOR: Mg. SALVADOR PALOMINO ALTEZ

FECHA: 10/10/20

LABORATORISTA: ALEXI RODRÍGUEZ ARAUJO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24 h.	48 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	72 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	
A	13114.36	13048.49	0.50	Secar 24 h. más	12921.65	0.97	Secar 24 h. más	12921.65
B	13178.25	13012.26	1.26	Secar 24 h. más	12913.20	0.76	Secar 24 h. más	12913.20
C	13187.26	13098.47	0.67	Secar 24 h. más	12909.64	1.44	Secar 24 h. más	12909.64
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)							MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN FINAL (g)
	48 h.	72 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	96 h.	$\Delta\%$	OBSERVACIÓN	
A	13114.56	13114.89	0.00	OK		100.00	-	13114.89
B	13178.32	13178.65	0.00	OK		100.00	-	13178.65
C	13187.56	13187.89	0.00	OK		100.00	-	13187.89
MUESTRA N°	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)							
	EBULLICIÓN 5 h + 14 h	SUMERGIDO APARENTE						
A	13114.49	12056.23						
B	13178.57	12083.69						
C	13187.66	12089.58						

Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 36: Muestras para el ensayo volumen de vacíos concreto



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 37: Muestras sumergida en agua para el ensayo volumen de vacíos



Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 38: Resultados promedio del ensayo volumen de vacíos concreto

PROPIEDAD	MUESTRA N°	VALOR	PROMEDIO
ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN (%)	A	1.50	1.90
	B	2.06	
	C	2.16	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (%)	A	1.49	1.90
	B	2.06	
	C	2.15	
DENSIDAD GLOBAL SECA (g/cm³)	A	12.21	11.92
	B	11.79	
	C	11.76	
DENSIDAD DESPUÉS DE INMERSIÓN (g/cm³)	A	12.39	12.15
	B	12.04	
	C	12.01	
DENSIDAD DESPUÉS DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN (g/cm³)	A	12.39	12.15
	B	12.04	
	C	12.01	
DENSIDAD APARENTE (g/cm³)	A	14.93	15.41
	B	15.57	
	C	15.74	
VOLUMEN DE VACÍOS (%)	A	18.22	22.59
	B	24.24	
	C	25.32	

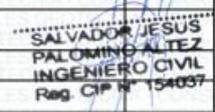
Fuente: (Elaboración propia)

Anexo 39: Resultado del laboratorio del ensayo de volumen de vacíos



ENSAYO VOLUMEN DE VACÍOS CONCRETO CON POLIURETANO

MUESTRA N°	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)							MASA SECA FINAL (g)
	24 h.	48 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	72 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	
A	13114.36	13048.49	0.50	Secar 24 h. más	12921.65	0.97	Secar 24 h. más	12921.65
B	13178.25	13012.26	1.26	Secar 24 h. más	12913.20	0.76	Secar 24 h. más	12913.20
C	13187.26	13098.47	0.67	Secar 24 h. más	12909.64	1.44	Secar 24 h. más	12909.64
MUESTRA N°	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)							MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN FINAL (g)
	48 h.	72 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	96 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	
A	13114.56	13114.89	0.00	OK		100.00	-	13114.89
B	13178.32	13178.65	0.00	OK		100.00	-	13178.65
C	13187.56	13187.89	0.00	OK		100.00	-	13187.89
MUESTRA N°	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)		Δ%	OBSERVACIÓN	96 h.	Δ%	OBSERVACIÓN	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN FINAL (g)
	EBULLICIÓN	SUMERGIDO APARENTE						
	5 h + 14 h							
A	13114.49	12056.23						
B	13178.57	12083.69						
C	13187.66	12089.58						


SALVADOR JESUS PALOMINO ALTEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 154037

FECHA: 20/11/20

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Fuente: (Hol Perú Consultores)

Anexo 40: Certificado de calibración equipo compresión simple

	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LFP-270-2020
VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C. Pág. 1 de 3	
Solicitante	: HOL PERÚ CONSULTORES EIRL
Dirección	: Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. San Amadeo de Garagay, SMP
Objeto	: MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
Rango	: 101972,0 kgf
Dirección de carga	: Ascendente
Marca	: ELE INTERNATIONAL
Modelo	: 36-0650/06
Serie	: 1105000043
Indicador Digital (Modelo/Serie)	: ADR // 1886-1-4742
Transductor (Modelo/Serie)	: PA-21R // NO INDICA
Capacidad	: 1000 kN
Codigo Identificacion	: HOLXP100X043X
Ubicación	: Concreto hidráulico
Norma utilizada	: ASTM E4 // ISO 7500-1
Intervalo calibrado	: Escala (s) 101 972 kgf De 10 000 a 100 000 kgf
Temperatura de prueba °C	: Inicial 21,9 Final 22,2
Inspección general	: La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento
Ciudad	: LIMA
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	: Tipo / Modelo BOTELLA Certif. de calibr. INF-LE 036-20A PUCP
Unidades de medida	: Sistema Internacional de Unidades (SI)
Fecha de emisión	: 2020/08/10
Fecha Calibración	: 2020/08/06
 LABORATORIO DE METROLOGIA VMC EQUIPOS & LABORATORIOS SAC	
Telf.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe www.vmcequilab.com.pe	

Fuente: (VMC EQUILAB)



VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LFP - 270- 2020

Pág. 2 de 3

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

Escala : 1000,0 Kn Resolución: 0,01 Kn Dirección de la carga : Ascendente
101972 kgf 1 kgf Factor de conversión: : 0,00981 **kN/kgf**

Indicación de la máquina (F I)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	105,4	105,6	No aplica	105,5	No aplica
20	200.00	20 394	202,4	202,5	No aplica	202,3	No aplica
30	300.00	30 592	296,6	297,0	No aplica	296,8	No aplica
40	400.00	40 789	392,9	392,7	No aplica	392,5	No aplica
50	500.00	50 986	490,1	490,2	No aplica	490,0	No aplica
60	600.00	61 183	587,1	587,2	No aplica	586,9	No aplica
70	700.00	71 380	682,2	682,1	No aplica	681,7	No aplica
80	800.00	81 578	777,5	777,6	No aplica	777,5	No aplica
Indicación después de carga :			0,00	0,00	0,00	0,00	No aplica

ESCALA : 1000,00 KN

Incertidumbre del patrón: ± 0,086 %

Indicación de la máquina (F I)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)			Accesorios	Resolución
%	kN	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)		
10	100.00	10 197	-5,23	0,19	No aplica	No aplica	0,01
20	200.00	20 394	-1,19	0,10	No aplica	No aplica	0,00
30	300.00	30 592	1,07	0,17	No aplica	No aplica	0,00
40	400.00	40 789	1,87	0,10	No aplica	No aplica	0,00
50	500.00	50 986	2,01	0,04	No aplica	No aplica	0,00
60	600.00	61 183	2,20	0,05	No aplica	No aplica	0,00
70	700.00	71 380	2,65	0,07	No aplica	No aplica	0,00
80	800.00	81 578	2,89	0,01	No aplica	No aplica	0,00

Error de cero fo (%)	0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx.(0) = 0,00
----------------------	-------	-------	-------	-----------	--------------------



Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe

Fuente: (VMC EQUILAB)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LFP - 270- 2020

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA 101972 kgf

Error de exactitud	-5,23%	Error de cero	0
Error de repetibilidad	0,19%	Error de accesorios	0
Error de Reversibilidad	NO APLICA	Resolución	0,00 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-I, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontifica Universidad Católica de Peru y la SNM INDECOPI.

OBSERVACIONES

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .



Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe

Fuente: (VMC EQUILAB)

Anexo 41: Certificado de calibración de balanzas



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-2337-2020

Página : 1 de 3
Fecha de Emisión : 2020-07-09

VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

- SOLICITANTE** : **HOL PERU CONSULTORES E.I.R.L.**
DIRECCION : **Jr. B. Ramirez Peña Nro. 316 - San Martin de Porres**
- EQUIPO** : **BALANZA**
 Marca : OHAUS
 Modelo : EC30
 Serie : 8033031005
 Alcance : 30 kg
 División mínima (d) : 0,001 kg
 Valor de verificación (e) : 0,001 kg
 Capacidad mínima : 0,05 kg
 Clase de Exactitud : II
 ΔT Local : 22,5 °C hasta 23,1 °C
 Coeficiente Deriva Temperatura : 0,00001 / °C
 Código Identificación : HOLXB30KX005X
 Ubicación : SUELOS Y AGREGADOS
 Tipo : Electrónica

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, realizan sus unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Los resultados del certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.
VMC EQUILAB S.A.C. no se responsabiliza de los prejuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio de lo emite.
El certificado de calibración sin firma o sello carece de validez.

- FECHA DE CALIBRACIÓN**
 La calibración se realizó el 04 de Julio de 2020.
- MÉTODO DE CALIBRACIÓN**
 CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II PC-011 4ta. Edición: 2010 del SNMINDECOPI.
- PATRÓN DE CALIBRACIÓN**
 Se utilizó Pesas Patrones con Certificado: LM-503-2019 - INACAL, PE19-C-1184 - KOSSOMET, M-0993-2019, M-0994-2019, M-0995-2019 - METROIL trazable a patrones nacionales del INACAL/DM.
- RESULTADOS**
 - Inspección Visual:**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala,	No tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No tiene		
 - Los ensayos ejecutados se describen en las páginas siguientes.**
- INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN:**
 Lectura corregida en uso $R_{\text{corregida}} = R + 5,90 \times 10^{-6} R$
 Para cualquier valor de lectura $U_R = 2 \sqrt{0 \text{ kg}^2 + 1,46 \times 10^{-9} R^2}$ R = Valor de Lectura en kg.
 La Incertidumbre asociada a las mediciones ejecutadas se ha calculado con un factor de cobertura K= 2 para un nivel de confianza de 95%.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación "CALIBRADO"
 La capacidad mínima para este tipo de balanza según la NMP-003-2009 (2da. Edición) es de 0,05 kg.
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentos vigentes.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ÉSTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE VMC EQUILAB S.A.C.

Telf.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe

Fuente: (VMC EQUILAB)



VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2337-2020

Página : 2 de 3

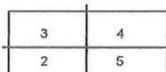
Condiciones ambientales	Temperatura (°C)		H.Relativa (%)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
	22,5	23,1	61	68

Medición N°	Carga L1 = 15,000 kg			Carga L2 = 30,000 kg		
	I (kg)	Δ L (kg)	E (kg)	I (kg)	Δ L (kg)	E (kg)
1	15,000	0,0006	-0,0001	30,000	0,0005	0,0000
2	15,001	0,0005	0,0010	29,999	0,0004	-0,0009
3	15,000	0,0004	0,0001	30,001	0,0006	0,0009
4	15,000	0,0004	0,0001	30,001	0,0004	0,0011
5	14,999	0,0005	-0,0010	30,000	0,0005	0,0000
6	15,000	0,0004	0,0001	29,999	0,0004	-0,0009
7	15,001	0,0006	0,0009	30,001	0,0006	0,0009
8	15,001	0,0004	0,0011	30,001	0,0004	0,0011
9	15,001	0,0005	0,0010	30,000	0,0005	0,0000
10	15,000	0,0004	0,0001	30,001	0,0006	0,0009

$E = I + 1/2d - \Delta L$

CARGA (kg)	E _{max} - E _{min} (kg)	e.m.p.(±) (kg)
15,000	0,0021	0,0020
30,000	0,0020	0,0030

6.2.2 Ensayo de Excentricidad:



Condiciones ambientales	Temperatura (°C)		H.Relativa (%)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
	22,5	23,1	61	68

Posic. de la carga	Determinación de E _o			Determinación del error corregido E _c				e.m.p. (±)
	Carga Mínima* (1,000 kg)			Carga L (10,000 kg)				
	I (kg)	Δ L (kg)	E _o (kg)	I (kg)	Δ L (kg)	E (kg)	E _c (kg)	
1	1,000	0,0005	0,0000	10,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0020 kg
2	1,000	0,0004	0,0001	10,000	0,0004	0,0001	0,0000	0,0020 kg
3	1,000	0,0006	-0,0001	10,001	0,0005	0,0010	0,0011	0,0020 kg
4	1,000	0,0006	-0,0001	10,000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0020 kg
5	1,000	0,0004	0,0001	10,000	0,0006	-0,0001	-0,0002	0,0020 kg

* Valor entre 0 y 10e

$E = I + 1/2d - DL$

$E_c = E - E_o$

6.2.3 Ensayo de Pesaje:

Condiciones ambientales	Temperatura (°C)		H.Relativa (%)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
	22,5	23,1	61	68

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ± (kg)
	I (kg)	Δ L (kg)	E (kg)	E _c (kg)	I (kg)	Δ L (kg)	E (kg)	E _c (kg)	
0,250	0,250	0,0005	0,0000						
0,500	0,500	0,0004	0,0001	0,0001	0,500	0,0004	0,0001	0,0001	0,0010
1,000	1,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	1,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0010
2,000	2,000	0,0004	0,0001	0,0001	2,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0010
2,500	2,500	0,0005	0,0000	0,0000	2,500	0,0005	0,0000	0,0000	0,0010
5,000	5,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	5,000	0,0004	0,0001	0,0001	0,0010
10,000	9,999	0,0004	-0,0009	-0,0009	9,999	0,0006	-0,0011	0,0000	0,0020
15,000	15,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	15,000	0,0004	0,0001	0,0001	0,0020
20,000	20,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	20,000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0020
25,000	25,000	0,0004	0,0001	0,0001	25,000	0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0030
30,000	30,000	0,0005	0,0000	0,0000	30,000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0030



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ÉSTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE VMC EQUILAB S.A.C.

Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe

Fuente: (VMC EQUILAB)



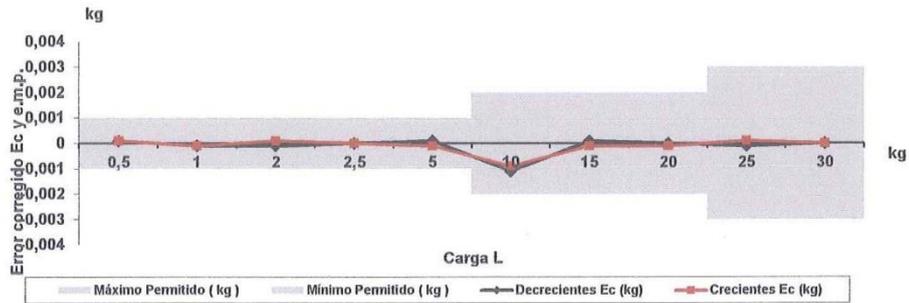
VMC
EQUILAB

VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-2337-2020

Página : 3 de 3

6.2.4 Gráfica de Resultados:



VMC
EQUILAB

VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ÉSTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE VMC EQUILAB S.A.C.

Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe

Fuente: (VMC EQUILAB)

Anexo 42: Certificado de horno eléctrico

 <p>VMC EQUILAB VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.</p>	<h3>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</h3> <h4>LT-2328-2020</h4> <p>Página : 1 de 6 Fecha : 2020-07-07</p>
1. SOLICITANTE : HOL PERU CONSULTORES EIRL DIRECCIÓN : JR. B. RAMIREZ PEÑA NRO. 316 URB. SAN AMADEO DE GARAGAY - SMP	
2. EQUIPO DE MEDICIÓN : HORNO ELECTRICO Marca : FAEL Modelo : ER330L Serie : 150808 Identificación : HOLXE200X808X Procedencia : FABRICACION NACIONAL Ventilación : Natural Superficies internas : 4 Temperatura de trabajo : 110 °C ± 5 °C 145 °C ± 5 °C	
2.1 Indicador : Controlador digital Alcance : 0 °C a 220 °C División de escala : 5 °C	
2.2 Selector : Digital Alcance : 0 °C a 220 °C División de escala : 5 °C Lugar de calibración : Suelos y Agredos	
3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN La calibración se realizó el 05 de Julio del 2020 en las instalaciones de HOL PERU CONSULTORES EIRL	
4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN PC-018 2º Ed. "Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático" del SNM/INDECOPI. Se utilizó un Calibrador Digital, con Certificado de calibración N° LT-407-2019 del Indecopi.	
5. RESULTADOS La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales: Temperatura: 23.0 °C a 24.1 °C Humedad Relativa: 50 % a 52 % La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza del 95% aproximadamente.	
5.1 Control de Distribución de Temperatura: En función del tamaño de la cámara se han instalado 20 sensores (Termocuplas) de acuerdo al esquema de la página 6. Se realizó una serie de mediciones a fin de ajustar el control de temperatura de la Incubadora a la mejor posición posible. El control se ajusto a 110 y 145 °C para la temperatura deseada y se registraron las temperaturas en promedio cada 2 minutos; obteniéndose los resultados mostrados en la página siguiente.	
6. OBSERVACIONES Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de con la indicación "CALIBRADO". La periodicidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del medio de medición.	
 <p>Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe www.vmcequilab.com.pe</p>	

Fuente: (VMC EQUILAB)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-2328-2020

Página : 2 de 6
Fecha : 2020-07-07

ENSAYOS:

1. Control de distribución de temperatura

Ensayo para un valor esperado de: **110 °C ± 5 °C**

Tiempo (min.)	Indicador Equipo (°C)	INDICACIONES DE MEDICION DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T prom. (°C)	T max. - T min. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	110.4	110.6	110.3	110.4	110.4	110.2	110.4	110.5	110.1	110.6	110.4	0.5
02	110	110.3	110.3	110.5	110.4	110.4	110.4	110.5	110.5	110.2	110.4	110.4	0.3
04	110	110.3	110.3	110.6	110.4	110.2	110.4	110.5	110.5	110.2	110.4	110.4	0.4
06	110	110.3	110.3	110.6	110.4	110.5	110.4	110.5	110.5	110.2	110.4	110.4	0.4
08	110	110.3	110.3	110.6	110.3	110.6	110.4	110.5	110.7	110.2	110.2	110.4	0.5
10	110	110.3	110.4	110.6	110.4	110.6	110.4	110.4	110.7	110.3	110.1	110.4	0.6
12	110	110.3	110.3	110.4	110.4	110.5	110.2	110.4	110.4	110.3	110.1	110.3	0.4
14	110	110.3	110.3	110.4	110.2	110.4	110.2	110.4	110.4	110.2	110.3	110.3	0.2
16	110	110.4	110.3	110.5	110.2	110.4	110.2	110.5	110.4	110.3	110.2	110.3	0.3
18	110	110.4	110.1	110.5	110.2	110.4	110.2	110.5	110.4	110.1	110.1	110.3	0.4
20	110	110.2	110.3	110.5	110.2	110.5	110.2	110.5	110.5	110.2	110.3	110.3	0.3
22	110	110.4	110.3	110.7	110.3	110.5	110.3	110.7	110.1	110.1	110.2	110.4	0.6
24	110	110.3	110.4	110.6	110.3	110.5	110.2	110.6	110.5	110.3	110.1	110.4	0.5
26	110	110.2	110.4	110.6	110.3	110.7	110.4	110.5	110.6	110.2	110.2	110.4	0.5
28	110	110.2	110.4	110.6	110.1	110.6	110.1	110.4	110.5	110.1	110.2	110.3	0.5
30	110	110.2	110.2	110.6	110.3	110.5	110.1	110.4	110.5	110.2	110.3	110.3	0.5
32	110	110.2	110.4	110.6	110.3	110.4	110.2	110.5	110.5	110.1	110.3	110.4	0.5
34	110	110.2	110.4	110.5	110.4	110.4	110.2	110.4	110.5	110.2	110.2	110.3	0.3
36	110	110.3	110.4	110.4	110.3	110.5	110.4	110.4	110.1	110.2	110.2	110.3	0.4
38	110	110.3	110.4	110.4	110.3	110.1	110.4	110.4	110.4	110.2	110.1	110.3	0.3
40	110	110.3	110.5	110.4	110.1	110.3	110.2	110.5	110.4	110.2	110.1	110.3	0.4
42	110	110.2	110.5	110.4	110.1	110.3	110.4	110.5	110.5	110.1	110.3	110.3	0.4
44	110	110.2	110.2	110.3	110.1	110.3	110.3	110.5	110.4	110.1	110.2	110.3	0.4
46	110	110.2	110.2	110.2	110.1	110.1	110.2	110.7	110.5	110.3	110.1	110.3	0.6
48	110	110.2	110.2	110.3	110.3	110.3	110.2	110.6	110.6	110.2	110.3	110.3	0.4
50	110	110.2	110.7	110.3	110.3	110.3	110.2	110.5	110.5	110.1	110.2	110.3	0.6
52	110	110.2	110.1	110.1	110.3	110.4	110.2	110.4	110.6	110.3	110.1	110.3	0.5
54	110	110.3	110.3	110.3	110.2	110.3	110.2	110.4	110.7	110.2	110.1	110.3	0.6
56	110	110.3	110.3	110.4	110.3	110.1	110.4	110.5	110.1	110.1	110.1	110.3	0.4
58	110	110.3	110.1	110.5	110.3	110.2	110.1	110.5	110.5	110.2	110.1	110.3	0.4
60	110	110.3	110.3	110.2	110.1	110.1	110.1	110.4	110.2	110.3	110.3	110.2	0.3
T. PROM.	110	110.3	110.3	110.4	110.3	110.4	110.3	110.5	110.5	110.2	110.2	110.3	
T. MAX.	110	110.4	110.7	110.7	110.4	110.7	110.4	110.7	110.7	110.3	110.6		
T. MIN.	110	110.2	110.1	110.1	110.1	110.1	110.1	110.4	110.1	110.1	110.1		
DTT	0.0	0.2	0.6	0.6	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	0.2	0.5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	110.7	0.4
Mínima Temperatura medida	110.1	0.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.1
Desviación de temperatura en el Espacio	0.3	0.4
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	0.6	0.4

- T. Prom. Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. PROM. Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. MAX. Máxima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN. Mínima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- DTT Desviación de Temperatura en el Tiempo

Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
www.vmcequilab.com.pe





VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-2328-2020

Página : 3 de 6
Fecha : 2020-07-07

ENSAYOS:

1. Control de distribución de temperatura

Ensayo para un valor esperado de: **110 °C ± 5 °C**

Tiempo (min.)	Indicador Equipo (°C)	INDICACIONES DE MEDICION DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T prom. (°C)	T max. - T min. (°C)
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
00	110	110.6	110.7	110.3	110.4	110.4	110.4	110.6	110.5	110.1	110.6	110.5	0.6
02	110	110.4	110.7	110.5	110.4	110.4	110.3	110.5	110.5	110.2	110.4	110.4	0.5
04	110	110.6	110.7	110.6	110.4	110.2	110.3	110.5	110.5	110.2	110.4	110.4	0.5
06	110	110.6	110.6	110.6	110.4	110.5	110.3	110.5	110.5	110.2	110.4	110.5	0.4
08	110	110.6	110.6	110.6	110.3	110.6	110.3	110.5	110.7	110.2	110.2	110.5	0.5
10	110	110.6	110.6	110.6	110.4	110.6	110.3	110.4	110.7	110.3	110.1	110.5	0.6
12	110	110.6	110.6	110.4	110.4	110.5	110.3	110.4	110.4	110.3	110.1	110.4	0.5
14	110	110.6	110.6	110.4	110.2	110.4	110.3	110.4	110.4	110.2	110.3	110.4	0.4
16	110	110.6	110.6	110.5	110.2	110.4	110.3	110.5	110.4	110.3	110.2	110.4	0.4
18	110	110.6	110.6	110.5	110.2	110.4	110.3	110.5	110.4	110.1	110.1	110.4	0.5
20	110	110.6	110.6	110.5	110.2	110.5	110.3	110.5	110.5	110.2	110.3	110.4	0.4
22	110	110.6	110.6	110.7	110.3	110.5	110.3	110.7	110.1	110.1	110.2	110.4	0.6
24	110	110.6	110.6	110.6	110.3	110.5	110.3	110.6	110.5	110.3	110.1	110.4	0.5
26	110	110.6	110.6	110.6	110.3	110.7	110.3	110.5	110.6	110.2	110.2	110.5	0.5
28	110	110.6	110.6	110.6	110.1	110.6	110.3	110.4	110.5	110.1	110.2	110.4	0.5
30	110	110.5	110.6	110.6	110.3	110.5	110.3	110.4	110.5	110.2	110.3	110.4	0.4
32	110	110.5	110.6	110.6	110.3	110.4	110.3	110.5	110.5	110.1	110.3	110.4	0.5
34	110	110.5	110.6	110.5	110.4	110.4	110.3	110.4	110.5	110.2	110.2	110.4	0.4
36	110	110.5	110.6	110.4	110.3	110.5	110.3	110.4	110.1	110.2	110.2	110.4	0.5
38	110	110.5	110.6	110.4	110.3	110.1	110.4	110.4	110.4	110.2	110.1	110.3	0.5
40	110	110.5	110.5	110.4	110.1	110.3	110.4	110.5	110.4	110.2	110.1	110.3	0.4
42	110	110.5	110.5	110.4	110.1	110.3	110.4	110.5	110.5	110.1	110.3	110.4	0.4
44	110	110.5	110.5	110.3	110.1	110.3	110.4	110.5	110.4	110.1	110.2	110.3	0.4
46	110	110.5	110.5	110.2	110.1	110.1	110.4	110.7	110.5	110.3	110.1	110.3	0.6
48	110	110.5	110.5	110.3	110.3	110.3	110.2	110.6	110.6	110.2	110.3	110.4	0.4
50	110	110.3	110.5	110.3	110.3	110.3	110.2	110.5	110.5	110.1	110.2	110.3	0.4
52	110	110.3	110.5	110.1	110.3	110.4	110.2	110.4	110.6	110.3	110.1	110.3	0.5
54	110	110.3	110.5	110.3	110.2	110.3	110.2	110.4	110.7	110.2	110.1	110.3	0.6
56	110	110.4	110.5	110.4	110.3	110.1	110.4	110.5	110.1	110.1	110.1	110.3	0.4
58	110	110.4	110.4	110.5	110.3	110.2	110.1	110.5	110.5	110.2	110.1	110.3	0.4
60	110	110.4	110.4	110.2	110.1	110.1	110.1	110.4	110.2	110.3	110.3	110.3	0.3
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.4	110.3	110.4	110.3	110.5	110.5	110.2	110.2	110.4	
T. MAX.	110	110.6	110.7	110.7	110.4	110.7	110.4	110.7	110.7	110.3	110.6		
T. MIN.	110	110.3	110.4	110.1	110.1	110.1	110.1	110.4	110.1	110.1	110.1		
DTT	0.0	0.3	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.3	0.6	0.2	0.5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	110.7	0.4
Mínima Temperatura medida	110.1	0.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.1
Desviación de temperatura en el Espacio	0.4	0.4
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	0.6	0.4

- T. Prom. Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. PROM. Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. MAX. Máxima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN. Mínima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- DTT Desviación de Temperatura en el Tiempo



Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe



VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-2328-2020

Página : 4 de 6
Fecha : 2020-07-07

ENSAYOS:

1. Control de distribución de temperatura

Ensayo para un valor esperado de: **145 °C ± 5 °C**

Tiempo (min.)	Indicador Equipo (°C)	INDICACIONES DE MEDICION DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T prom. (°C)	T max. - T min. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	145	140.1	140.3	140.2	140.5	140.1	140.2	140.1	140.5	140.2	140.3	140.3	0.4
02	145	140.1	140.2	140.1	140.5	140.1	140.2	140.1	140.1	140.2	140.2	140.2	0.4
04	145	140.1	140.2	140.2	140.3	140.1	140.2	140.1	140.5	140.2	140.2	140.2	0.4
06	145	140.1	140.2	140.1	140.3	140.1	140.2	140.2	140.5	140.2	140.2	140.2	0.4
08	145	140.2	140.2	140.2	140.3	140.1	140.2	140.2	140.2	140.2	140.2	140.2	0.2
10	145	140.2	140.1	140.1	140.5	140.1	140.5	140.2	140.2	140.1	140.5	140.3	0.4
12	145	140.2	140.1	140.1	140.5	140.1	140.5	140.2	140.2	140.1	140.5	140.3	0.4
14	145	140.1	140.2	140.1	140.3	140.1	140.5	140.2	140.1	140.2	140.5	140.2	0.4
16	145	140.2	140.2	140.1	140.3	140.1	140.5	140.2	140.1	140.2	140.1	140.2	0.4
18	145	140.2	140.1	140.1	140.3	140.1	140.5	140.1	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
20	145	140.2	140.1	140.1	140.5	140.1	140.5	140.2	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
22	145	140.1	140.1	140.2	140.5	140.1	140.5	140.2	140.1	140.1	140.5	140.2	0.4
24	145	140.2	140.1	140.2	140.5	140.5	140.5	140.2	140.1	140.1	140.5	140.3	0.4
26	145	140.2	140.3	140.2	140.5	140.5	140.5	140.1	140.1	140.1	140.5	140.3	0.4
28	145	140.2	140.3	140.1	140.3	140.5	140.5	140.1	140.2	140.1	140.5	140.3	0.4
30	145	140.1	140.2	140.1	140.3	140.5	140.5	140.1	140.2	140.5	140.5	140.3	0.4
32	145	140.1	140.1	140.2	140.3	140.2	140.5	140.5	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
34	145	140.2	140.1	140.2	140.3	140.2	140.5	140.1	140.5	140.2	140.5	140.3	0.4
36	145	140.2	140.2	140.1	140.3	140.2	140.1	140.1	140.5	140.2	140.5	140.2	0.4
38	145	140.1	140.2	140.2	140.3	140.2	140.2	140.1	140.5	140.2	140.5	140.3	0.4
40	145	140.2	140.1	140.3	140.5	140.2	140.2	140.5	140.5	140.2	140.5	140.3	0.4
42	145	140.1	140.1	140.1	140.5	140.2	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.2	0.4
44	145	140.1	140.2	140.3	140.3	140.2	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.2	0.4
46	145	140.2	140.2	140.3	140.3	140.2	140.2	140.1	140.2	140.2	140.2	140.2	0.2
48	145	140.2	140.1	140.2	140.3	140.2	140.2	140.5	140.2	140.1	140.1	140.2	0.4
50	145	140.1	140.2	140.2	140.5	140.2	140.1	140.5	140.2	140.1	140.1	140.2	0.4
52	145	140.2	140.1	140.1	140.5	140.2	140.1	140.5	140.1	140.1	140.1	140.2	0.4
54	145	140.1	140.2	140.2	140.5	140.2	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.2	0.4
56	145	140.2	140.1	140.1	140.3	140.2	140.1	140.1	140.1	140.2	140.2	140.2	0.2
58	145	140.2	140.1	140.2	140.3	140.2	140.1	140.2	140.1	140.2	140.2	140.2	0.2
60	145	140.2	140.3	140.3	140.3	140.2	140.2	140.1	140.1	140.2	140.3	140.2	0.2
T. PROM.	145	140.2	140.2	140.2	140.4	140.2	140.3	140.2	140.2	140.2	140.3	140.2	
T. MAX.	145	140.2	140.3	140.3	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	
T. MIN.	145	140.1	140.1	140.1	140.3	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	
DTT	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	140.5	0.4
Mínima Temperatura medida	140.1	0.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.4	0.1
Desviación de temperatura en el Espacio	0.2	0.4
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.04
Uniformidad Medida	0.4	0.4

- T. Prom. Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. PROM. Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. MAX. Máxima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN. Mínima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- DTT Desviación de Temperatura en el Tiempo

Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 992 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe





VMC EQUIPOS & LABORATORIOS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-2328-2020

Página : 5 de 6
Fecha : 2020-07-07

ENSAYOS:

1. Control de distribución de temperatura

Ensayo para un valor esperado de: **145 °C ± 5 °C**

Tiempo (min.)	Indicador Equipo (°C)	INDICACIONES DE MEDICION DE CADA TERMOCUPLA (°C)										T prom. (°C)	T max. - T min. (°C)
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
00	145	140.5	140.3	140.3	140.5	140.2	140.3	140.2	140.2	140.5	140.1	140.3	0.4
02	145	140.5	140.3	140.3	140.5	140.2	140.5	140.5	140.2	140.5	140.2	140.4	0.3
04	145	140.5	140.3	140.3	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.2	140.4	0.3
06	145	140.5	140.3	140.3	140.3	140.5	140.3	140.1	140.5	140.5	140.2	140.4	0.4
08	145	140.5	140.3	140.3	140.3	140.1	140.3	140.1	140.2	140.5	140.1	140.3	0.4
10	145	140.4	140.3	140.3	140.3	140.3	140.3	140.5	140.2	140.5	140.1	140.3	0.4
12	145	140.4	140.5	140.2	140.3	140.3	140.3	140.5	140.2	140.1	140.1	140.3	0.4
14	145	140.4	140.5	140.2	140.3	140.2	140.1	140.1	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
16	145	140.4	140.5	140.1	140.5	140.2	140.1	140.1	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
18	145	140.4	140.1	140.1	140.5	140.2	140.1	140.1	140.2	140.2	140.1	140.2	0.4
20	145	140.4	140.1	140.2	140.5	140.1	140.1	140.3	140.5	140.2	140.5	140.3	0.4
22	145	140.5	140.1	140.2	140.5	140.1	140.3	140.3	140.5	140.2	140.3	140.3	0.4
24	145	140.5	140.1	140.2	140.5	140.1	140.3	140.3	140.5	140.2	140.3	140.3	0.4
26	145	140.5	140.1	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.2	140.1	140.3	140.2	0.4
28	145	140.5	140.3	140.2	140.2	140.5	140.2	140.2	140.2	140.1	140.3	140.3	0.4
30	145	140.5	140.3	140.1	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.5	140.5	140.3	0.4
32	145	140.4	140.5	140.3	140.2	140.2	140.1	140.2	140.2	140.2	140.5	140.3	0.4
34	145	140.4	140.5	140.3	140.2	140.2	140.1	140.2	140.2	140.2	140.5	140.3	0.4
36	145	140.4	140.5	140.2	140.3	140.1	140.1	140.3	140.1	140.2	140.5	140.3	0.4
38	145	140.4	140.5	140.2	140.2	140.5	140.1	140.2	140.1	140.5	140.5	140.3	0.4
40	145	140.4	140.3	140.2	140.2	140.5	140.2	140.2	140.1	140.5	140.5	140.3	0.4
42	145	140.5	140.3	140.1	140.5	140.1	140.2	140.2	140.1	140.5	140.2	140.3	0.4
44	145	140.5	140.3	140.1	140.5	140.1	140.2	140.5	140.1	140.5	140.2	140.3	0.4
46	145	140.5	140.3	140.1	140.5	140.1	140.3	140.1	140.2	140.5	140.2	140.3	0.4
48	145	140.5	140.5	140.1	140.2	140.1	140.2	140.1	140.2	140.5	140.3	140.3	0.4
50	145	140.5	140.5	140.1	140.2	140.2	140.2	140.5	140.2	140.1	140.3	140.3	0.4
52	145	140.5	140.5	140.2	140.2	140.2	140.2	140.5	140.5	140.1	140.3	140.3	0.4
54	145	140.4	140.5	140.2	140.5	140.2	140.5	140.3	140.5	140.1	140.2	140.3	0.4
56	145	140.4	140.3	140.3	140.2	140.5	140.3	140.1	140.2	140.1	140.2	140.3	0.4
58	145	140.4	140.3	140.2	140.2	140.5	140.5	140.1	140.2	140.1	140.2	140.3	0.4
60	145	140.4	140.3	140.3	140.5	140.2	140.5	140.1	140.2	140.2	140.3	140.3	0.4
T. PROM.	145	140.5	140.3	140.2	140.4	140.3	140.2	140.3	140.3	140.3	140.3	140.3	
T. MAX.	145	140.5	140.5	140.3	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5	
T. MIN.	145	140.4	140.1	140.1	140.2	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	140.1	
DTT	0.0	0.1	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura medida	140.5	0.4
Mínima Temperatura medida	140.1	0.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.4	0.1
Desviación de temperatura en el Espacio	0.2	0.4
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.04
Uniformidad Medida	0.4	0.4

- T. Prom. Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. PROM. Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. MAX. Máxima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN. Mínima temperatura para cada termocupla durante el tiempo total.
- DTT Desviación de Temperatura en el Tiempo

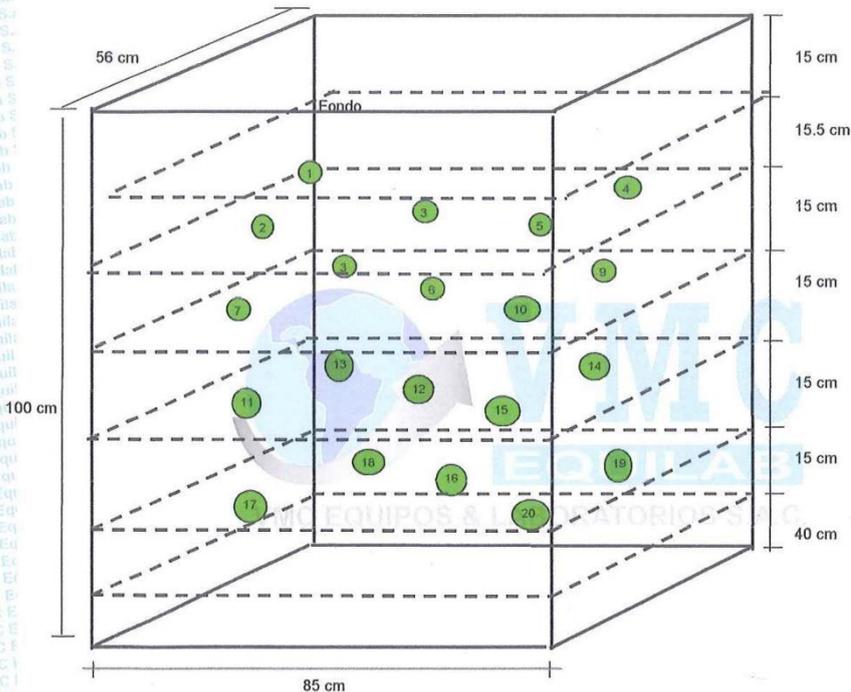
Tel.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970
 ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe
 www.vmcequilab.com.pe



Fuente: (VMC EQUILAB)

5.2 GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA:

**HORNO ELECTRICO
FAEL
ER330L**



Los termopares 3,6,12 y 16 están ubicados al centro de sus respectivos niveles.

Los demás termopares están ubicados a 4 cm de las paredes laterales y a 4 cm del fondo y frente de la estufa.

Los termopares del nivel superior se ubicaron a 3,0 cm por encima de la altura máxima que emplea el usuario.

Los termopares del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja que emplea el usuario.

Volumen interior: con carga al 10 % aproximadamente.

Nota: El tiempo de estabilización fue de 2 horas aproximadamente.



Telf.: (511) 658 3161 Cel.: 993 348 343 / 992 175 679 / 955 423 970

ventas@vmcequilab.com.pe - ventas1@vmcequilab.com.pe - ventas2@vmcequilab.com.pe

www.vmcequilab.com.pe

Anexo 43: Norma ASTM C 642



Método de prueba estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en endurecido Concrete¹

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C 642; el número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última aprobación. A superíndice épsilon (ϵ) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

1. alcance

1.1 Este método de ensayo cubre las determinaciones de density, absorción por ciento, y los huecos en el hormigón endurecido.

1.2 El texto de esta prueba hace referencia a las notas y el método notas que proporcionan información explicativa. estas notas y las notas (excluyendo aquellas en tablas y figuras) no deben ser consideradas como requisitos de esta norma.

2. Importancia y Uso

2.1 Este método de prueba es útil en el desarrollo de los datos necesario para las conversiones entre masa y el volumen de concreto. Se puede utilizar para determinar la conformidad con las especificaciones medidas concretas y para mostrar las diferencias de un lugar a dentro de una masa de hormigón.

3. aparato

3.1 Balanza, sensible a 0,025% de la masa del espécimen.

3.2 de contenedores, adecuado para la inmersión de la muestra y cable apropiado para suspender la muestra en agua.

4. Muestras de Prueba

4.1 Siempre que sea posible, la muestra estará compuesta por varias las porciones individuales de hormigón, cada uno para ser evaluados por separado. Las porciones individuales pueden ser piezas de cilindros, núcleos, o haces de cualquier forma deseada o tamaño, excepto que el volumen de cada porción no deberá ser inferior a 350 cm³ (o para el normal hormigón peso, aproximadamente 800 g), y cada porción deberá estar libre de grietas, fisuras observables o bordes rotos.

5. procedimiento

5.1 Horno de masa seca-Determinar la masa de las partes, y secar en un horno a una temperatura de 100 a 110 ° C durante no menos de 24 h. Después de retirar cada muestra de la estufa, permitir enfriar en aire seco (preferiblemente en un desecador) a una temperatura de 20 a 25 ° C y determinar la masa. Si la muestra fue comparativamente seco cuando su masa se determinó en primer lugar, y el segunda masa de cerca está de acuerdo con el primero, tenga en cuenta que se seque. Si el la muestra estaba mojado cuando su masa se determinó en primer lugar, coloque en el horno durante un segundo tratamiento de secado de 24 horas y de nuevo

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.69 on Miscellaneous Tests. Current edition approved Jan. 10, 1997. Published March 1997. Originally published as C 642 - 69 T. Last previous edition C 642 - 90.

Copyright © ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

determinar la masa. Si el tercer valor comprueba el segundo, considerar la muestra seca. En caso de duda, resecar la muestra para períodos de 24 h hasta que los valores de verificación de la masa son obtenidos. Si la diferencia entre los valores obtenidos a partir de dos valores sucesivos de masa superior a 0,5% del valor menor, devolver los ejemplares al horno por un período adicional de 24 h secado período, y repita el procedimiento hasta que la diferencia entre el cualquiera de los dos valores sucesivos es menor que 0,5% del valor inferior obtenido. Designe este último valor A.

5.2 Después de la masa saturada de la muestra de inmersión a sumergir, después de secado final, refrigeración, y la determinación de la masa, en agua a aproximadamente 21 ° C durante no menos de 48 h, y hasta dos valores sucesivos de la masa de la muestra de superficie seca en intervalos de 24 h, se observó un aumento de la masa de menos de 0,5% del valor mayor. Superficie seca la muestra mediante la eliminación humedad de la superficie con una toalla, y determinar la masa. Designar a la final de la superficie de masa seca después de la inmersión B.

5.3 Después de la masa saturada de ebullición-Colocar la muestra, procesaron como se describe en 5.2, en un recipiente adecuado, cubierto con agua del grifo, y se deja hervir durante 5 horas. Deje que se enfríe por la pérdida natural de calor durante no menos de 14 horas a una temperatura final de 20 a 25 ° C. Quitar la humedad de la superficie con una toalla y determinar la masa de la muestra. Designar el hervida empapada, superficie secada masa C.

5.4 Inmerso en masa aparente de suspensión de la muestra, después de inmersión y ebullición, por un alambre y determinar la aparente masa en agua. Designar a esta masa aparente D.

Fuente: (ASTM C 642)

6. cálculo

6.1 Al utilizar los valores para masa determinada de acuerdo con los procedimientos descritos en la Sección 5, hacer la siguiente

Cálculos:

Absorption after immersion, % = $((B - A) / A) \cdot 100$ (1)

Absorption after immersion and boiling, % = $((C - A) / A) \cdot 100$ (2)

Bulk density, dry = $((A / C - D)) \cdot \rho = g_1$ (3)

Bulk density after immersion = $((B / (C - D)) \cdot \rho$ (4)

Bulk density after immersion and boiling =

$[C / (C - D)] \cdot \rho$ (5)

Apparent density = $[A / (A - D)] \cdot \rho = g_2$ (6)

Volume of permeable pore space (voids), % = $(g_2 - g_1) / g_2 \cdot 100$ (7)

or $(C - A) / (C - D) \cdot 100$

donde:

A = masa de secado en estufa muestra en el aire, g

B = masa de superficie seca de la muestra en aire después de la inmersión, g

C = masa de superficie seca de la muestra en aire después de la inmersión y ebullición g

D = masa aparente de la muestra en agua después de la inmersión y ebullición, g

g_1 = densidad aparente, seco, mg/m³ y

g_2 = densidad aparente, Mg/m³

ρ = densidad del agua = 1 mg/m³ = 1 g/cm³.

7. ejemplo

7.1 Supongamos una muestra que tiene las siguientes características:

7.1.1 Masa de la parte sólida de la muestra de 5 g de 1000.

7.1.2 volumen total de la muestra (incluyendo sólidos, "permeable" huecos y vacíos "impermeable") 5 600 cm³.

7.1.3 Densidad absoluta de la parte sólida de la muestra 5 2.0 Mg/m³.

7.1.4 espacio vacío en la muestra contiene el aire en un principio sólo (sin agua).

7.2 Entonces, se deduce que hay 500 cm³ de sólidos y 100 cm³ de huecos que constituyen la muestra, y el contenido de vacío es 6.15 16.67%.

7.3 Supongamos que en la inmersión 90 ml de agua se absorbe.

7.4 Suponga que después de la inmersión y ebullición 95 ml de agua se absorbe.

7.5 Sobre la base de los supuestos que figuran en el 7.1-7.4 por encima de, los datos que serían desarrollados a partir de los procedimientos indicados en Sección 5 sería la siguiente:

7.5.1 Horno de secado de masas, A = 1000 g.

7.5.2 Misa en el aire después de la inmersión, B = 1090 g.

7.5.3 Masa en el aire después de la inmersión y ebullición,

C = 1095g

7.5.4 masa aparente en el agua después de la inmersión y ebullición, D = 495 g.

NOTA 1-Dado que la pérdida de masa en el agua es igual a la masa de desplazados agua, y el volumen de muestra de = 600 cm³, la masa de la muestra en agua después de la inmersión y el de ebullición es 1095 - 600 = 495 g.

7.6 Al utilizar los datos dados anteriormente para realizar los cálculos describe en la Sección 6, los siguientes resultados será obtenido (Nota 2):

Absorption after immersion, % 5 @~B 2 A~/A# 3 100

5 @~1090 2 1000/1000# 3 100

5 9.0 (8)

Absorption after immersion and boiling, % 5 @~C 2

A~/A# 3 100

5 @~1095 2 1000/1000# 3 100

5 9.5 (9)

Bulk density, dry 5 @A~/C 2 D# r

5 @1000/~1095 2 495/5# 3 1

5 1.67 Mg/m³

= g_1 (10)

Bulk density after immersion 5 @B~/C 2 D# r

5 @1090/~1095 2 495/5# 3 1

5 1.82 (11)

Bulk density after immersion and boiling 5 @C~/C 2

D# r

5 @1095/~1095 2 495/5# 3 1

5 1.83 Mg/m³ (12)

Apparent density 5 @A~/A 2 D# r

5 @1000/~1000 2 495/5# 3 1

5 1.98 Mg/m³

5 g_2 (13)

Volume of permeable voids, % (14)

5 @~ g_2 2 g_1/g_2 * 100 = (1.98 - 1.67)/1.98*100

= 15.8, or $[(C - A) / (C - D)] \cdot 100$

= (1095 - 1000) / (1095 - 495) * 100 = 15.7

NOTA 2: Este método de prueba no se trata de una determinación de absoluta densidad. Por lo tanto, el espacio de poros tal como puede estar presente en la muestra que es no se vacía durante el secado especificado o no está lleno de agua durante la la inmersión especificado y ebullición o ambos se considera "impermeable" y no se diferencia de la porción sólida de la muestra para el los cálculos, especialmente los de los huecos por ciento. En el ejemplo descrito se asumió que la densidad absoluta de la porción sólida de la espécimen fue de 2.0 mg/m³, el espacio vacío total fue de 16.67%, y el espacio vacío era impermeable a 5 cm³. Las operaciones, si se realiza, y los cálculos, si se realiza como se describe, tiene el efecto de asumir que hay 95 cm³ de espacio de los poros y 505 cm³ de sólidos, e indican que el material sólido, por lo tanto, tiene una densidad aparente de 1.98 en lugar del densidad absoluta de 2.00 mg/m³ y el espécimen tiene un porcentaje de huecos de 15.8 en lugar de 16.67. Dependiendo de la distribución de tamaño de poro y los radios de poro de la entrada hormigón y en los propósitos para los cuales los resultados del ensayo se deseadas, el los procedimientos de la presente método de ensayo puede ser adecuado, o pueden ser suficientemente riguroso. En el caso de que se desea llenar más el poros que se llena por inmersión y técnicas de ebullición, diversos implica el uso de tratamiento al vacío o aumento de la presión puede ser utilizada. Si una medida rigurosa de porosidad que se desea, esto sólo puede ser obtenida mediante la determinación de la densidad absoluta, en primer lugar la reducción de la muestra a las partículas discretas, cada una de las cuales es lo suficientemente pequeño para que no impermeable espacio de los poros puede existir dentro de cualquiera de las partículas. Si la densidad absoluta se determinaron y designado g_3 , entonces:

Volumen vacío total, un =% $(g_3 - g_1) / g_3 \cdot 100$ (15)

= (2.00 - 1.67) / 2.00 * 100 = 16.5

Fuente: (ASTM C 642)

8. Precisión y sesgo

8.1 Precisión-En la actualidad se dispone de datos suficientes para justificar tratando de desarrollar una declaración de precisión para este método de ensayo.

8.2 Bias Bias para este método de prueba no se puede determinar ya que no hay estándar de referencia para fines de comparación.

9. Palabras clave

9,1 de absorción; hormigón endurecido, densidad, vacíos

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales no toma posición respecto a la validez de cualquier derecho de patente en relación con cualquier artículo mencionado en la presente norma. Los usuarios de esta norma están expresamente avisados de que la determinación de la validez de cualquier tales derechos de patente, y el riesgo de violación de estos derechos, son enteramente su propia responsabilidad. Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y debe ser revisado cada cinco años y si no es revisado, ya sea aprobado de nuevo o retirarse. Sus comentarios son bienvenidos, ya sea para revisión de esta norma o para normas adicionales y deberán dirigirse a la sede de la ASTM. Sus comentarios serán atentamente examinados en una reunión de los responsables comité técnico, que usted puede asistir. Si usted siente que sus comentarios no han recibido una audiencia justa usted debe hacer su puntos de vista con el ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428. C 642 2 Esta norma es propiedad intelectual de ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, Estados Unidos. Individual reimpresiones (copias únicas o múltiples) de esta norma puede ser obtenida contactando a ASTM en la dirección antes mencionada o al 610-832-9585 (teléfono), 610-832-9555 (fax), o service@astm.org (correo electrónico), oa través del sitio web de ASTM (<http://www.astm.org>).

Fuente: (ASTM C 642)

Anexo 44: Tabla de dosificaciones y equivalencias cementos sol

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	f _c Resistencia a 28 días kg/cm ²	TAMANO DE PIEDRA	PESO					
				CEMENTO Kg (bolsas)	AGUA (litros)	ARENA Kg	PIEDRA Kg	HORMIGON kg	
1- CIMENTO	1.1- CIMENTO CUBICO CON CANTONAS PIEDRA GRANDE (6")	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885	
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792	
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--	
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--	
	1.2- CON ADICION DE PIEDRA MEDIANA (6")	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885	
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792	
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--	
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--	
2- SOBRECIMIENTO	2.1- SOBRECIMIENTO 2.1.1- CON ADICION DE PIEDRA MEDIANA (6")	140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792	
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--	
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--	
		210	1"	283 (5.7)	200	--	--	--	
		210	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--	
	2.1.2- CONCRETO SIMPLE	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885	
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--	
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792	
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--	
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--	
3- ELEMENTOS VERTICALES	3.1- COLUMNAS Y FRANGOS	210	1"	375 (8.8)	230	735	1,035	--	
		210	3/4"	385 (8.1)	235	700	955	--	
		210	1/2"	388 (8.1)	237	690	841	--	
		280	1"	443 (10.4)	222	629	990	--	
		280	3/4"	460 (10.8)	230	635	924	--	
		280	1/2"	463 (10.8)	232	730	810	--	
	3.2- MUROS DE CONTENCIÓN	3.2.1- CON ADICION DE PIEDRA MEDIANA (6")	140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--
			175	1"	377 (7.5)	204	616	1,029	--
			175	1"	377 (7.5)	204	616	1,029	--
		3.2.2- CONCRETO REFORZADO	175	1"	377 (7.5)	204	616	1,029	--
			210	1"	375 (8.8)	230	735	1,035	--
			210	3/4"	385 (8.1)	235	700	955	--

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	f _c Resistencia a 28 días kg/cm ²	TAMANO DE PIEDRA	PESO				
				CEMENTO Kg (bolsas)	AGUA (litros)	ARENA Kg	PIEDRA Kg	HORMIGON kg
4- ELEMENTOS HORIZONTALES	4.1- FALSO PISO	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--
	4.2- PISO	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--
5- ELEMENTOS INCLINADOS	5.1- GRADAS	140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--
		210	1"	283 (5.7)	200	--	--	--
		210	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--
	5.1.2- ESCALERAS REGULABAS	100	1"	282 (5.7)	171	774	1,170	1,885
		100	1"	282 (5.7)	178	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	195	690	1,206	--
		140	1"	283 (5.7)	200	--	--	1,792
		175	1"	283 (5.7)	200	--	--	--
		175	1"	283 (5.7)	204	690	1,206	--

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DOSIFICACIÓN DE CONCRETO

NOTA: PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO "ATLAS" = 2.95

Fuente: (Cementos Sol)

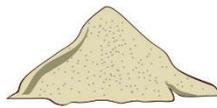
DOSIFICACIONES

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

MATERIALES



CEMENTO



ARENA
GRUESA



PIEDRA

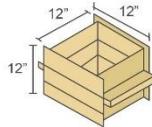


HORMIGÓN

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS



LATA PARA AGUA
GRADUADA EN LITROS



GAVERA DE 1p³

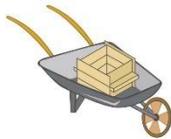


CARRETILLA



MEZCLADORA

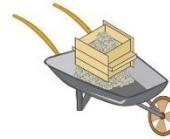
MEDIDA DE LOS MATERIALES



COLOCAR LA GAVERA
SOBRE LA CARRETILLA



ECHAR EL MATERIAL Y GRANULAR
DENTRO DE LA GAVERA, HASTA
OBTENER 0.5 p³ o 1 p²



RETIRAR LA MEDIDA PARA OBTENER
LA CANTIDAD DESEADA

Anexo 45: Tabla de dosificaciones y equivalencias cementos UNACEM

LADRILLOS POR m² DE TECHO

TIPO	DIMENSIONES (En cm)	NÚMERO DE LADRILLOS SIN DESPERDICIOS		NÚMERO DE LADRILLOS CON 5% DE DESPERDICIOS	
- DE ARCILLA - Huecos	12 x 30 x 25	10	Unidades	10.5	Unidades
"	15 x 30 x 25	10	"	10.5	"
"	20 x 30 x 25	10	"	10.5	"
"	12 x 30 x 30	8	"	8.4	"
"	15 x 30 x 30	8	"	8.4	"
"	20 x 30 x 30	8	"	8.4	"
"	12 x 30 x 40	6	"	6.3	"

MATERIALES POR m³ DE CONCRETO

PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES (SIN DESPERDICIOS)					CANTIDAD DE MATERIALES (CON 3% DE DESPERDICIO)				
	CEMENTO [Bolsa de 42.5 kg]	ARENA [m ³]	PIEDRA [m ³]	HORMIGÓN [m ³]	AGUA [m ³]	CEMENTO [Bolsa de 42.5 kg]	ARENA [m ³]	PIEDRA [m ³]	HORMIGÓN [m ³]	AGUA [m ³]
1:6	5.80	--	--	1.20	0.150	6.00	--	--	1.24	0.155
1:7	5.00	--	--	1.20	0.150	5.20	--	--	1.24	0.155
1:8	4.50	--	--	1.20	0.150	4.60	--	--	1.24	0.155
1:9	4.00	--	--	1.20	0.150	4.10	--	--	1.24	0.155
1:10	3.50	--	--	1.20	0.150	3.60	--	--	1.24	0.155
1:11	3.20	--	--	1.20	0.150	3.30	--	--	1.24	0.155
1:12	2.80	--	--	1.20	0.150	2.90	--	--	1.24	0.155
1:1:2	12.00	0.360	0.720	--	0.175	12.40	0.370	0.742	--	0.180
1:1 1/2:3	9.00	0.390	0.780	--	0.170	9.30	0.402	0.803	--	0.175
1:2:3	8.00	0.470	0.700	--	0.170	8.20	0.484	0.721	--	0.175
1:2:4	7.00	0.430	0.860	--	0.170	7.20	0.443	0.886	--	0.175
1:2:1/2:5	5.50	0.420	0.840	--	0.170	5.70	0.433	0.865	--	0.175
1:3:5	5.20	0.470	0.790	--	0.170	5.40	0.484	0.814	--	0.175
1:3:6	4.70	0.420	0.840	--	0.170	4.80	0.433	0.865	--	0.175
1:4:8	3.60	0.430	0.860	--	0.170	3.70	0.443	0.886	--	0.175

MATERIALES POR m³ DE MORTERO

PROPORCIÓN	CANTIDAD DE MATERIALES (SIN DESPERDICIOS)			CANTIDAD DE MATERIALES (CON 3% DE DESPERDICIO)		
	CEMENTO [Bolsa de 42.5 kg]	ARENA [m ³]	AGUA [m ³]	CEMENTO [Bolsa de 42.5 kg]	ARENA [m ³]	AGUA [m ³]
1:1	22.0	0.680	0.270	22.7	0.700	0.278
1:2	15.0	0.890	0.265	15.5	0.917	0.273
1:3	10.5	0.970	0.260	10.8	1.000	0.268
1:4	8.5	1.040	0.260	8.8	1.071	0.268
1:5	7.0	1.070	0.255	7.2	1.102	0.263
1:6	6.0	1.100	0.255	6.2	1.133	0.263
1:7	5.5	1.120	0.255	5.7	1.154	0.263
1:8	4.7	1.140	0.255	4.8	1.174	0.263

Fuente: (UNACEMI)

Anexo 46: Tablas de dosificación del concreto ACI

A. Tablas de dosificación de concreto - ACI

Tabla A1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Muros de subestructura sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.1; Diseño de mezclas de concreto – IMCYC

*Pueden incrementarse en 2.5 cm cuando los métodos de compactación no sean mediante vibrado.

Tabla A2. Requisitos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado.

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo de la grava (mm)							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
Concreto sin aire incluido								
2.5 -> 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 -> 10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 -> 17.5	243	228	216	202	190	178	160	---
Aire atrapado aprox. (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
2.5 -> 5	181	175	168	160	150	142	122	107
7.5 -> 10	202	193	184	175	165	157	133	119
15 -> 17.5	216	205	197	174	174	166	154	---
Promedio recomendado de aire a incluir según el tipo de exposición (%)								
Exposición Ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición Severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.3; Diseño de mezclas de concreto - IMCYC

Tabla A3. Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento (a partir del peso)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	---
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.4 (a); Diseño de mezclas de concreto - IMCYC

Elaborado por: Ing. Axel Martínez Nieto

Fuente: (ACI)

B. Tablas de dosificación de concreto - RNC - 07

Tabla B1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo*	Mínimo
Paredes y zapatas de cimentación reforzadas.	8	2
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo.	8	2
Vigas y paredes reforzadas	10	2
Columnas de edificios	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Construcción masivas	5	2

Fuente: RNC-07 – Tabla N.º 33; Página 107.

Tabla B2. Contenido de aire

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Contenido de aire (%)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
3/8"	3	8
1/2"	2.5	7
3/4"	2	6
1"	1.5	5
1 1/2"	1	4.5
2"	0.5	4
3"	0.3	3.5
6"	0.2	3

Fuente: RNC-07 – Tabla N.º 32; Página 107.

Tabla B3. Relación agua/cemento máxima permisible para concreto cuando no existan datos de resistencia de mezclas de prueba o de experiencia de campo

Resistencia a la compresión especificada (kg/cm ²)*	Relación agua/cemento máxima permisible			
	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido	
	Relación absoluta por peso	Litros por saco de cemento de 50 kg	Relación absoluta por peso	Litros por saco de cemento de 50 kg
175	0.67	33.7	0.54	27
210	0.58	29.3	0.46	23
245	0.51	25.7	0.40	20
280	0.44	22.2	0.35	17.7
315**	0.38	19.1	---	---
350**	---	---	---	---

Fuente: RNC-07 – Tabla N.º 34; Página 107.

* Resistencia a los 28 días. Para la mayoría de los materiales las relaciones agua/cemento dadas proporcionan resistencia promedio mayores que las requeridas en el Art. 131 inciso a. del RNC-07.

** La dosificación de mezclas de concreto para resistencias mayores de 315 kg/cm² sin aire incluido y de 280 kg/cm² con aire incluido. Deberán basarse en los métodos que se establecen en los Artículos 131 y 132 del RNC-07.

Elaborado por: Ing. Axel Martínez Nieto

Fuente: (ACI)

Tabla A4. Relaciones agua/cemento máximas permisibles para concreto sujeto a exposiciones severas.

Tipo de estructura	Estructura continua o frecuentemente mojada y expuesta a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o a sulfatos.
Secciones esbeltas y secciones con menos de 3 cm	0.45	0.40
Resto de estructuras	0.50	0.45

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.4 (b); Diseño de mezclas de concreto - IMCYC

Tabla A5. Volumen de agregado grueso (m³) por volumen unitario de concreto.

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Módulo de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.6; Diseño de mezclas de concreto - IMCYC

Tabla A6. Cálculos tentativos del peso volumétrico del concreto fresco

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)	Peso volumétrico tentativo del concreto (kg/m³)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
9.5	0.50	0.48
12.5	0.59	0.57
19	0.66	0.64
25	0.71	0.69
37.5	0.75	0.73
50	0.78	0.76
75	0.82	0.80
150	0.87	0.85

Fuente: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.7.1; Diseño de mezclas de concreto - IMCYC

Fuente: (ACI)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RODRIGUEZ ARAUJO ALEXI MARTIN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "APLICACIÓN DE POLIURETANO LÍQUIDO EN LA IMPERMEABILIZACIÓN DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES EN ZONAS CON PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO - LIMA", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
RODRIGUEZ ARAUJO ALEXI MARTIN DNI: 46540899 ORCID 0000-0002-0461-6668	Firmado digitalmente por: ALRODRIGUEZA01 el 03-05-2021 14:53:59

Código documento Trilce: INV - 0165246