



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del uso de la Bacteria *Bacillus Thuringiensis* en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Gonzales Puente, Elmer Jair (orcid.org/0000-0001-9965-655X)

Quispe Vila, Jimmy Alejandro (orcid.org/0000-0001-7805-9895)

ASESOR:

Mg. Diaz Huiza, Luis Humberto ([Orcid.org/0000-0003-1304-5008](https://orcid.org/0000-0003-1304-5008))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Elmer Jair Gonzales Puente:

La presente tesis va dedicado a mi familia quienes son los pilares de mi vida, en especial para mis padres que siempre están brindándome su apoyo incondicional.

Jimmy Alejandro Quispe Vila:

La presente tesis está dedicado a mis padres, pero en especial a mi querida madre que está en el cielo cuidándome.

Agradecimiento

Elmer Jair Gonzales Punte:

Agradezco a mis padres, docentes, amigos y a la Universidad César Vallejo por haber sido parte de mi formación profesional, estando a un paso para egresar como ingeniero civil puedo decir mil gracias querida alma mater.

Jimmy Alejandro Quispe Vila:

Agradezco a la Universidad César Vallejo por las oportunidades que me ha brindado, dando como producto un futuro profesional a cabalidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIÓN.....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de la bacteria bacillus thuringiensis.	9
Tabla 2. Tipos de Cementos Portland.	12
Tabla 3. Matriz de Operacionalización de variables.	20
Tabla 4. Resumen de probetas para ensayo a resistencia a la compresión.....	21
Tabla 5. Resumen de probetas para ensayo a resistencia a la tracción.	22
Tabla 7. Características Físicas del Agregado Fino.	25
Tabla 8. Características Físicas del Agregado Grueso.	27
Tabla 9. Factores de Seguridad	28
Tabla 10. Contenido de aire atrapado.....	29
Tabla 11. Valor unitario del agua.....	29
Tabla 13. Peso del Agregado Grueso.	30
Tabla 14. Proporción para 1 m ³ de mezcla.....	31
Tabla 15. Proporciones de diseño de mezcla patrón y con bacterias por m ³	32
Tabla 16. Proporciones del concreto patrón y con poblaciones bacterianas por probeta....	33
Tabla 17. Dosificación del concreto patrón y con poblaciones bacterianas por total de probetas.	34
Tabla 18. Resultados del Ensayo de consistencia.	34
Tabla 19. Resultados del Ensayo a compresión a los 7 días de madurez.....	36
Tabla 20. Resultados del Ensayo a tracción a los 7 días de madurez.	39
Tabla 21. Resultados del Ensayo a compresión a los 14 días de madurez.....	42
Tabla 22. Resultados del Ensayo a tracción a los 14 días de madurez.	45
Tabla 23. Resultados del Ensayo a compresión a los 28 días de madurez.....	48
Tabla 24. Resultados del Ensayo a tracción a los 28 días de madurez.	51
Tabla 25. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 7 días.	53
Tabla 26. Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 7 días.	54

Tabla 27. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 7 días.	49
Tabla 28. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 7 días.	50
Tabla 29. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 7 días.....	52
Tabla 30. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 7 días.	53
Tabla 31. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a tracción a los 7 días.	54
Tabla 32. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 14 días.	56
Tabla 33. Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 14 días.	57
Tabla 34. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 14 días.	58
Tabla 35. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 14 días.	59
Tabla 36. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 14 días.....	61
Tabla 37. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 14 días.	62
Tabla 38. Prueba de T-Student de los ensayos a tracción a los 14 días.	63
Tabla 39. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 28 días.	65
Tabla 40. Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 28 días.	66
Tabla 41. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 28 días.	67
Tabla 42. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 28 días.	68
Tabla 43. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 28 días.....	70
Tabla 44. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 28 días.	71
Tabla 45. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a tracción a los 28 días.	72
Tabla 46. Análisis descriptivo de los ensayos de Cono de Abrams.....	67
Tabla 47. Prueba de normalidad de los ensayos de Cono de Abrams.....	67
Tabla 48. Prueba de T-Student de los ensayos de Cono de Abrams.....	69
Tabla 49. Prueba de HSD Tukey de los ensayos de Cono de Abrams.....	70

Índice de Figuras

Figura 1. Microscopía electrónica de transmisión de una cepa de <i>Bacillus thuringiensis</i>	8
Figura 2. Laboratorio para un nivel de bioseguridad tipo I.....	9
Figura 3. Galoneras con poblaciones de <i>bacillus thuringiensis</i>	10
Figura 4. Lactato de calcio del laboratorio Mixo Lab.....	11
Figura 5. Ensayo a compresión del concreto.....	15
Figura 6. Ensayo a tracción del concreto patrón.	16
Figura 7. Uso del Cono de Abrams para determinar el slump.	17
Figura 8. Ubicación del Laboratorio BioTech Agro.	24
Figura 9. Ubicación del Laboratorio Geo Control Perú.	24
Figura 10. Poblaciones de bacteria <i>bacillus thuringiensis</i>	25
Figura 11. Curva granulométrica del agregado fino.	26
Figura 12. Análisis granulométrico del agregado fino.....	26
Figura 13. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	27
Figura 14. Curva granulométrica del agregado grueso.	28
Figura 15. Proporciones porcentuales de la mezcla patrón por m ³	32
Figura 16. Proporciones porcentuales de la mezcla con poblaciones de bacterias de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ cel/ml por m ³	33
Figura 17. Resistencia a la compresión a los 7 días.	35
Figura 18. Resistencia a la tracción a los 7 días.	38
Figura 19. Resistencia a la compresión a los 14 días.	41
Figura 20. Resistencia a la tracción a los 14 días.....	44
Figura 21. Resistencia a la compresión a los 28 días.	47
Figura 22. Resistencia a la tracción a los 28 días.....	50
Figura 23. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 7 días.	50
Figura 24. Diagrama de Bigotes de ensayos de tracción a los 7 días.....	51
Figura 25. Media de Resistencia a Compresión 7 días.	55
Figura 26. Media de Resistencia a Tracción 7 días.....	55
Figura 27. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 14 días.	59
Figura 28. Diagrama de Bigotes de ensayos de tracción a los 14 días.....	60
Figura 29. Media de Resistencia a Compresión 14 días.	64

Figura 30. Media de Resistencia a Tracción 14 días.....	64
Figura 31. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 28 días.....	68
Figura 32. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 28 días.....	69
Figura 33. Media de Resistencia a Compresión 28 días.....	73
Figura 34. Media de Resistencia a Tracción 28 días.....	73
Figura 35. Diagrama de Bigotes de ensayos de Cono de Abrams.....	68
Figura 36. Media de resultados de Cono de Abrams.....	71

Resumen

La presente investigación nace con la finalidad de realizar un análisis, donde recopilamos información y poder entender el comportamiento o influencia que posee el uso de la bacteria bacillus thuringiensis en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima, donde empleamos tres poblaciones de bacterias que son de 10^7 , 10^8 y 10^9 células/ml. Para ello también se tuvieron que realizar análisis de los insumos del concreto en este caso los agregados que son provenientes de una cantera que se encuentra por el distrito de Cieneguilla para poder realizar el diseño de mezclas mediante la metodología del American Concrete Institute, posterior a ello realizar ensayos evaluando la calidad del concreto que diseñamos mediante el ensayo de Cono de Abrams, ensayos de resistencia mecánica “resistencia a la compresión y resistencia a la tracción” que fueron realizados en los laboratorios de Geocontrol Perú S.A.C. que está ubicado en el centro poblado de Santa Clara – Ate. Realizamos 4 dosificaciones, la primera era concreto convencional de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, la segunda dosificación era con inclusión de población de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, la tercera dosificación era con inclusión de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y la última dosificación es de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis, una vez elaborado las distintas dosificaciones de concreto procedimos a realizar 3 ensayos de Cono de Abrams a cada mezcla teniendo un asentamiento de 3.97” en el concreto patrón, 3.85” en el concreto con 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, 3.77” en el concreto con 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y 3.71” en el concreto con 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis; posterior a ello se fabricaron 72 probetas de los cuales 36 fueron ensayados a compresión y 36 ensayados a tracción a los 7, 14 y 28 días de madurez. Se obtuvieron resultados de 211.99 kg/cm^2 de resistencia de compresión y 224.99 kg/cm^2 de resistencia a la tracción en el concreto con 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis a los 28 días, 247.03 kg/cm^2 de resistencia de compresión y 21.13 kg/cm^2 de resistencia a la tracción en el concreto con 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis a los 28 días y 256.86 kg/cm^2 de resistencia de compresión y 23.24 kg/cm^2 de resistencia a la tracción en el concreto con 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis a los 28 días. La dosificación con 10^9 cel/ml obtuvo el valor más alto amplificando las propiedades mecánicas del concreto, las bacterias bacillus thuringiensis emplean al lactato de calcio como un catalizador.

Palabras Clave: Lactato de Calcio, Bacillus Thuringiensis y Propiedades Mecánicas.

Abstract

The present investigation was born with the purpose of carrying out an analysis, where we collect information and be able to understand the behavior or influence that the use of the bacterium bacillus thuringiensis has on the mechanical properties of concrete $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ in Lima, where we use three populations of bacteria that are 10^7 , 10^8 and 10^9 cells/ml. For this, an analysis of the concrete inputs had to be carried out, in this case the aggregates that come from a quarry located in the Cieneguilla district in order to carry out the design of mixtures using the methodology of the American Concrete Institute, after which carry out tests evaluating the quality of the concrete that we design through the Abrams Cone test, mechanical resistance tests "resistance to compression and resistance to traction" that were carried out in the laboratories of Geocontrol Perú S.A.C. which is located in the populated center of Santa Clara – Ate. We carried out 4 dosages, the first was conventional concrete of $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, the second dosage was with the inclusion of a population of 10^7 cells/ml of bacillus thuringiensis, the third dosage was with the inclusion of 10^8 cells/ml of bacillus thuringiensis and the last dosage is 10^9 cells/ml of bacillus thuringiensis, once the different concrete dosages were prepared, we proceeded to carry out 3 Abrams Cone tests on each mixture, having a settlement of 3.97" in the standard concrete, 3.85" in the concrete with 10^7 cells/ml of bacillus thuringiensis, 3.77" in the concrete with 108 cells/ml of bacillus thuringiensis and 3.71" in the concrete with 10^9 cells/ml of bacillus thuringiensis; After that, 72 specimens were manufactured, of which 36 were tested in compression and 36 tested in tension at 7, 14 and 28 days of maturity. Results of 211.99 kg/cm^2 of compressive strength and 224.99 kg/cm^2 of tensile strength were obtained in concrete with 10^7 cells/ml of bacillus thuringiensis at 28 days, 247.03 kg/cm^2 of compressive strength and 21.13 kg/cm^2 of tensile strength in concrete with 108 cells/ml of bacillus thuringiensis at 28 days and 256.86 kg/cm^2 of compressive strength and 23.24 kg/cm^2 of tensile strength in concrete with 10^9 cells/ml of bacillus thuringiensis at 28 days.

The dosage with 10^9 cells/ml obtained the highest value amplifying the mechanical properties of the concrete, the bacteria bacillus thuringiensis use calcium lactate as a catalyst.

Keywords: Calcium Lactate, Bacillus Thuringiensis and Mechanical Properties.

I. INTRODUCCIÓN

La humanidad ha evolucionado a pasos agigantados evidencia de ello es el entorno que nos rodea donde podemos apreciar viviendas, carreteras, obras de artes, etc. Estas estructuras nos facilitan el día a día brindándonos mayor calidad de vida, estando conformado de distintos materiales siendo el más importante el concreto debido a su capacidad de adaptabilidad, trabajabilidad y resistencia a la compresión (Espitia Nery, et al., 2018 p. 17). Este material es producto de diversas combinaciones de cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y si es necesario la inclusión de algún aditivo que va a proveer una nueva propiedad a la mezcla, así como tiene propiedades muy beneficiosas existen fallencias que tarde o temprano se presentaran, la patología más común del concreto es la tendencia a fisurarse o agrietarse ello es producto de las reacciones químicas generadas en su ciclo de vida, mal diseño estructural provoca el decrecimiento de la resistencia a la compresión, su durabilidad, reducción de vida útil y mayores costos de mantenimiento (Ponce de León Echegaray et al. 2015 págs. 36-38). Las grietas y las fisuras son patologías de las cuales ya sabemos que son parte del ciclo de vida del concreto que afectan directamente el desempeño estructural del elemento por eso se requiere de una material que reparen y mejoren las capacidades del concreto (Ghoniem, et al., 2021). La incorporación de bacterias bacillus acompañado del Lactato de calcio en la fabricación del concreto es una solución novedosa y viable con mejores características, ya que es un material no perjudicial para el medio ambiente en comparación con los aditivos químicos y amplifica las propiedades mecánicas del concreto en especial la resistencia a la compresión. Este denominado Bio – Concreto podrá obtener mayor resistencia mecánica en menor cantidad días en comparación de un concreto convencional beneficiando la practicidad de los procesos constructivos durante la ejecución de los proyectos y obteniendo un mejor comportamiento estructural (Ascate Mego et al. 2019 págs. 1-2).

En el presente proyecto de investigación utilizaremos el lactato de calcio en conjunto con poblaciones bacterianas de bacillus como aditivo en la elaboración de un concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para el análisis comparativo con un concreto convencional.

Formulación del Problema

Problema general:

¿Cuál es la influencia del uso de la bacteria bacillus thuringiensis en las propiedades mecánicas de un concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima - 2022?

Problemas Específicos

¿Cómo incide el uso de poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis en la trabajabilidad y consistencia de un concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

¿Las poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 , 10^9 cel/ml de bacillus Thuringiensis altera la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez?

¿Las poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 , 10^9 cel/ml de bacillus Thuringiensis altera la resistencia a la tracción del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez?

Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia del uso de la bacteria bacillus thuringiensis en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Objetivos específicos

Precisar la incidencia del uso de poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis en la trabajabilidad y consistencia del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto con población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis a los 7,14 y 28 días de madurez.

Determinar la resistencia a la tracción del concreto con población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis a los 7,14 y 28 días de madurez.

Hipótesis

Hipótesis General

En el presente proyecto de investigación tenemos como hipótesis:

El uso de la bacteria bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Hipótesis Especifica

El uso de poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis tiene una incidencia desfavorable reduciendo la trabajabilidad y consistencia del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El uso de población bacteriana de bacillus thuringiensis de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml altera de manera positiva la resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez.

El uso de población bacteriana de bacillus thuringiensis de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml altera de manera positiva la resistencia a tracción del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez.

Justificación de la Investigación

Justificación Técnica

El proyecto de investigación se justifica de manera experimental debido a que es cuantitativo por ende manipularemos directamente el material de estudio realizando ensayos de compresión y Slump en laboratorios de concreto.

Justificación Metodológica

Se justificará de manera metodológica porque se genera un instrumento de recolección de datos relevante generando un documento de consulta para futuras investigaciones relacionadas al desarrollo de concreto con población bacteriana de bacillus thuringiensis.

Justificación Social

Se tiene relevancia social debido a que las entidades como el MTC, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, CAPECO, SENCICO, entre otras entidades públicas como privadas tendrán antecedentes importantes u información relevante del impacto del uso de lactato de calcio en conjunto con población bacteriana de Bacillus en la resistencia a la compresión del concreto en Lima, partiendo de esta investigación como referencia para la aplicación del Bio – concreto en la industria de la construcción.

Justificación Económica

La investigación se justifica de manera económica porque analizaremos el costo – beneficio del concreto patrón y concreto con población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 células/ml, fomentando el uso de nuevas fuentes no convencionales para la fabricación del concreto.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Nacionales

(Ascate Mego et al. 2019) en su proyecto de investigación: Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto realizado en el distrito de Tarapoto, se tuvo como objetivo el elaborar un denominado bioconcreto con bacillus subtilis con la finalidad de mejorar las resistencias mecánicas del concreto tales como la compresión y flexión. La investigación fue netamente aplicada de tipo experimental teniendo 60 muestras de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm² de las cuales se tendrían 9 probetas con concreto patrón, 9 probetas con bioconcreto con 4% de bacillus subtilis, 9 probetas con bioconcreto con 8% de bacillus subtilis y 9 probetas con bioconcreto con 12% de bacillus subtilis que serían ensayadas a compresión, de la misma manera se elaboró se preparan probetas para ensayarse a flexión variando en las cantidades de 6 probetas con concreto patrón, 6 probetas con bioconcreto con 4% de bacillus subtilis, 6 probetas con bioconcreto con 8% de bacillus subtilis y 6 probetas con bioconcreto con 12% de bacillus subtilis siendo así un total de 36 probetas ensayadas a compresión y 24 probetas ensayadas a flexión. Este concreto con bacterias tenía un catalizador que fue el lactato de calcio, al final se validan las hipótesis de dicho proyecto debido a que el concreto con inclusión de 4% de bacterias bacillus subtilis obtuvo una amplificación de 10% en base a la resistencia a la compresión de diseño y 6% en base a la resistencia a la flexión, el concreto con inclusión de 8% de bacterias bacillus subtilis obtuvo una amplificación de 13% en base a la resistencia a la compresión de diseño y 7% en base a la resistencia a la flexión por último el concreto con inclusión de 12% de bacterias bacillus subtilis obtuvo una amplificación de 17% en base a la resistencia a la compresión de diseño y 15% en base a la resistencia a la flexión.

(Ormaeche Celestino, 2020) en su tesis para la obtención del título profesional con nombre: Influencia de la bacteria Sporosarcina Pasteurii en la resistencia mecánica del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se tenía como objetivo la determinar la influencia del uso poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 células/ml de Sporisarcina Pasteurii en conjunto con lactato de calcio en la resistencia mecánica de un concreto con $F'c 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Lima, Para la obtención de dichos resultados el tesista se vio en la necesidad de realizar diversos ensayos sobre las propiedades mecánicas del concreto y propiedades físicas de los agregados, tales como diseño de mezclas, contenido de humedad, asentamiento, peso

específico y unitario, granulometría y resistencia a la compresión para la elaboración de un concreto patrón de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se realizaron 96 probetas de las cuales 12 probetas eran de concreto patrón, 12 probetas de concreto con mezcla de población bacteriana de 10^7 células/ml de bacillus subtilis con lactato de calcio, 12 probetas de concreto con mezcla de población bacteriana de 10^8 células/ml de bacillus subtilis con lactato de calcio y 12 probetas de concreto con mezcla de población bacteriana de 10^9 células/ml de bacillus subtilis con lactato de calcio para ser ensayadas a tracción y compresión a los 7, 14, 21 y 28 días de madures del concreto, los resultados obtenidos fueron favorables demostrando que el uso de poblaciones de 10^7 células/ml, 10^8 células/ml y 10^9 células/ml con lactato de calcio amplifican la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados respecto a los ensayos a tracción fueron favorables afirmando que la hipótesis específica del trabajo de investigación era validada, el concreto con población bacteriana de 10^7 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 4.72% en base a la resistencia de diseño “ 210 Kg/cm^2 ”, la población bacteriana de 10^8 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 12.36% en base a la resistencia de diseño “ 210 Kg/cm^2 ” y la población bacteriana de 10^9 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 21.46% en base a la resistencia de diseño “ 210 Kg/cm^2 ”. Los resultados respecto a los ensayos a tracción fueron favorables afirmando que la hipótesis específica del trabajo de investigación era validada, la población bacteriana de 10^7 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 5.11%, la población bacteriana de 10^8 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 11.24% y la población bacteriana de 10^9 Cel/ml a los 28 días tuvo una amplificación de 28.55%, de acuerdo con los valores obtenidos de los ensayos a compresión y tracción el uso la bacteria bacillus subtilis influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ la hipótesis general queda validada.

(Palmer Lozada et al. 2020) en su tesis con nombre: “Aplicación de bacterias Bacillus Pseudofirmus para mejorar las propiedades del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 2020”, tuvo como objetivo el estudio la mejora de las propiedades mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por medio de bacterias, la metodología que se usó fue por medio de la interpolación de los datos recolectados de artículos, tesis, revistas, etc. Se obtuvieron resultados positivos mediante el uso de la bacteria bacillus subtilis y bacillus sphaericus en diversas dosificaciones del concreto, los ensayos realizados a los 7 y 28 días brindaron datos significativos, ya que indicaron que el uso de población bacteria de 5×10^6 cel/ml de bacillus sphaericus amplificó en 20.94% la resistencia a la compresión y 32.42% la resistencia a la flexión.

Antecedentes Internacionales

Citando a (Muller, et al., 2021) en su artículo científico con nombre: Analysis of cementitious matrices self-healing with bacillus bacteria, tenían como objetivo el análisis del potencial de la autocuración de las matrices cementantes por medio de diferentes poblaciones bacterianas de 3×10^6 , 3×10^7 y 3×10^8 cel/ml de bacillus subtilis encapsuladas en perlitas expandidas con una relación de agua y cemento de 0.37, el grupo de investigadores obtuvieron resultados por medio de ensayos visuales, comportamiento capilar en base al tiempo, ensayos de resistencias mecánicas, evaluaciones físico – químicas de las perlitas expandidas y la distribución del comportamiento de las fisuras en las muestras. Al final se obtuvieron resultados poco favorables esto debido a que no se obtuvo una cicatrización total de las fisuras, con una población bacteriana de 3×10^6 se obtuvieron los mejores resultados ya que las fisuras en un rango de 0.15mm a 0.46 mm empezaron a cicatrizar a los 7 días y una cicatrización final a los 48 días, por otro lado las fisuras de un espesor 0.46 mm, para una población de 3×10^7 se obtuvo una cicatrización parcialmente continua para las fisuras en un rango de 0.07mm a 0.22 mm empezaron a cicatrizar a los 7 días y una cicatrización final a los 48 días, y por último para una población de 3×10^8 se obtuvo una cicatrización continua para las fisuras en un rango de 0.11mm a 0.20 mm empezaron a cicatrizar a los 7 días y una cicatrización final a los 48 días.

Citando a (Ferral Pérez, et al., 2020) en su artículo de investigación con el nombre: Bioprecipitation of calcium carbonate by Bacillus subtilis and its potential to self-healing in cement-based materials, se tenía como objetivo el caracterizar la bio – precipitación de por medio del carbonato cálcico en conjunto con la bacteria bacillus subtilis, el medio de experimentación fue usando las cepas de la bacteria bacillus subtilis regida por el medio de cultivo del tipo de recolección de cultivos bacteriológicos americano donde se emplea un 0.5% de peptonas, un 0.3% de extracto de carne y acetato de calcio a una temperatura promedio de 37° C durante unos 3 días en unas cajas Petri, los resultados de dicho procedimiento indican que se aumentó la población en 3 veces a la inicial, posterior a ello se produjeron cristales de un tamaño de 50 a 170 micrómetros donde el compuesto predominante fue la calcita con un porcentaje mínimo de vaterita, el pH de la mezcla se amplificó hasta un valor de 10 en conclusión el uso de las bacterias bacillus subtilis por el medio de cultivo del tipo de recolección de cultivos bacteriológicos americano genera un aditivo bio bacteriano que puede generar diversas características positivas en el concreto

tales como la amplificación de las capacidades mecánicas y auto reparación de cualquier concreto.

Citando a (Gökçe, et al., 2021) en su artículo de investigación con el nombre: The effect of calcite and blast furnace slag on the rheology properties of self-compacting concrete in meso and macro scales se tenía como objetivo principal el análisis del uso de la escoria de alto hornos en conjunto con la calcita en las propiedades reológicas de un concreto convencional fresco, se realizaron diversas muestras con proporciones o porcentajes en base al peso del cemento, hubieron muestras con 10%, 15%, 20% y 25% de calcita, y porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% de sustitución de concreto por escoria de alto horno. Se evaluaron diversos parámetros reológicos “viscosidad y punto de fluidez” en base al modelo de Bingham donde se obtuvieron resultados de límite de elasticidad mínimo de -19.5 N-mm producto de la mezcla de 100% de cemento + 10% de calcita y una elasticidad máxima de 13.95 en una mezcla de 60% de cemento + 40% de escoria de alto horno + 10% de calcita. El valor más elevado en respecto a la viscosidad plástica de las mezclas fue de 1.141 Pa-s en un conglomerado de 70 % de cemento + 30% de escoria de alto horno + 25% de calcita y la mezcla con viscosidad plástica más baja obtuvo un valor de 0.628 Pa-s con una proporción de 70 % de cemento + 30% de escoria de alto horno + 10% de calcita.

Teorías Relacionadas al Tema

Bacillus Thuringiensis

La bacteria bacillus thuringiensis es un bacilo gram positivo, catalogado como aerobio debido a que necesita del oxígeno para desarrollarse, con capacidad de generar esporas, es inocua para los vertebrados, su tamaño es de 1 a 1.2 micrómetros de ancho y de 3 a 5 micrómetros de largo (Portela Dussán, y otros, 2013). Sobresale entre las demás bacterias debido a su gran capacidad de cristalización de naturaleza proteica, esta bacteria tiene variedad de formas (cilíndrica, rómbicos, etc.) como se presenta en la Figura 1 (MASRI, et al., 2021). Es la bacteria más utilizada a nivel mundial debido a su gran capacidad de control biológico porque generan proteínas Cry que actúan como insecticidas afectando el sistema estomacal de gran variedad de insectos (Álvarez López, 2011 pág. 5).

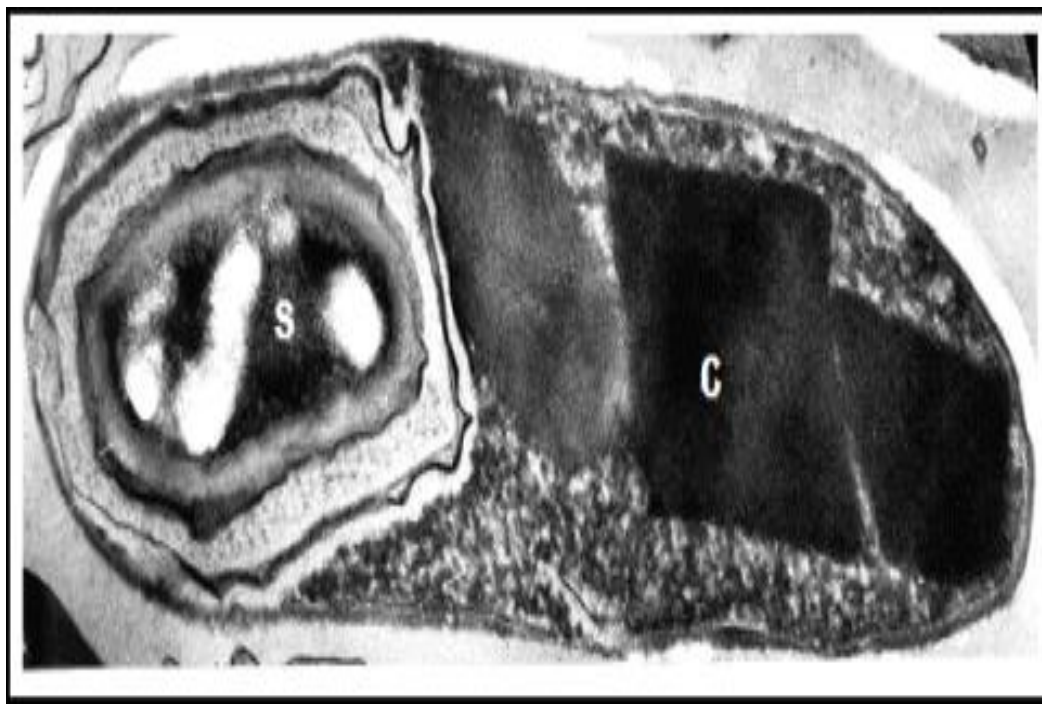


Figura 1. Microscopía electrónica de transmisión de una cepa de *Bacillus thuringiensis*.

El género de los bacillus al ser de características gram positivas se les denomina aeróbicas ya que necesitan del oxígeno para su existencia, posterior a ello ser generadoras de esporas y con una alta capacidad de crecimiento en cualquier ambiente hostil (Nowocień, et al., 2022).

La bacteria *Bacillus thuringiensis* es una bacteria que se encuentra en el suelo y se caracteriza por generar proteínas que posterior a ello se convierte en cristales que son caracterizados por eliminar plagas, esta bacteria no es dañina para la salud, porque es considerado en un nivel 1 de bioseguridad y según el manual de bioseguridad en el laboratorio de la organización mundial de la salud al tener una clasificación 1 está considerado en los microorganismos que poseen probabilidades casi nulas de generar enfermedades seres humanos y animales vertebrados (Akinyelure, et al., 2021 p. 409).

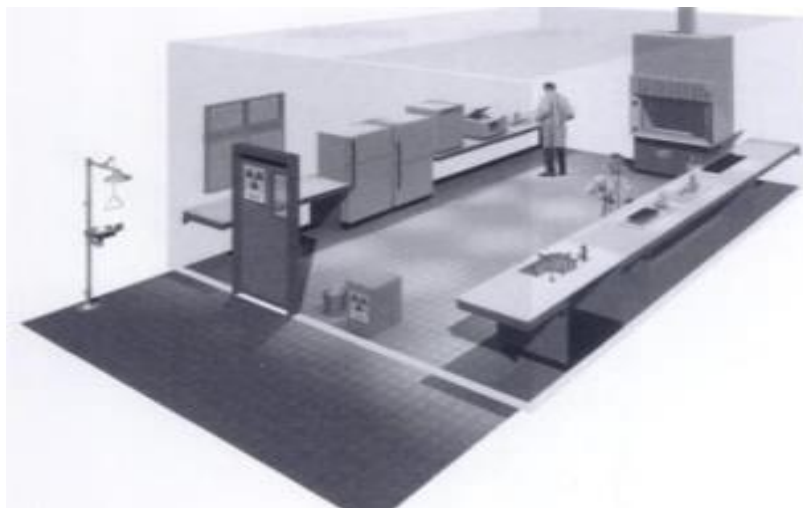


Figura 2. Laboratorio para un nivel de bioseguridad tipo I

Tabla 1. *Propiedades físicas y químicas de la bacteria bacillus thuringiensis.*

Característica	Descripción
Composición	Bacillus thuringiensis var. Kurstaki 6.4%
Densidad	1.06 – 1.1 g/ml a unos 20°C
Apariencia	Polvo color marrón claro
Estabilidad	2 años
PH	4.6 - 5.0
Formulación	Polvo mojable

Fuente: Drokasa Perú.

En el proyecto de investigación se emplearon cepas de la bacteria bacillus thuringiensis, estas tienen diversos medios de cultivos que son procedimientos para el desarrollo, alimentación y mantenimiento de las bacterias, estos procedimientos están estandarizados por diversas entidades tales como el American Type Culture Cultive “ATCC ® 11859TM” proveniente de Norteamérica, Natural Reserve System “NRS” que es dada por la Universidad de California, National Collection of Type Cultures “NCTC” proveniente de Inglaterra y el National Center for Information Biotechnological “NCIB” que es otro estándar proveniente de Estados Unidos (Ormaeche Celestino, 2020).

Existen otros métodos de cultivos bacterianos como la nueva tecnología Biofloc que netamente se basa en ser un medio de cultivos controlado y manipulados bajo diversas

condiciones tales como reducciones químicas de nitrógeno y adición de agentes conformados por carbono (Ayazo Genes, et al., 2019).

El medio de cultivo empleado fue el American Type Culture Cultive “ATCC ® 11859TM” norteamericano donde las poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel/ml fueron extraídas en recipientes de vidrios para incluirlas en el medio de cultivo de forma líquida que se constituye por 5 gramos de peptona, 3 gramos de extracto de carne y 20 gramos de urea por litro de agua destilada, es importante que dicho cultivo contenga fuentes de carbono para que se genere energía en el proceso anabólico, fuente de nitrógeno que proporciona la capacidad del crecimiento de las poblaciones bacterianas, esporulación y permite sintetizar proteínas, aparte adicionar diversos micronutrientes ya que es importante que contenga fuente de carbono, dando energía al proceso anabólico, también la fuente de nitrógeno para su crecimiento, esporulación y síntesis de la proteína, y lo más importante adicionar micronutrientes como calcio, magnesio, magnesio, potasio y hierro (Hernández Guzmán, 2014).



Figura 3. Galoneras con poblaciones de bacillus thuringiensis.

Lactato de Calcio

Polvo homogéneo producto de la reacción química entre el ácido láctico y el carbonato de calcio producido en un laboratorio, es una fuente de calcio muy soluble, no tiene sabor, muy usado para la fortificación de alimentos como suplemento dietético de calcio y en el sector

farmacéutico. La dosis de aplicación en agua es de 1.3 gr/ porción de 250 ml, tiene un PH de 6 a 8 y el almacenamiento es a temperatura de ambiente protegido de la luz solar y tiene una vida útil de 1 año. El lactato de calcio tiene una pureza de 08.3%, 13.8 % de contenido de calcio, una solubilidad mayor al 9g por 100 ml de agua y un rango de Ph ente 6 a 8.

La bio-mineralización o mineralización es aquel proceso generado por los organismos vivos en este caso bacterias de manera natural o química que es inducida por el lactato de calcio que luego de ser usado como alimento de las bacterias segrega carbonato de calcio (Anbu, et al., 2016).

En la actualidad el uso de carbonato de calcio se vuelve cada vez más común esto debido a que es un foco de estudio para la ingeniería ya que es una tecnología novedosa que provoca mayor vida útil y desempeño del concreto generados por la precipitación (Hassan Amer, et al., 2021).



Figura 4. Lactato de calcio del laboratorio Mixo Lab.

Cemento

Es el insumo principal de cualquier concreto, tiene la función de aglutinante en conjunto con los distintos agregados como el grueso, agregado fino, agua y en algunos casos mezclados con soluciones químicas bien llamados aditivos. El cemento es uno de los materiales más empleados a nivel mundial debido a su uso en el sector construcción, con la desventaja que es generador del CO₂ siendo esta una sustancia perjudicial para el medio ambiente (Nurtanto, et al., 2020).

Existen 5 tipos de cementos que varían dependiendo del uso y características que serán presentados en la tabla 3.

Tabla 2. *Tipos de Cementos Portland.*

Tipo	Descripción
I	Uso común o general
II	Uso general, resistencia moderada a los sulfatos y calor de hidratación moderado.
III	Resistencia inicial alta.
IV	Calor de hidratación bajo.
V	Resistencia elevada a los sulfatos.

Fuente: Elaboración Propia.

Agua

Es uno de los insumos en la elaboración del concreto además de ello es el material más consumido a nivel mundial, por ende, es de vital importancia el estudio y análisis del mismo (Tanyildizi, 2021 p. 52). Para el uso del agua se deben de cumplir con diversas especificaciones o requisitos como: debe de ser limpia, en el mejor de los casos potable, no puede contener impurezas, agentes químicos perjudiciales para el concreto, etc. Estos requisitos son indispensables para generar un concreto de calidad que cumpla con la resistencia y propiedades para el cual se diseña (Santos Estrada, 2021 pág. 29).

Agregados

Son materiales granulares que se encuentran en la naturaleza empleados como insumos para la elaboración del concreto que ocupan entre el 60% al 80% del volumen de materiales empleados en la elaboración de cualquier concreto debido a ello es necesario su estudio,

correcto análisis y selección para que cumpla con las características adecuadas ya que tiene mucha influencia en el comportamiento del concreto a producir (Santos Estrada, 2021).

Los agregados están clasificados en dos grupos:

Agregado Fino: Es aquel material que abarcan a las arenas naturales o arenas procesadas donde las partículas pueden tener un tamaño máximo de 10 mm regulado por el ASTM-C128 (Ruiz Humareda , y otros, 2020 pág. 44).

Agregado Grueso: Es aquel material que posee partículas de un tamaño de 152 mm y que quedan retenidas en la malla del tamiz N°. 16.

Los agregados del concreto están estandarizadas y normadas por el ASTM C33 y el ASTM C330 (Lopez, y otros, 2014).

Concreto

El concreto es el material mas empleado en el sector de construcción ya que es un material fácil de conseguir debido a que sus insumos se encuentran en nuestro entorno, es producto del conglomerado de cemento Portland, agregados, agua y aditivos (Mejía Barrera, et al., 2022). Los agregados son áridos clasificados por sus diámetros, son catalogados como grava, gravilla, agregado fino y agregados grueso; la mezcla del concreto es variable depende del producto final que desees obtener ya que dichas combinaciones generan alteraciones en las propiedades mecánicas del concreto en su estado fresco y endurecido (Macías Veliz et al. 2019).

En la actualidad un material novedoso es el concreto autocurativo que viene a ser la mezcla del concreto convencional con adición de poblaciones bacterianas, este concreto tiene está captando mayor popularidad debido a su capacidad de auto repararse, amplificación de las propiedades mecánicas y la disminución del efecto negativo de la contaminación ambiental (Niloofar, et al., 2022). El bio concreto al volver más denso al concreto ocupando los vacíos del material propio evita el ingreso de agentes externos como los cloruros, oxígeno, sales o otros agentes externos que afectan directamente tanto al concreto como al acero de construcción (Sierra Beltran, y otros, 2017 pág. 207).

El concreto tiene la capacidad de auto repararse esto es generado por los procesos químicos de la mezcla del concreto, lactato de calcio y bacteria bacillus. Estos procesos químicos generarla precipitación del carbonato cálcico que puede sellar fisuras de hasta 0.2 mm esto

genera que el concreto sea más denso por ende amplifica las resistencias mecánicas como la compresión y tracción. La carbonatación es generada por el carbonato de calcio con nomenclatura de CaCO_3 donde el dióxido de carbono conocido como Ca_2 reacciona en conjunto con el hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ debido a la humedad o hidratación del entorno tal como se muestra en la siguiente ecuación (SBÎRLEA, et al., 2021).



CO_2 : Dióxido de Carbono

$\text{Ca}(\text{OH})_2$: Hidróxido de Calcio

CaCO_3 : Carbonato de Calcio

H_2O : Agua

La precipitación de carbonato de calcio genera la cicatrización o también llamado curación microbiana, esto se genera por el contacto del agua como agente externo generando como reacciones varias capas densas que son compuestas por el carbonato de calcio. En el proyecto de investigación al usar el lactato de calcio este actúa como un nutriente y la bacteria como un catalizador (Rubio Garde, y otros, 2016 pág. 11), esta reacción química es denotada por la siguiente ecuación (2):



$\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2)_2$: Propanoato de Calcio

CaCO_3 : Carbonato de Calcio

El lactato de calcio luego del proceso de conversión metabólica genera dióxido de carbono, que luego reaccionara en conjunto con el hidróxido de calcio del hormigón como se muestra en la ecuación (1), esto genera una reacción amplificando la cantidad de carbonato de calcio, al producir cantidades masivas de precipitados cristalinos con un tamaño de 100 micrómetros de carbonato de calcio sellan las fisuras bloqueando el ingreso de sustancias externas como el agua que afectan de manera directa al refuerzo, resistencia mecánica y la durabilidad del concreto (Jonkers, et al., 2012).

Propiedades del Concreto Endurecido

Resistencia a la Compresión

Es la virtud principal por el cual el concreto se usa masivamente en el mundo, es la capacidad que tiene el concreto endurecido para poder resistir cargas o fuerzas ejercidas sobre el mismo. Se expresa como esfuerzo con unidad de medida en kg/cm^2 en el Perú, en otros países sus unidades son en MP que significa mega pascales, PSI o libras por pulgada cuadrada. Para el cálculo del $F'c$ o también denominado capacidad de resistencia a la compresión, se realiza el ensayo en laboratorios de roturas de probetas a compresión que está regido por el ACI 318 “American Concrete Institute”, NTP “Norma Técnica Peruana” y ASTM C39 “American Society for Testing and Materials” (Huaquisto Cáceres , y otros, 2018).

En el proyecto de investigación se incorporó poblaciones de bacterias de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis en la elaboración del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ esperando la amplificación de la resistencia a la compresión debido al uso de dichas bacterias que serán ensayadas mediante testigos de concreto modificado con medidas reglamentadas a los 7, 14 y 28 días de madurez.



Figura 5. Ensayo a compresión del concreto

Resistencia a la Tracción

Es la capacidad de resistencia a la falla mediante momentos que posee el concreto, se tiene poco énfasis a esta propiedad en el concreto ya que es casi despreciable, se mide en kg/cm^2 en el Perú, en otros países sus unidades son en mega pascales, PSI o libras por pulgada cuadrada, estos ensayos son realizados sobre concreto endurecidos con forma cubicas, cilíndricas y prismáticas (PAMFIL, et al., 2021). Para el presente proyecto de investigación se incorporó población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis en la elaboración del concreto $F'c= 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ esperando la amplificación de la resistencia a la tracción debido al uso de dichas bacterias que serán ensayadas mediante testigos de concreto modificado con medidas reglamentadas a los 7, 14 y 28 días de madurez.



Figura 6. Ensayo a tracción del concreto patrón.

Propiedades del Concreto Fresco

Trabajabilidad del Concreto

Es la propiedad principal del concreto fresco ya que de esto depende la facilidad para maniobrar, transportar, colocar y acabado sin afectar la homogeneidad de la mezcla debido a la exudación o segregación (Soares Santos, et al., 2021). El nivel de trabajabilidad del concreto depende de la necesidad, esto se refiere a las características que posee el elemento que recibe al concreto tales como el tamaño, forma del encofrado, tamaño del acero

estructural, etc. El cálculo de trabajabilidad es mediante el ensayo de asentamiento del Cono de Abrams que utiliza la unidad de medida en Pulgadas (Torres, 2004 pág. 89).



Figura 7. Uso del Cono de Abrams para determinar el slump.

La trabajabilidad varía de acuerdo a la consistencia y cohesión del concreto en estado fresco, esto debido al porcentaje del cemento, contenido de agua, aditivos, etc. En resumen, las propiedades físicas de los agregados y la relación agua/cemento tienen mayor impacto en la trabajabilidad del concreto (Asenjo Alarcon, 2019 pág. 61).

Consistencia del Concreto

Es el mayor o menor grado de deformación y consecuencia de esta propiedad deberá de ocupar todo el espacio vacío del molde usado. Un correcto monitoreo y control del concreto viene es crucial ya que evitara o minimizara diversas patologías que se generaran luego que el concreto se endurezca (Saidi, y otros, 2022 pág. 135).

Determina la capacidad de fluir el concreto en estado fresco, y evaluar la facilidad de compactarse, es considerado un indicador de la trabajabilidad, para la evaluación de esta se mide la fluidez de la mezcla y si es aceptada para la utilización del trabajo requerido (Ramirez Penagos, 2017 pág. 6).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

(Valderrama Mendoza, 2013), la investigación viene a ser aplicada “Es también conocido como investigación práctica, porque se basa netamente en la investigación, esto es debido a que depende de los descubrimientos y la contribución teórica como resultados que generan beneficios a la sociedad” (pág. 38).

El tipo de investigación empleado para este proyecto viene a ser de tipo aplicada, debido a que estamos estudiando cual es el impacto del uso del bacillus Thuringiensis en las propiedades mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Lima-2022.

Diseño de investigación

El diseño de este proyecto de investigación vendría a ser experimental porque la variable independiente adecua a la variable dependiente para obtener resultados en la investigación.

3.2. Variables y operacionalización

Operacionalización de Variables

(Borja Suárez, 2016), nos dice que la operacionalización es el proceso donde se indica como serán medidas las variables que están formuladas en las hipótesis, debido a ello es necesario brindarles indicadores para poder medir los resultados de dichas variables (pág. 24).

A continuación, se redacta los componentes de la matriz de operacionalización del proyecto de investigación mostrados en la Tabla 4.

Variables.

Variable Independiente (VI): Uso de la Bacillus Thuringiensis

Definición Conceptual: Es considerada como un bacilo gran positivo, sobresaliente por su gran capacidad de cristalización de naturaleza proteica, usado mayormente en los insecticidas.

Definición Operacional:

Se desarrollará el comportamiento de la bacteria Bacillus Thuringiensis.

Las dimensiones son el cultivo y la población de la bacteria Bacillus Thuringiensis.

Indicadores:

- Medios de cultivo (Bacteriológica American Type Culture Collection (ATCC))
- Cantidad: 10^7 , 10^8 y 10^9 (células/ml).

Variable Dependiente (VD): Propiedades Mecánicas del Concreto.

Definición conceptual

Las propiedades del concreto son varias de los cuales para el proyecto de investigación la dividiremos en concreto fresco y concreto endurecido, en el concreto fresco las propiedades estudiadas son la trabajabilidad y la consistencia, y en concreto endurecido las propiedades estudiadas son resistencia a la compresión y tracción.

Definición Operacional:

Se determinará el mejoramiento del concreto que se dosifica con el uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*.

Las dimensiones son el concreto fresco y el concreto endurecido.

Indicadores

- Trabajabilidad
- Consistencia
- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Tracción

Tabla 3. Matriz de Operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> (Variable independiente)	Bacteria tipo bacilo, gram positivo, esporador y con gran capacidad de subsistencia (Álvarez López, 2011).	Se desarrollará el comportamiento de la bacteria <i>Bacillus Thuringiensis</i> .	Cultivo	Medios de cultivos	Bacteriological American Type Culture Collection (ATCC)
			Población	Cantidad de "Cel/ml"	10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ (células/ml)
Propiedades mecánicas (Variable dependiente)	Capacidad que tiene el concreto endurecido para poder resistir cargas o fuerzas ejercidas sobre el mismo (Vivas Villarreal, 2016 pág. 18)	Se determinará el mejoramiento del concreto que se dosifica con el uso de la bacteria <i>Bacillus Thuringiensis</i> .	Concreto Fresco	Trabajabilidad Consistencia	-Observación de Laboratorio - Ficha de registro. -Ensayo de cono de Abrams.
			Concreto Endurecido	-Resistencia a la compresión. -Resistencia a la tracción.	-Ensayo de Resistencia a la compresión. -Ensayo de Resistencia a la Tracción.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

(Valderrama Mendoza, 2013) define que se denomina a la población como el grupo de elementos o sujetos que son estudiados (pág. 30).

La población para este proyecto de investigación está conformada por todas las probetas de dimensiones 4''x8'' en Lima, como resultado de la prueba a la comprensión y también a la aplicación en los 3 diseños adicionales de concreto con bacterias.

Muestra

(Valderrama Mendoza, 2013), define a la muestra como el un subconjunto que representa a la población (pág. 183).

La muestra serán las 72 probetas de concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, de las cuales 9 son de concreto convencional, 27 incorporando la bacteria *Bacillus Thuringiensis* al 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml para ser ensayadas a resistencia de comprensión expresados en la Tabla 5 y otras 36 probetas para ser ensayadas a resistencia a la tracción, 9 de concreto convencional y 27 incorporando la bacteria *Bacillus Thuringiensis* al 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml expresados en la Tabla 6.

Tabla 4. Resumen de probetas para ensayo a resistencia a la compresión.

Bacillus thuringiensis (cel/ml)	Edades		
	7 días	14 días	28 días
0	3	3	3
1×10^7	3	3	3
1×10^8	3	3	3
1×10^9	3	3	3
Total de muestras	36 probetas		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Resumen de probetas para ensayo a resistencia a la tracción.

Bacillus thuringiensis (cel/ml)	Edades		
	7 días	14 días	28 días
0	3	3	3
1 x10 ⁷	3	3	3
1 x10 ⁸	3	3	3
1 x10 ⁹	3	3	3
Total de muestras	36 probetas		

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

En este proyecto de investigación tenemos un muestreo no probabilístico, ya que se elige al azar de la población, y posterior a ello se está realizando un procedimiento estadístico de los resultados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

(Arias, 2012) define que las técnicas son el medio para la adquisición de información y el instrumento es el medio físico usado para el almacenamiento y recolección de datos de la investigación (pág. 67).

El instrumento de recolección empleado para el proyecto de investigación serán los diseños de las mezclas en laboratorio, y probetas obtenidas con y sin modificación bacteriana, las fichas de registro de la trabajabilidad, consistencia y las cartillas de rotura de 7, 14 y 28 días y las cartillas de resistencia a la comprensión y tracción de las probetas con 10⁷, 10⁸ y 10⁹ cel./ml.

3.5. Procedimientos

Según la búsqueda de tesis nacionales e internacionales, relacionado al proyecto de investigación, basado a mis variables, y condiciones del concreto, respetando los derechos de autor y obtener un estudio de análisis propio para nuestra investigación, dado por gráficos y tablas.

3.6. Método de análisis de datos

Los métodos de análisis de datos es la guía o manual con el cual se analizará la información con el objetivo de la obtener resultados óptimos (Muñoz Razo, 1998 pág. 45).

Para el análisis de datos se empleará fichas de control, cuadros comparativos y el uso del programa Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

El investigador es consiente de respetar la autenticidad de todo el contenido y los resultados como los datos que vienen a ser obtenidos luego de los procesos que se realice en el laboratorio, las citas hechas en el proyecto de investigación son reconocidas a sus respectivos autores y se verificara a las instituciones que cooperen en los estudios de laboratorio en todo el proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

Ubicación del Laboratorio

La investigación denominada "Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en Edificaciones, Ate-2022" al tener un insumo biológico que en este caso fue la bacteria bacillus thuringiensis se adquirió por medio del laboratorio biológico Innova Biotech Agro S.A.C. que está localizado en Comas la av. Universitaria 5854, la realización de la fase experimental de los ensayos a los agregados y resistencias mecánicas se dio en los laboratorios de GEO CONTROL PERÚ S.A.C. que se localiza en el centro poblado de Santa clara – Ate.

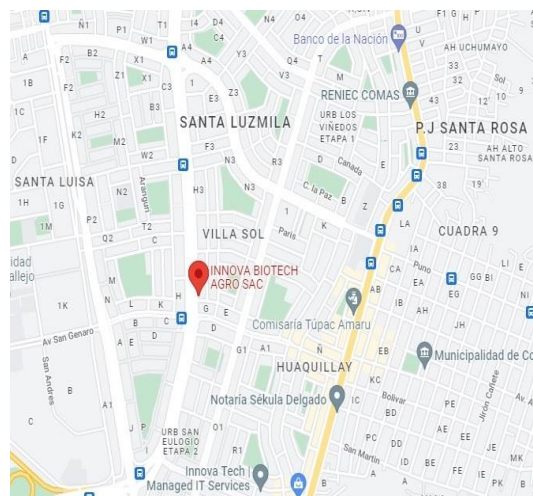


Figura 8. Ubicación del Laboratorio BioTech Agro.

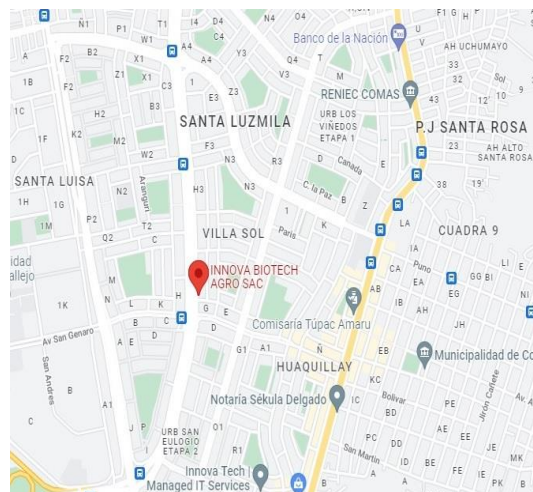


Figura 9. Ubicación del Laboratorio Geo Control Perú.

Especificaciones de la Bacteria Bacillus Thuringiensis

Las poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis empleadas para la realización de la fase experimental es de 10^7 , 10^8 y 10^9 células/ml, estas poblaciones fueron cultivadas y proporcionadas por el laboratorio biológico Innova Biotech Agro S.A.C. cada recipiente contenía 5 litros de bacteria.



Figura 10. Poblaciones de bacteria bacillus thuringiensis.

Propiedades Físicas de los Agregados

Características Físicas del Agregado Fino

Las características están reglamentadas por la Norma técnica Peruana NTP 400.037 y ASTM C29/C29M-2009, en base a dicha norma nos hemos regido para el análisis de los agregados.

Tabla 7. Características Físicas del Agregado Fino.

Descripción	Valor
Peso Específico “Tn/m ³ ”	2.765
Peso Unitario Suelto “Tn/m ³ ”	1525
Peso Unitario Compactado “Tn/m ³ ”	1720
Contenido de Agua “%”	1.5
Absorción “%”	0.488
Módulo de Finura	3.045

Fuente: elaboración propia.

Desing. del Tamiz US	A	A	B %	% Retenido Acumulado	% Mas Fino	PESO TOTAL DE LA MUESTRA (P.T.M.) 990 gr,	
	Peso Retenido gr.	Peso Retenido gr, REAL	Pasante				
PIEDRA O CANTOS							
4							
3					100.0		
2 1/2					100.0		
2					100.0		
1 1/2					100.0		
1					100.0		
3/4					100.0		
1/2							
3/8					100.0		
1/4							
Nº 4	43.6	43.6	4.4	4.4	95.6		
ARENENA	GRUESA	Nº 8	138.0	138.0	13.9	18.3	81.7
		Nº 10					
	MEDIA	Nº 16	308.4	308.4	31.2	49.5	50.5
		Nº 20					
		Nº 30	158.4	158.4	16.0	65.5	34.5
		Nº 40					
	FINA	Nº 50	136.8	136.8	13.8	79.3	20.7
		Nº 60					
		Nº 80					
		Nº 100	81.4	81.4	8.2	87.5	12.5
	Nº 200	51.5	51.5	5.2	92.7	7.3	
	P Nº 200	71.9	71.9	7.3	100.0	0.0	

Figura 12. Análisis granulométrico del agregado fino.

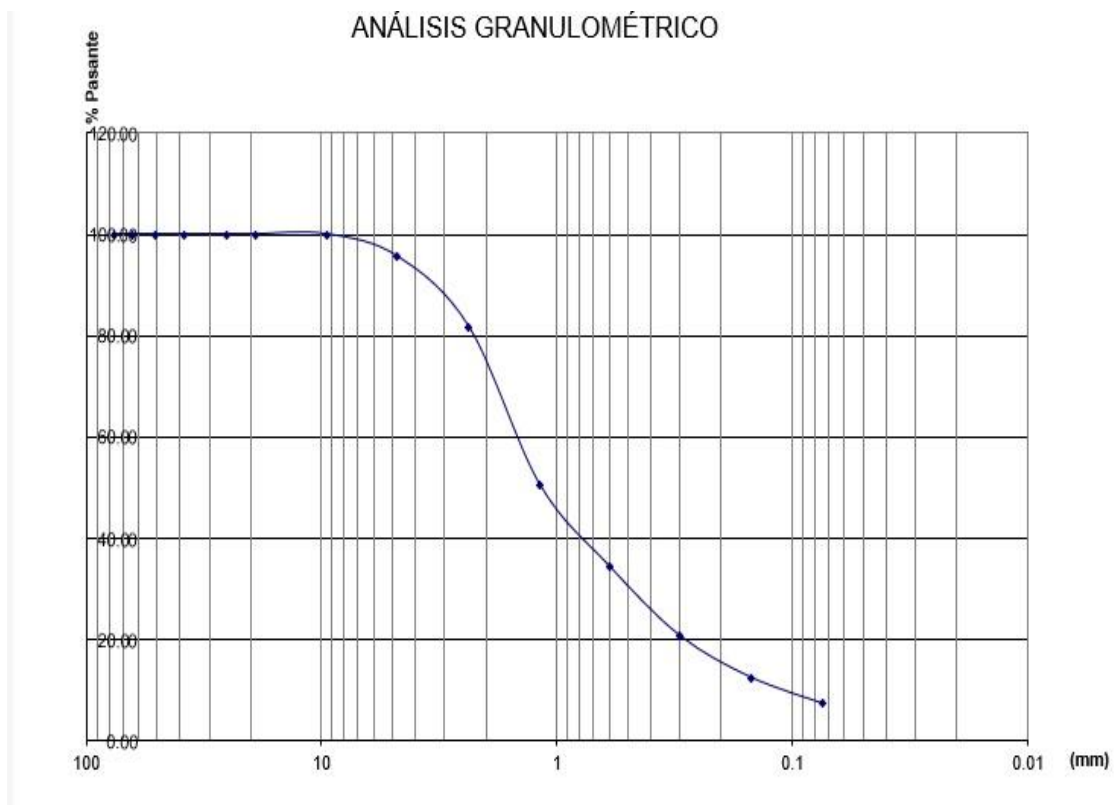


Figura 11. Curva granulométrica del agregado fino.

Características Físicas del Agregado Grueso

Está reglamentado por la Norma técnica Peruana NTP 400.037 y ASTM C29/C29M-2009, en base a dicha norma nos hemos regido para el análisis de los agregados.

Tabla 8. Características Físicas del Agregado Grueso.

Descripción	Valor
Peso Específico “Tn/m ³ ”	2.715
Peso Unitario Suelto “Tn/m ³ ”	1492
Peso Unitario Compactado “Tn/m ³ ”	1685
Contenido de Agua “%”	0.800
Absorción “%”	0.780
Módulo de Finura	6.418
Perfil	Angular

Fuente: elaboración propia.

	Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr, REAL	B % Pasante	% Retenido Acumulado	% Mas Fino	PESO TOTAL DE LA MUESTRA				
							(P.T.M.) 14528 gr.				
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					GRAVA				
		3				100.0					
	GRAVA	GRUESA	2 1/2						100.0	Peso específico	2.715
			2						100.0		
			1 1/2						100.0	Peso unitario suelto	1492
			1						100.0		
		FINA	3/4						100.0	% de humedad	0.8
			1/2	2077.00	2077.00	14.3			14.3		
			3/8	5142.00	5142.00	35.4			49.7		
			1/4								
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q.P.T.	ARENA	MEDIA	Nº 4	6465.0	6465.0	44.5	94.2	5.8			
			Nº 8	543.0	543.0	3.7	97.9	2.1			
		FINA	Nº 16	301.0	301.0	2.1	100.0	0.0			
			Nº 20								
			Nº 30								
			Nº 40								
	Nº 50										
	Nº 60										
		Nº 80									
		Nº 100									
		Nº 200									
		P Nº 200									

Figura 13. Análisis granulométrico del agregado grueso.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

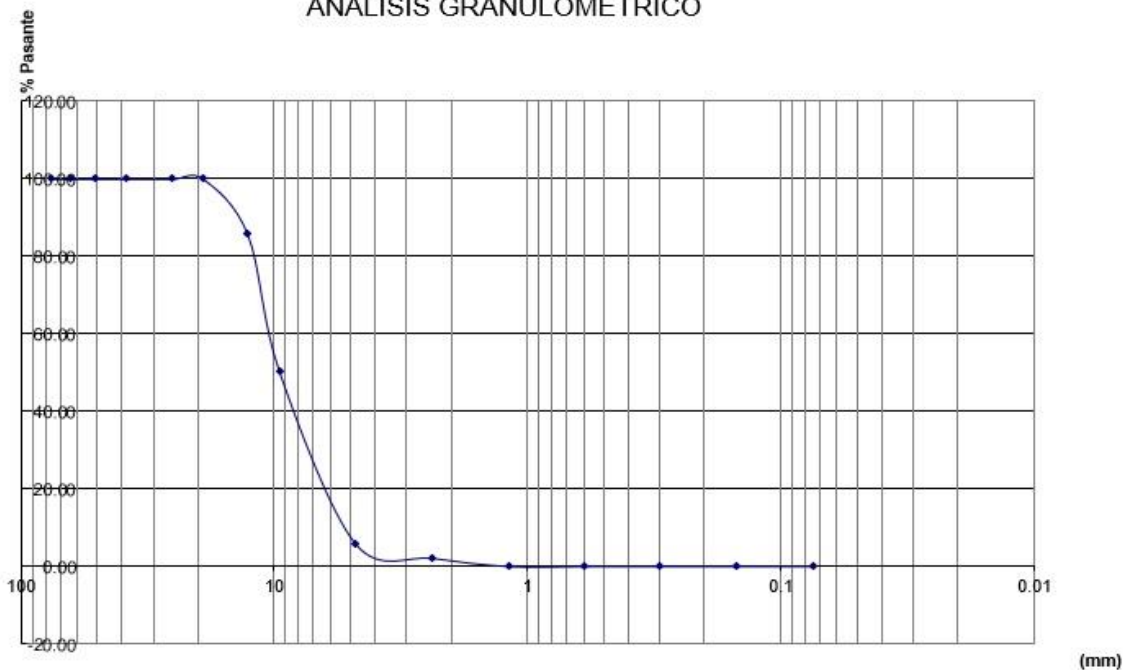


Figura 14. Curva granulométrica del agregado grueso.

Diseño de Mezcla “Método ACI”

- Cemento: Andino
- $F'c$ de Diseño = 210 Kg/cm²
- P. específico del concreto = 3.15 gr/cm³
- Slump: 4”
- P. específico del agua = 1000 kg/m³

Cálculo de $F'cr$ “Resistencia promedio requerida”

Tabla 9. Factores de Seguridad

$F'c$	$F'cr$
210 – 350	$F'c + 84$

Fuente: Comité A.C.I.

De acuerdo con el procedimiento establecido se al $F'c$ de diseño de se suma 84 ya que el valor de diseño esta entre el rango de 210 – 350.

$$F'cr = 210 + 84 \Rightarrow 294 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de contenido de aire atrapado de la mezcla:

En la fase experimental se utilizó agregado grueso extraído de la cantera Cerro Azul que posee el tamaño máximo nominal de 1/2”, en base de este valor se asigna el porcentaje de

2.50% de aire atrapado para la mezcla.

Tabla 10. *Contenido de aire atrapado*

TMN del agregado grueso	Aire Atrapado
½"	2.50 %

Fuente: Comité A.C.I.

El diseño de mezcla tendrá un asentamiento de 4" y el agregado grueso un tamaño máximo nominal de ½", con estos valores en la tabla 11 seleccionamos el valor de 216 Lt/m³ como el volumen unitario de agua.

Tabla 11. *Valor unitario del agua*

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124

Fuente: Comité A.C.I.

Cálculo de la relación agua/cemento, el valor de a/c proviene de una operación simple de aspas de acorde al valor de diseño de la mezcla.

Tabla 12. *Relación agua cemento*

RELACION DE A/C POR RESISTENCIA		
F'c(kg/cm ²)	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire Incorporado
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46

Fuente: Comité A.C.I.

Expresado:

$$250 = 0.62$$

$$294 = x$$

$$300 = 0.55$$

$$((300-294) / (0.55-x)) = ((300-250) / (0.55-0.62))$$

X= a/c=0.56 es el producto que denominamos relación del agua y cemento de la mezcla

Cálculo del contenido de cemento:

$$\text{Contenido de cemento} = 216 \text{ lt/ m}^3 / 0.56$$

$$C= 386.82 \text{ Kg}$$

Para el cálculo en bolsas de cemento se procede a dividir $386.82 / 42.5$ que vendría a ser el peso de una bolsa de cemento y arroja un valor de 9.10 bolsas.

Calculo Peso del Agregado Grueso

Tabla 13. *Peso del Agregado Grueso.*

TMN del Agregado Grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
½"	0.59	0.57	0.55	0.53

Fuente: Comité A.C.I.

De la Tabla 13 interceptando valores se asigna el 0.53

$$0.53 \text{ m}^3 \times 1685 \text{ Kg/m}^3 = 893.05 \text{ Kg}$$

Volumen Absoluto:

$$\text{Cemento: } 386.82 / (3.15 \times 1000) \Rightarrow 0.12 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 216 / 1000 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow 0.22 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } 2.50 / 100 \Rightarrow 0.03 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso: } 893.05 \text{ Kg} / (2715 \text{ Kg/m}^3) \Rightarrow 0.33 \text{ m}^3$$

$$\text{Sumatoria de Volumen Absoluto: } 0.12 + 0.22 + 0.03 + 0.33 = 0.70 \text{ m}^3$$

$$\text{Cálculo del volumen del agregado fino: } 1 - 0.70 = > 0.30 \text{ m}^3$$

Peso del agregado fino:

$$0.31 \text{ m}^3 \times 2765 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow 857.15 \text{ kg}$$

Proporciones de la mezcla patrón estando en estado seco

Cemento: 386.82 kg

Agregado Grueso: 893.05 kg

Agregado Fino: 857.15 kg

Agua: 216 lt

Se reajusta debido a la humedad propia de los agregados

Peso Seco= $((W\%/100) + 1)$

Agregado Fino= $857.15 \text{ kg} \times ((0.49/100) + 1) \Rightarrow 861.33 \text{ Kg}$

Agregado Grueso= $893.05 \text{ kg} \times ((0.78/100) + 1) \Rightarrow 900.02 \text{ Kg}$

Aportes del H₂O a la mezcla

Denotado: $((w\% - \% \text{abs}) \times \text{Agregado seco}) / 100$

Agregado Fino: $((0.488 - 1.5) \times 861.33) / 100$

Agregado Fino: -8.72 Lt

Agregado Grueso: $((0.78 - 0.80) \times 900.02) / 100$

Agregado Grueso: -0.18 Lt

Sumatoria= -8.90 Lt

Agua Efectiva

A. Efectiva: $216 \text{ lt} - (8.90 \text{ lt}) \Rightarrow 224.90 \text{ lt}$

Proporción de Dosificación

Cemento: 386.82 kg

Agregado Grueso: 900.02 kg

Agregado Fino: 863.33 kg

Agua: 224.90 lt

Tabla 14. *Proporción para 1 m³ de mezcla.*

Cemento	1
A.Grueso	2.33
A.Fino	2.23
Agua	24.71 lt.

Fuente: Elaboración propia.

Dosificaciones de Concreto con Bacterias

Se realizaron 3 diseños adicionales al concreto patrón ya que contenían poblaciones de 10^7 , 10^8 y 10^9 células de bacterias bacillus thuringiensis por mililitros. Las bacterias actúan como

un agente externo acompañado del lactato de calcio que actúa como un nutriente y catalizar, las bacterias equivalen al 50% de litros de agua a emplearse en la mezcla.

Tabla 15. *Proporciones de diseño de mezcla patrón y con bacterias por m³.*

Concentración Bacteriana (cel/ml)	Cemento Portland I (kg/m ³)	Agua (lt/m ³)	Población Bacteriana (50% agua) (lt/m ³)	Lactato de Calcio (gr/m ³)	Agregado Grueso (kg/m ³)	Agregado Fino (kg/m ³)
0	386.82	224.88	0	-	900.02	861.33
10 ⁷	386.82	112.44	112.44	210.26	900.02	861.33
10 ⁸	386.82	112.44	112.44	210.26	900.02	861.33
10 ⁹	386.82	112.44	112.44	210.26	900.02	861.33

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 15 podemos apreciar los valores que componen los distintos tipos de dosificaciones, donde el concreto patrón por metro cubico está conformado por 900.02 kg/m³ “37.93%” de agregado grueso, el agregado fino 861.33 kg/m³ “36.30%”, el cemento 386.82 kg/m³ “16.30%”, y por último el agua con 224.88 Lt que equivale a un 9.48%.

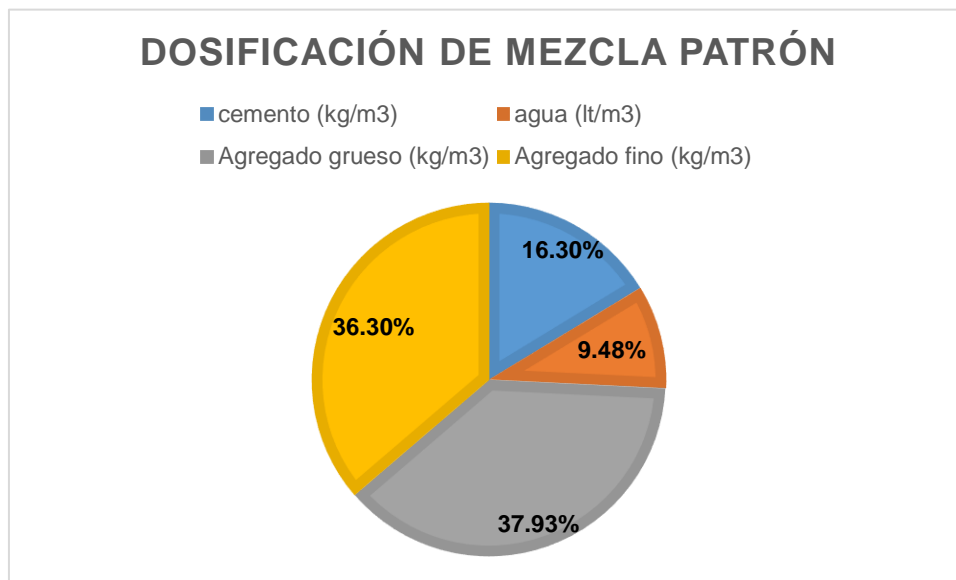


Figura 15. Proporciones porcentuales de la mezcla patrón por m³.

De la tabla 15 podemos apreciar la composición de la dosificación del concreto con 10⁷, 10⁸ y 10⁹ cel/ml de bacteria bacillus thuringiensis por metro cubico, donde el agregado grueso equivale a 900.02 kg/m³ “37.93%”, el agregado fino 861.33 kg/m³ “36.30%”, el cemento 386.82 kg/m³ “16.30%”, y por último el agua con 224.88 Lt que equivale a un 9.48%.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA CON MODIFICACIÓN BACTERIANA (10^7 , 10^8 Y 10^9 CEL/ML)

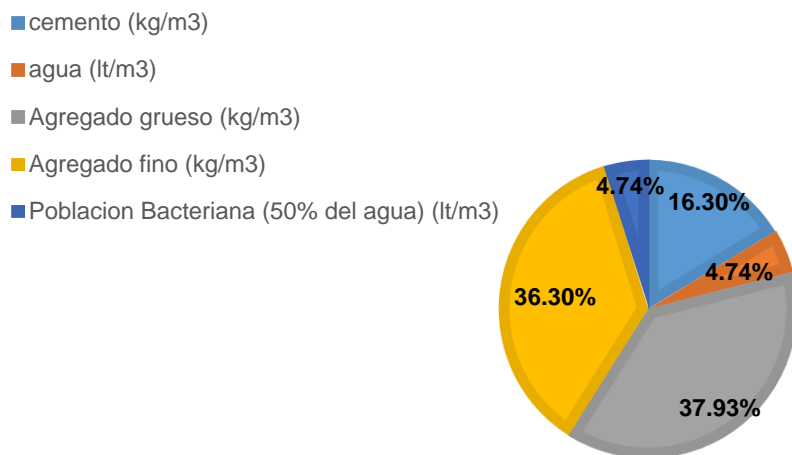


Figura 16. Proporciones porcentuales de la mezcla con poblaciones de bacterias de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel/ml por m³.

En base a los valores obtenidos de las proporciones de los insumos por metro cúbico del concreto podemos realizar los cálculos de las cantidades de insumos por probeta cilíndrica de 4" de diámetro por 8" de altura, con estas dimensiones aplicamos la fórmula del volumen del cilindro y obtenemos un valor de 0.00165 m³ de concreto por probeta.

Tabla 16. Proporciones del concreto patrón y con poblaciones bacterianas por probeta.

Concentración Bacteriana (cel./ml)	Cemento Portland (kg/probeta)	Agua (lt. /probeta)	Población Bacteriana (50% agua) (lt. /probeta)	Agregado Grueso (kg/probeta)	Agregado Fino (kg/probeta)
0	0.6372	0.37046	0	1.4827	1.4189
10^7	0.6372	0.18523	0.18523	1.4827	1.4189
10^8	0.6372	0.18523	0.18523	1.4827	1.4189
10^9	0.6372	0.18523	0.18523	1.4827	1.4189

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 procedemos se muestran las cantidades de insumos del concreto necesario para la realización 1 probetas cilíndricas de 4" x 8" y en la Tabla 17 se muestra las cantidades de insumos necesarios para la fabricación de 72 probetas cilíndricas de 4"x8".

Tabla 17. Dosificación del concreto patrón y con poblaciones bacterianas por total de probetas.

Poblaciones Bacteriana (cel./ml)	Cemento Portland (kg)	Agua (lt.)	Poblaciones Bacterianas (50% agua) (lt.)	Agregado Grueso (kg)	Agregado Fino (kg)
0	45.8784	26.67	0	106.7544	102.1608
10 ⁷	45.8784	13.33	13.33	106.7544	102.1608
10 ⁸	45.8784	13.33	13.33	106.7544	102.1608
10 ⁹	45.8784	13.33	13.33	106.7544	102.1608

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de las Pruebas de Cono de Abrams “ASTM-143”

Al elaborar las 4 dosificaciones se procedió a realizar las pruebas de Slump consiste en el llenado de un molde en forma de cono en 3 etapas penetrando cada capa 25 veces con una varilla lisa.

Tabla 18. Resultados del Ensayo de consistencia.

ENSAYO DE CONO DE ABRAMS			
Mezcla	Revenimiento (pulg.)	%	Dif. %
Concreto patrón	3.97	100%	0
Concreto con adición 10 ⁷ cel./ml	3.85	96.78%	-3.22%
Concreto con adición 10 ⁸ cel./ml	3.77	94.96%	-5.04%
Concreto con adición 10 ⁹ cel./ml	3.71	93.45%	-6.55%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se encuentran los valores promedios obtenidos de los 12 ensayos de Slump realizados, se realizaron 3 ensayos por cada muestra y de dichos valores se interpreta que el uso de poblaciones de 10⁷ cel/ml, 10⁸ cel/ml y 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis inciden de manera negativa reduciendo la trabajabilidad del concreto F'c=210 kg/cm².

Resultados de los Ensayos a compresión a los 7 días “ASTM-C39”

El 2 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a compresión en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 7 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 17 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

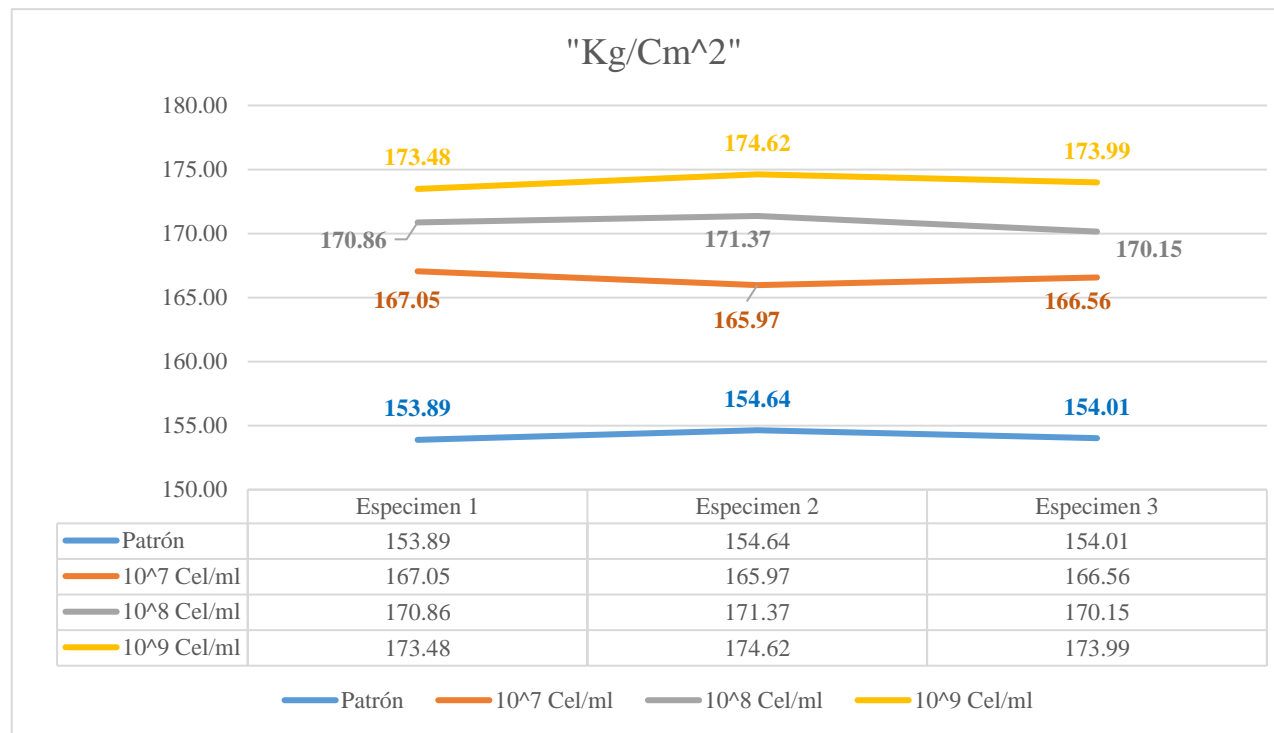


Figura 17. Resistencia a la compresión a los 7 días.

En la Tabla 19 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a compresión y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 7 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 19. Resultados del Ensayo a compresión a los 7 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1			IDENT.:														
	PAT - P1	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	210	3.87	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	02/10/2022	7	12,127 Kg	153.89	0.00	154.18	73.42
	PAT - P2				4.04		101.1	20.32	80.28	0.002			12,186 Kg	154.64			
	PAT - P3				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			12,136 Kg	154.01			
2			IDENT.:														
	PBT - 7P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10^7 CEL/ML	210	3.87	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	02/10/2022	7	13,164 Kg	167.05	12.35	166.53	79.30
	PBT - 7P2				4.04		101.1	20.32	80.28	0.002			13,079 Kg	165.97			
	PBT - 7P3				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			13,125 Kg	166.56			
3			IDENT.:														
	PBT - 8P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10^8 CEL/ML	210	3.87	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	02/10/2022	7	13,464 Kg	170.86	16.61	170.79	81.33
	PBT - 8P2				4.04		101.1	20.32	80.28	0.002			13,504 Kg	171.37			
	PBT - 8P3				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			13,408 Kg	170.15			
4			IDENT.:														
	PBT - 9P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10^9 CEL/ML	210	3.87	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	02/10/2022	7	13,670 Kg	173.48	19.85	174.03	82.87
	PBT - 9P2				4.04		101.1	20.32	80.28	0.002			13,760 Kg	174.62			
	PBT - 9P3				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			13,711 Kg	173.99			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 17 y la tabla 19 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la compresión de las probetas de concreto con 7 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 153.89 kg/cm^2 , 154.64 kg/cm^2 y 154.01 kg/cm^2 con un valor promedio de 154.18 kg/cm^2 equivalente al 73.42 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml que obtuvo valores de 167.05 kg/cm^2 , 165.97 kg/cm^2 y 166.56 kg/cm^2 con un valor promedio de 166.53 kg/cm^2 equivalente al 79.30 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml obtuvo valores de 167.05 kg/cm^2 , 165.97 kg/cm^2 y 166.56 kg/cm^2 con un valor promedio de 170.79 kg/cm^2 equivalente al 81.33% de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml con valores de 173.48 kg/cm^2 , 174.62 kg/cm^2 y 173.99 kg/cm^2 con un valor promedio de 170.79 kg/cm^2 equivalente al 82.87 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos el concreto con población de 10^9 cel/ml es el que obtuvo resultados más favorables a los 7 días de madurez.

Resultados de los Ensayos a tracción a los 7 días “ASTM-C496”

El 2 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a la tracción en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 7 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 18 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

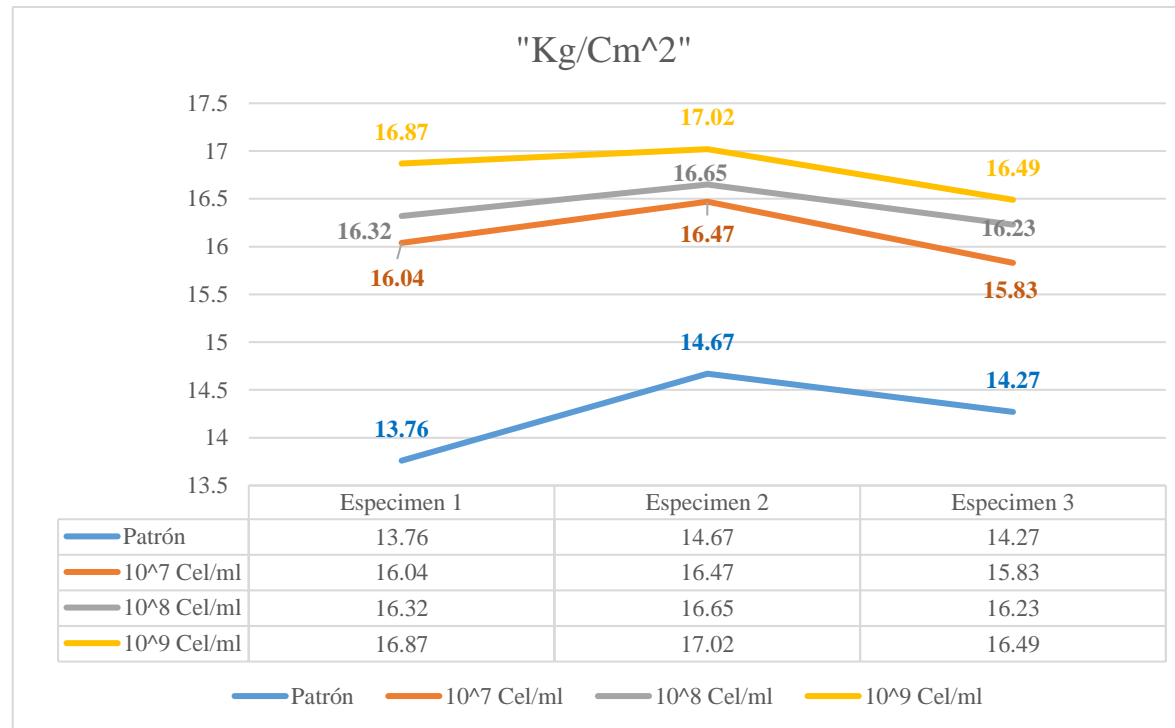


Figura 18. Resistencia a la tracción a los 7 días.

En la Tabla 20 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a tracción y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 7 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 20. Resultados del Ensayo a tracción a los 7 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA											2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN						
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1			IDENT.:														
	PAT - P4	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	17.58	3.87	3.97	101.1	20.32	80.3	0.002	2/10/2022	7	4,440 Kg	13.76	0.00	14.23	80.96
	PAT - P5				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			4,734 Kg	14.67			
	PAT - P6				3.88		101.1	20.32	80.3	0.002			4,605 Kg	14.27			
2			IDENT.:														
	PBT - 7P4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	17.58	3.87	3.85	101.1	20.32	80.3	0.002	2/10/2022	7	5,176 Kg	16.04	1.88	16.11	91.66
	PBT - 7P5				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,315 Kg	16.47			
	PBT - 7P6				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,108 Kg	15.83			
3			IDENT.:														
	PBT - 8P4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	17.58	3.87	3.77	101.1	20.32	80.3	0.002	2/10/2022	7	5,266 Kg	16.32	2.17	16.40	93.30
	PBT - 8P5				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,373 Kg	16.65			
	PBT - 8P6				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,239 Kg	16.23			
4			IDENT.:														
	PBT - 9P4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	17.58	3.87	3.71	101.1	20.32	80.3	0.002	2/10/2022	7	5,444 Kg	16.87	2.78	17.01	96.76
	PBT - 9P5				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,492 Kg	17.02			
	PBT - 9P6				3.87		101.1	20.32	80.3	0.002			5,531 Kg	17.14			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 18 y en la tabla 20 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la tracción de las probetas de concreto con 7 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 13.76 kg/cm², 14.67 kg/cm² y 14.27 kg/cm² con un valor promedio de 14.23 kg/cm² equivalente al 80.96% de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10⁷ cel/ml que obtuvo valores de 16.04 kg/cm², 16.47 kg/cm² y 15.83 kg/cm² con un valor promedio de 16.11 kg/cm² equivalente al 91.66% de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10⁸ cel/ml obtuvo valores de 16.32 kg/cm², 16.65 kg/cm² y 16.23 kg/cm² con un valor promedio de 16.40 kg/cm² equivalente al 93.30 % de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10⁹ cel/ml con valores de 16.87 kg/cm², 17.02 kg/cm² y 16.49 kg/cm² con un valor promedio de 17.01 kg/cm² equivalente al 96.76 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos el concreto con población de 10⁹ cel/ml es el que obtuvo resultados más favorables a los 7 días de madurez.

Resultados de los Ensayos a compresión a los 14 días “ASTM-C39”

El 9 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a compresión en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 14 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 19 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

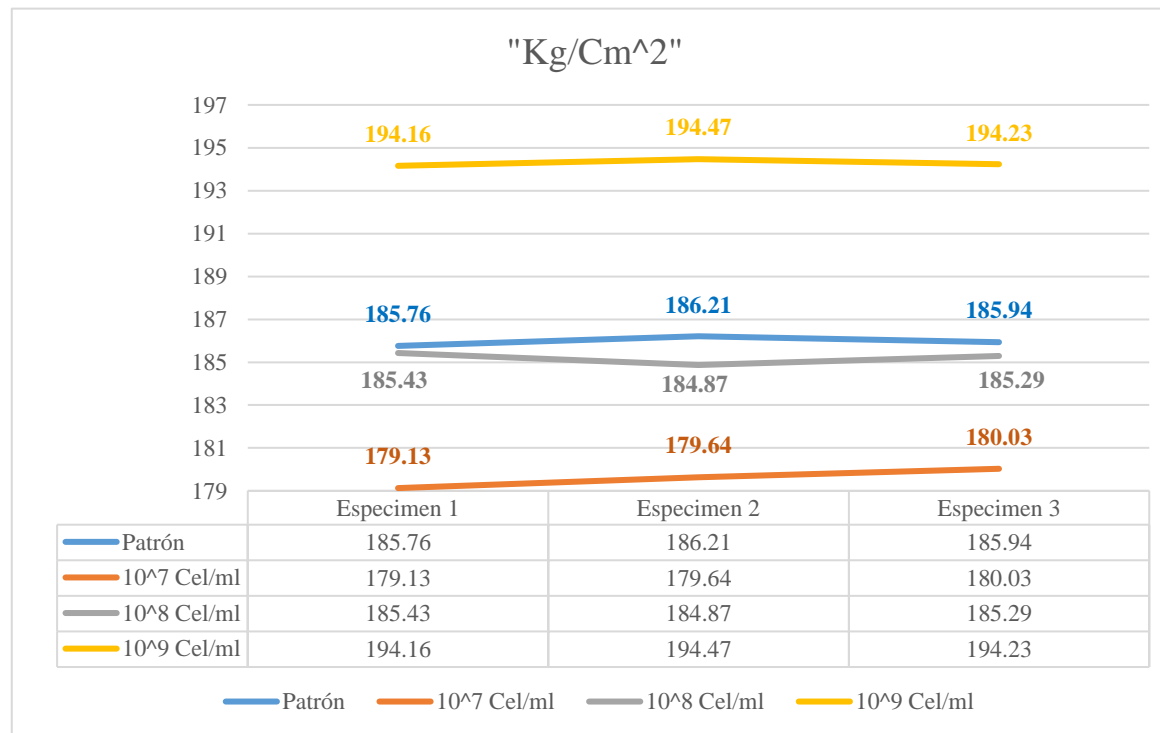


Figura 19. Resistencia a la compresión a los 14 días.

En la Tabla 21 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a compresión y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 14 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 21. Resultados del Ensayo a compresión a los 14 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO			
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1			IDENT.:														
	PAT - P7	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	210	3.872	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	09/10/2022	14	14,638 Kg	185.76	0.00	185.97	88.56
	PAT - P8				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14,674 Kg	186.21			
	PAT - P9				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14,652 Kg	185.94			
2			IDENT.:														
	PBT - 7P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	210	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	09/10/2022	14	14,115 Kg	179.13	-6.37	179.60	85.52
	PBT - 7P8				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14,117 Kg	179.64			
	PBT - 7P9				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14,186 Kg	180.03			
3			IDENT.:														
	PBT - 8P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	210	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	09/10/2022	14	14,612 Kg	185.43	-0.77	185.20	88.19
	PBT - 8P8				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14,568 Kg	184.87			
	PBT - 8P9				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14,601 Kg	185.29			
4			IDENT.:														
	PBT - 8P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	210	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	09/10/2022	14	15,300 Kg	194.16	8.32	194.29	92.52
	PBT - 8P8				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			15,324 Kg	194.47			
	PBT - 8P9				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			15,306 Kg	194.23			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 19 y de la tabla 20 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la compresión de las probetas de concreto con 14 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 185.76 kg/cm^2 , 186.21 kg/cm^2 y 185.94 kg/cm^2 con un valor promedio de 185.97 kg/cm^2 equivalente al 88.56 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml que obtuvo valores de 179.13 kg/cm^2 , 179.64 kg/cm^2 y 180.03 kg/cm^2 con un valor promedio de 179.60 kg/cm^2 equivalente al 85.52 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml obtuvo valores de 185.43 kg/cm^2 , 184.87 kg/cm^2 y 185.29 kg/cm^2 con un valor promedio de 185.20 kg/cm^2 equivalente al 88.19 % de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml con valores de 194.16 kg/cm^2 , 194.47 kg/cm^2 y 194.23 kg/cm^2 con un valor promedio de 194.29 kg/cm^2 equivalente al 92.52 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos el concreto con población de 10^9 cel/ml es el que obtuvo resultados más favorables a los 14 días de madurez estando a tan solo 8.48% del 100% de resistencia de diseño que vendría a ser el 210 kg/cm^2 , por otro lado, se aprecia que el concreto patrón obtuvo resultados más favorables que los otros concretos con poblaciones bacterias de 10^7 cel/ml y 10^8 cel/ml .

Resultados de los Ensayos a tracción a los 14 días “ASTM-C496”

El 09 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a la tracción en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 7 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 20 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

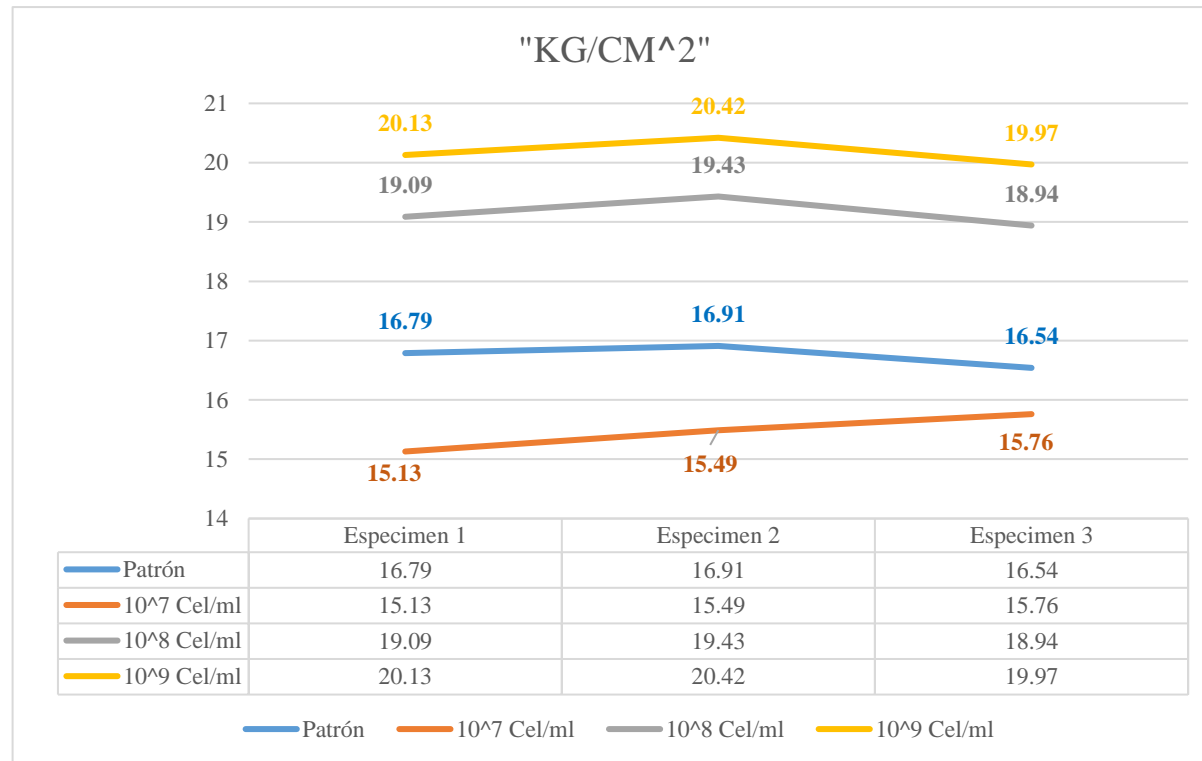


Figura 20. Resistencia a la tracción a los 14 días.

En la Tabla 22 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a tracción y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 14 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 22. Resultados del Ensayo a tracción a los 14 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1			IDENT.:														
	PAT - P10	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	17.58	3.872	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	5,418 Kg	16.79	0.00	16.75	95.26
	PAT - P11				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			5,457 Kg	16.91			
	PAT - P12				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			5,337 Kg	16.54			
		IDENT.:															
2	PBT - 7P10	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	17.58	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	4,882 Kg	15.13	-1.29	15.46	87.94
	PBT - 7P11				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			4,999 Kg	15.49			
	PBT - 7P12				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			5,086 Kg	15.76			
			IDENT.:														
3	PBT - 8P10	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	17.58	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	6,160 Kg	19.09	2.41	19.15	108.95
	PBT - 8P11				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			6,270 Kg	19.43			
	PBT - 8P12				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			6,112 Kg	18.94			
			IDENT.:														
4	PBT - 9P10	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	17.58	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	6,496 Kg	20.13	3.43	20.17	114.75
	PBT - 9P11				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			6,589 Kg	20.42			
	PBT - 9P12				3.872		101.1	20.32	80.28	0.002			6,444 Kg	19.97			
			IDENT.:														

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

En la figura 20 y en la tabla 22 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la tracción de las probetas de concreto con 14 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 16.79 kg/cm^2 , 16.91 kg/cm^2 y 16.54 kg/cm^2 con un valor promedio de 16.75 kg/cm^2 equivalente al 95.26 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml que obtuvo valores de 15.13 kg/cm^2 , 15.49 kg/cm^2 y 15.79 kg/cm^2 con un valor promedio de 15.46 kg/cm^2 equivalente al 87.94 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml obtuvo valores de 19.09 kg/cm^2 , 19.43 kg/cm^2 y 18.94 kg/cm^2 con un valor promedio de 19.15 kg/cm^2 equivalente al 108.95 % de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml con valores de 20.13 kg/cm^2 , 20.42 kg/cm^2 y 19.97 kg/cm^2 con un valor promedio de 20.17 kg/cm^2 equivalente al 114.75 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos se aprecia que dos dosificaciones superaron a la resistencia a tracción de diseño, el concreto con población de 10^9 cel/ml es el que obtuvo resultados más favorables a los 14 días de madurez estando a 14.75% sobre el 100% y el concreto con población de 10^8 cel/ml que es la segunda dosificación que obtuvo un valor porcentual de 8.95 % sobre el 100% de resistencia de diseño a tracción, por otro lado, se aprecia que el concreto patrón obtuvo resultados más favorables que el concreto con poblaciones bacterias de 10^7 cel/ml .

Resultados de los Ensayos a compresión a los 28 días “ASTM-C39”

El 23 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a compresión en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 28 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 21 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

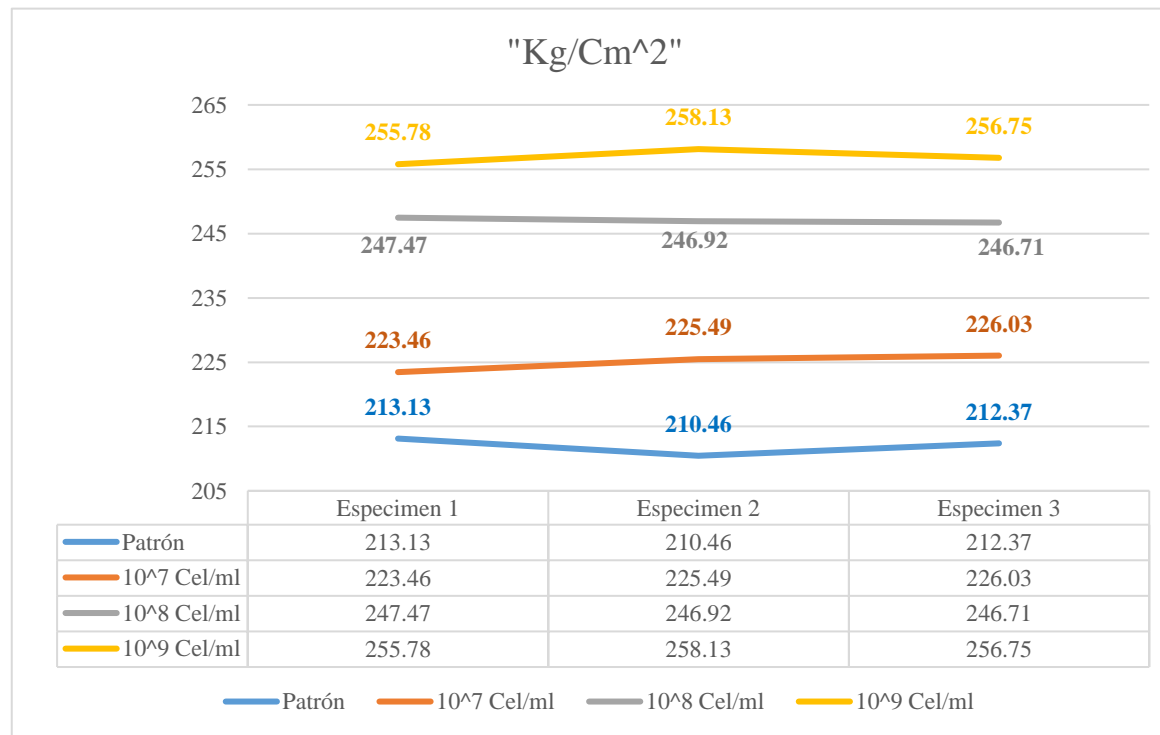


Figura 21. Resistencia a la compresión a los 28 días.

En la Tabla 23 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a compresión y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 28 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 23. Resultados del Ensayo a compresión a los 28 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA											2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1			IDENT.:														
	PAT - P13	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	210	3.872	3.97	101.1	20.32	80.3	0.002	23/10/2022	28	16,795 Kg	213.13	0.00	211.99	100.95
	PAT - P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			16,584 Kg	210.46			
	PAT - P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			16,735 Kg	212.37			
2			IDENT.:														
	PBT - 7P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	210	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	17,609 Kg	223.46	13.01	224.99	107.14
	PBT - 7P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			17,769 Kg	225.49			
	PBT - 7P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			17,811 Kg	226.03			
3			IDENT.:														
	PBT - 8P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	210	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	19,501 Kg	247.47	35.05	247.03	117.63
	PBT - 8P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			19,458 Kg	246.92			
	PBT - 8P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			19,441 Kg	246.71			
4			IDENT.:														
	PBT - 8P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	210	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	20,156 Kg	255.78	44.90	256.89	122.33
	PBT - 8P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			20,341 Kg	258.13			
	PBT - 8P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			20,232 Kg	256.75			

Fuente: Elaboración propia.

CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Hipótesis General: El uso de la bacteria bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

En la figura 21 y de la tabla 23 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la compresión de las probetas de concreto con 28 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 213.13 kg/cm^2 , 210.46 kg/cm^2 y 212.37 kg/cm^2 con un valor promedio de 211.99 kg/cm^2 equivalente al 100.95 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml que obtuvo valores de 223.46 kg/cm^2 , 225.49 kg/cm^2 y 226.03 kg/cm^2 con un valor promedio de 224.99 kg/cm^2 equivalente al 107.14 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml obtuvo valores de 247.47 kg/cm^2 , 246.92 kg/cm^2 y 246.71 kg/cm^2 con un valor promedio de 247.03 kg/cm^2 equivalente al 117.63 % de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml con valores de 255.78 kg/cm^2 , 258.13 kg/cm^2 y 256.75 kg/cm^2 con un valor promedio de 256.89 kg/cm^2 equivalente al 122.33 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos se aprecia que las 4 dosificaciones superaron al 100% del valor de diseño a resistencia a compresión, en el caso de concreto patrón se supera en 0.95%, el concreto con población de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis fue amplificado en un 7.14% con respecto a la resistencia de diseño, el concreto con población de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis fue amplificado en un 17.63 % con respecto a la resistencia de diseño y la dosificación que obtuvo la mayor amplificación fue la del concreto con población de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis con un valor porcentual de 22.33%.

El uso de poblaciones bacterianas de 10^7 cel/ml , 10^8 cel/ml y 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis altera de manera positiva la resistencia a la compresión del concreto amplificando su desempeño.

Resultados de los Ensayos a tracción a los 28 días “ASTM-C496”

El 23 de octubre se realizaron los ensayos destructivos de resistencia a la tracción en los laboratorios de Geo Control Perú S.A.C. ya que en esa fecha se cumplían los 28 días de madurez de los 4 diseños de concreto elaborados. En la figura 22 se muestran la variación de resultados en forma gráfica.

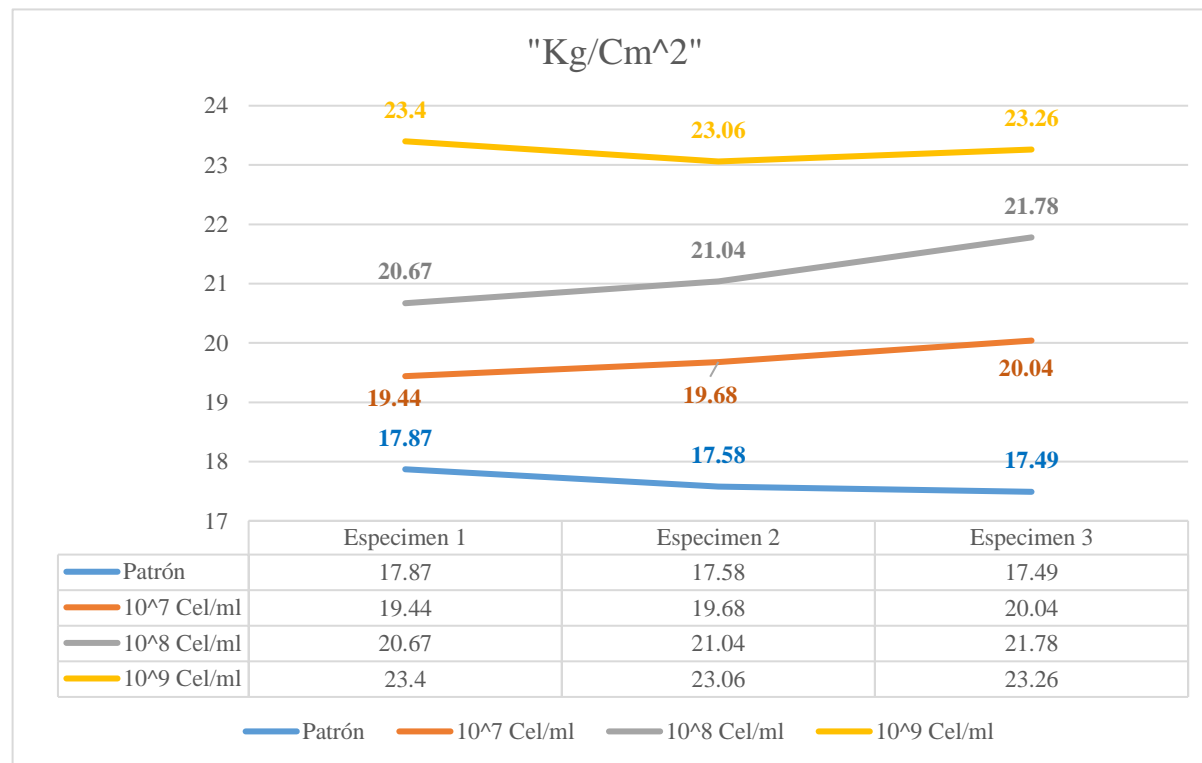


Figura 22. Resistencia a la tracción a los 28 días.

En la Tabla 24 se encuentran toda la información al respecto de las probetas que se usaron para los ensayos a compresión y los resultados de las distintas mezclas ensayadas a los 28 días de madurez del concreto patrón, concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml de bacillus thuringiensis y concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis.

Tabla 24. Resultados del Ensayo a tracción a los 28 días de madurez.

1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				PROMEDIO		
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%
1	IDENT.:																
	PAT - P16	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	17.58	3.872	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	5,767 Kg	17.87	0.00	17.65	100.38
	PAT - P17			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	5,673 Kg			17.58				
	PAT - P18			3.88	101.1		20.32	80.28	0.002	5,644 Kg			17.49				
2	IDENT.:																
	PBT - 7P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	17.58	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	6,273 Kg	19.44	2.07	19.72	112.17
	PBT - 7P17			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	6,351 Kg			19.68				
	PBT - 7P18			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	6,467 Kg			20.04				
3	IDENT.:																
	PBT - 8P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	17.58	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	6,670 Kg	20.67	3.52	21.16	120.38
	PBT - 8P17			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	6,790 Kg			21.04				
	PBT - 8P18			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	7,028 Kg			21.78				
4	IDENT.:																
	PBT - 9P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	17.58	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	7,551 Kg	23.40	5.59	23.24	132.20
	PBT - 9P17			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	7,441 Kg			23.06				
	PBT - 9P18			3.872	101.1		20.32	80.28	0.002	7,506 Kg			23.26				

Fuente: Elaboración propia.

CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Hipótesis General: El uso de la bacteria bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

En la figura 22 y en la tabla 24 se aprecian los resultados obtenidos mediante los ensayos destructivos de resistencia a la tracción de las probetas de concreto con 28 días de madurez de las distintas dosificaciones de concreto realizados en los laboratorios, por cada dosificación se realizaron 3 ensayos donde el concreto patrón obtuvo valores de 17.87 kg/cm^2 , 17.58 kg/cm^2 y 17.49 kg/cm^2 con un valor promedio de 17.65 kg/cm^2 equivalente al 100.38 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^7 cel/ml que obtuvo valores de 19.44 kg/cm^2 , 19.68 kg/cm^2 y 20.04 kg/cm^2 con un valor promedio de 19.72 kg/cm^2 equivalente al 112.17 % de la resistencia de diseño, el concreto con población bacteriana de 10^8 cel/ml obtuvo valores de 20.67 kg/cm^2 , 21.04 kg/cm^2 y 21.78 kg/cm^2 con un valor promedio de 21.16 kg/cm^2 equivalente al 120.38 % de la resistencia de diseño y por último el concreto con población bacteriana de 10^9 cel/ml con valores de 23.40 kg/cm^2 , 23.06 kg/cm^2 y 23.26 kg/cm^2 con un valor promedio de 23.24 kg/cm^2 equivalente al 132.20 % de la resistencia de diseño. De los resultados obtenidos se aprecia que todas las dosificaciones superaron a la resistencia a tracción de diseño, el concreto con población de 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis es el que obtuvo resultados más favorables a los 28 días de madurez obteniendo un 32.20% de amplificación, el concreto con población de 10^8 cel/ml que es la segunda dosificación que obtuvo un valor porcentual de amplificación de 20.38 % sobre el 100% de resistencia de diseño a tracción, el concreto con población de 10^7 cel/ml obtuvo un valor porcentual de amplificación de 12.17 % sobre el 100% de resistencia de diseño a tracción por otro lado, se aprecia que el concreto patrón obtuvo 0.38% sobre la resistencia de diseño.

El uso de poblaciones bacterianas de 10^7 cel/ml , 10^8 cel/ml y 10^9 cel/ml de bacillus thuringiensis altera de manera positiva la resistencia a la tracción del concreto amplificando su desempeño.

RESULTADO E ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico del proyecto de investigación fue por medio del software IBM SPSS STATISTICS 23.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Compresión a los 7 días

En la tabla 25 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 7 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 154.18 kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 166.53kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 170.79 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 174.01 kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 170.44 kg/cm².

Tabla 25. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 7 días.

Diseño	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	154.18	153.72	154.64	0.23259	.40286	153.89	154.64
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	166.53	165.91	167.14	0.31221	.54077	165.97	167.05
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	170.79	170.10	171.49	0.35376	.61273	170.15	171.37
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	174.01	173.33	174.69	0.34655	.60025	173.42	174.62
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	170.44	169.78	171.10	0.33751	.58458	169.85	171.01

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Tracción a los 7 días

En la tabla 26 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 7 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 14.23kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 16.11kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 16.40 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 17.01kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 16.51kg/cm².

Tabla 26. *Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 7 días.*

	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	14.23	12.27	14.75	.26333	.45611	13.76	14.67
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	16.11	14.15	16.48	.18836	.32624	15.83	16.47
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	16.40	14.44	16.65	.12767	.22113	16.23	16.65
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	17.01	15.05	17.16	.07810	.13528	16.87	17.14
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	16.51	14.55	16.77	0.1314	0.2276	16.31	16.75

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Pruebas de Normalidad a los 7 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis alterna:

Hipótesis alterna: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Se asignó la semejanza por medio de la función de Gauss, para ello se sigue una norma:

- Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 entonces se tendrá un comportamiento que vendría a ser no paramétrico.
- Si se tiene una significancia mayor al valor de 0.05 entonces la hipótesis alterna va a tener un comportamiento que sería paramétrico.

Tabla 27. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 7 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.330	3		.866	3	.286
Diseño con adición de <i>Bacillus Thuringiensis</i>	.194	9		.996	9	.888

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 27 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.286 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se produce un comportamiento tipo paramétrico, de igual manera con el diseño de concreto con adición de *bacillus thuringiensis* con una significancia de 0.888 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico en la figura 23 se denotan dichos valores de forma gráfica.

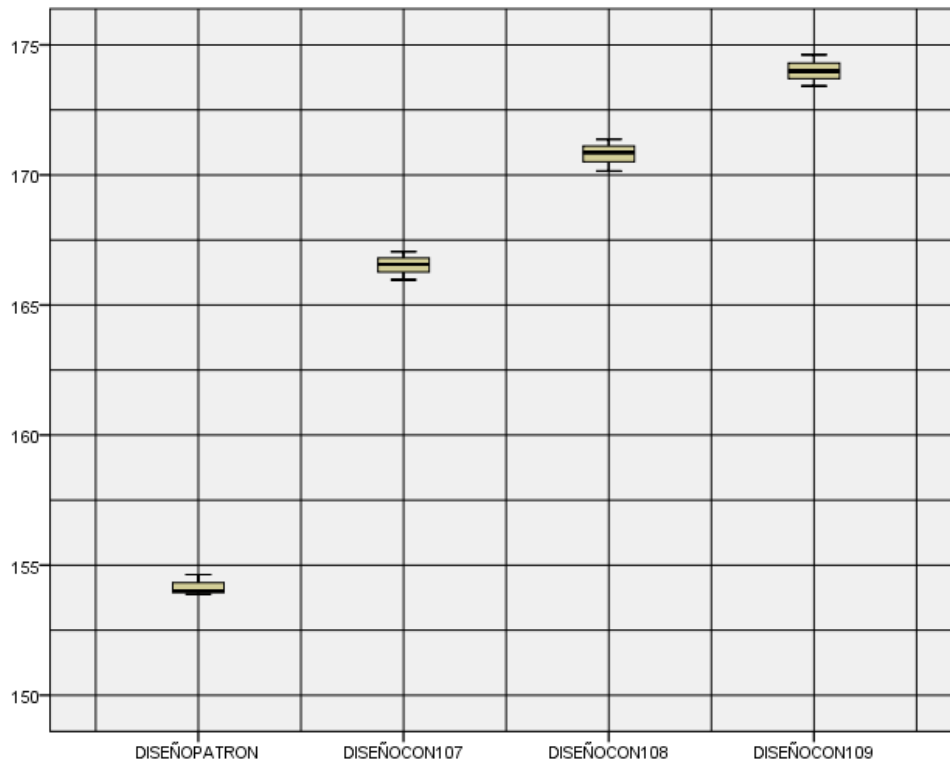


Figura 23. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 7 días.

Tabla 28. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 7 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.199	3		.995	3	.867
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis	.253	9		.953	9	.632

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 28 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.867 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se produce un comportamiento tipo paramétrico, de igual manera con el diseño de concreto con adición de bacillus thuringiensis con una significancia de 0.632 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico en la figura 24 se denotan dichos valores de forma gráfica.

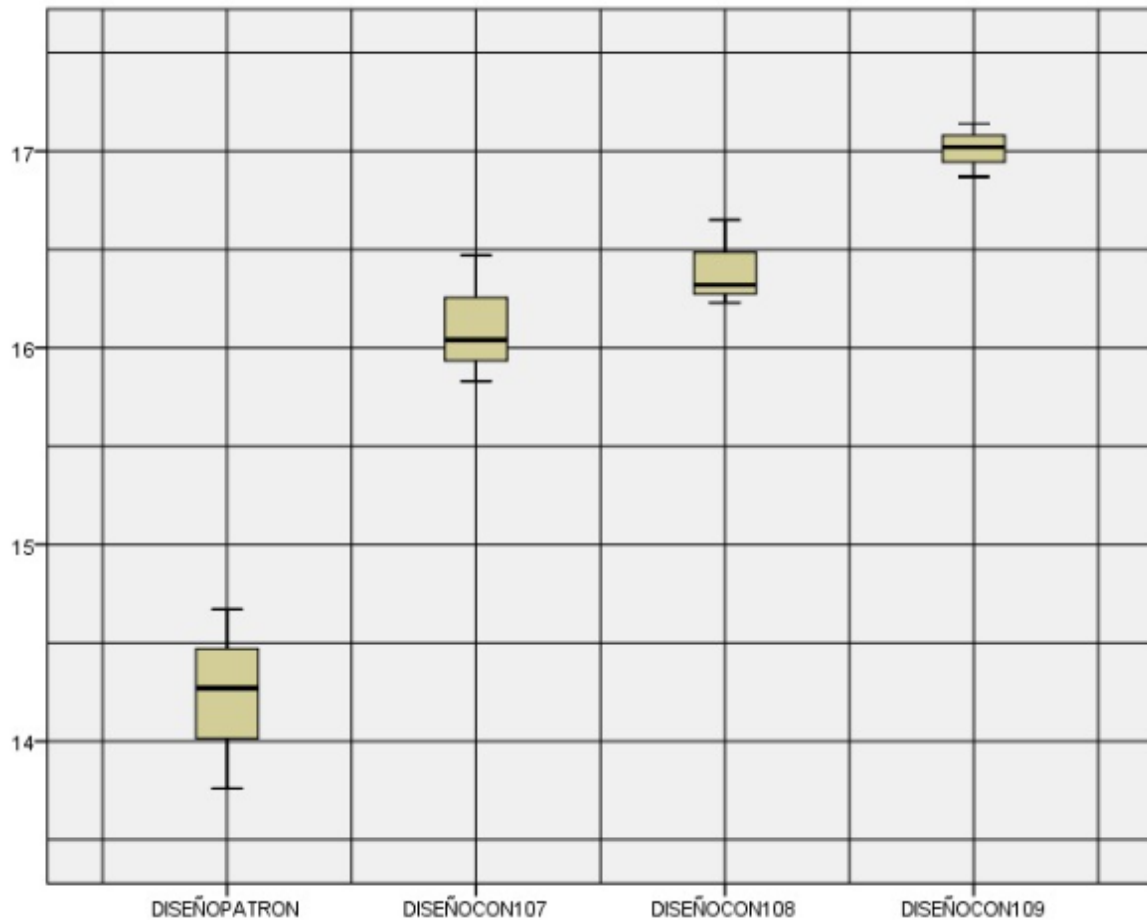


Figura 24. Diagrama de Bigotes de ensayos de tracción a los 7 días.

Análisis Inferencial a los 7 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis nula:

Hipótesis nula: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* no influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Por medio de la regla se produce la aceptación o el descarte de la hipótesis nula:

Si la significancia de la hipótesis alterna equivale a un valor menor o igual al valor de 0.05 entonces la hipótesis nula esta rechazada.

- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se valida la hipótesis nula.

De la tabla 29 referida a la prueba estadística del T-Student para los ensayos de resistencia a la compresión podemos apreciar una significancia de 0 entonces de acuerdo a la normativa la hipótesis nula se rechaza porque tiene un valor que es menor al 0.05 y se acepta a la hipótesis alterna que es “la incorporación de la bacteria Bacillus Thuringiensis en poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml incrementara la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² para edades de 7, 14 y 28 días, Lima -2022” de acuerdo con lo visto en la tabla 29.

Tabla 29. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 7 días.

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1: Dosificación - Resistencia Comprensión	-166.37	7.87	2.27	-171.38	-161.37	-73.19	12	.000
Par 2: Dosificación - Resistencia Tracción	-15.93	1.11	.32	-16.64	-15.23	-49.54	12	.000

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Prueba HSD Tukey

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 30 que los valores de significancia con respecto al concreto del diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10^7 cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10^8 cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10^9 cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 7 días.

Tabla 30. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 7 días.

(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DISEÑO PATRÓN	Diseño con población de 10 ⁷	-12,34667	.44543	.000	-13.7731	-10.9202
	Diseño con población de 10 ⁸	-16,61333	.44543	.000	-18.0398	-15.1869
	Diseño con población de 10 ⁹	-19,83000	.44543	.000	-21.2564	-18.4036
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	12,34667	.44543	.000	10.9202	13.7731
	Diseño con población de 10 ⁸	-4,26667	.44543	.000	-5.6931	-2.8402
	Diseño con población de 10 ⁹	-7,48333	.44543	.000	-8.9098	-6.0569
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	16,61333	.44543	.000	15.1869	18.0398
	Diseño con población de 10 ⁷	4,26667	.44543	.000	2.8402	5.6931
	Diseño con población de 10 ⁹	-3,21667	.44543	.000	-4.6431	-1.7902
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	19,83000	.44543	.000	18.4036	21.2564
	Diseño con población de 10 ⁷	7,48333	.44543	.000	6.0569	8.9098
	Diseño con población de 10 ⁸	3,21667	.44543	.000	1.7902	4.6431

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 31 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10⁷ cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10⁸ cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10⁹ cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 7 días.

Tabla 31. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a tracción a los 7 días.

(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño con población de 10 ⁷	-188,000	.25221	.000	-2.6877	-1.0723
	Diseño con población de 10 ⁸	-216,667	.25221	.000	-2.9743	-1.3590
	Diseño con 10 ⁹	-277,667	.25221	.000	-3.5843	-1.9690
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	188,000	.25221	.000	1.0723	2.6877
	Diseño con población de 10 ⁸	-.28667	.25221	.679	-1.0943	.5210
	Diseño con población de 10 ⁹	-.89667	.25221	.031	-1.7043	-.0890
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	216,667	.25221	.000	1.3590	2.9743
	Diseño con población de 10 ⁷	.28667	.25221	.679	-.5210	1.0943
	Diseño con población de 10 ⁹	-.61000	.25221	.150	-1.4177	.1977
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	277,667	.25221	.000	1.9690	3.5843
	Diseño con población de 10 ⁷	.89667	.25221	.031	.0890	1.7043
	Diseño con población de 10 ⁸	.61000	.25221	.150	-.1977	1.4177

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

En la figura 25 se muestra la resistencia a compresión promedio del concreto con diseño patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel/ml de bacillus thuringiensis y el concreto que contiene población bacteria de 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 7 días

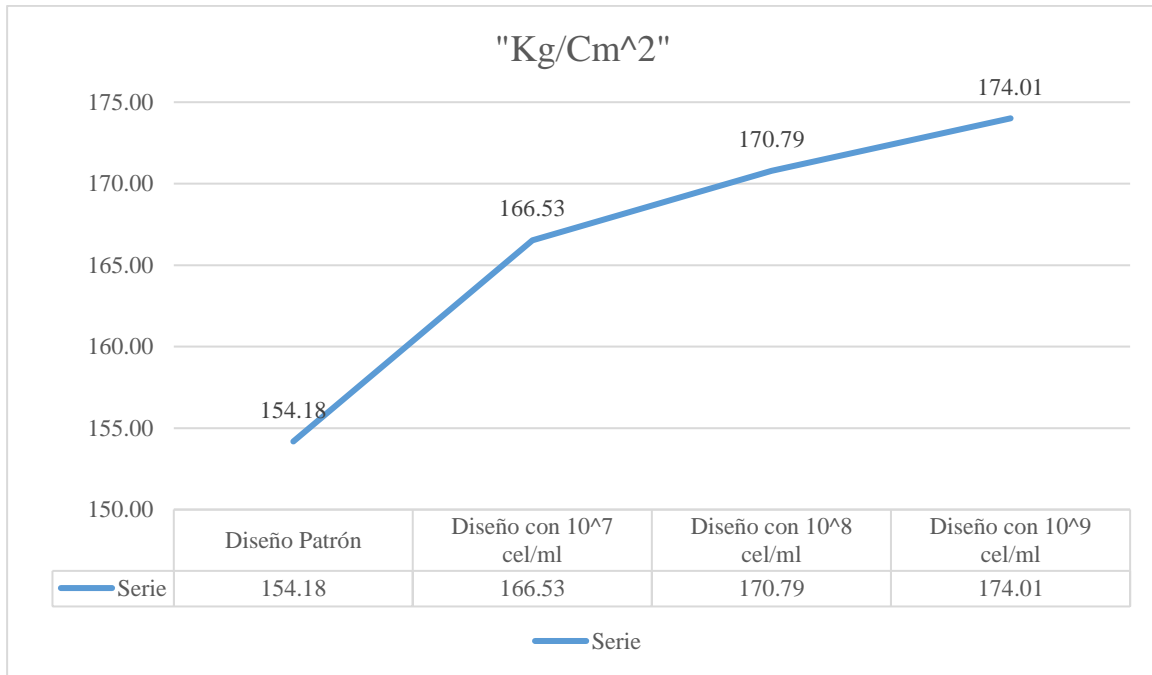


Figura 25. Media de Resistencia a Compresión 7 días.

En la figura 26 se muestra la resistencia a tracción promedio de las distintas dosificaciones tales como el concreto patrón y con poblaciones bacterianas de 10⁷ cel/ml, 10⁸ cel/ml y 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 7 días de madurez.

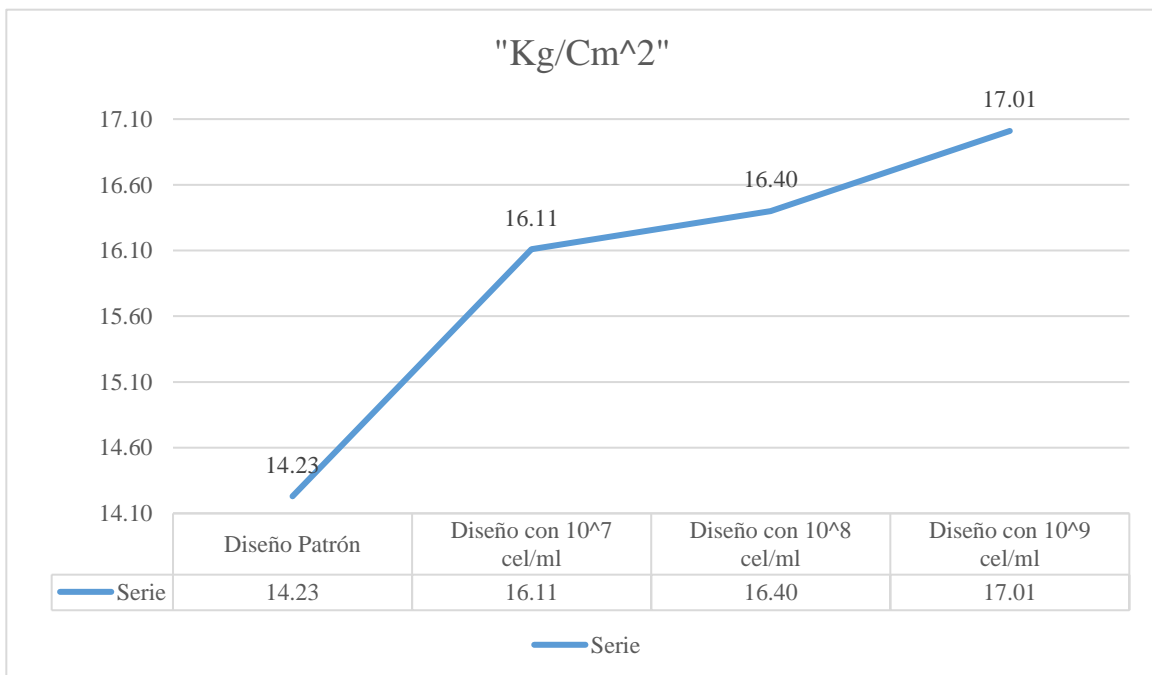


Figura 26. Media de Resistencia a Tracción 7 días.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Compresión a los 14 días

En la tabla 32 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 14 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 185.97 kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 179.60kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 185.20 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 194.29 kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 186.36 kg/cm².

Tabla 32. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 14 días.

Diseño	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	185.97	185.71	186.23	.13077	.22650	185.76	186.21
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	179.60	179.09	180.11	.26058	.45133	179.13	180.03
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	185.20	184.87	185.53	.16826	.29143	184.87	185.43
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	194.29	194.10	194.47	.09387	.16258	194.16	194.47
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	186.36	186.02	186.70	0.17	0.30	186.05	186.64

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Tracción a los 14 días

En la tabla 33 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 14 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 16.75kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 15.46kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 19.15 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 20.17kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 18.26kg/cm².

Tabla 33. Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 14 días.

	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	16.75	16.53	16.96	.10899	.18877	16.54	16.91
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	15.46	15.10	15.82	.18248	.31607	15.13	15.76
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	19.15	18.87	19.44	.14495	.25106	18.94	19.43
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	20.17	19.92	20.43	.13170	.22811	19.97	20.42
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	18.26	17.96	18.56	0.15	0.27	18.01	18.54

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Pruebas de Normalidad a los 14 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis alterna:

Hipótesis alterna: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Se asignó la semejanza por medio de la función de Gauss, para ello se sigue una norma:

- Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 por ende se tendrá un comportamiento del tipo paramétrico.
- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se tendrá un comportamiento del tipo no paramétrico.

Tabla 34. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 14 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.219	3		.987	3	.780
Diseño con adición de <i>Bacillus Thuringiensis</i>	.266	9		.942	9	.577

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 34 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.780 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se tiene un comportamiento paramétrico, de igual manera con el diseño con adición de *bacillus thuringiensis* con una significancia de 0.577 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico en la figura 27 se denotan dichos valores de forma gráfica.

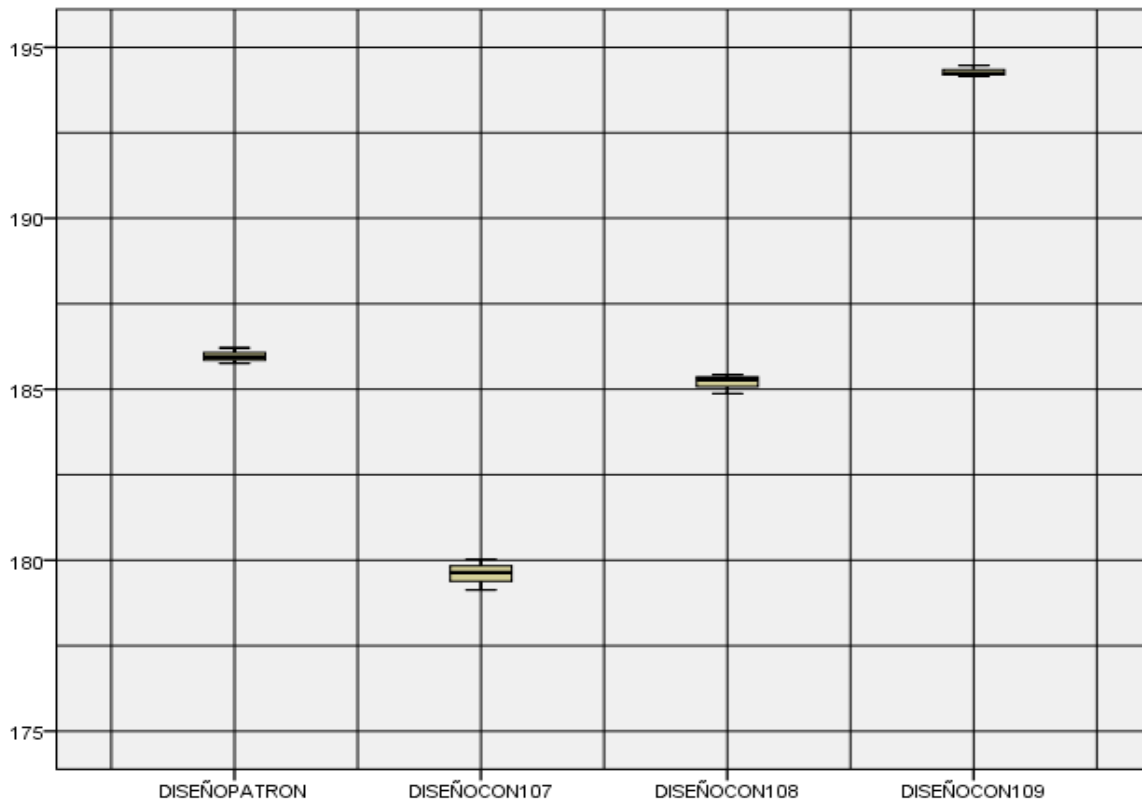


Figura 27. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 14 días.

Tabla 35. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 14 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.257	3		.960	3	.618
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis	.238	9		.973	9	.702

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 35 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.618 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se tiene un comportamiento paramétrico, de igual manera con el diseño con adición de bacillus thuringiensis con una significancia de 0.702 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico y en la figura 28 se denotan dichos valores de forma gráfica.

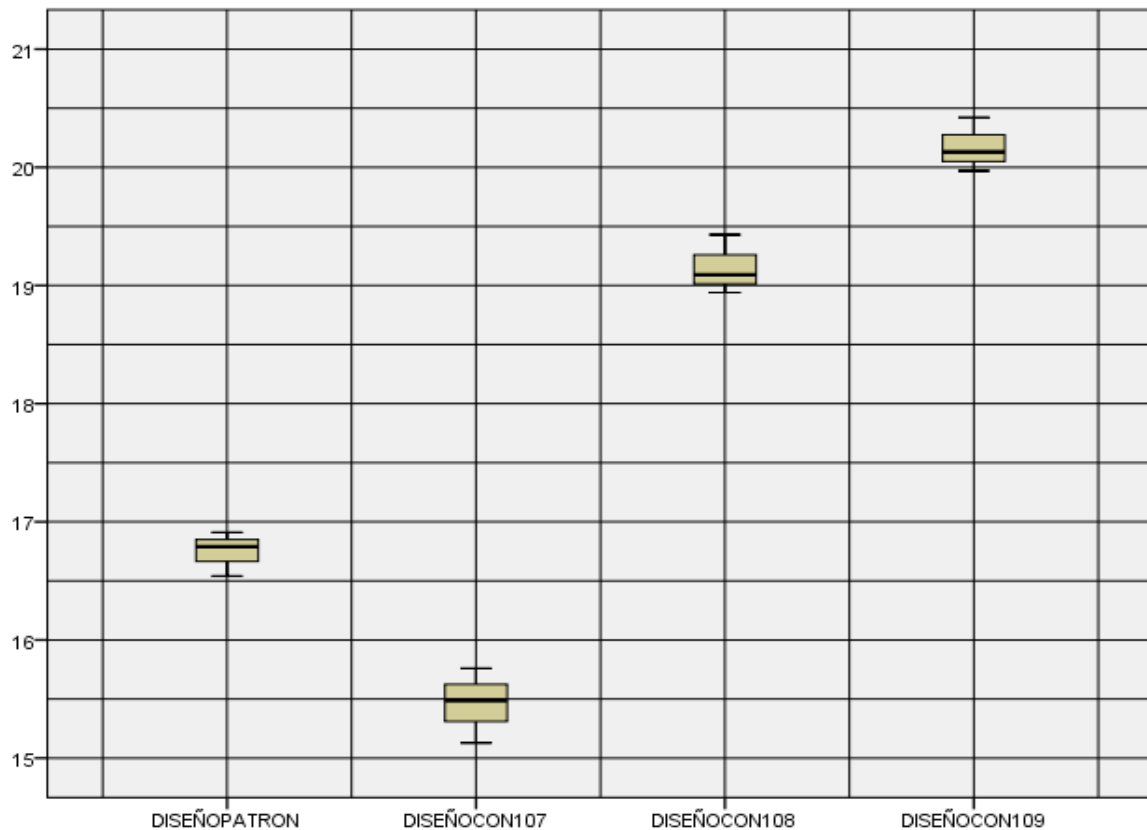


Figura 28. Diagrama de Bigotes de ensayos de tracción a los 14 días.

Análisis Inferencial a los 14 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis nula:

Hipótesis nula: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* no influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Por medio de la regla de aceptación o descarte de la hipótesis nula:

Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 entonces se tiene que rechazar la hipótesis nula.

- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se valida la hipótesis nula.

De la tabla 36 referida a la prueba estadística del T-Student se puede apreciar que en los resultados de resistencias a compresión se obtiene una significancia de 0 entonces de acuerdo a la normativa que condiciona a la hipótesis nula de porque es menor al 0.05 vendría a ser rechazada y se acepta a la hipótesis alterna “La incorporación de la bacteria Bacillus Thuringiensis en poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml incrementara la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² para edades de 7, 14 y 28 días, Lima -2022”.

Tabla 36. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 14 días.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1: Dosificación - Resistencia Compresión	-186.26	5.48	1.58	-189.74	-182.77	-117.67	12	.00
Par 2: Dosificación - Resistencia Tracción	-17.88	1.96	.56	-19.13	-16.63	-31.49	12	.00

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Prueba HSD Tukey

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 37 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10^7 cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10^8 cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10^9 cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia que es significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 14 días.

Tabla 37. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 14 días.

(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DISEÑO PATRÓN	Diseño con población de 10 ⁷	637,000	.24711	.000	5.5787	7.1613
	Diseño con población de 10 ⁸	.77333	.24711	.055	-.0180	1.5647
	Diseño con población de 10 ⁹	-831,667	.24711	.000	-9.1080	-7.5253
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	-637,000	.24711	.000	-7.1613	-5.5787
	Diseño con población de 10 ⁸	-559,667	.24711	.000	-6.3880	-4.8053
	Diseño con población de 10 ⁹	-1,468,667	.24711	.000	-15.4780	-13.8953
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	-.77333	.24711	.055	-1.5647	.0180
	Diseño con población de 10 ⁷	559,667	.24711	.000	4.8053	6.3880
	Diseño con población de 10 ⁹	-909,000	.24711	.000	-9.8813	-8.2987
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	831,667	.24711	.000	7.5253	9.1080
	Diseño con población de 10 ⁷	1,468,667	.24711	.000	13.8953	15.4780
	Diseño con población de 10 ⁸	909,000	.24711	.000	8.2987	9.8813

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 38 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10⁷ cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10⁸ cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10⁹ cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 14 días.

Tabla 38. Prueba de T-Student de los ensayos a tracción a los 14 días.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (kg/cm ²) - HSD TUKEY						
(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño con población de 10 ⁷	128,667	.20437	.001	.6322	1.9411
	Diseño con población de 10 ⁸	-240,667	.20437	.000	-3.0611	-1.7522
	Diseño con 10 ⁹	-342,667	.20437	.000	-4.0811	-2.7722
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	-128,667	.20437	.001	-1.9411	-.6322
	Diseño con población de 10 ⁸	-369,333	.20437	.000	-4.3478	-3.0389
	Diseño con población de 10 ⁹	-471,333	.20437	.000	-5.3678	-4.0589
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	240,667	.20437	.000	1.7522	3.0611
	Diseño con población de 10 ⁷	369,333	.20437	.000	3.0389	4.3478
	Diseño con población de 10 ⁹	-102,000	.20437	.005	-1.6745	-.3655
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	342,667	.20437	.000	2.7722	4.0811
	Diseño con población de 10 ⁷	471,333	.20437	.000	4.0589	5.3678
	Diseño con población de 10 ⁸	102,000	.20437	.005	.3655	1.6745

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

En la figura 29 se muestra la resistencia a compresión promedio del concreto patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel/ml de bacillus thuringiensis y el concreto con población bacteria de 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 14 días.

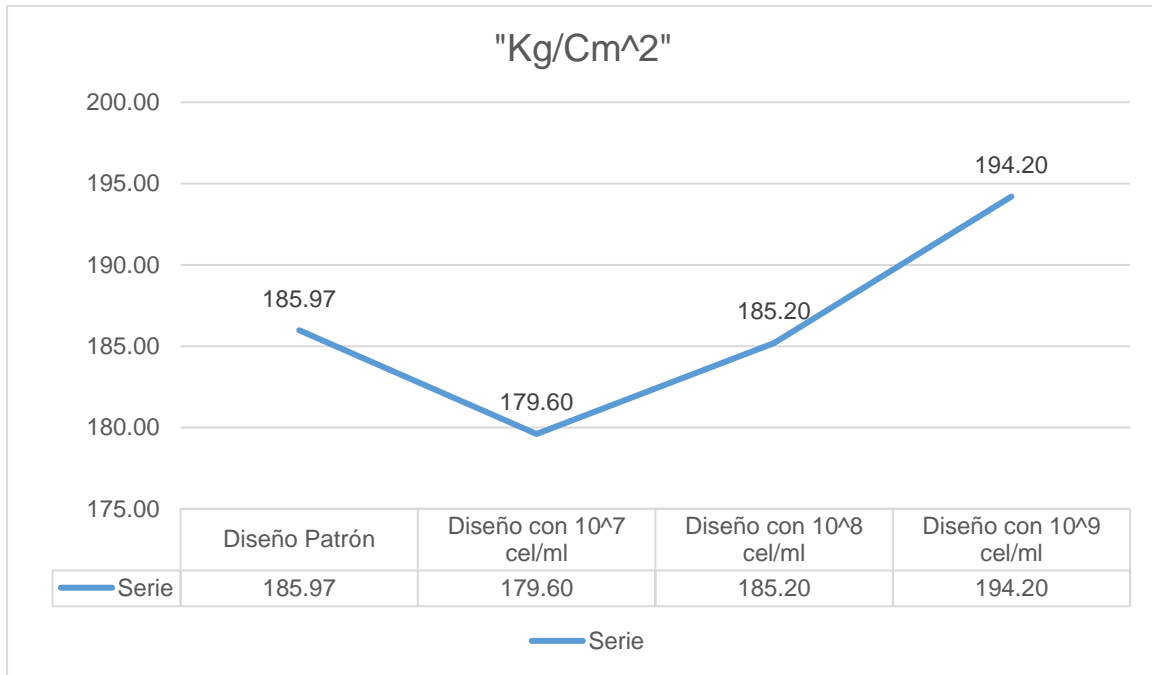


Figura 29. Media de Resistencia a Compresión 14 días.

En la figura 30 se muestra la resistencia a tracción promedio del concreto patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel/ml de bacillus thuringiensis y el concreto con población bacteria de 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 14 días.

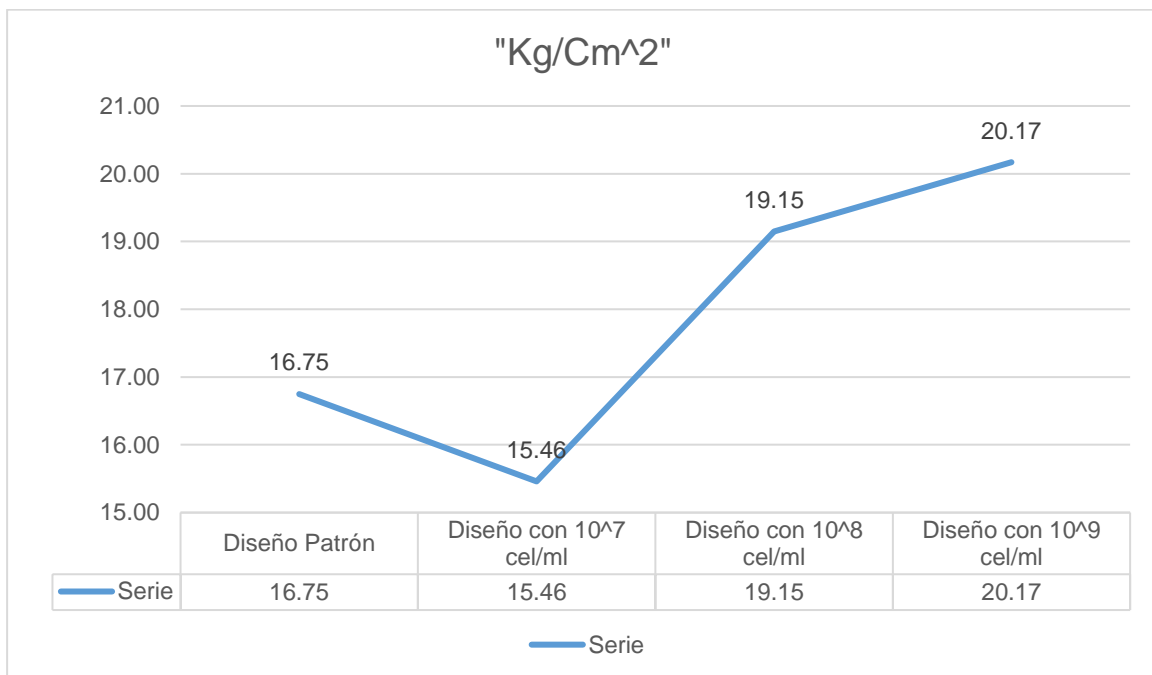


Figura 30. Media de Resistencia a Tracción 14 días.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Compresión a los 28 días

En la tabla 39 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 28 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 211.99 kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 224.99kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 247.03 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 256.89 kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 242.97 kg/cm².

Tabla 39. Análisis descriptivo de los ensayos a compresión a los 28 días.

Diseño	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	211.99	210.43	213.54	.79424	1.37566	210.46	213.13
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	224.99	223.46	226.53	.78235	1.35508	223.46	226.03
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	247.03	246.59	247.48	.22659	.39247	246.71	247.47
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	256.89	255.55	258.22	.68182	1.18095	255.78	258.13
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	242.97	241.87	244.08	0.56	0.98	241.98	243.88

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Análisis Descriptivo de los Ensayos a Tracción a los 28 días

En la tabla 40 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 28 días. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 17.65kg/cm², el diseño con población 10⁷ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 19.72kg/cm², el diseño con población 10⁸ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 21.13 kg/cm², el diseño con población 10⁹ cel/ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 23.24kg/cm² y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 21.36kg/cm².

Tabla 40. Análisis descriptivo de los ensayos a tracción a los 28 días.

	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	17.65	17.42	17.87	.11465	.19858	17.49	17.87
Diseño con población 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	3	19.72	19.38	20.06	.17436	.30199	19.44	20.04
Diseño con población 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	3	21.13	20.44	21.82	.35218	.61000	20.57	21.78
Diseño con población 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	3	23.24	23.05	23.43	.09866	.17088	23.06	23.40
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	21.36	20.95	21.77	0.21	0.36	21.02	21.74

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Pruebas de Normalidad a los 28 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis alterna:

Hipótesis alterna: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Se asigna la semejanza por medio de la función de Gauss, para ello se sigue una norma:

- Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 entonces se tendrá un comportamiento de tipo paramétrico.
- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se tendrá un comportamiento de tipo no paramétrico.

Tabla 41. Prueba de normalidad de los ensayos a compresión a los 28 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.276	3		.942	3	.535
Diseño con adición de <i>Bacillus Thuringiensis</i>	.268	9		.942	9	.570

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 41 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.535 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se tiene un comportamiento paramétrico, de igual manera con el diseño con adición de *bacillus thuringiensis* con una significancia de 0.570 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico en la figura 31 se denotan dichos valores de forma gráfica.

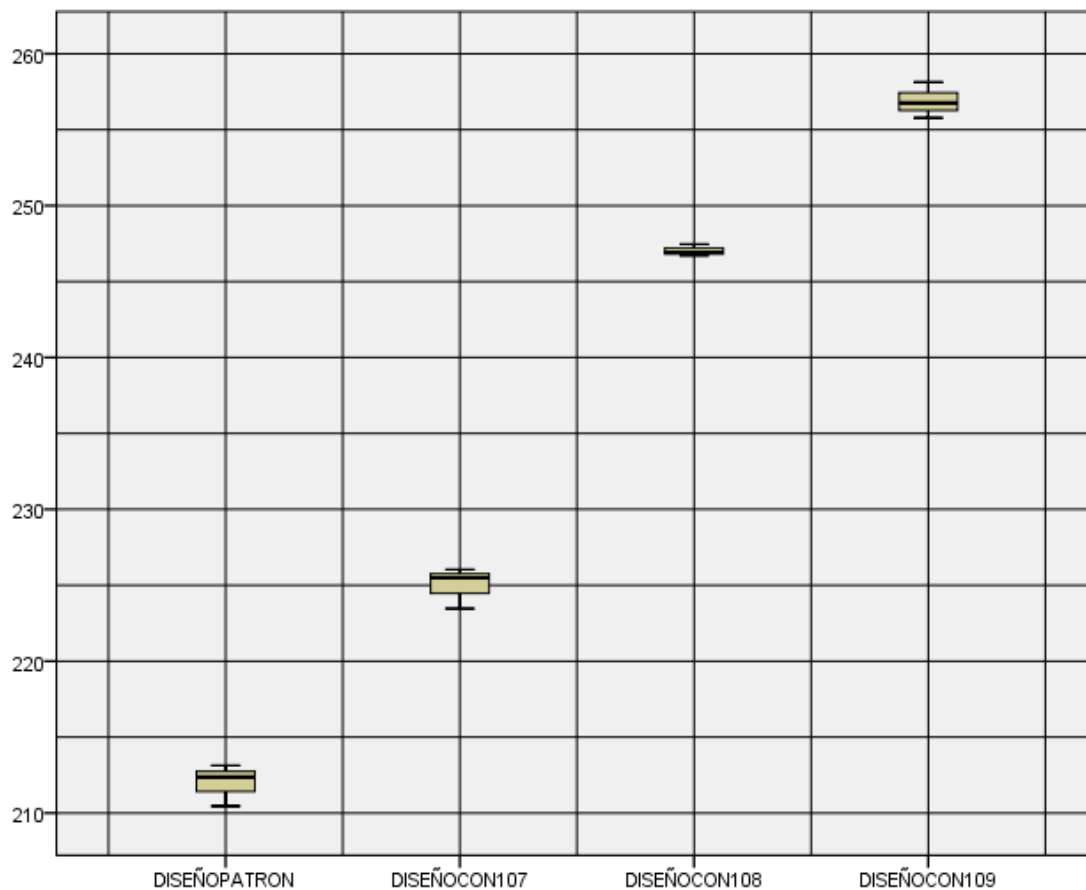


Figura 31. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 28 días.

Tabla 42. Prueba de normalidad de los ensayos a tracción a los 28 días.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.298	3		.915	3	.437
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis	.219	9		.987	9	.781

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 42 se puede apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 0.437 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se tiene un comportamiento paramétrico, de igual manera con el diseño con adición de bacillus thuringiensis con una significancia de 0.781 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico y en la figura 32 se denotan dichos valores de forma gráfica.

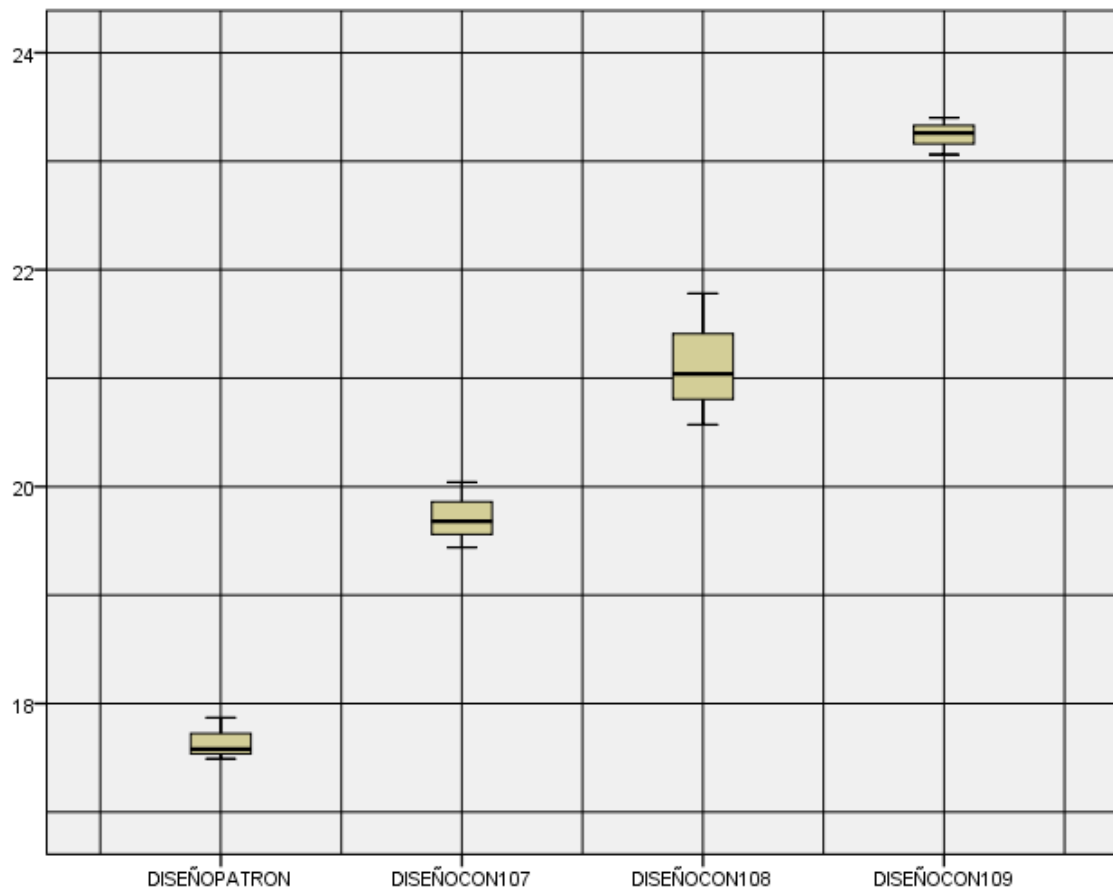


Figura 32. Diagrama de Bigotes de ensayos de compresión a los 28 días.

Análisis Inferencial a los 28 Días

Contrastando la normalidad de la hipótesis nula:

Hipótesis nula: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* no influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Lima – 2022.

Por medio de la regla de aceptación o descarte de la hipótesis nula:

Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 entonces se tiene que rechazar la hipótesis nula.

- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se valida la hipótesis nula.

De la tabla 43 referida a la prueba estadística del T-Student para los ensayos de resistencia a la compresión podemos apreciar que tenemos una significancia de 0 entonces de acuerdo a la normativa que condiciona a la hipótesis nula de porque es menor al 0.05 vendría a ser rechazada y se acepta a la hipótesis alterna “La incorporación de la bacteria Bacillus Thuringiensis en poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml incrementara la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² para edades de 7, 14 y 28 días, Lima -2022”.

Tabla 43. Prueba de T-Student de los ensayos a compresión y tracción a los 28 días.

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1: Dosificación - Resistencia Compresión	-235.22	18.51	5.34	-246.98	-223.46	-44.01	12	.00
Par 2: Dosificación - Resistencia Tracción	-20.43	2.15	.62	-21.80	-19.06	-32.88	12	.00

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Prueba HSD Tukey

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 44 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10^7 cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10^8 cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10^9 cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia que es significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los 28 días.

Tabla 44. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a compresión a los 28 días.

(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DISEÑO PATRÓN	Diseño con población de 10 ⁷	-1,300,667	.93785	.000	-16.0100	-10.0034
	Diseño con población de 10 ⁸	-3,504,667	.93785	.000	-38.0500	-32.0434
	Diseño con población de 10 ⁹	-4,490,000	.93785	.000	-47.9033	-41.8967
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	1,300,667	.93785	.000	10.0034	16.0100
	Diseño con población de 10 ⁸	-2,204,000	.93785	.000	-25.0433	-19.0367
	Diseño con población de 10 ⁹	-3,189,333	.93785	.000	-34.8966	-28.8900
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	3,504,667	.93785	.000	32.0434	38.0500
	Diseño con población de 10 ⁷	2,204,000	.93785	.000	19.0367	25.0433
	Diseño con población de 10 ⁹	-985,333	.93785	.000	-12.8566	-6.8500
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	4,490,000	.93785	.000	41.8967	47.9033
	Diseño con población de 10 ⁷	3,189,333	.93785	.000	28.8900	34.8966
	Diseño con población de 10 ⁸	985,333	.93785	.000	6.8500	12.8566

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 45 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10⁷ cel/ml, población de bacillus thuringiensis de 10⁸ cel/ml y población de bacillus thuringiensis de 10⁹ cel/ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia significativa entre los distintos resultados obtenidos de los ensayos de tracción a los 28 días.

Tabla 45. Prueba de HSD Tukey de los ensayos a tracción a los 28 días.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (kg/cm ²) - HSD TUKEY						
(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño con población de 10 ⁷	-207,333	.29775	.001	-3.0268	-1.1198
	Diseño con población de 10 ⁸	-348,333	.29775	.000	-4.4368	-2.5298
	Diseño con 10 ⁹	-559,333	.29775	.000	-6.5468	-4.6398
Diseño con población de 10 ⁷ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	207,333	.29775	.001	1.1198	3.0268
	Diseño con población de 10 ⁸	-141,000	.29775	.006	-2.3635	-4.565
	Diseño con población de 10 ⁹	-352,000	.29775	.000	-4.4735	-2.5665
Diseño con población de 10 ⁸ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	348,333	.29775	.000	2.5298	4.4368
	Diseño con población de 10 ⁷	141,000	.29775	.006	.4565	2.3635
	Diseño con población de 10 ⁹	-211,000	.29775	.000	-3.0635	-1.1565
Diseño con población de 10 ⁹ de Bacillus Thuringiensis	Diseño patrón	559,333	.29775	.000	4.6398	6.5468
	Diseño con población de 10 ⁷	352,000	.29775	.000	2.5665	4.4735
	Diseño con población de 10 ⁸	211,000	.29775	.000	1.1565	3.0635

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

En la figura 33 se muestra la resistencia a compresión promedio del concreto patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel/ml de bacillus thuringiensis y el concreto con población bacteria de 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 28 días.

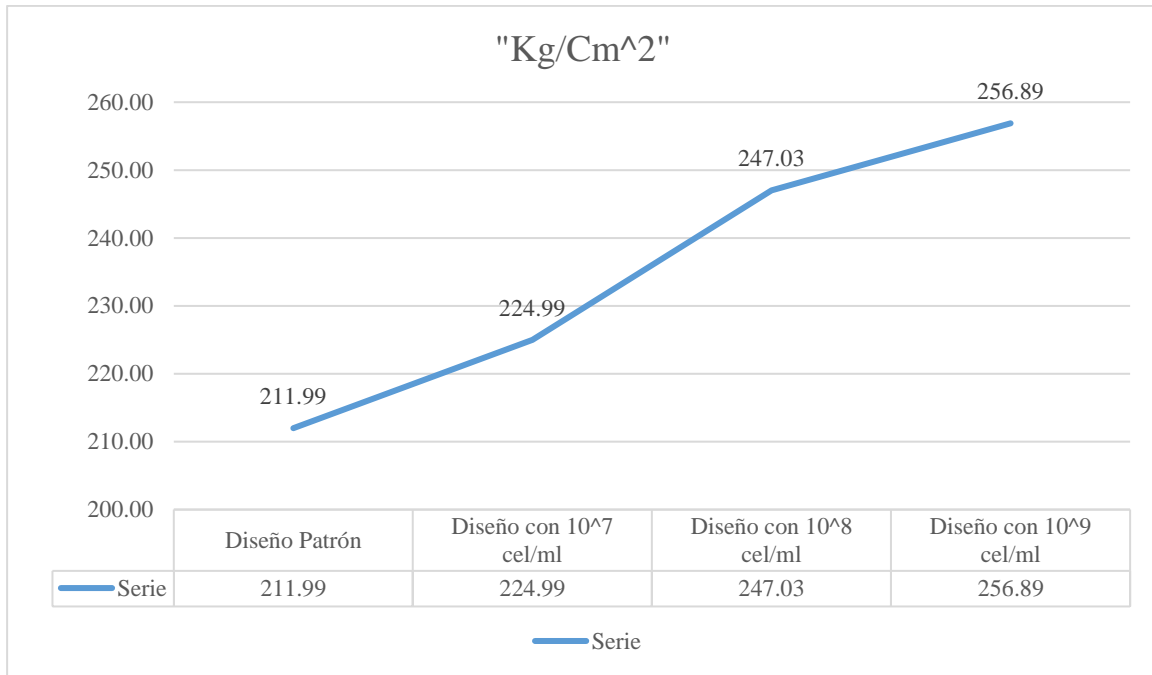


Figura 33. Media de Resistencia a Compresión 28 días.

En la figura 34 se muestra la resistencia a tracción promedio del concreto patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel/ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel/ml de bacillus thuringiensis y el concreto con población bacteria de 10⁹ cel/ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos realizados a los 14 días.

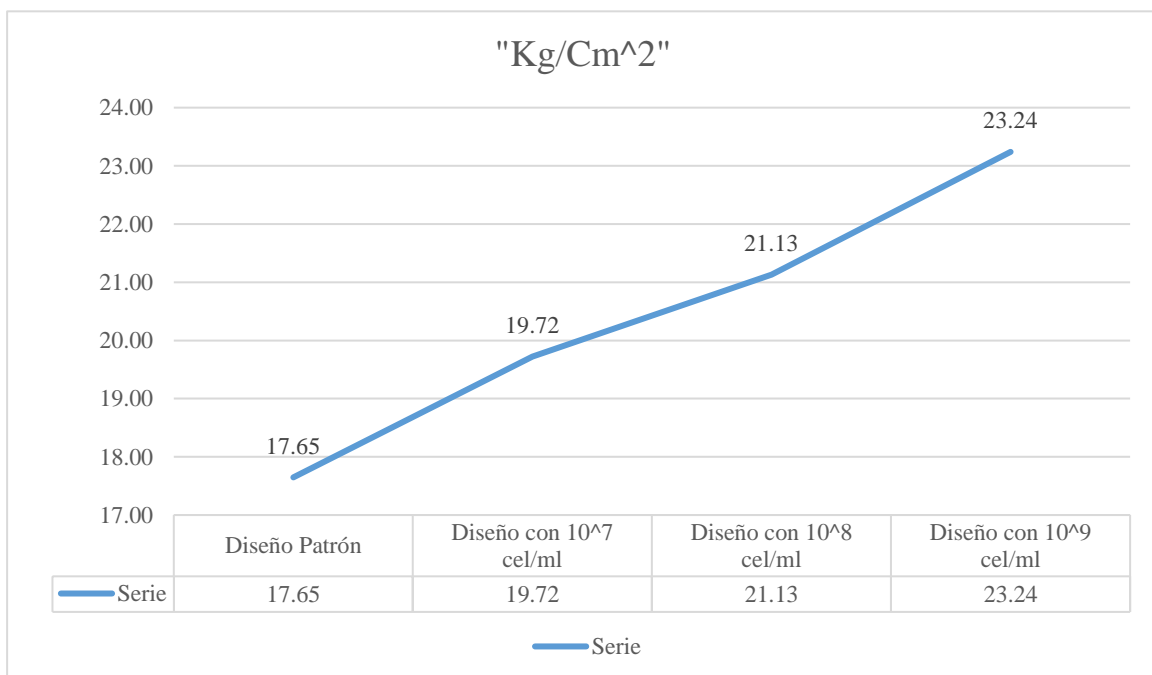


Figura 34. Media de Resistencia a Tracción 28 días.

Análisis Descriptivo de los Ensayos de Cono de Abrams

En la tabla 46 se muestran los resultados de la media, límites de confianza de la media, errores estándar y la desviación estándar de los resultados obtenidos de los ensayos de Cono de Abrams. Se determinó el promedio de los resultados del diseño patrón que fue 3.97”, el diseño con población 10^7 cel./ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 3.85”, el diseño con población 10^8 cel./ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 3.77”, el diseño con población 10^9 cel./ml de Bacillus Thuringiensis con un valor de 3.71” y el promedio en conjunto de los tres diseños con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis con un valor de 3.78”.

Tabla 46. Análisis descriptivo de los ensayos de Cono de Abrams

Diseño	N	Media	95% de intervalo de confianza de la media		Error estándar	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
			límite inferior	límite superior				
Diseño Patrón	3	3.97	3.947	3.993	.01155	.02000	3.95	3.99
Diseño con población 10^7 de Bacillus Thuringiensis	3	3.85	3.817	3.873	.01443	.02500	3.82	3.87
Diseño con población 10^8 de Bacillus Thuringiensis	3	3.77	3.727	3.806	.02028	.03512	3.73	3.80
Diseño con población 10^9 de Bacillus Thuringiensis	3	3.71	3.685	3.742	.01453	.02517	3.69	3.74
Diseño con adición de Bacillus Thuringiensis promedio.	9	3.78	3.74	3.81	0.02	0.03	3.75	3.80

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Pruebas de Normalidad

Contrastando la normalidad de la hipótesis alterna:

Hipótesis alterna: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Ate – 2022.

Se asignó la semejanza por medio de la función de Gauss, para ello se sigue una norma:

- Si la significancia de la hipótesis alterna es menor o igual al valor de 0.05 entonces se tendrá un comportamiento que vendría a ser no paramétrico.
- Si se tiene una significancia mayor al valor de 0.05 entonces la hipótesis alterna va a tener un comportamiento que sería paramétrico.

Tabla 47. Prueba de normalidad de los ensayos de Cono de Abrams.

Diseños	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diseño Patrón	.175	3		1.000	3	1.000
Diseño con adición de <i>Bacillus Thuringiensis</i>	.200	9		.993	9	.874

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

De la tabla 47 se pudo apreciar que el diseño patrón tiene una significación de 1.0 de acuerdo con Shapiro Wilk entonces se produce un comportamiento tipo paramétrico, de igual manera con el diseño de concreto con adición de *Bacillus thuringiensis* con una significancia de 0.874 que es mayor al 0.05 de la normativa estadística de la normalidad por ende se tiene un comportamiento paramétrico en la figura 35 se denotan dichos valores de forma gráfica.

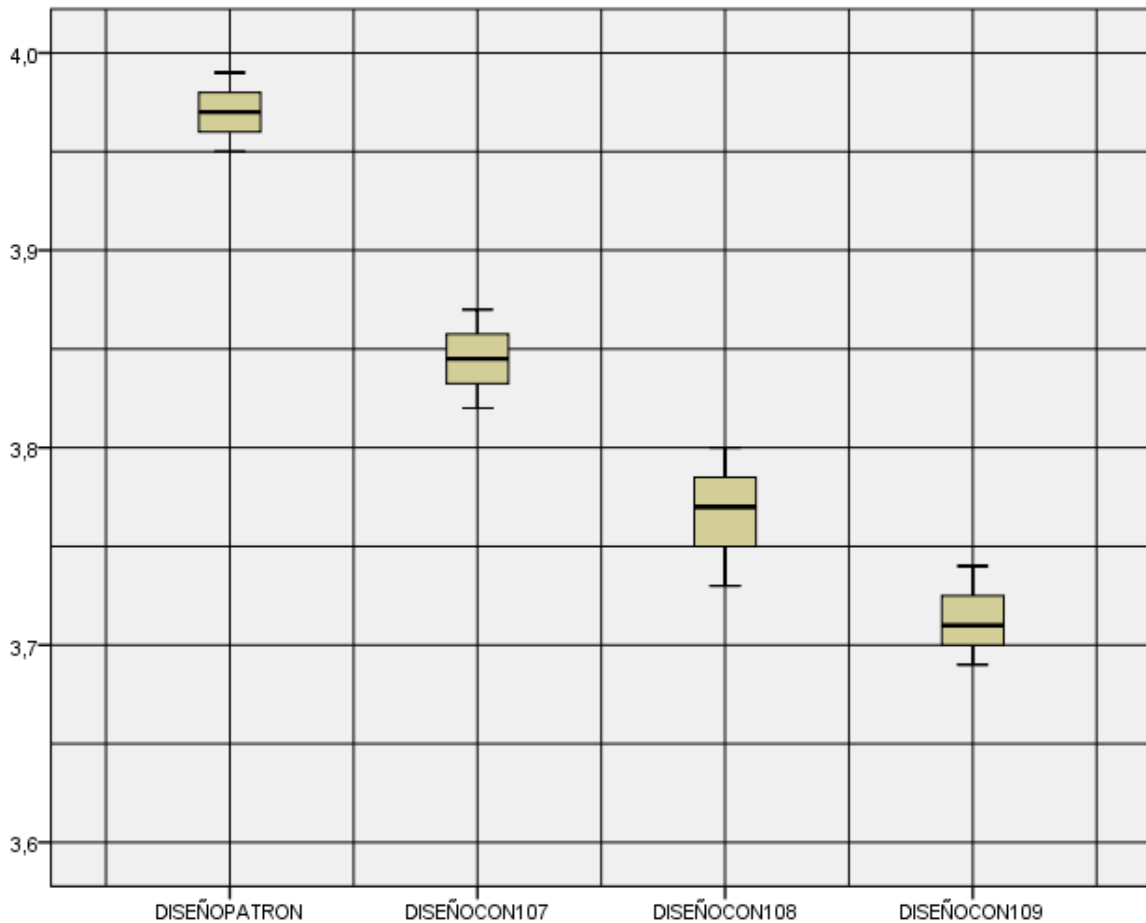


Figura 35. Diagrama de Bigotes de ensayos de Cono de Abrams.

Análisis Inferencial

Contrastando la normalidad de la hipótesis nula:

Hipótesis nula: El uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* no influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Ate – 2022.

Por medio de la regla se produce la aceptación o el descarte de la hipótesis nula:

Si la significancia de la hipótesis alterna equivale a un valor menor o igual al valor de 0.05 entonces la hipótesis nula esta rechazada.

- Si la significancia de la hipótesis alterna es mayor al valor de 0.05 entonces se valida la hipótesis nula.

De la tabla 48 referida a la prueba estadística del T-Student para los ensayos de Cono de Abrams podemos apreciar una significancia de 0 entonces de acuerdo a la normativa la hipótesis nula se rechaza porque tiene un valor que es menor al 0.05 y se acepta a la hipótesis alterna que es “la incorporación de la bacteria Bacillus Thuringiensis en poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 cel./ml incrementara la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² para edades de 7, 14 y 28 días, Lima -2022” de acuerdo con lo visto en la tabla 46.

Tabla 48. Prueba de T-Student de los ensayos de Cono de Abrams

Prueba de muestra única						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Ensayo de Cono de Abrams	128.076	12	.000	3.82375	3.7580	3.8895

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

Prueba HSD Tukey

Al usar la prueba estadística del post-hoc de Tukey se puede apreciar en la tabla 49 que los valores de significancia con respecto al diseño patrón, el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10^7 cel./ml, población de bacillus thuringiensis de 10^8 cel./ml y población de bacillus thuringiensis de 10^9 cel./ml tienen una diferencia de 0.00 este valor al ser menor que el 0.05 nos indica que se tiene una diferencia significativa, al comparar entre el diseño con población de bacillus thuringiensis de 10^8 cel./ml y la población de bacillus thuringiensis de 10^9 cel/ml se obtuvo un valor 0.148 dando entender que no hay diferencia significativa de los resultados obtenidos de los ensayos de Cono de Abrams.

Tabla 49. Prueba de HSD Tukey de los ensayos de Cono de Abrams

(I) DOSIFICACION		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño patrón	Diseño con 10 ⁷	,12500	.02195	.002	.0547	.1953
	Diseño con 10 ⁸	,20333	.02195	.000	.1330	.2736
	Diseño con 10 ⁹	,25667	.02195	.000	.1864	.3270
Diseño con población 10 ⁷ de bacillus thuringiensis	Diseño patrón	-,12500*	.02195	.002	-.1953	-.0547
	Diseño con 10 ⁸	,07833	.02195	.030	.0080	.1486
	Diseño con 10 ⁹	,13167	.02195	.001	.0614	.2020
Diseño con población 10 ⁸ de bacillus thuringiensis	Diseño patrón	-,20333*	.02195	.000	-.2736	-.1330
	Diseño con 10 ⁷	-,07833*	.02195	.030	-.1486	-.0080
	Diseño con 10 ⁹	.05333	.02195	.148	-.0170	.1236
Diseño con población 10 ⁹ de bacillus thuringiensis	Diseño patrón	-,25667*	.02195	.000	-.3270	-.1864
	Diseño con 10 ⁷	-,13167*	.02195	.001	-.2020	-.0614
	Diseño con 10 ⁸	-.05333	.02195	.148	-.1236	.0170

Fuente: Elaboración propia / IBM SPSS Statistics 23.

En la figura 36 se muestra el ensayo de Cono de Abrams promedio del concreto con diseño patrón, concreto con población bacteria de 10⁷ cel./ml de bacillus thuringiensis, concreto con población bacteria de 10⁸ cel./ml de bacillus thuringiensis y el concreto que contiene población bacteria de 10⁹ cel./ml de bacillus thuringiensis obtenido de los resultados de los ensayos de Cono de Abrams.

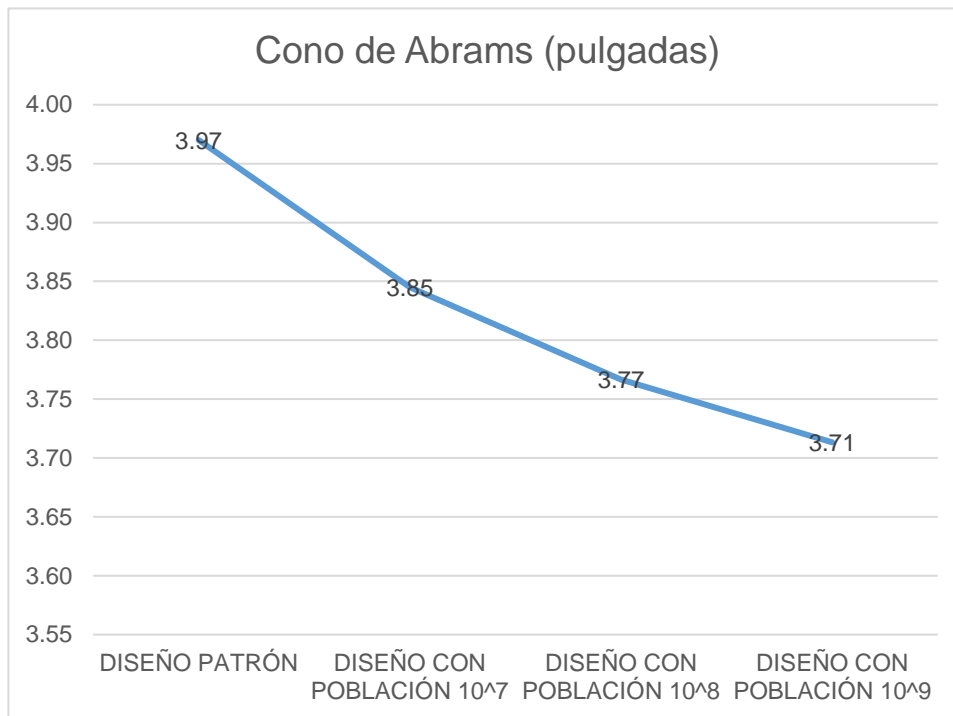


Figura 36. Media de resultados de Cono de Abrams.

V. DISCUSIÓN

Para determinar la influencia del uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en edificaciones, Ate – 2022, se realizó probetas para ensayos de compresión y tracción, para diseño sin adición de bacteria, diseño con población bacteriana de 10^7 cel./ml , diseño con población bacteriana de 10^8 cel./ml y diseño con población bacteriana de 10^9 cel./ml , siendo este último diseño con mayor valor que se obtuvo con 256.89 kg/cm^2 incrementando la resistencia de compresión con respecto al valor obtenido del diseño patrón con 211.99 kg/cm^2 y en tracción el diseño con población bacteriana de 10^9 cel./ml , también obtuvo la mayor resistencia con valor de 23.24 kg/cm^2 incrementando la resistencia con respecto al valor obtenido del diseño patrón con 17.65 kg/cm^2 , logrando incrementar de manera favorable en compresión 22.33% y tracción 32.20% a dichas propiedades mecánicas del concreto. (Ascate Mego et al. 2019) en su tesis Diseño de bioconcreto con *Bacillus Subtilis* para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019, se realizaron probetas para ensayos de compresión y ensayos de flexión, para diseño patrón, adición de 4% de bacteria, adición de 8% de bacteria y adición de 12% de bacteria, obteniendo la mayor resistencia con adición de 12% de bacteria con valor de 246.06 kg/cm^2 aumentando 14% la resistencia a compresión, para los ensayos a flexión la mayor resistencia es de la adición de 12% de bacteria con valor de 2.41 kg/cm^2 aumentando 13% la resistencia a flexión, mejorando la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. (Ormaeche Celestino, 2020) en su investigación titulada Influencia de la bacteria *Sporosarcina Pasteurii* en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Ate, Lima – 2020, se realizaron probetas para ensayos de compresión y ensayos de tracción, para mezcla patrón, mezcla con población bacteriana 10^7 cel./ml , mezcla con población bacteriana 10^8 cel./ml y mezcla con población bacteriana 10^9 cel./ml , obteniendo la mayor resistencia la mezcla con población bacteriana 10^9 cel./ml con valor de 255.06 kg/cm^2 aumentando 21.46% la resistencia a compresión, para los ensayos a tracción la resistencia mayor obtenida fue por la mezcla con población bacteriana 10^9 cel./ml con valor de 33.34 kg/cm^2 aumentando 16.77% la resistencia a tracción, mejorando la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la comparación hecha de los trabajos de investigación se observa que el uso de bacterias al diseño del concreto amplifica las propiedades mecánicas del concreto.

En los resultados para precisar la incidencia del uso de poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de *Bacillus thuringiensis* en la trabajabilidad y consistencia del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se realizó el ensayo de cono de Abrams obteniendo valores promedio de 3.97

pulgadas (diseño patrón), 3.85 pulgadas (diseño con 10^7 cel./ml), 3.77 pulgadas (diseño con 10^8 cel./ml) y 3.71 pulgadas (diseño con 10^9 cel./ml). En los resultados de (Ormaeche Celestino, 2020) en su investigación titulada Influencia de la bacteria *Sporosarcina Pasteurii* en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Ate, Lima – 2020, obtuvo resultados de la prueba de cono de Abrams de 3.95 pulgadas (diseño patrón), 3.80 pulgadas (diseño con 10^7 cel./ml), 3.75 pulgadas (diseño con 10^8 cel./ml) y 3.70 pulgadas (diseño con 10^9 cel./ml), comprendiendo que el uso de bacterias en el concreto afecta negativamente la trabajabilidad y consistencia, según resultados del cono de Abrams de nuestra investigación e investigaciones estudiadas se observa el decrecimiento de estos valores, además si se usa en mayor cantidad de población bacteriana usada.

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto con población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de *Bacillus thuringiensis* a los 7, 14 y 28 días de madurez, se analizaron los resultados obtenidos, con valores a los 7 días donde el mayor resultado es de 174.03 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 14 días el mayor resultado es de 194.29 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 28 días el mayor resultado es de 256.89 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml) y teniendo un incremento la resistencia de 22.33% a los 28 días en referencia del diseño patrón (211.09 kg/cm^2). (Ascate Mego et al. 2019) en su tesis Diseño de bioconcreto con *Bacillus Subtilis* para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019, obtuvieron valores a los 7 días donde el mayor resultado es de 158.28 kg/cm^2 (12% de bacteria), a los 14 días el mayor resultado es de 188.36 kg/cm^2 (12% de bacteria), a los 28 días el mayor resultado es de 246.06 kg/cm^2 (12% de bacteria) y teniendo un incremento de resistencia de 13.86% a los 28 días en referencia del diseño patrón (216.11 kg/cm^2). En la investigación de (Palmer Lozada et al. 2020) en su investigación Aplicación de bacterias *Bacillus Pseudofirmus* para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, en San Martín de Porres, 2020, obtuvieron valores a los 7 días donde el mayor resultado es de 54.91 kg/cm^2 (5×10^6 cel./ml de bacterias), 53.07 kg/cm^2 (5×10^7 cel./ml de bacterias), a los 28 días donde el mayor resultado es de 72.76 kg/cm^2 (5×10^6 cel./ml de bacterias), teniendo un incremento de resistencia de 20.94% a los 28 días en referencia del diseño patrón (60.16 kg/cm^2), analizando los datos de las investigaciones se llega a incrementar la resistencia a compresión con ayuda de las bacterias usadas en las investigaciones.

Para determinar la resistencia a la tracción del concreto con población bacteriana de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel/ml de bacillus thuringiensis a los 7,14 y 28 días de madurez, se analizaron los resultados obtenidos, con valores a los 7 días donde el mayor resultado es de 17.01 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 14 días donde el mayor resultado es de 20.17 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 28 días donde el mayor resultado es de 23.24 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml) y teniendo un incremento la resistencia de 32.20% a los 28 días en referencia del diseño patrón (17.65 kg/cm^2). En la investigación (Ormaeche Celestino, 2020) en su tesis Influencia de la bacteria Sporosarcina Pasteurii en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 , Ate, Lima – 2020, se obtuvieron valores a los 7 días donde el mayor resultado es de 24.56 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 14 días donde el mayor resultado es de 27.67 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 21 días donde el mayor resultado es de 30.67 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml), a los 28 días donde el mayor resultado es de 33.34 kg/cm^2 (población bacteriana de 10^9 cel./ml) y teniendo un incremento la resistencia de 15.86% a los 28 días en referencia del diseño patrón (28.81 kg/cm^2), analizando los datos de las investigaciones se llega a incrementar la resistencia a tracción con ayuda de las bacterias usadas en las investigaciones.

VI. CONCLUSIÓN

En esta investigación se determinó mediante los ensayos de laboratorios que el uso de bacterias bacillus thuringiensis amplifican las propiedades mecánicas del concreto convencional con $F'c=210\text{kg/cm}^2$, ya que a los 28 días de madurez los 3 tipos de concretos con inclusión de bacterias bacillus thuringiensis sobrepasaron la resistencia del diseño patrón.

Asimismo, se precisa que el uso de poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis de 10^9 células/mililitros obtuvo los resultados de amplificación de resistencia a la compresión más favorables obteniendo 256.89 kg/cm^2 , ya que el concreto patrón obtuvo una resistencia a la compresión de 211.99 kg/cm^2 , el concreto con población de 10^7 células/mililitros bacillus thuringiensis obtuvo 224.99 kg/cm^2 , y el concreto con población de 10^8 células/mililitros bacillus thuringiensis obtuvo 247.03 kg/cm^2 .

Por otro lado, se precisa que el uso de poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis de 10^9 células/mililitros obtuvo los resultados de amplificación de resistencia a la tracción más favorables obteniendo 23.24 kg/cm^2 , ya que el concreto patrón obtuvo una resistencia a la tracción de 17.65 kg/cm^2 , el concreto con población de 10^7 células/mililitros bacillus thuringiensis obtuvo 19.72 kg/cm^2 , y el concreto con población de 10^8 células/mililitros bacillus thuringiensis obtuvo 21.16 kg/cm^2 .

En este trabajo se precisó que el uso de poblaciones bacterianas de 10^7 , 10^8 y 10^9 Cel./ml de bacillus thuringiensis incide de manera negativa en la trabajabilidad y consistencia del concreto $F'c = 210\text{ Kg/cm}^2$, de acuerdo a los ensayos de cono de Abrams se obtuvieron valores de 3.97 pulgadas de diseño patrón, 3.85 pulgadas de diseño con población bacteriana de 10^7 , 3.77 pulgadas de diseño con población bacteriana de 10^8 y 3.71 pulgadas de diseño con población bacteriana de 10^9 , observando que la trabajabilidad y consistencia es reducida por la mayor cantidad de población bacteriana añadida, esto sería un factor en contra para el uso de estos diseños de concreto con bacterias bacillus thuringiensis.

Luego de los ensayos de laboratorio se realizó los análisis estadísticos donde se concluye que:

El uso de poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ por ende se valida la primera hipótesis general.

El uso de las poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ validando la hipótesis específica.

El uso de las poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ validando la segunda hipótesis específica.

VII. RECOMENDACIONES

Al culminar la investigación, se recomienda realizar mayor variedad de estudios de la propiedad mecánica del concreto con poblaciones bacterias de bacillus thuringiensis como por ejemplo los ensayos a flexión.

Tras realizar la investigación, se recomienda usar nuevas bacterias que logren mantener o amplificar valores de la consistencia y trabajabilidad del concreto, ya que en la industria de la construcción es de mucha relevancia la capacidad de amoldamiento del concreto en los encofrados.

Tras realizar la investigación, se recomienda para los ensayos a compresión y tracción del concreto con bacterias bacillus thuringiensis aumentar la muestra de 3 probetas por diseño a una cantidad de 5 o más probetas para poder obtener un mejor margen de error en el incremento de las resistencias mecánicas del concreto.

Se recomienda realizar ensayos térmicos con el concreto con poblaciones bacterias para poder saber el comportamiento de este material ante sucesos catastróficos que se puedan presentar a futuro.

Se recomienda el uso de bacterias bacillus thuringiensis para reparación de fisuras en edificaciones con fisuras en el concreto.

REFERENCIAS

Ascate Mego, Clarita Paola y Miranda Torres, Mary Anna de Jesús. Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $F'c=210$ kg/cm². *Tesis (Título de Ingeniería Civil)*. Tarapoto : Universidad César Vallejo, 2019.

Ponce de León Echegaray, Carla Fernanda, Huamani Rojas, Smith Kevin y Sánchez Acapana, Eddie. Los beneficios del uso de bacterias en el concreto autorregenerante. [En línea] 2015. [Citado el: 17 de abril de 2022.] <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/16153>.

Mendoza Nina, Renato Héctor y Sánchez Quijano, Jhon Marx. Análisis de la resistencia del concreto utilizando bacterias del género bacillus y biopolímeros como bioreparador, Cusco-2016. *Tesis (Título en Ingeniería Civil)*. Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2017.

Ormaeche Celestino, Antony Abel. Influencia de la bacteria Sporosarcina Pasteurii en la resistencia mecánica del concreto $f'c$ 210 kg/cm. *Tesis (Título en Ingeniería Civil)*. Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

Palmer Lozada, Miguel Alexander y Pulido Vargas, Isaac Dalton. Aplicación de bacterias Bacillus Pseudofirmus para mejorar las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm, 2020. *Tesis (Título en Ingeniería Civil)*. Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

Muller, Vinicius, et al. Analysis of cementitious matrices self-healing with bacillus bacteria. [Online] 2021. [Cited: 01 de mayo, 2022.] <https://doi.org/10.1590/S1983-41952022000400004>. ISSN 1983-4195.

Ferral Pérez, Héctor and Galicia García, Mónica. Bioprecipitation of calcium carbonate by Bacillus subtilis and its potential to self-healing in cement-based materials. [Online] 2020. [Cited: 27 de abril, 2022.] <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2020.18.5.1280>. ISSN 1665-6423.

Gökçe, Murat and Şimşek, Osman. The effect of calcite and blast furnace slag on the rheology properties of self-compacting concrete in meso and macro scales. [Online] 2021. [Cited: 01 de mayo, 2022.] <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.20.1.190>. ISSN 0718-915X.

Álvarez López, Dulce Ivonn Guadalupe. Toxicidad de Microencapsulados de Bacillus thuringiensis (BERLINER) Sobre Larvas en Primer Instar de Manduca sexta (LINNEO).

Tesis (Título de Ingeniería Agrónoma). México : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, 2011.

Hernández Guzmán, Christian. Optimización de las condiciones de cultivo para mejorar el rendimiento de producción y purificación de las proteínas Cry en *Bacillus thuringiensis*. Tesis (Maestría en Ciencias). México : Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 2014.

Nurtanto, D, et al. Comparison addition of rice husk ash and roof tile ash on fly ash-based geopolymer cement with portland cement. [Online] 2020. [Cited: mayo 16, 2022.] <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300287>. ISSN 0718-5073.

Santos Estrada, Arnold Junior. Aplicación del bioconcreto para reparar agrietamientos de los decantadores de la planta de tratamiento de agua La Atarjea - Lima. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021.

Lopez, Leidy Yohana y Sepúlveda, David. Caracterización Física de Diferentes Muestras de Agregados Pétreos para el Concreto - Zona Norte de Bogota. [En línea] 2014. [Citado el: 13 de Junio de 2022.] <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1801/3/Articulo-Caracterizacion%20fisica%20de%20agregados.pdf>.

Macías Veliz, Byron Omar, y otros. Análisis del concreto sin cemento. [En línea] 2019. [Citado el: abril de 17 de de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/337828564_ARTICULO_CIENTIFICO_-_Analisis_del_concreto_sin_cemento.

Sbîrlea, Cătălin and Dorina Nicolina, Isopescu. Autonomous Processes In Concrete Matrix On Bio Products. Sciendo. [Online] Junio 28, 2021. [Cited: Mayo 01, 2022.] https://content.ebscohost.com/cds/retrieve?content=AQICAHioQh6vaQ1f_660avHqehX5LEStxh3GpqBCg7yJ_AGctQHFY83GE3VQUsdzsoe1-zTbAAAA4zCB4AYJKoZIhvcNAQcGoIHSMIHPAgEAMIHJBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDNhHF92BPCistPKi9wIBEICBmyMWZq2H0zlkTjUIcfZ1xg51QhFDvZyF. ISSN / 1224-3884.

Jonkers, Henk and M. Mors, Renée. Bacteria-based self-healing concrete. [Online] 2012. [Cited: 17 de abril, 2022.] <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.921.5088&rep=rep1&type=pdf>

Mayo 01, 2022.]

https://content.ebscohost.com/cds/retrieve?content=AQICAHioQh6vaQ1f_660avHqehX5LEStxh3GpqBCg7yJ_AGctQHHx2152MhmeYIIr5lnOVYzAAAA4zCB4AYJKoZIHvcNAQcGoIHSMIHPAgEAMIHJBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDOVD5JdBd-0z1z5zwQIBEICBm7NdbMO3acx16W7zmejnZAeU3663OPxu. ISSN / 1313-8820.

Anbu, Periasamy, et al. Formations of calcium carbonate minerals by bacteria and its multiple applications. *Revista Springer Plus (en linea)*. [Fecha de Consulta: 25 de abril del 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1869-2> : Inha University, 2016. Vol. 5, 250.

Ayazo Genes, Julia, et al. Describing the planktonic and bacterial communities associated with bocachico *Prochilodus magdalena* fish culture with biofloc technology. [Online] 2019. [Cited: 01 de mayo, 2022.] <https://doi.org/10.21897/rmvz.1648>. ISSN 0122-0268.

Espitia Nery, Martín Eduardo, et al. Mechanisms of encapsulation of bacteria in self-healing concrete: review. [Online] 2018. [Cited: 01 de mayo, 2022.] <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.75343>. ISSN 0012-7353.

Ghoniem, Amr, Hassan, Hilal and Aboul-Nour, Louay. Behavior of Macro-Synthetic Fiber-Reinforced High-Strength Concrete Beams Incorporating *Bacillus subtilis* Bacteria. [Online] 2021. [Cited: 27 de abril, 2022.] <https://doi.org/10.1590/1679-78256378>. ISSN 1679-7825.

Hassan Amer, Algaifi, et al. Mathematical prediction of the compressive strength of bacterial concrete using gene expression programming. [Online] 2021. [Cited: 19 de abril, 2022.] <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.04.008>. 20904479.

Huaquisto Cáceres, Samuel y Belizario Quispe, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. [En línea] 2018. [Citado el: abril de 13 de de 2022.]

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007.

Masri, Mohamed Mazmira, Maidin, Mohd Shawal And Ariff, Arbakariya Bin. Impact Of Single And Two-Phase Dissolved Oxygen Tension Control On *Bacillus Thuringiensis* Cultivation And Δ -Endotoxin Production. Department of Bioprocess Technology. [Online] Marzo 30, 2021. [Cited: Mayo 01, 2022.]

https://content.ebscohost.com/cds/retrieve?content=AQICAHioQh6vaQ1f_660avHqehX5LEStxh3GpqBCg7yJ_AGctQFH97MZAbf5G-dikWPDMsGHAAAA4zCB4AYJKoZIHvcNAQcGoIHSMIHPAgEAMIHJBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDeYtHzehsQASnjhDHQIBEICBm7J4Xqzuslma27u6dxo3mcxSc8dxfsE.V. ISSN / 0126-8643.

Mejía Barrera, Carlos Alberto, et al. Technical Evaluation of the Cementing Potential of Clays Obtained from Construction and Demolition Waste. [Online] 2022. [Cited: 19 de abril, 2022.] <https://doi.org/10.22430/22565337.2038>. ISSN. 2256-5337.

Niloofer, Parastegari, Davood, Mostofinejad and Davood, Poursina. An Investigation on Bacterial Air-Entrained Concrete Permeability using Statistical Modeling. [Online] 2022. [Cited: 01 de mayo, 2022.] https://www.astm.org/DIGITAL_LIBRARY/JOURNALS/ACEM/PAGES/ACEM20210010.htm. ISBN. 2165-3984.

Nowocień, Karolina and Sokolowska, Barbara. Bacillus spp. as a new direction in biocontrol and deodorization of organic fertilizers. Environmental Science. [Online] Febrero 16, 2022. [Cited: Mayo 01, 2022.] https://content.ebscohost.com/cds/retrieve?content=AQICAHioQh6vaQ1f_660avHqehX5LEStxh3GpqBCg7yJ_AGctQF0W3bA97dfhbAvqCQhXiYCAAAA4zCB4AYJKoZIHvcNAQcGoIHSMIHPAgEAMIHJBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDDHBp-dJHEunY7TUzgiBEICBm6M2MABIHXmfP9_hhxsTs0RkU-2kWDRQ. ISSN / 2372-0352.

Pamfil, Alexandra and Mihai, Petru. COMPRESSION RESISTANCE OF CONCRETE. Sciendo. [Online] Abril 28, 2021. [Cited: mayo 01, 2022.] https://content.ebscohost.com/cds/retrieve?content=AQICAHioQh6vaQ1f_660avHqehX5LEStxh3GpqBCg7yJ_AGctQGhfgxj4Scj-nUq44WEVXP-AAAA4zCB4AYJKoZIHvcNAQcGoIHSMIHPAgEAMIHJBgkqhkiG9w0BBwEwHgYJYIZIAWUDBAEuMBEEDGY5MSiXsZZjYdmCYwIBEICBm_98MLUO1xlTxftIN6yTZ2lu1wswbL4f. ISSN - 1224-3884.

Portela Dussán, Diana Daniela, Chaparro Giraldo, Alejandro y López Pazos, Silvio Alejandro. La biotecnología de Bacillus thuringiensis en la agricultura. [En línea] 2013. [Citado el: 27 de mayo de 2022.]

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/1031#:~:text=Resumen-Bacillus%20thuringiensis%20es%20un%20bacilo%20Gram%20positivo%20que%20durante%20su,actividad%20biol%C3%B3gica%20contra%20insectos%20plaga..> ISSN 1794-2470.

Rubio Garde, Laura y Serna Ros, Pedro. Caracterización de la recuperación de las propiedades mecánicas en hormigones autosanables. Aplicación práctica en una nave industrial en Benifaió, Valencia. Tesis (Grado en Ingeniería de Obras Públicas). Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2016.

Ruiz Humareda , Anguiela Nikol y Valverde Tapia, Emir Pau. Incorporación de bacterias Bacillus Subtilis para mejorar la capacidad autorreparable del concreto $F'c = 210$ kg/cm², Lima – 2020. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Perú : Universidad César Vallejo, 2020.

Saidi, Maroua, Jadidi, Kazem y Karakouzian, Moses. Assessment of Quality of Fresh Concrete Delivered at Varying Temperatures. [En línea] 12 de Febrero de 2022. [Citado el: 15 de abril de 2022.] <https://essentials.ebsco.com/search/eds/details/assessment-of-quality-of-fresh-concrete-delivered-at-varying-temperature?query=fresh%20concrete&requestCount=0&db=edsdoj&an=edsdoj.8593464f1dff4003b78af960fe03c957>. ISSN / 2673-4109.

Sierra Beltran, Guadalupe, Mera Ortiz, Walter y Jonkers, Henk M. Hormigón autoreparable con bacterias y reforzado con fibras naturales. [En línea] 2017. [Citado el: 25 de abril de 2022.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6200507>. ISSN 1390-1915.

Soares Santos, José Nilton, et al. Development of lightweight concrete from expanded clay modified with tire rubber waste. [Online] 2021. [Cited: 25 de abril, 2022.] <http://dx.doi.org/10.7764/ric.00008.21>. ISSN 0718-5073.

Tanyildizi, Harun. Investigation of mechanical properties of polymer impregnated concrete containing polypropylene fiber by taguchi and anova methods. [Online] 2021. [Cited: 25 de abril, 2022.] <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.20.1.52>. ISBN / 0718-915X.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz Operacional.

MATRIZ OPERACIONAL					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Uso de Bacillus thuringiensis (Variable independiente)	Es una bacteria de tipo Bacilos, del método de selección Gram Positivos, generadoras de esporadores, debido a que crean membranas capaces de proteger en estado inactivo a dicha bacteria. (Álvarez López, 2011).	Se desarrollará el comportamiento de la bacteria Bacillus Thuringiensis.	Cultivo	Medios de cultivo	Bacteriological American Type Culture Collection (ATCC)
			Población	Cantidad de Cel / ml	10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ (células/ml)
Propiedades mecánicas (Variable dependiente)	Es la capacidad que todos los cuerpos poseen para resistir fuerzas aplicadas en sí mismo sin llegar a romperse. (Vivas Villarreal, 2016 pág. 18)	Se determinará el mejoramiento del concreto que se dosifica con el uso de la bacteria Bacillus Thuringiensis.	Concreto Fresco	-Trabajabilidad -Consistencia	-Observación de Laboratorio - Ficha de registro -Ensayo de cono de Abrams
			Concreto Endurecido	-Resistencia a la Compresión. -Resistencia a la tracción.	-Ensayo de Resistencia a la compresión. -Ensayo de Resistencia a la Tracción.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia.

TITULO: Influencia del Uso Del Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto F'c=210 Kg/Cm ² en Edificaciones, Ate-2022						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Enfoque: Cuantitativo Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: Experimental Población: - Concreto 210 kg/cm ² . - Concreto con bacteria Bacillus Thuringiensis (10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ cel/ml). Muestreo: No Probabilístico. Muestra: - 18 probetas con concreto convencional 210Kg/cm ² . - 54 probetas de concreto con poblaciones bacterianas de bacillus thuringiensis.
¿Cuál es la influencia del uso de la bacteria bacillus thuringiensis en las propiedades mecánicas de un concreto de F'c= 210 Kg/cm ² en edificaciones, Lima-2022?	Determinar la influencia del uso de la bacteria bacillus thuringiensis en las propiedades mecánicas del concreto F'c = 210 Kg/cm ² en edificaciones, Lima-2022	El uso de la bacteria Bacillus thuringiensis influye de manera positiva amplificando las propiedades mecánicas del concreto F'c = 210 Kg/cm ² en edificaciones, Lima-2022	Uso de Bacillus Thuringiensis	D1: Cultivo D2: Población	I1: Medios de cultivo (bacteriológica American Type Culture Collection (ATCC)) I2: Cantidad 10 ⁷ ,10 ⁸ y 10 ⁹ (cel/ ml)	
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específico	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo incide el uso de poblaciones bacterianas de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml de bacillus thuringiensis en la trabajabilidad y consistencia de un concreto de F'c= 210 Kg/cm ² ?	Precisar la incidencia del uso de poblaciones bacterianas de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml de bacillus thuringiensis en la trabajabilidad y consistencia del concreto F'c = 210 Kg/cm ² .	El uso de poblaciones bacterianas de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml de bacillus thuringiensis tiene una incidencia desfavorable reduciendo la trabajabilidad y consistencia del concreto F'c = 210 kg/cm ² .	Propiedades Mecánicas del Concreto	Concreto Fresco	Trabajabilidad Consistencia	
¿Las poblaciones bacterianas de 10 ⁷ , 10 ⁸ , 10 ⁹ cel/ml de bacillus Thuringiensis altera la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto con población bacteriana de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml de bacillus thuringiensis a los 7,14 y 28 días de madurez.	El uso de población bacteriana de bacillus thuringiensis de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml altera de manera positiva la resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez.		Concreto Endurecido	Resistencia a la Compresión.	
¿Las poblaciones bacterianas de 10 ⁷ , 10 ⁸ , 10 ⁹ cel/ml de bacillus Thuringiensis altera la resistencia a la tracción del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez?	Determinar la resistencia a la tracción del concreto con población bacteriana de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml de bacillus thuringiensis a los 7,14 y 28 días de madurez.	El uso de población bacteriana de bacillus thuringiensis de 10 ⁷ , 10 ⁸ y 10 ⁹ Cel/ml altera de manera positiva la resistencia a tracción del concreto a los 7, 14 y 28 días de madurez.			Resistencia a la Tracción.	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3. Panel Fotográfico
Visita a cantera Piedra Azul



Tamices



Mezcla del lactato de calcio con población de bacteria bacillus thuringiensis.



Moldes de Probetas de 4" x 8"



Ensayo de Cono de Abrams



Realización de probetas de 4" x 8"



Curados de las muestras de concreto patrón y concreto con bacterias



Ensayos destructivos de resistencia a compresión



Ensayos destructivos de resistencia a tracción



Anexo 4. Resultados de las propiedades físicas de los agregados.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Tesis: Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto
F^c=210Kg/Cm² en Edificaciones, Lima-2022

Solicitante: Gonzales Puentes, Elmer Jair
Quispe Vila, Jimmy Alejandro

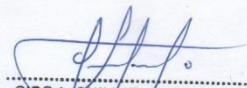
Fecha: 18/09/2022

AGREGADO GRUESO

IDENTIFICACIÓN		
A	Peso del material sat. Sup. Seco (al aire) (gr.)	2800
B	Peso del material sat. Sup. Seco (en agua) (gr.)	1754.7
C	Volúmen de masa + volúmen de vacío = A-B	1045.1
D	Peso del material seco en estufa (105°C) (gr.)	2778.3
E	Volúmen de masa = C - (A-D)	1023.4
	Peso específico aparente = D/(A-B)	2.659
	Peso específico aparente sat. sup. seco = A/(A-B)	2.679
	Peso específico nominal = D/(D-B)	2.715
	% de absorción = $(A-D)/D * 100$	0.78

AGREGADO FINO

IDENTIFICACIÓN		
A	Peso del material Sat. Sup. Seco (al aire) (gr.)	350
B	Peso del Frasco + Agua (gr.)	661.2
C	Peso del Frasco + Agua + A (gr.)	1011.2
D	Peso del material + Agua en el frasco (gr.)	883.6
E	Volúmen de masa + volúmen de vacío	127.6
F	Peso del material seco en estufa (105°C) (gr.)	348.4
G	Volúmen de masa = E - (A-F)	126
	Peso Esp. Aparente = F/(A-F)	2.73
	Peso Esp. Aparente Sat. Sup. Seco = A/ (B+A-D)	2.743
	Peso Esp. Nominal = F/ (B+F-D)	2.765
	% de absorción	0.488


CIRIO A. GUILLATUPA ORDONEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Telf: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Anexo 5. Análisis Granulométrico del agregado fino.

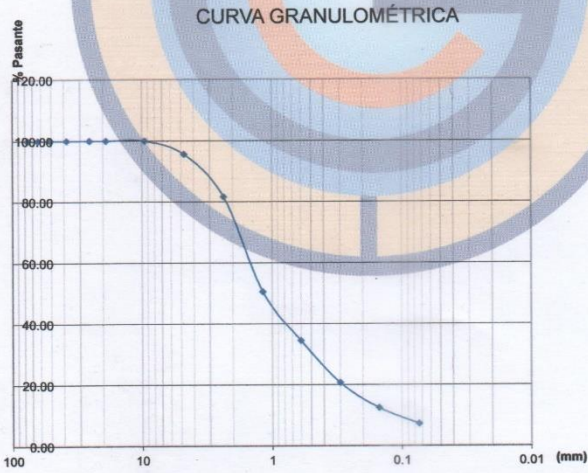


GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
TESIS:	Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto F'c=210Kg/Cm2 en Edificaciones, Lima-2022
SOLICITANTE:	Gonzales Puentes, Elmer Jair Quispe Villa, Jimmy Alejandro
CANTERA:	Piedra Azul

Método de Tamizado	Desing. del Tamiz US	PESO TOTAL DE LA MUESTRA					
		A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr. REAL	B % Pasante	% Retenido Acumulado	% Mas Fino	
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS						PESO TOTAL DE LA MUESTRA (P.T.M.) 990 gr. ARENA Peso específico: 2.765 % de absorción: 0.8 Peso unitario suelto: 1525 Peso unitario varillado: 1720 % de humedad: 0.78
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
	GRUERA						
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P.T.M.	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						
	FINA						



[Signature]
 CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Anexo 6. Análisis Granulométrico del agregado grueso.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
TESIS:	Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto F'c=210Kg/Cm2 en Edificaciones, Lima-2022
SOLICITANTE:	Gonzales Puentes, Elmer Jair Quispe Vila, Jimmy Alejandro
CANTERA:	Piedra Azul

Método	Denom. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	A Peso Retenido gr. REAL	B % Pasante	% Retenido Acumulado	% Mas Fino	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			
							(P.T.M.)	gr.		
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					14528			
		3				100.0				
	GRAVA	GRUESA	2 1/2				100.0			
			2				100.0			
		FINA	1 1/2				100.0			
			1				100.0			
		3/4				100.0				
		1/2	2077.00	2077.00	14.3	14.3	85.7			
		3/8	5142.00	5142.00	35.4	49.7	50.3			
		1/4								
	Nº 4	6465.0	6465.0	44.5	94.2	5.8				
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR O P.T.M.	ARENA	GRUESA	Nº 8	543.0	543.0	3.7	97.9	2.1		
			Nº 10							
		MEDIA	Nº 16	301.0	301.0	2.1	100.0	0.0		
			Nº 20							
			Nº 30							
			Nº 40							
		FINA	Nº 50							
			Nº 60							
			Nº 80							
			Nº 100							
	Nº 200									
	P Nº 200									


 CIRIA QUILLATUPA ORDONEZ
 ING. CIVIL
 CIP Nº 255597

Telf: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 7. Ficha de validación de diseño de mezcla.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS
DISEÑO DE MEZCLAS

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	
TESIS:	Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto $F'c=210\text{Kg}/\text{Cm}2$ en Edificaciones, Lima-2022
SOLICITANTE:	Gonzales Puentes, Elmer Jair Quispe Vila, Jimmy Alejandro
FECHA:	2/10/2022

DATOS DE MEZCLA

	GRAVA	ARENA	CEMENTO
TAMAÑO MÁXIMO	1/2"	-	ANDINO PREMIUM
MODULO DE FINEZA	6.418	3.045	-
PESO UNITARIO SUELTO	1492	1525	-
PESO UNITARIO VARILLADO	1685	1720	-
PESO ESPECÍFICO	2.715	2.765	3.15
% DE ABSORCIÓN	1.5	0.8	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.488	0.78	-

PARA $F'c=$	210 kg/cm^2
Slump	3" - 4"

Relacion agua cemento (a/c)	0.56
Agua	216 lt
Cemento	386.82 kg
Peso del agregado grueso en m^3	0.33 m^3
Peso del agregado grueso	893.05 kg

VOLUMEN ABSOLUTOS

AGUA	0.12 m^3
CEMENTO	0.22 m^3
AIRE ATRAPADO	0.03 m^3
AGREGADO GRUESO	0.33 m^3
AGREGADO FINO	0.31 m^3

CANTIDAD DE AGREGADOS EN PESO M^3 EN MEZCLA

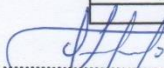
AGUA	216
CEMENTO	386.82
AGREGADO GRUESO	893.05
AGREGADO FINO	857.15

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

AGREGADO GRUESO	900.02 kg
AGREGADO FINO	861.33 kg

CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN

AGREGADO GRUESO	-8.72 lt
AGREGADO FINO	-0.18 lt
	-8.9 lt


CIRIO QUILLATUPA ORDOÑEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Telf: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Anexo 8. Ficha de insumos del concreto patrón.



GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

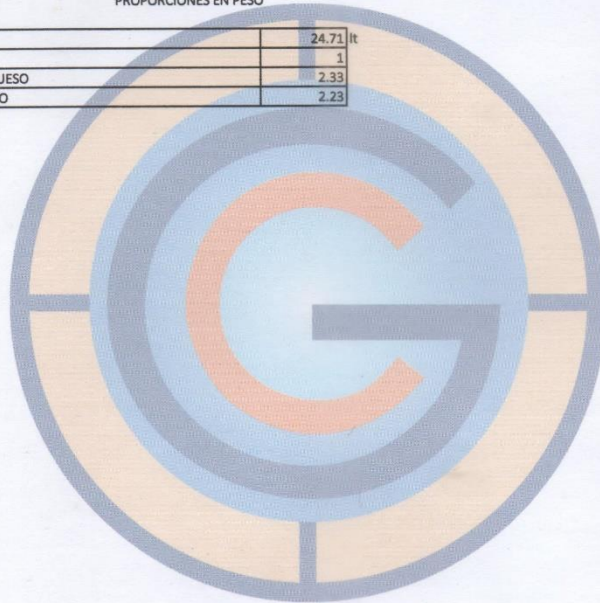
PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

CANTIDAD DE AGREGADOS CORREGIDOS EN PESO PARA 1 M³ DE MEZCLA

AGUA	224.90	kg
CEMENTO	386.82	kg
AGREGADO GRUESO	900.02	kg
AGREGADO FINO	861.33	kg

PROPORCIONES EN PESO

AGUA	24.71	lt
CEMENTO	1	
AGREGADO GRUESO	2.33	
AGREGADO FINO	2.23	




CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Tel: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Anexo 9. Ficha de resultados de ensayo a compresión a los 7 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASesoría - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

DPI: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 10 ⁷ , 10 ⁸ Y 10 ⁹ CEL/ML, LIMA- 2022.										ENSAYO N°										
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGIÓN LIMA										JEFE DE LABORATORIO : C. QUILLATUPA O.										
SECTOR:										TÉCNICO : J. CAMPOS C.										
										SOLICITANTE : GONZALES PUNTES, ELMER JAIR										
										FECHA: 2/10/2022										
1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN										
MUESTREO PROBETA										ENSAYO ROTURA										
N	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA	f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr	%	FALLA	NOTA	
IDENT.:																				
1	PAT - P1	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	210	3.87	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	2/10/2022	7	12.127 Kg	153.89	0.00	154.18	73.42	2		
	PAT - P2			4.04	101.1		20.32	80.28	0.002	12.186 Kg			154.64	3						
	PAT - P3			3.88	101.1		20.32	80.28	0.002	12.136 Kg			154.01	2						
IDENT.:																				
2	PBT - 7P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	210	3.87	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	2/10/2022	7	13.164 Kg	167.05	12.35	166.53	79.30	2		
	PBT - 7P2			4.04	101.1		20.32	80.28	0.002	13.079 Kg			165.97	2						
	PBT - 7P3			3.88	101.1		20.32	80.28	0.002	13.125 Kg			166.56	2						
IDENT.:																				
3	PBT - 8P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	210	3.87	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	2/10/2022	7	13.464 Kg	170.86	16.61	170.79	81.33	2		
	PBT - 8P2			4.04	101.1		20.32	80.28	0.002	13.504 Kg			171.37	2						
	PBT - 8P3			3.88	101.1		20.32	80.28	0.002	13.408 Kg			170.15	2						
IDENT.:																				
4	PBT - 9P1	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	210	3.87	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	2/10/2022	7	13.670 Kg	173.48	19.85	174.03	82.87	2		
	PBT - 9P2			4.04	101.1		20.32	80.28	0.002	13.760 Kg			174.62	2						
	PBT - 9P3			3.88	101.1		20.32	80.28	0.002	13.711 Kg			173.99	2						
IDENT.:																				
2. EQUIPO DE MEDICIÓN																				
EQ	PRENSA HIDRAULICA	BALANZA	VERNIER																	
ID	INF-LE-106-2021	OHAUS/R31P29	INZICE																	
CALIBRACIÓN	LFP - 672-2021	LM - 399 - 2022	DM21-C-0136-2021																	
3. TIPO DE FALLA																				
TIPO ROTURA							TIPO 1: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base. TIPO 3: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina. TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferencias del tipo 1. TIPO 5: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados. TIPO 6: Otro tipo. Esquematar													
							DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA													
OBSERVACIONES:																				
Las probetas de concreto cilíndrico fueron proporcionados por el solicitante.																				

ING. A. QUILLATUPA ORDOÑEZ
ING. CIVIL
CIP N° 255597

Tel: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
geocontrolperu@hotmail.com
www.geocontrolperu.com

Anexo 10. Ficha de resultados de ensayo a tracción a los 7 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

TÍTULO: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'CD 20 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 10%, 10% Y 10% CELAS, LIMA-2022										ENSAJO N°							
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGION LIMA										JEFE DE LABORATORIO: C. QUILLATUPA O.							
SECTOR:										TÉCNICO: J. CAMAYUC							
										SOLICITANTE: GONZALES PONTES, ELMER JABE (QUEPPO VÍA: 0800 11 41111111)							
										FECHA: 31/03/22							
I. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO										II. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							
N	MUESTREO PROYECTO			F _c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Barom. mm	Agua/cm ³	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA				FALLA	NOTA	
	CÓDIGO DE PROYECTO	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	F _{cr}			DF
1	PAT - P4	25/09/2022	MUESTRA PAVIMEN	17.58	3.97	30.1	20.17	80.38	0.002	210/2022	7	13.76	0.00	14.23	80.96		
	PAT - P5											14.67					
	PAT - P6											14.27					
2	FHT - F4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10% CELAS	17.58	3.85	30.1	20.17	80.38	0.002	210/2022	7	16.64	1.88	16.11	91.66		
	FHT - F5											16.67					
	FHT - F6											15.83					
2	FHT - R4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10% CELAS	17.58	3.77	30.1	20.17	80.38	0.002	210/2022	7	16.33	2.17	16.40	93.30		
	FHT - R5											16.67					
	FHT - R6											16.23					
2	FHT - R4	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10% CELAS	17.58	3.71	30.1	20.17	80.38	0.002	210/2022	7	16.87	2.78	17.01	96.76		
	FHT - R5											17.02					
	FHT - R6											17.14					
III. EQUIPO DE MEDICIÓN																	
ES	PRINSA DE BALANZA			BALANZA			Módulo										
SI	84/LE 106-2021			OHAUS/ROUPI3			MUSEE										
CALIBRACIÓN	LSP - 012-2021			LM - 908 - 2022			MAG - 4-0136-2021										
IV. TIPO DE ENSAYO																	
NOTICIA										a) Configuración de ensayo b) Rotación del ensayo de tracción instrumentado RT= 20VALD Desde: RT= Rotación a la tracción instrumentado (grados) F= Carga máxima aplicada (kg) L= Longitud del cilindro (cm) D= Diámetro del cilindro (cm)				DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ENSAYO			
	OBSERVACIONES: Los probetas de concreto cilíndricas fueron proporcionadas por el solicitante.																

[Signature]
 CIRO A. QUILLATUPA ORDOÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Tel: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 11. Ficha de resultados de ensayo a compresión a los 14 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORÍA - CONSULTORÍA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

DPI: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 107, 108 Y 109 CEL/ML, LIMA- 2022.										ENSAYO N°								
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGIÓN LIMA										FECHA: 9/10/2022								
SECTOR:																		
Jefe de Laboratorio : C. QUILLATUPA O.																		
Técnico : J. CAMPOS C.																		
Solicitante : GONZALES PUENTES, ELMER JAIR																		
: QUISPE VILA, JIMMY ALEJANDRO																		
1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				FALLA	NOTA			
N	MUESTREO PROBETA			f _c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA							
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f _{ce}	DIF.	f _{cr}	%	
1	IDENT.:			210	3.872	3.97	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	14.638 Kg	185.76	0.00	185.97	88.56	2
	PAT - P7	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN		4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14.674 Kg	186.21				3
	PAT - P8				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14.652 Kg	185.94				2
PAT - P9																		
2	IDENT.:			210	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	14.115 Kg	179.13	-6.37	179.60	85.52	2
	PBT - 7P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML		4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14.117 Kg	179.64				2
	PBT - 7P8				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14.186 Kg	180.03				2
PBT - 7P9																		
3	IDENT.:			210	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	14.612 Kg	185.43	-0.77	185.20	88.19	2
	PBT - 8P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML		4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			14.568 Kg	184.87				2
	PBT - 8P8				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			14.601 Kg	185.29				2
PBT - 8P9																		
4	IDENT.:			210	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	9/10/2022	14	15.300 Kg	194.16	8.32	194.29	92.52	2
	PBT - 8P7	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML		4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			15.324 Kg	194.47				2
	PBT - 8P8				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			15.306 Kg	194.23				2
PBT - 8P9																		
2. EQUIPO DE MEDICIÓN																		
EQ	PRENSA HIDRAULICA			BALANZA		VERNIER												
ID	INF-LE-106-2021			OHAUS/R31P30		INZICE												
CALIBRACIÓN	LFP - 672-2021			LM - 399 - 2022		DM21-C-0136-2021												
3. TIPO DE FALLA																		
TIPO ROTURA						TIPO 1: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base. TIPO 3: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina. TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferencias del tipo 1. TIPO 5: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados. TIPO 6: Otro tipo. Esquematizar												
						DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA												
OBSERVACIONES: Las probetas de concreto cilíndrico fueron proporcionados por el solicitante.																		

Tel: (01) 356-1900 R.p.c: 947 306 807 | Entel: 981 544 700

geocontrolperu@hotmair.com

www.geocontrolperu.com

[Firma]
 CIRO A. QUILLATUPA ORDOÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Anexo 12. Ficha de resultados de ensayo a tracción a los 14 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.



PROYECTOS - ASESORIA - CONSULTORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

DPI: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGENSIS EN 107, 108 Y 109 CEL/ML, LIMA, 2022										ENSAYO N°									
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGIÓN LIMA										DPI DE LABORATORIO: C. QUILLATUPA O.									
SECTOR:										TÉCNICO: J. CAMPOS C.									
										SOLICITANTE: GONZALES PUNTES, ELMER IAN									
										FECHA: 01/08/22									
I. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA										II. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN									
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm²	DESO (kg)	SLUMP (Pulg)	Wp (%)	Hgram (cm)	AREA cm²	VOL m³	ENSAJO ROTURA				PROMEDIO			FALLA	NOTA
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	Fcr	DF	Fcr	%		
1	FAT - P16	25/08/2022	MUESTRA PATRÓN	17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002	9/19/2022	14	3.210 kg	16.78	0.00	16.75	95.26			
	FAT - P11			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			3.210 kg	16.78						
	FAT - P12			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			3.210 kg	16.78						
2	PST - 9910	25/08/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGENSIS 10 ⁷ CEL/ML	17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002	9/19/2022	14	4.881 kg	15.11	-1.29	15.46	87.94			
	PST - 9911			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			4.881 kg	15.46						
	PST - 9912			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			4.881 kg	15.78						
3	PST - 8910	25/08/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGENSIS 10 ⁸ CEL/ML	17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002	9/19/2022	14	6.100 kg	19.09	2.41	19.15	108.95			
	PST - 8911			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			6.100 kg	19.41						
	PST - 8912			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			6.100 kg	18.94						
4	PST - 9910	25/08/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGENSIS 10 ⁹ CEL/ML	17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002	9/19/2022	14	4.810 kg	20.11	3.43	20.17	114.75			
	PST - 9911			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			4.810 kg	20.42						
	PST - 9912			17.58	3.87	101.1	20.11	80.28	0.002			4.810 kg	19.97						

A. EQUIPO DE MEDICIÓN			
EQ	PRENSA HIDRAULICA	BALANZA	VERNER
NO	INF-LE-106-1815	CHASIS 831029	802ICE
CALIBRACION	LFF-072-2021	LM-339-2021	20421-C-0134-2021

A. TIPO DE ENSAYO

a) Configuración de carga
b) Datos del ensayo de tracción indirecta

RO= 2*H.D
Donde:
RO= Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)
H= Carga indirecta aplicada (kg)
L= Longitud del cilindro (cm)
D= Diámetro del cilindro (cm)

DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ENSAYO

OBSERVACIONES:
Las probetas de concreto cilíndrico fueron proporcionadas por el solicitante.

CIRIA QUILLATUPA ORDOÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

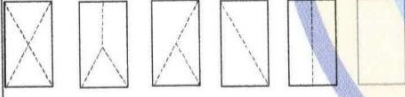
Telf: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 13. Ficha de resultados de ensayo a compresión a los 28 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.

PROYECTOS - ASESORIA - CONSULTORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

DPI: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 107, 108 Y 109 CEL/ML, LIMA- 2022.										ENSAYO N°									
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGIÓN LIMA					JEFE DE LABORATORIO : C. QUILLATUPA O.			TÉCNICO : J. CAMPOS C.			FECHA: 23/10/2022								
SECTOR:					SOLICITANTE : GONZALES PUNTES, ELMER JAIR			SOLICITANTE : QUISEP VILA, JIMMY ALEJANDRO											
1. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PROBETA							2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN												
N	MUESTREO PROBETA			f'c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (Pulg)	Øprom mm	Hprom cm	AREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA			PROMEDIO			FALLA	NOTA	
	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								FECHA	EDAD	LECT (kg)	f'ce	DIF.	f'cr			%
1	PAT - P13	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	210	3.872	3.97	101.1	20.32	80.3	0.002	23/10/2022	28	16.743 Kg	213.13	0.00	211.99	100.95	2	
	PAT - P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			16.907 Kg	210.46		3			
	PAT - P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			16.735 Kg	212.37		2			
2	PBT - 7P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁷ CEL/ML	210	3.872	3.85	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	17.591 Kg	223.46	13.01	224.99	107.14	2	
	PBT - 7P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			17.769 Kg	225.49		2			
	PBT - 7P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			17.811 Kg	226.03		2			
3	PBT - 8P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁸ CEL/ML	210	3.872	3.77	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	19.501 Kg	247.47	35.05	247.03	117.63	2	
	PBT - 8P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			19.458 Kg	246.92		2			
	PBT - 8P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			19.441 Kg	246.71		2			
4	PBT - 8P13	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 10 ⁹ CEL/ML	210	3.872	3.71	101.1	20.32	80.28	0.002	23/10/2022	28	20.083 Kg	255.78	44.90	256.89	122.33	2	
	PBT - 8P14				4.036		101.1	20.32	80.28	0.002			20.309 Kg	258.13		2			
	PBT - 8P15				3.88		101.1	20.32	80.28	0.002			20.232 Kg	256.75		2			
2. EQUIPO DE MEDICIÓN																			
EQ	PRENSA HIDRAULICA		BALANZA	VERNIER															
ID	INF-LE-106-2021		OHAUS/R31P30	INZICE															
CALIBRACIÓN	LFP - 672-2021		LM - 399 - 2022	DM21-C-0136-2021															
3. TIPO DE FALLA																			
TIPO ROTURA							TIPO 1: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas TIPO 2: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base. TIPO 3: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina. TIPO 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferencias del tipo 1. TIPO 5: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados. TIPO 6: Otro tipo. Esquematisar												
							DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROTURA												
OBSERVACIONES: Las probetas de concreto cilíndrico fueron proporcionados por el solicitante.																			


 GIRO A. QUILLATUPA ORDOÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Telf: (01) 356-1900 - Rpc: 947-306-807 - Entel: 981-544-700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 14. Ficha de resultados de ensayo a tracción a los 28 días de madurez.

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.



PROYECTOS - ASESORIA - CONSULTORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

OP1 RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F'c 216 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 107, 108 Y 109 CEL/ML, LIMA- 2022															ENSAJO Nº		
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGIÓN LIMA										JEFE DE LABORATORIO TÉCNICO SOLICITANTE			C. OUILLATUPA O J. CAMPOS C GONZALES PUENTES, ELMER JAIR QUISPE VELA, JIMMY ALEJANDRO		FECHA: 25/09/2022		
SECTOR:																	
I. IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA										II. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN							
N	MUESTREO PRUEBA			F _c kg/cm ²	PESO (g)	SLUMP (mm)	Espesor (mm)	Humedad (%)	ÁREA cm ²	VOL. m ³	ENSAYO ROTURA					FALLA	NOTA
	CÓDIGO DE PRUEBA	FECHA DE MUESTREO	ESTRUCTURA								IDENT.	FECHA	EDAD	LECT (kg)	F _{ct}		
1	FAT - P16	25/09/2022	MUESTRA PATRÓN	IDENT.	17.58	2.97	101.1	20.12	80.28	0.002	25/09/2022	28	17.67 kg	0.00	17.65	100.38	
	FAT - P17			17.58	2.97	101.1	20.12	80.28	0.002	17.58 kg							
	FAT - P18			17.58	2.97	101.1	20.12	80.28	0.002	17.49 kg							
2	PBT - 7P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 107 CEL/ML	IDENT.	17.58	3.85	101.1	20.12	80.28	0.002	25/09/2022	28	18.44 kg	3.07	19.72	112.17	
	PBT - 7P17			17.58	3.85	101.1	20.12	80.28	0.002	19.88 kg							
	PBT - 7P18			17.58	3.85	101.1	20.12	80.28	0.002	20.04 kg							
3	PBT - 8P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 108 CEL/ML	IDENT.	17.58	3.77	101.1	20.12	80.28	0.002	25/09/2022	28	20.07 kg	3.52	21.16	120.38	
	PBT - 8P17			17.58	3.77	101.1	20.12	80.28	0.002	21.04 kg							
	PBT - 8P18			17.58	3.77	101.1	20.12	80.28	0.002	21.78 kg							
4	PBT - 9P16	25/09/2022	MUESTRA CON BACTERIA THURINGIENSIS 109 CEL/ML	IDENT.	17.58	3.71	101.1	20.12	80.28	0.002	25/09/2022	28	23.40 kg	5.90	23.24	132.20	
	PBT - 9P17			17.58	3.71	101.1	20.12	80.28	0.002	23.06 kg							
	PBT - 9P18			17.58	3.71	101.1	20.12	80.28	0.002	23.26 kg							
3. EQUIPO DE MEDICIÓN																	
EQ	Prensa Hidráulica			BALANZA			VERINER										
SI	INF-116-2021			GRAMOS 100g			INDICE										
CALIBRACION	LPP-672-2021			LM-299-2022			DMQ1-C-0216-2021										
4. TIPO DE ENSAYO																	
ROTURA											a) Configuración de carga b) Rotura del ensayo de tracción indirecta RE= 20x40 Densidad: RT= Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm2) P= Carga sobre una superficie (kg) L= Longitud del cilindro (cm) D= Diámetro del cilindro (cm)						
	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ENSAYO																
OBSERVACIONES:																	
Las probetas de concreto cilíndricas fueron proporcionadas por el solicitante																	

[Signature]
 CIRILO OUILLATUPA ORDÓÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Tel: (01) 356-1900 | Rpe: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com

Anexo 15. Ficha de resultados de Cono de Abrams

GEOCONTROL PERÚ S.A.C.



PROYECTOS - ASESORIA - CONSULTORIA - SERVICIO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO Y PAVIMENTOS - ENSAYOS GEOTÉCNICOS - SUMINISTRO DE EQUIPOS E INSUMOS

ENSAYO DE CONO DE ABRAMS

DPI: RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE LA BACTERIA BACILLUS THURINGIENSIS EN 10 ⁻⁷ , 10 ⁻⁸ Y 10 ⁻⁹ CTL/ML, LIMA- 2022		ENSAYO N°
JEFE DE LABORATORIO		C. QUILLATUPA O.
LUGAR: DISTRITO DE ATE, PROVINCIA DE LIMA, REGION LIMA	TECNIC O.	FECHA:
SOLICITANTE		25/08/2022
SECTOR:		GONZALES PUNTES, ELMER JAIR QUISPE VILA, JIMMY ALEJANDRO

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS

ENSAYO DE CONO DE ABRAMS (ASTM C-143)				
Muestra	Revoluciones α (n.)	Revoluciones q (n.)	Revoluciones α (n.)	Revoluciones q (n.)
Concreto patrón	3.99	3.87	3.95	3.97
Concreto con adición 10 ⁻⁷	3.87	3.645	3.82	3.85
Concreto con adición 10 ⁻⁸	3.86	3.77	3.75	3.77
Concreto con adición 10 ⁻⁹	3.74	3.71	3.69	3.71

[Signature]
 CIRO A. QUILLATUPA ORDÓÑEZ
 ING. CIVIL
 CIP N° 255597

Tel: (01) 356-1900 | Rpc: 947 306 807 | Entel: 981 544 700
 geocontrolperu@hotmail.com
 www.geocontrolperu.com



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Influencia del Uso de la Bacteria Bacillus Thuringiensis en las Propiedades Mecánicas del Concreto $F'c=210\text{Kg/Cm}^2$ en Edificaciones, Lima-2022.", cuyos autores son GONZALES PUENTE ELMER JAIR, QUISPE VILA JIMMY ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 08 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO DNI: 08196873 ORCID: 0000-0003-1304-5008	Firmado electrónicamente por: LHDIAZH el 19-12- 2022 14:20:51

Código documento Trilce: TRI - 0479310