



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto
 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto - 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORAS:

Clarita Paola Ascate Mego (ORCID: 0000-0002-3442-8932)

Mary Anna de Jesús Miranda Torres (ORCID: 0000-0002-2735-8067)

ASESORA:

Mg. Lyta Victoria Torres Bardales (ORCID: 0000-0001-8136-4962)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TARAPOTO – PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente tesis va dedicada a mi mamá Marcebeth Mego Saavedra, hermano, tíos, abuelos y también a mi pareja Jero Gonzales Cancino, a cada uno de ellos por su amor, cariño, apoyo económico y moral, personas que día a día estuvieron conmigo, en las buenas y en las malas, compartiendo preocupaciones y desvelos, alegrías y triunfos, esto es para ellos.

Clarita Paola Ascate Mego

La presente tesis va dedicada a mis padres Raul Alberto Miranda Matta y Doris Torres Escudero por todo el amor incondicional que me dieron y el apoyo tanto moral como económico para poder llevar a cabo la presente tesis, a mi hermano por estar siempre conmigo aconsejándome y a las personas que fui conociendo en este trayecto de mi formación como profesional, con quienes he compartido momentos únicos y memorables.

Mary Anna De Jesús Miranda Torres

Agradecimiento

En este espacio queremos agradecer a nuestros docentes, a la Mg. Lyta Victoria Torres Bardales y al Ing. Andrés Pinedo Delgado, por su paciencia y motivación, por el tiempo brindado a la orientación y seguimiento en todo el proceso metodológico de la realización de nuestra tesis.

Clarita Paola Ascate Mego

También queremos agradecer al Ing. Renato Héctor Mendoza Nina, quien, sin importar la distancia, nos guió, apoyó y absolvió dudas con cero mezquindades, siempre con el deseo, voluntad y disposición de apoyarnos en lo referente a la presente tesis; y finalmente al BIÓL. Lugó Miranda Barriga, experto en cultivo bacteriano, pieza esencial en lo que se basa nuestra investigación, ambos profesionales pertenecientes a la Ciudad de Wanchaq – Cusco.

Mary Anna de Jesús Miranda Torres

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo, **CLARITA PAOLA ASCATE MEGO**, con DNI N° 71476981, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes considerables en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesa Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

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

Tarapoto, 21 de octubre de 2019



Clarita Paola Ascate Mego
DNI: 71476981

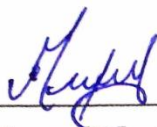
Declaratoria de autenticidad

Yo, **MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES**, con DNI N° 73326025, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes considerables en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesa Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

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

Tarapoto, 21 de octubre de 2019



Mary Anna de Jesús Miranda Torres
DNI: 73326025

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	12
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
2.2. Variables, operacionalización.....	13
2.3. Población y muestra.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Método de análisis de datos.....	18
2.6. Aspectos éticos	19
III. RESULTADOS	20
IV. DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS	40

ANEXOS:	47
Anexo 1. Figuras y tablas complementarias	48
Anexo 2. Matriz de consistencia	53
Anexo 3. Cálculo de volumen de concreto para moldes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias (Bacillus Subtilis).....	56
Anexo 4. Cálculo de materiales para especímenes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias (Bacillus Subtilis)	61
Anexo 5. Toma de datos de crecimiento bacteriano (Colonias de Bacillus Subtilis).....	64
Anexo 6. Ensayo de propiedades físicas de los materiales	66
Anexo 7. Diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	69
Anexo 8. Resistencia a compresión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (Bacillus Subtilis).....	71
Anexo 9. Resistencia a la flexión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (Bacillus Subtilis).....	76
Anexo 10. Resistencia de concreto según edades	81
Anexo 11. Panel fotográfico	83

Índice de Tablas

Tabla 1. Muestras cilíndricas de concreto	16
Tabla 2. Muestras prismáticas de concreto	17
Tabla 3. Técnica, instrumento y fuente	18
Tabla 4. Resultados de las pruebas elaboradas a los materiales	20
Tabla 5. Estadísticos descriptivos. Resistencia a compresión	30
Tabla 6. Correlación lineal (de Pearson). Resistencia a compresión	31
Tabla 7. Regresión lineal (de Pearson). Resistencia a compresión	31
Tabla 8. Estadísticos descriptivos. Ensayo Esfuerzo a Flexión	32
Tabla 9. Correlación línea (de Pearson). Resistencia a Flexión	33
Tabla 10. Regresión lineal. Resistencia a Flexión	33
Tabla 11. Variedades de mezcla conforme a su asentamiento	49
Tabla 12. Asentamientos recomendados para diferentes tipos de edificaciones	50
Tabla 13. Tolerancia de tiempo	51
Tabla 14. Granulometría del agregado fino	51
Tabla 15. Características de la bacteria Bacillus Subtilis	52
Tabla 16. Cantidad de materiales para una probeta según molde y porcentaje de bacteria	58
Tabla 17. Cantidad de bacteria y lactato según porcentajes para 01 probeta	58
Tabla 18. Resistencia de las probetas según tiempo de curado y porcentaje de bacterias	59

Índice de Figuras

Figura 1. Curva de crecimiento bacteriano	21
Figura 2. Resistencia a la compresión al agregar 4%, 8% y 12% de bacterias al concreto $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$	22
Figura 3. Resistencia a la flexión que agrega 4%, 8% y 12% de bacterias al concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	23
Figura 4. Resistencia a la compresión al agregar 4%, 8% y 12% de bacterias al concreto comparándolas con el diseño patrón a 28 días de curado.....	25
Figura 5. Resistencia a la flexión adicionando bacterias en un 4%, 8% y 12% al concreto comparándolas con el diseño patrón	25
Figura 6. Resistencia a la compresión adicionando bacterias en el porcentaje óptimo (11.70%) al concreto comparándolas con el diseño patrón.....	26
Figura 7. Resistencia a la flexión adicionando bacterias en el porcentaje óptimo (11.95%) al concreto comparándolas con el diseño patrón	26
Figura 8. Resistencia de los especímenes cilíndricos, según tiempo de curado y porcentaje de bacterias	28
Figura 9. Resistencia de los especímenes prismáticos, según tiempo de curado y porcentaje de bacterias	28
Figura 10. Regresión lineal. Resistencia a compresión	32
Figura 11. Regresión lineal. Resistencia a Flexión.....	34
Figura 12. Descripción gráfica de la prueba de Slump	49
Figura 13. Tipos de fracturas.....	50
Figura 14. Imagen macroscópica de las colonias e imagen microscópica de <i>Bacillus Subtilis</i>	52
Figura 15. Recolección de agregado grueso y fino de cantera.....	84
Figura 16. Pesos para Contenido de humedad.....	85
Figura 17. Pesado y lavado de materiales para granulometría	86
Figura 18. Colocación de material en el tamizador	87
Figura 19. Peso Unitario Suelto de los agregados	88
Figura 20. Peso Unitario Compactado de los agregados	89
Figura 21. Saturación de Agregado grueso	90
Figura 22. Colocación de material en la canastilla de la Balanza de flotabilidad	90

Figura 23. Saturación de Agregado fino y secado al sol.....	91
Figura 24. Empleando el Cono de absorción	91
Figura 25. Extracción del Cono de absorción	92
Figura 26. Pesamos la Fiola, agregamos el material y el agua.....	93
Figura 27. Mezclando el material en la Fiola y tomando nota de su peso	93
Figura 28. Fiola reposando con el material	94
Figura 29. Materiales con sus respectivos pesos para el diseño patrón de concreto $f'c=210$ Kg/cm ²	94
Figura 30. Ensayo Slump en un rango de 3” a 4”.....	95
Figura 31. Colocación del concreto en los moldes cilíndricos (probetas)	95
Figura 32. Desmoldado y curado de concreto patrón tras 24hrs. de vaciado.....	96
Figura 33. Colocación de concreto con bacterias en 27 moldes cilíndricos	96
Figura 34. Curado de probetas cilíndricas con bacterias pasadas las 24hrs. de vaciado	97
Figura 35. Secado de probetas 24hrs antes de la rotura a 07 días de curado	97
Figura 36. Muestra, peso y rotura (07 días) – Probeta patrón 01	98
Figura 37. Muestra, Peso y rotura (07 días) - Probeta patrón 02.....	98
Figura 38. Muestra, peso y rotura (07 días) - Probeta patrón 03.....	99
Figura 39. Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 04	99
Figura 40. Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 05	100
Figura 41. Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 06.....	100
Figura 42. Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 07	101
Figura 43. Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 08	101
Figura 44. Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 09	102
Figura 45. Rotura (7días al 4% de bacterias) – Probeta 10,11 y12	102
Figura 46. Muestra, peso y rotura (7días al 8% de bacterias) – Probeta 13, 14 y 15	103
Figura 47. Muestra, peso y rotura (7días al 12% de bacterias) – Probeta 16, 17 y 18	103
Figura 48. Peso de Lactato y disolución, según dosificaciones calculadas	104
Figura 49. Extracción de la bacteria con jeringa según dosificaciones calculadas	104
Figura 50. Moldeo de probetas prismas, sin bacteria y con bacteria	105
Figura 51. Curado de probetas prismáticas	105
Figura 52. Muestra y rotura (7días) – Probeta patrón prisma 01 y 02.....	106
Figura 53. Muestra y rotura (7días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 03 y 04.....	106
Figura 54. Muestra y rotura (7días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 05 y 06.....	106

Figura 55. Muestra y rotura (7días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 07 y 08.....	107
Figura 56. Integrantes realizando los ensayos a flexión en vigas.....	107

Resumen

El presente trabajo de investigación nombrado Diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto - 2019, tuvo como objetivo general Diseñar un Bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto - 2019, sus objetivos específicos son: Determinar las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Determinar el tiempo máximo de crecimiento bacteriano en horas, Determinar el porcentaje de solución de bacterias con el que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, llegue a una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$, Determinar en cuánto incrementa la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que lo hace llegar a una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$.

El tipo de investigación que se realizó es del tipo aplicada con un diseño experimental, se tuvo una población total de 60 especímenes de concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$. 36 probetas cilíndricas, de las cuales 9 serán con concreto patrón, 9 incorporando Bacterias del género Bacillus Subtilis al 4%, al 8% y al 12% ($9+27 = 36$ especímenes cilíndricos en total). 24 probetas prismáticas de concreto ($0.50\text{m} \times 0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$), 6 serán con concreto patrón y 6 incorporando Bacterias del género Bacillus Subtilis, al 4%, 8% y 12% ($6+18 = 24$ especímenes prismáticos en total), durante la investigación se utilizó Fichas técnicas de recolección de datos y una ficha de observación.

Tras los resultados obtenidos se concluyó que tras la adición de las bacterias del género Bacillus Subtilis al 12% la resistencia a la compresión aumentó en un 14%, con respecto al concreto patrón; la resistencia a la flexión aumentó en un 13%, con respecto al concreto patrón.

Palabras clave: Bacteria, Bacillus Subtilis. Resistencia.

Abstract

The present research paper named Bioconcrete Design with Bacillus Subtilis to improve the resistance in a concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$, Tarapoto - 2019, had as a general objective Design a Bioconcrete with Bacillus Subtilis to improve the resistance in a concrete $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$, Tarapoto - 2019, its specific objectives are: Determine the physical properties of aggregates for the design of a concrete mix $f_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, Determine the maximum bacterial growth time in hours , Determine the percentage of solution of bacteria with which the concrete $f_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$, reaches a resistance of $f_c = 240 \text{ kg / cm}^2$, Determine how much increases the compressive and flexural strength of a concrete $f_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ incorporating the percentage of Bacillus Subtilis that makes it reach a resistance of $f_c = 240 \text{ kg / cm}^2$.

The type of research that was carried out is of the type applied with an experimental design, there was a total population of 60 concrete specimens $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$. 36 cylindrical specimens, of which 9 will be with standard concrete, 9 incorporating Bacillus Subtilis 4%, 8% and 12% bacteria ($9 + 27 = 36$ cylindrical specimens in total). 24 prismatic concrete specimens ($0.50 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$), 6 will be with standard concrete and 6 incorporating Bacillus Subtilis, 4%, 8% and 12% bacteria ($6 + 18 = 24$ prismatic specimens in total), during The investigation was used Technical data collection sheets and an observation sheet.

After the results obtained, it was concluded that after the addition of the bacteria of the genus Bacillus Subtilis at 12%, the compressive strength increased by 14%, with respect to the standard concrete; Flexural strength increased by 13%, compared to the standard concrete.

Keywords: Bacteria, Bacillus Subtilis. Resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Con respecto a la **realidad problemática** esta se presenta en cuatro niveles, siendo el primero el **nivel internacional** puesto que la vulnerabilidad de las estructuras de concreto armado son también una realidad que no se deja pasar por alto, por ejemplo, FIGUEROA Tatiana y PALACIO Ricardo (2008) en sus artículo científico nos dicen que: Colombia está a la zaga de los países europeos y norteamericanos, que han establecido estándares y regulaciones, emplean mejor tecnología y tienen más recursos para la construcción de sus obras. Como resultado, muchos de los concretos fabricados en su país tienen una superficie defectuosa con un aspecto irregular. Ello se convierte en una invitación tácita a trabajar en la mejora de la calidad superficial del concreto. Por lo tanto, en cuanto a **nivel nacional** se refiere, el Perú presenta en muchas de sus construcciones fallas estructurales, generalmente por un mal cálculo de dosificación, por ejemplo, GALARZA Jhoner (2015) en su tesis nos dice que: Uno de los problemas más comunes y habituales en la construcción son las grietas tanto en el estado plástico como en el estado endurecido del hormigón. En el caso del hormigón en estado plástico, la evaporación del agua provoca la contracción en las horas siguientes a su colocación, mientras que la pasta de cemento aún es plástica y aún no ha comenzado el endurecimiento. Si esta contracción supera la deformación de la superficie del hormigón, el hormigón puede agrietarse. El momento más peligroso es entre 2 y 4 horas cuando la exudación acaba de terminar y comienza la retracción. En cuanto a **nivel regional** se refiere, como sanmartinenses queremos el progreso de nuestra región, día tras día se da la constante lucha de estar a la par con el desarrollo, las edificaciones de concreto armado son sinónimo de crecimiento y modernidad siempre y cuando cumplan con ser seguras para quienes las habitan, por ejemplo, DÍAZ Jorge (2018) en su tesis nos dice que: En la actualidad el hormigón armado es de uso común en todos los niveles sociales, no solo en la ejecución de obra pública, dónde el tipo de hormigón resistente varía desde el valor más bajo de $f_c = 175 \text{ kg / cm}^2$ al mayor de $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$; Las estructuras de hormigón armado para las distintas estructuras implican altos costos de construcción y / o elaboración por solo contar con los agregados de nuestra región, en particular una multitud de canteras que ofrecen estos, insumos de todo tipo de calidad, tanto en términos de resistencia. así como a expensas. Por lo tanto, debemos enfocarnos en que estas estructuras sean seguras y resistentes, capaces de salvaguardar la vida de quienes la habitan. Finalmente, tomando en cuenta el **nivel local**, Tarapoto es una ciudad

que se encuentra en constante cambio y crecimiento, tanto a nivel económico como también estructural, sin embargo siempre es una necesidad buscar seguridad en las infraestructuras que puedan ser ocasionadas por un mal manejo de materiales u otros similares, HEREDIA Edinson (2017) en su tesis nos dice que: Tarapoto no es ajeno a este problema, dónde el sector inmobiliario tiende a crecer, desarrollarse e innovar constantemente. Esto trae consigo mayores problemas y demandas, y también crea la necesidad de materiales de construcción de mejor calidad que sean capaces de seguir el ritmo de los nuevos avances tecnológicos y las demandas del mercado, aumentar la libertad de diseño y aumentar la productividad, rentabilidad y seguridad de los mismos. Se vienen construyendo edificaciones de más de tres pisos, siendo estas mismas construidas con fines más ambiciosos, ya sea para empresas, oficinas o quizás complejos departamentales, abriendo campo a inversiones de mayor envergadura en la sociedad, y son precisamente este tipo de estructuras las que necesitamos, aquellas que puedan ofrecer calidad, durabilidad y un enfoque más innovador desde su ejecución. Por lo tanto, ante la problemática, se busca mejorar la calidad del concreto proponiendo un diseño innovador, como es el Bioconcreto, que minimizará las fallas que pueda presentar la estructura, llámese fisuras, prolongando así su vida útil y funcionando de manera óptima. A continuación, se presentan los **trabajos previos**, puesto que son muy importantes para encaminar nuestro proyecto de tesis, estos vienen a ser los antecedentes sobre nuestra investigación, en cuanto a **nivel internacional** tenemos a DA SILVA Andressa y APARECIDO Flávio. (2018): *Desenvolvimento de concretos auto curáveis utilizando a bactéria bacillus megaterium*. (Artículo Científico). Revista Científica UMC, Brasil. Concluyeron que: Tras los resultados que se adquirieron a través de la investigación, se determinó que el Bacillus Megaterium es realmente apropiado para la curación del concreto, y la incorporación de éstas al mismo, resulta en la composición de un concreto más resistente al tratarse de una concentración del 5%, además, los especímenes a los que se les incorporó el Bacillus Megaterium poseen menos porosidades debido al carbonato de calcio (cristales) que rellenan los orificios que el concreto por sí solo no logra subsanar, haciendo que aumente su resistencia; también tenemos a NARVÁEZ José, ORTEGA Benjamín y PÁRAMO Leandro. (2015): *La bioprecipitación de carbonato de calcio por la biota nativa como un método de restauración*. (Artículo Científico). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua. Concluyeron que: A través del presente proyecto se logró corroborar que a

24hrs. y 48hrs, se obtuvieron cepas superiores formadoras de biopelículas: el B. S. 16, B. C. 15 y el B. S. 10; obteniéndose doce excelentes creadores de biopelículas en incubación para los dos tiempos estudiados; además, lo obtenido muestra la incrementación del desarrollo en micro placa al adicionar un suplemento, en este caso glucosa; por último, se suma SCHWANTES Nicole y et. al. (2018). *Crack filling in concrete by addition of bacillus subtilis spores – preliminary study*. (Artículo Científico). DYNA Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Concluyeron que: Los estudios preliminares realizados en Brasil demostraron que la incorporación de esporas aisladas de B. Subtilis en concreto simple sin armadura puede llegar a ser beneficioso y éste método debería ser aplicado para un concreto capaz de autocurarse y consecuentemente prolongar su vida útil, para ello se necesita más estudios sobre la incorporación, curado y análisis microestructural de las esporas bacterianas. En los trabajos previos a **nivel nacional**, tenemos a GARCÍA Pilar et. al. (2018): *Consolidación de material de construcción por procesos de biomineralización*. (Artículo Científico). TECNIA Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Concluyeron que: Los resultados obtenidos con el uso de microorganismos generadores de carbonato de calcio en diseños estándares de concreto y adoquines, permiten que se concluya que, dependiendo del tipo de mezclas empleadas, la que permita una porosidad dónde puedan los microorganismos liberar cristales de calcita se obtendrá un material con mucha más resistencia y mejor textura. De esta manera, puede llegar a considerarse este efecto como una propiedad a trabajar en construcciones, como también en la subsanación de concreto u otros materiales expuestos al constante deterioro ambiental o aquellas que necesiten un tratamiento externo que optimice su conservación y por ende su apariencia; el trabajo de MENDOZA Renato y SÁNCHEZ Jhon. (2017): *Análisis de la resistencia del concreto utilizando bacterias del género bacillus y biopolímeros como bioreparador, Cusco-2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú. Concluyeron que: Para la curva de crecimiento de la población de bacterias se obtuvieron los siguientes tiempos según fases: de 0hrs. a 9hrs. (F. Latencia), de 0hrs. a 22hrs. (F. Exponencial), de 22hrs. a 26hrs. (F. Estacionaria) y después de las 26hrs. (F. Declive). El máximo tiempo de crecimiento de bacterias fue de 23hrs., mismo que se controló mediante el espectrofotómetro con lecturas de 0.518 densidad óptica (DO); en dónde se obtuvo una máxima concentración de población de bacterias; también está PONCE Carla, HUAMANI Smith, SÁNCHEZ Eddie. (2015): *Los beneficios del uso de*

bacterias en el concreto autorregenerante (Artículo Científico). Revista Civilizate, Perú. Concluyeron que: Basado en los resultados de las pruebas de compresión incorporando *B. Subtilis*, este fue mejorado en un 14.92%, en cambio el *B. Sphericus* llega a mejorar la compresión del concreto en un 30.76%, 46.15% y 32.21% en 3, 7 y 28 d. respectivamente en contraste con el diseño patrón. Para el **nivel regional – local**, recurrimos a BAZÁN Lusbeth y ROJAS Reynaldo. (2018): *Comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo - Moyobamba, Perú. Concluyeron que: Tras realizar los ensayos a compresión a probetas cilíndricas, se obtuvieron los siguientes resultados; a 28 días 220.290 kg/cm^2 para concreto patrón, incorporando 15% de vidrio reciclado se obtuvo 224.18 kg/cm^2 , incorporando 25% se obtuvo 213.61 kg/cm^2 e incorporando el 35% se obtuvo 204.20 kg/cm^2 , siendo el porcentaje más adecuado el 15%, una vez conseguidos los datos de las pruebas de compresión y flexión, se concluye que se obtiene la mejores resultados al incorporar el 17.65% de vidrio (reciclado), sugiriendo así que el diseño adecuado sea: CEMENTO (1p^3), ARENA (1.64p^3), PIEDRA (2.71p^3), AGUA (24.30L/p^3), VIDRIO RECICLADO (0.35p^3); también nos basamos en el trabajo de HERNÁNDEZ Marianelly y RODAS Royder. (2018): *Determinación de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo - Moyobamba, Perú. Concluyeron que: Tras incorporar las cenizas (caña de azúcar) en porcentajes de 2.0 %, 4.0 %, 6.0 %, 8.0 % y 10.0 % ayuda a mejorar el concreto comparándolas con la mezcla patrón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$), el cual excede la resistencia a la compresión y cumpliendo con el módulo de rotura en pavimentos de concreto; a los 7 días del curado el valor más alto de los ensayos a compresión es de $f'c= 173.98 \text{ kg/cm}^2$, a los 14 d. se obtuvo $f'c = 202.27\text{kg/cm}^2$ como valor máximo y finalmente al llegar a los 28 d. se ha obtenido la máxima resistencia a la compresión 241.88 kg/cm^2 , el apropiado diseño de mezcla ocurre al adicionar 6.0 % de cenizas, pues se obtiene una resistencia a la compresión de $f'c= 241.880 \text{ kg/cm}^2$ y flexión de $\text{MR}= 6.20 \text{ Mpa}$. Con respecto a las **teorías relacionadas al tema**, haremos énfasis en los conocimientos relacionados a nuestro proyecto, por ejemplo, un concreto estructural no debe ser inferior a 17 MPa, excepto que sea para un concreto estructural simple (22.2.4). No se insta un valor máximo para $f'c$, excepto que este se halle limitado por algún precepto

específico de esta Norma (21.3.2). (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2009, p.66). En cuanto a **resistencia mínima**, para que la resistencia del concreto simple pueda ser empleada en estructuras esta no debe ser inferior a 14 MPa a los 28 días. Todos los insumos a emplear en la preparación del concreto tienen que desempeñar requisitos similares que para un concreto armado, esto será aplicado también en la dosificación, cilíndricas, encofrados, curado, colocación, evolución y aceptación del concreto. (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2009). Para las **propiedades del diseño de mezcla**, nos basamos en la resistencia y durabilidad, el concreto necesita alcanzar una resistencia a la compresión mínima, a lo que se pueden restringir la relación agua / cemento (máximo) y el contenido de cemento (mínimo). Por ende, es muy importante que estos requisitos no sean contradictorios entre sí. La resistencia a compresión a 28 días no necesariamente tiene que ser la más trascendental, por ello la resistencia a otros tiempos puede controlar el diseño. Se tiene que tener en cuenta que, aunque la composición sea magnífica no se obtendrá un concreto apropiado si los procedimientos (colocación, acabado y curado) no son llevados adecuadamente. (LAURA, 2016). Para la **manejabilidad**, una pauta a tener en el momento de que el concreto sea suministrado es que este cuente con una manejabilidad mínima que nos permita una apropiada colocación, esto dependerá de las particularidades del cemento y los agregados. Cuando la manejabilidad necesita ser mejorada, el nuevo diseño que se realice debe estar enfocado en el aumento de concreto en vez de solamente aumentar el agua o los materiales finos. (LAURA, 2016). En cuanto al **procedimiento del ensayo slump**: ABANTO, (2009) nos describe en su libro los pasos para la ejecución del ensayo: Se sitúa el molde sobre una superficie plana que tiene que estar humedecida, las aletas deben estar inmovilizadas, luego se introduce 01 capa de concreto hasta 1/3 del Cono, se procede a realizar 25 golpes distribuidos uniformemente con una varilla. Posteriormente se vierte otras 02 capas a 1/3 del volumen y compactándolo, se debe tener en cuenta que la barrada debe penetrar en la capa contigua menor. Cuando se llega a la tercera capa este debe estar llenado en exceso, para que posteriormente sea reducido al ras luego de terminar la consolidación. Luego de que el molde este lleno y enrasado se procede a levantarlo lentamente y con mucho cuidado verticalmente. Como la mezcla está fresca, esta se asentará, el contraste entre la mezcla fresca y la cota del molde se llama Slump. El tiempo no puede exceder los 2 min desde el inicio de la manipulación hasta que el proceso culmine, desmoldar no toma más de 5 segundos. Consultar Figura

1 en ANEXO 1. LAURA, (2016, p.06) “Si en la obra demanda que la mezcla posea una explícita firmeza, el slump se puede escoger de la siguiente tabla.” Consultar Tabla 1 en ANEXO 1. GALABRU, (2004, p.286) “Como ya se mencionó, estos ensayos son imprecisos y sería ilusorio querer definir el asentamiento o la fluidez por una cifra exacta, por lo que sólo pueden darse límites amplios como los que se indican en el cuadro siguiente”. Consultar Tabla 2 en ANEXO 1. La **prueba para determinar la resistencia a la compresión** se fundamenta en que se debe emplear una carga axial en presión al molde cilíndrico a una velocidad especificada antes de que ocurra la falla. La **resistencia a la compresión** se calcula a partir de la relación de la carga máxima entre la sección transversal de la muestra. (NTP 339.034, 2008). La **fórmula para calcular la resistencia a la compresión**: $R_c = 4G/\pi d^2$; donde, R_c es Resistencia de la rotura expresada en Kg/cm², G es Carga máxima de rotura en kilogramos, d es Diámetro de la probeta en centímetros. Consultar Figura 2 en ANEXO 1. NTP 339.034, (2008, p.15) “Las muestras a analizar corresponden a los parámetros dados en la siguiente tabla”. Consultar Tabla 3 en ANEXO 1. En cuanto al **ensayo para determinar la resistencia a la flexión**, se basa en el hecho de que se debe usar una carga en el medio de la sección de la viga hasta que ocurra la falla. La resistencia varía según la muestra, ya sea en términos de tamaño, preparación, condiciones de humedad o curado. (NTP 339.079, 2012). La **fórmula para calcular la resistencia a la flexión**: $M_r = 3PL/2bh^2$; donde, M_r es Módulo de rotura (MPa), P es Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo (N), L es Longitud del tramo (mm), B es Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm), H es Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm). Cuando se refiere a la **granulometría del agregado fino** se recomienda que esté entre los parámetros especificados en la norma. El módulo de finura debe ser al menos 2.3 y como máximo 3.1. (NTP 400.037, 2014). Consultar Tabla 4 en ANEXO 1. A continuación introduciremos teorías referidas a la **bacteria del género Bacillus** y posteriormente a la **Bacillus Subtilis**, históricamente la primera vacuna antibacteriana provino del género Bacillus específicamente del Bacillus anthracis, dicha vacuna fue hecha por Louis Pasteur en el año 1881. (Barth, Aktories, Popoff, & Stiles, 2004). El rango de tamaño del Bacillus, varía entre 0.5 -2.5 x12-10 µm. El género Bacillus es comúnmente encontrado en las superficies y/o vegetaciones donde estas desempeñan un rol significativo en el ciclo del carbono y el nitrógeno. (Cuervo, 2010). Las bacterias del género Bacillus forman endosporas, estas endosporas son un estado latente de la

bacteria, que puede resistir el ambiente altamente alcalino que se forma durante la producción y fraguado del hormigón, incluso en este estado dependiendo de condiciones ambientales, pueden llegar a sobrevivir de 50 hasta 200 años (JONKERS y et al 2010). Esta bacteria B.Subt. fueron de las primeras en someterse a estudio. Las células de B.Subt. tienen forma de varilla, estas se pueden encontrar en la tierra y las plantas, esta crece en la condición de temperatura mesófila, por ellos se puede decir que su temperatura óptima varía entre los 25 - 35 grados Celsius. (Koustubh, Madhav, & Vishal, 2016). Consultar Tabla 5 en ANEXO 1. Las Colonias de 2- 4 mm de diámetro, beta-hemolíticas y con efecto hemolítico completo, que pueden ser lisas, viscosas o gruesas. Los bordes pueden ser ondulados o alargados en el medio y a veces pueden aparecer como cultivos mixtos. (REALPE, HERNÁNDEZ Y AGUDELO, 2002). Consultar Figura 3 en ANEXO 1. Los bacilos grampositivos, 0.8 mm de diámetro y 2- 3 mm de largo, con bordes redondeados. Tienen esporas esféricas y concentradas que no se alteran. (REALPE, HERNÁNDEZ Y AGUDELO, 2002). En cuanto a la **precipitación de carbonato de calcio del Bacillus Subtilis** el CaCO_3 es uno de los minerales más comunes en el planeta. Su precipitación es un fenómeno generalizado que se forma en rocas (naturales) y se produce en lugares como el agua (marina y dulce) y el suelo. El MICP (**precipitación de carbonato inducida microbiológicamente**) es un proceso biogeoquímico que ocurre en el suelo cuando tiene precipitación de carbonato de calcio, uniendo así los granos de arena y fortaleciendo el suelo y también su rigidez. Esto se debe a las bacterias que llevan a cabo un proceso catalítico que termina liberando carbonato de calcio en su proceso, y todo lo logrado por el proceso de hidrólisis de urea (MORTENSEN y et al. 2011). El carbonato es uno de los rellenos más adecuados para el hormigón debido a su alta afinidad con composiciones cementosas. Este puede precipitarse cuando es biológicamente inducido por el proceso de mineralización cuando este tenga calcio. En este proceso, CaCO_3 es causado por los microorganismos. (SEIFANI, SAMANI y BERENJIAN, 2016). Para la **biomineralización del Bacillus Subtilis** se entiende que es un proceso recurrente en la naturaleza, donde los organismos vivos precipitan minerales inorgánicos en forma de conchas, esqueletos, dientes, así como óxidos de hierro y manganeso, carbonatos, fosfatos (Xu et al., 2007). Por otro lado, actúan como núcleos de cristalización, reduciendo la barrera energética que debe superarse para formar el núcleo de una fase mineral. (JIMÉNEZ, VALVERDE Y PÉREZ, 2010). El **bio-concreto como técnica de**

autocuración (*Bacillus Subtilis*), es un producto de MICP (precipitación de carbonato inducida microbiológicamente) que tiene como objetivo reducir los espacios entre las partículas del hormigón, así como las grietas generadas por diferentes patologías naturales y causadas por esfuerzos de carga. (VIEIRA DOS REIS, L.2017). La técnica de autocuración puede trabajar en condiciones diferentes, independientemente de la posición o forma de la grieta, pues tiene la capacidad inmediata de activación sobre estas, sellándolas en un periodo de tiempo. El tratamiento ideal debe brindar al concreto, calidad, vida útil, y la capacidad de sellar grietas en presencia de humedad. (APPLIED MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY, 2016). Teniendo en cuenta a la **bacteria como agente de autorreparación** (*Bacillus Subtilis*), esta ante la presencia de agua, son capaces de reparar grietas en hormigón mediante la formación directa e indirecta de carbonato de calcio (CaCO_3), la formación directa es similar al proceso conocido como carbonatación. En cambio, si la **bacteria actúa como agente para incrementar la capacidad de autorreparación**, las bacterias y su alimento deben incorporarse a la mezcla fresca de hormigón y deben permanecer en estado inactivo en el hormigón endurecido hasta que se presente el agrietamiento. A fin de extender la vida útil de este agente, las bacterias se incorporan como esporas y no como bacterias. Estas esporas son células viables, pero en estado inactivo. Resisten esfuerzos mecánicos y químicos, mientras no estén secas permanecerán viables durante más de 50 años. (JONKERS, MERA y SIERRA, 2015). En el **rendimiento del bio-concreto con *Bacillus Subtilis***, los atributos más significativos del concreto son la fuerza y durabilidad, para ello la influencia de la biomineralización en estas propiedades requieren que sean evaluados en el tamaño de la fisura y su distribución. La aplicación del enfoque de la autocuración elogia sobre los métodos de tratamiento existentes debido a la eficacia de los enlaces de compatibilidad con composiciones concretas y sustentabilidad, las otras ventajas de este método de autocuración proporcionan un servicio más seguro, más sostenible y más duradero, y materiales de construcción más económicos. (SEIFAN1, SAMANI y BERENJIAN, 2016). En cuanto a la **curación autógena**, llamado así al proceso de método natural que consiste en reparar fisuras del concreto en presencia de agua o humedad, transformando así una debilidad en oportunidad. Este proceso cierra las grietas hidratando las partículas de cemento o por la carbonatación de hidróxido de calcio disuelto. En la naturaleza abundan las composiciones cementarias, el CaCO_3 , por ejemplo, mismo que es compatible al punto de ser de los mejores para ser empleados

como sellante de los orificios, porosidades y fisuras en el concreto; cabe señalar que el avance triunfal de la curación autógena depende en gran medida de la humedad del medio ambiente. (PITARCH. 2016). Con respecto a los **tratamientos pasivos**, según PITARCH, (2016, p.12) “Llamamos tratamientos pasivos a aquellos que solo pueden tratarse de manera externa (en la superficie), aplicándose a través de inyecciones o por spray en las fisuras detectadas.”; en cambio los **tratamientos activos**, son aquellos que pueden tratarse de manera externa e interna, conocidas también como técnicas de autorreparación. Estas técnicas al poseer la propiedad de activarse sobre la fisura en el ambiente adecuado, la sella prácticamente de forma inmediata. (PITARCH. 2016). Si hablamos del **comparativo basado en procesos de evaluación del ciclo de vida de bioconcreto y concreto convencional**, el concreto convencional posee un comportamiento frágil, el que está basado en una conducta flexible posee un comportamiento más dúctil. Los ensayos de deformaciones realizados dieron como resultado que el concreto capaz de autorregenerarse es 5 veces más resistente en contraste con un concreto convencional. En el caso de un concreto al cual se le ha incorporado bacterias (*B.Subtilis*) además de ser más resistente a la tracción que un concreto patrón, también es más resistente a la compresión, mejorándola en un 14.92%. (PONCE DE LEÓN, HUAMANI y SÁNCHEZ. 2015). Tras reconocer la problemática latente en la presente investigación, se planteó el siguiente **problema general**: ¿El diseño de Bioconcreto con *Bacillus Subtilis*, mejorará la resistencia en un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019?; al mismo tiempo, se han planteado los siguientes **problemas específicos**: ¿Cuáles son las propiedades físicas de los materiales para el diseño de concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Tarapoto - 2019?, ¿Cuánto es el tiempo máximo de crecimiento bacteriano en horas?, ¿Con cuál porcentaje de solución de bacterias el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ llegará a una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto - 2019?, ¿En cuánto incrementa la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando el porcentaje de *Bacillus Subtilis* que lo hace llegar a una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019?, y ¿Cuánto tiempo será necesario para que el concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de *Bacillus Subtilis*, Tarapoto - 2019?. La trascendencia del actual trabajo de investigación se justifica en cinco aspectos, iniciando con la **justificación teórica** ya que con los años, la construcción civil va modernizándose a pasos agigantados, aplicando nuevas técnicas y materiales, ya sea para mejorar su resistencia, prolongar su

vida útil o simplemente darle un mejor aspecto; para ello, es de suma importancia basarse en las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y también en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que es precisamente la que nos guía en cada edificación, siendo la E.060 Concreto Armado la que nos ayudará en el transcurso del desarrollo del proyecto; también consideramos la **justificación práctica** puesto que, los resultados del proyecto de investigación serán muy útiles para sugerir nuevas estrategias de diseño de concreto que harán que las estructuras sean más eficientes y sostenibles; continuamos con la **justificación de conveniencia**, la propuesta de un diseño de concreto con la incorporación de bacterias es innovadora, y, al ser planteado para estructuras estamos sugiriendo el crecimiento infraestructural de la ciudad de Tarapoto, acogiéndonos a nuevas tendencias en la construcción civil; la cuarta es la **justificación social** pues la sociedad está en constante cambio y crecimiento, evolucionando en diferentes aspectos, y la construcción civil es una de ellas, por lo tanto, teniendo en cuenta que la población es primero, se necesitan estructuras seguras, sólidas, de buen rendimiento y sobre todo que sean duraderas, por ello estamos planteando este innovador diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis, que quizás no sea lo más económico al realizarlo, pero que a la larga ahorra mayores costos en mantenimiento, que con un concreto sin bacterias; y finalmente tenemos la **justificación metodológica** con esta los resultados del presente proyecto de investigación deben ser tomados en cuenta para futuros estudios puesto que se emplearán programas como el Excel y también se realizarán distintos ensayos en el laboratorio de suelos; además es preciso el uso de laboratorio de Microbiología, en dónde la bacteria podrá ser evaluada para su implementación al concreto, como también laboratorio de suelos, en dónde se hacen pruebas de resistencia antes y después de la activación de la bacteria. El desarrollo de la presente tesis amerita la formulación de un **objetivo general**, el cual es Diseñar un Bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019; resultando como **objetivos específicos**, Determinar las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019; Determinar el tiempo máximo de crecimiento bacteriano en horas; Determinar el porcentaje de solución de bacterias con el que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, llegue a una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019; Determinar en cuánto incrementa la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que lo hace llegar a una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto –

2019; y, Determinar el tiempo necesario para que el concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis, Tarapoto – 2019. A raíz de la formulación del problema, se planteó como **hipótesis general**, El diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis, logrará mejorar la resistencia en un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019, Así mismo se plantearon sus respectivas **hipótesis específicas**, Las propiedades físicas que contienen los agregados serán Contenido de humedad, Granulometría, Peso Unitario, Peso específico y Absorción para el diseño de un concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019; El tiempo máximo de crecimiento bacteriano se obtendrá a las 23hrs; Con la adición de un 12% de solución de bacterias mejorará un concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, hasta alcanzar una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$, Tarapoto – 2019; Incorporando el porcentaje que hace que el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ llegue a una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia a la compresión y a la flexión aumentará en un 14% y en un 10% respectivamente; y, El tiempo necesario para que el concreto $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f_c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis, se obtendrá a los 28 días, Tarapoto - 2019.

II. MÉTODO

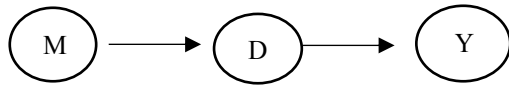
2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada en este proyecto es del tipo aplicada, puesto que busca dar solución a problemas de resistencia en el concreto de losas aligeradas a partir de la implementación de la bacteria *Bacillus Subtilis* en la mezcla.

Diseño de investigación

El diseño de investigación de este proyecto es experimental, porque la variable independiente se manipula para obtener los resultados de investigación necesarios.



Dónde:

M = Muestra

D: Diseño de Bioconcreto con *Bacillus Subtilis* en un 0%, 4%, 8% y 12%.

Y: Resistencia a compresión y flexión.

GE(1):	X1(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 4%)	O1(7d)	X1(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 4%)	O2(14d)	X1(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 4%)	O3(28d)
GE(2):	X2(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 8%)	O1(7d)	X2(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 8%)	O2(14d)	X2(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 8%)	O3(28d)
GE(3):	X3(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 12%)	O1(7d)	X3(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 12%)	O2(14d)	X3(Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 12%)	O3(28d)
GC(0)	X0(Concreto Patrón F'c= 210 kg/cm ²)	O1(7d)	X0(Concreto Patrón F'c= 210 kg/cm ²)	O2(14d)	X0(Concreto Patrón F'c= 210 kg/cm ²)	O3(28d)

GE: Grupo Experimental.

GC: Grupo de control (Concreto Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

X1: Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 4%

X2: Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 8%

X3: Concreto con incorporación de bacillus subtilis al 12%

01,02, y 03: Medición de la resistencia a compresión y flexión.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variable

Bioconcreto con Bacillus Subtilis \longrightarrow **Variable Independiente**

Denominada así porque será esta la manipulada por los investigadores a lo largo del proyecto de investigación.

Resistencia a la compresión y flexión \longrightarrow **Variable Dependiente**

Denominada así porque cambiará en respuesta al valor que tome la variable independiente.

2.2.2 Operacionalización de variables

Variable I	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Esta técnica en losa aligerada capaz de trabajar en condiciones diferentes, independiente de la posición o forma de la grieta, pues tiene la capacidad de sellarlas en un periodo de tiempo. (APPLIED MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY, 2016).	Esta técnica se desarrollará a través del comportamiento de la bacteria Bacillus Subtilis, la cual presenta propiedades de autocuración.	Propiedades físicas de los materiales para el diseño de mezcla	Contenido de humedad	Intervalo
				Granulometría	
			Crecimiento bacteriano	Peso Unitario	Razón
				Peso específico y Absorción	
Porcentaje de solución de bacterias				Tiempo de crecimiento	Razón
				Tiempo máximo de crecimiento	
				Ficha de incorporación al 4% de solución	
				Ficha de incorporación al 8% de solución	
				Ficha de incorporación al 12% de solución	

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Variable II	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Resistencia a la compresión y flexión	La resistencia se da por la cantidad total de agua utilizada por una cantidad unitaria de cemento, todo esto dado para un conjunto de materiales y condiciones. (SÁCHEZ, 2001, p.127)	Se determinará cuanto mejora la resistencia en una losa aligerada cuando se implementa la bacteria Bacillus Subtilis (Bio – concreto).	Tiempo necesario para alcanzar la resistencia máxima	Ficha de rotura día 7, 14 y 28	Razón
			Incremento porcentual de la resistencia a compresión y flexión incorporando bacterias a la mezcla.	Ficha de resistencia a la compresión al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias. Ficha de resistencia a la flexión al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias	Razón

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Tabla 2.
Muestras prismáticas de concreto

TIPO / DESCRIPCIÓN	Cantidad	% de bacteria	Días de rotura	Total
			7	
	2	4%	14	6
			28	
Probetas prismáticas de concreto para ensayos a flexión (0.50x0.15x0.15) m	2	8%	7	
			14	6
			28	
	2	12%	7	
			14	6
			28	
	2	0%	7	
			14	6
			28	
TOTAL				24

Fuente: Elaboración propia de las tesis

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

2.4.1. Técnica e instrumento de recolección de datos

ARIAS, (2012) “Es una forma o manera de adquirir una determinada información y el instrumento es un medio material que se emplea para la recolección y almacenamiento de la investigación.” (p.67)

Tabla 3.
Técnica, instrumento y fuente

Técnicas	Instrumento	Fuente
Diseño de bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Ficha técnica de recolección de datos.	Laboratorio de mecánica de suelos.
Evaluación de las propiedades de diseño de mezcla.	Ficha técnica de recolección de datos.	Laboratorio de mecánica de suelos.
Ensayo de compresión aplicando la bacteria a la mezcla.	Ficha técnica de recolección de datos.	Laboratorio de mecánica de suelos.
Ensayo de flexión aplicando la bacteria a la mezcla.	Ficha técnica de recolección de datos.	Laboratorio de mecánica de suelos.
Elaboración de la solución bacteriana	Ficha de observación	Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia de las tesis

2.4.2. Validez y confiabilidad

(MARTINEZ y MARCH, 2015) La validez hace referencia al nivel en el cual el instrumento calcula una de las variables que se procura calcular y en cuestión de la confiabilidad esta hace referencia al grado en que el instrumento origina un resultado coherente y consistente.

La validación y la confiabilidad son llevadas a cabo por el laboratorio de mecánica de suelos y microbiología.

2.5. Método de análisis de datos

MUÑOZ, (1998) “Hablamos de la selección de métodos de desarrollo de investigación. La guía analizará la información y obtendrá mejores resultados.” (p.45)

Se hace uso del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Norma Técnica Peruana E.060 (NTP), como base para el análisis de resultados obtenidos en la investigación, además se emplearán programas y gráficos como hojas de Microsoft Excel y cuadros comparativos.

La investigación documental será a través de fichas de control que serán resumidas y procesadas mediante el uso de las herramientas del programa Excel.

La observación Directa será a través de fichas de observación que serán resumidas y procesadas en el uso de las herramientas del programa Excel.

2.6. Aspectos éticos

El copyright de todas las referencias bibliográficas en este proyecto de investigación se ha respetado, utilizando la Norma ISO 0690-2, además se respetó los parámetros establecidos tanto por la NTP E.060 y RNE para la elaboración de las muestras.

III. RESULTADOS

3.1. Propiedades físicas de los agregados

Tabla 4.

Resultados de las pruebas elaboradas a los materiales

Agregado Fino (Arena Canto Rodado Zarandeada Cantera Río Cumbaza)		Agregado Grueso (Grava Chancada Zarandeada Cantera Río Huallaga)	
% De Humedad Natural	: 0.00	Tamaño Máximo	: 1"
Peso Específico	: 2.40 grs./cm ³	Tamaño máx. Nominal	: 3/4 "
% De Absorción	: 1.65 %	% De Humedad Natural	: 0.00 %
Peso Unitario Suelto	: 1403 kg/m ³	Peso específico	: 2.60 grs/cm ³
Peso Unitario Varillado	: 1517 kg/m ³	% De absorción	: 0.84%
Módulo de Fineza	: 2.8	Peso unitario suelto	: 1479 kg/m ³
		Peso unitario varillado	: 1547 kg/m ³

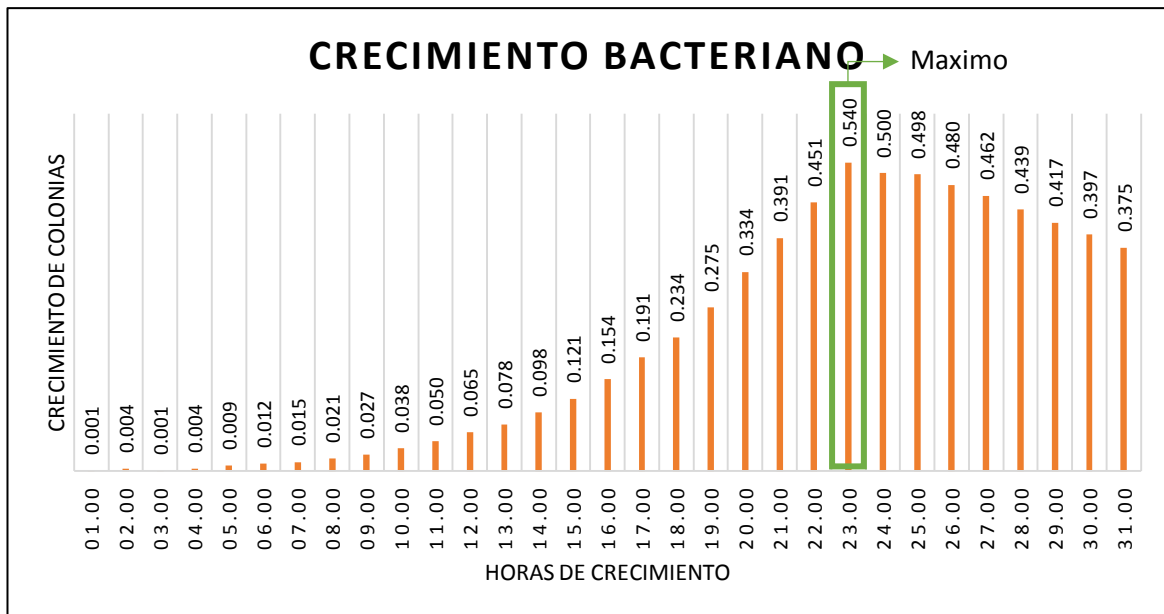
Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

En la tabla tenemos los datos obtenidos de cada una de las pruebas realizadas a los materiales para nuestro diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para el agregado fino (cantera Río Cumbaza), se obtuvo 0.00% de % de humedad natural puesto que se empleó material seco; 2.40 gr/cm^3 para peso específico; 1.65% de % de absorción; 1403 kg/m^3 para peso unitario suelto, 1517 kg/m^3 para peso unitario varillado y 2.8 para el módulo de fineza. Para el agregado grueso (cantera Río Huallaga), 1" para tamaño máximo, 3/4" para tamaño máximo nominal; 0.00% de % de humedad natural; 2.60 gr/cm^3 para peso específico; 0.84% de % de absorción; 1479 kg/m^3 para peso unitario suelto y 1547 kg/m^3 para peso unitario varillado.

3.2. Determinación del crecimiento bacteriano

Figura 1.
Curva de crecimiento bacteriano



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

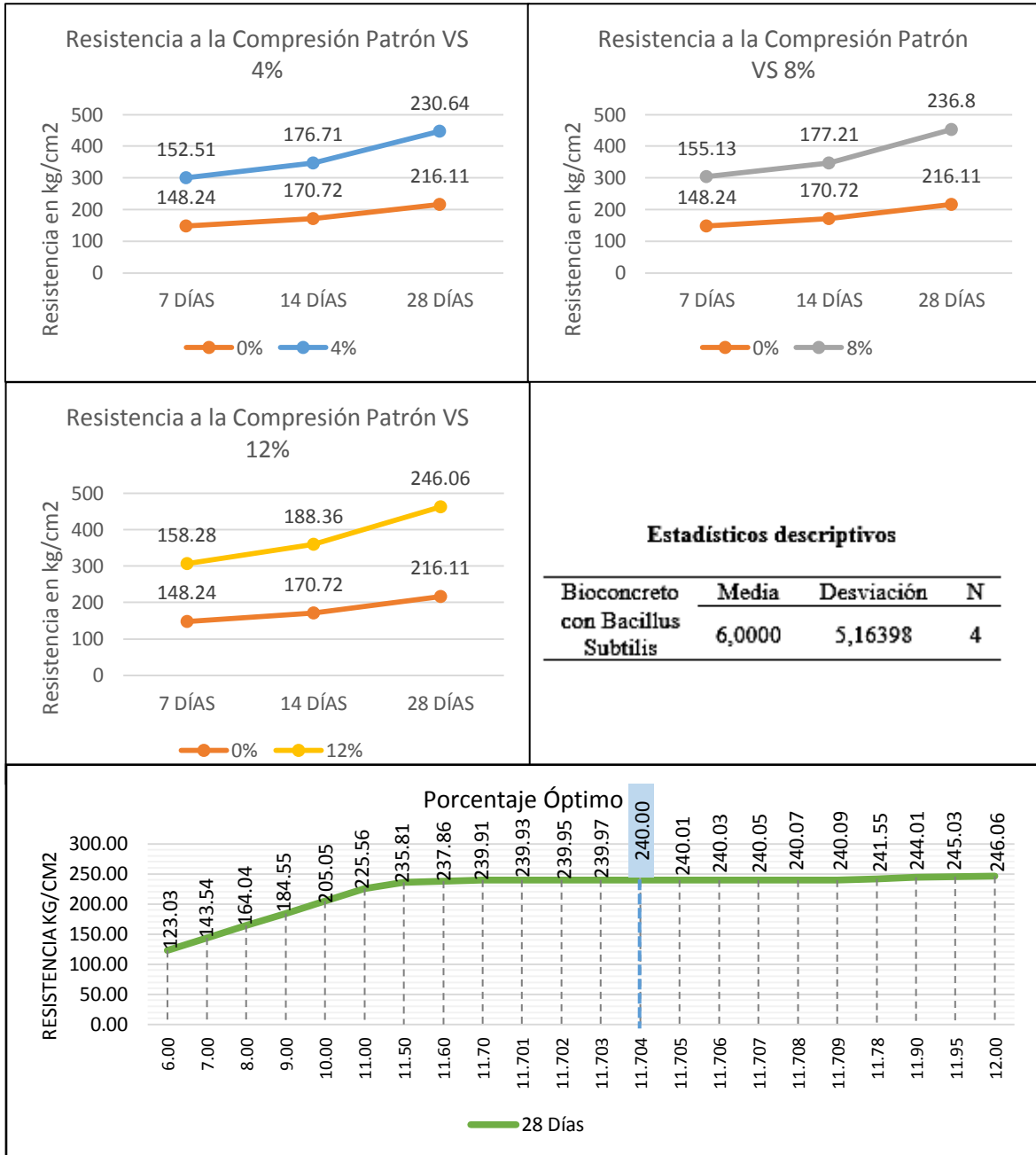
En la figura tenemos los datos obtenidos del crecimiento de bacterias que se efectuó para observar la concentración máxima de colonias bacterianas presentes en el medio de cultivo incubándolo a 35 °C. Observamos que a las 23hrs. hubo la máxima concentración de colonias bacterianas, usando una lectura por Espectrofotómetro que indicó 0.540 de DO.

3.3. Determinación del porcentaje de solución de bacterias con el que el concreto

$f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ llegue a una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$

Figura 2.

Resistencia a la compresión al agregar 4%, 8% y 12% de bacterias al concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

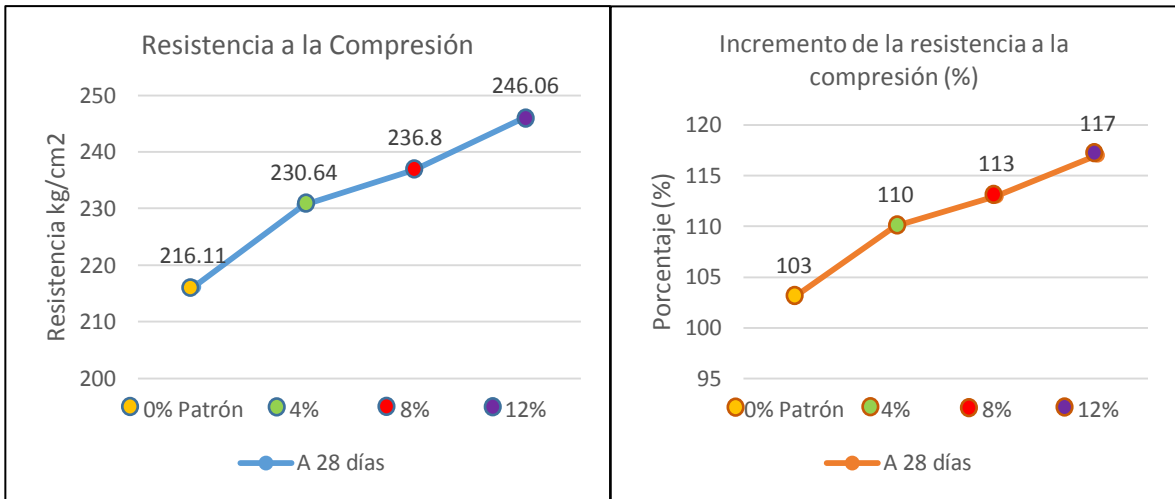
Según los resultados plasmados en los gráficos a los 28 días de curado, se observó que, al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo una resistencia a la compresión de 230.64 kg/cm²; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo una resistencia a la compresión de 236.80 kg/cm²; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo una resistencia a la compresión de 246.06 kg/cm². Con respecto a los prismas, al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo una resistencia a la flexión (módulo de rotura), de 2.22 Kg/cm²; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo un módulo de rotura de 2.25 Kg/cm²; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo un módulo de rotura de 2.41 Kg/cm².

Por lo tanto, tras analizar los resultados que se obtuvieron, podemos señalar que, al agregar 12% de solución bacteriana hicimos que nuestro concreto con diseño $f'c=210$ kg/cm² lograra alcanzar una resistencia de $f'c=246.06$ kg/cm² para los ensayos a compresión y para los ensayos a flexión obtuvimos una resistencia de 2.41 kg/cm². Sin embargo, el porcentaje Óptimo que nos hizo llegar a un $f'c=240$ kg/cm² según el programa IBM SPSS se encuentra incorporando entre el 6% y 12% de solución de bacterias, por lo tanto, mediante cálculos se obtuvo que 11.70% y 11.95% son los porcentajes óptimos de Bacillus Subtilis para alcanzar la resistencia a la compresión y flexión deseada de $f'c=240$ kg/cm² respectivamente.

3.4. Determinación del incremento de la resistencia a la compresión y flexión incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que lo hace llegar a una resistencia de $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$

Figura 4.

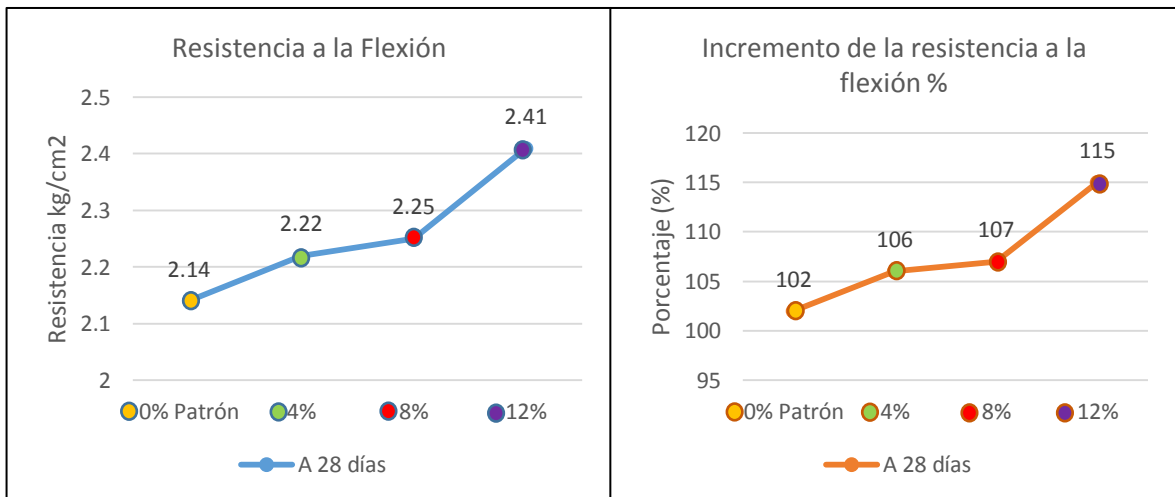
Resistencia a la compresión al agregar 4%, 8% y 12% de bacterias al concreto comparándolas con el diseño patrón a 28 días de curado



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 5.

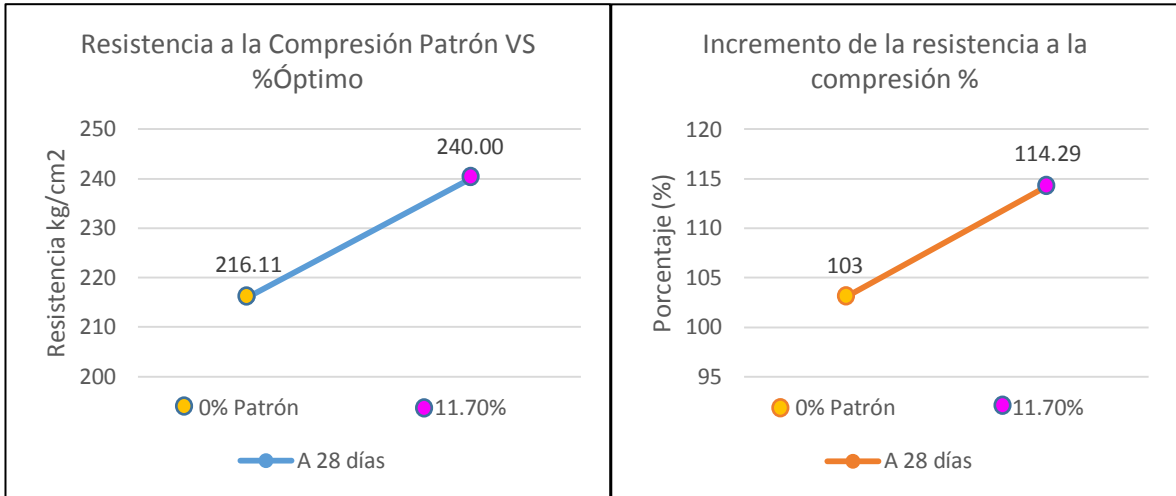
Resistencia a la flexión adicionando bacterias en un 4%, 8% y 12% al concreto comparándolas con el diseño patrón



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 6.

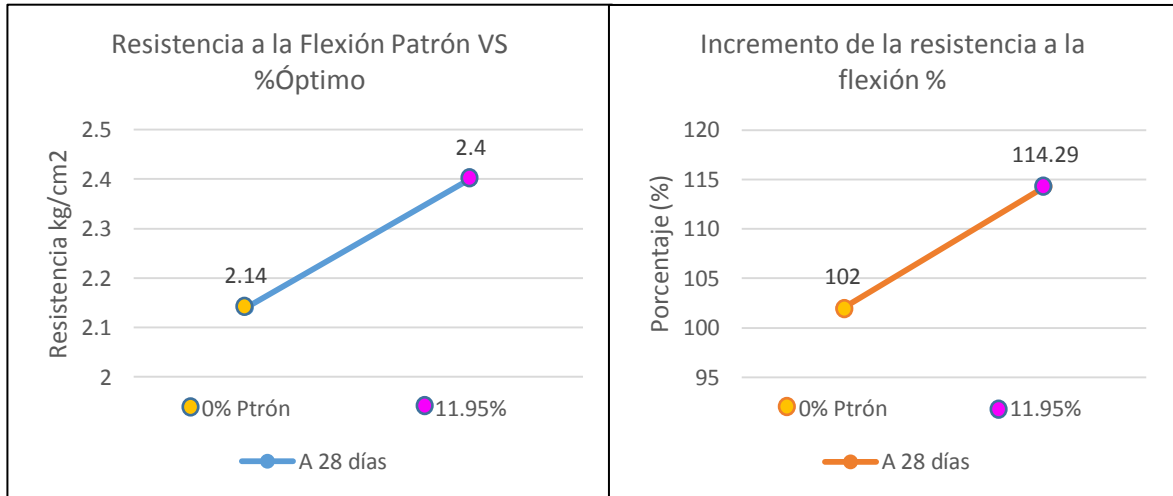
Resistencia a la compresión adicionando bacterias en el porcentaje óptimo (11.70%) al concreto comparándolas con el diseño patrón



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 7.

Resistencia a la flexión adicionando bacterias en el porcentaje óptimo (11.95%) al concreto comparándolas con el diseño patrón



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

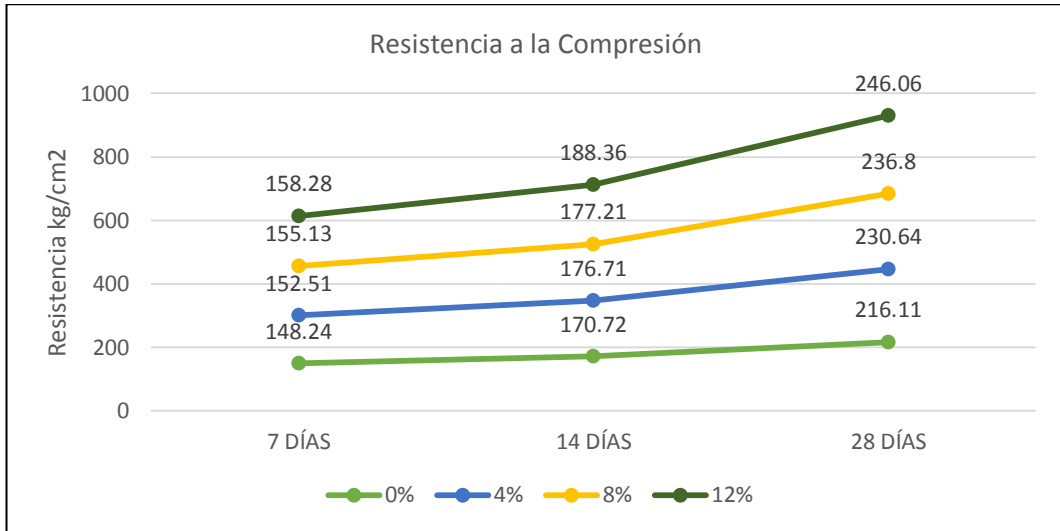
Según los resultados plasmados en los gráficos a los 28 días, podemos señalar que el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión de 216.11 kg/cm^2 , equivalente a un 103%, al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, se alcanzó una resistencia a la compresión de 230.64 kg/cm^2 , equivalente a un 110%; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, se alcanzó una resistencia a la compresión de 236.80 kg/cm^2 , equivalente a un 113%; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla, se alcanzó una resistencia a la compresión de 246.06 kg/cm^2 , equivalente a un 117%. Con respecto a los prismas, podemos señalar que el concreto patrón tiene una resistencia a la flexión de 2.14 kg/cm^2 , equivalente a un 102%, al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, se alcanzó una resistencia a la flexión (módulo de rotura), de 2.22 Kg/cm^2 , equivalente a un 106%; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, se alcanzó un módulo de rotura de 2.2 kg/cm^2 , equivalente a un 107%; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla, se obtuvo un módulo de rotura de 2.41 kg/cm^2 , equivalente a un 115%.

Por lo tanto, tras analizar los resultados obtenidos, podemos señalar que, al agregar 12% de solución bacteriana hacemos que nuestro concreto con diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ alcance una resistencia de $f'c=246.06 \text{ kg/cm}^2$, equivalente a un 117% y para los ensayos a flexión se alcanzó una resistencia de 2.41 kg/cm^2 , equivalente a un 115%, lo que indica que a compresión se alcanzó una mejoría del 14% y a flexión una mejoría del 13% referente al concreto patrón. Sin embargo, al tomar en cuenta los porcentajes Óptimos 11.70% y 11.95% de Bacillus Subtilis para ensayos a compresión y flexión respectivamente, tenemos que, a compresión la resistencia aumenta en 11.29% y en flexión aumenta en 12.29% confirmando así que mientras más bacterias se incorporen a la mezcla, ésta será más resistente.

3.5. Determinación del tiempo necesario para que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de *Bacillus Subtilis*

Figura 8.

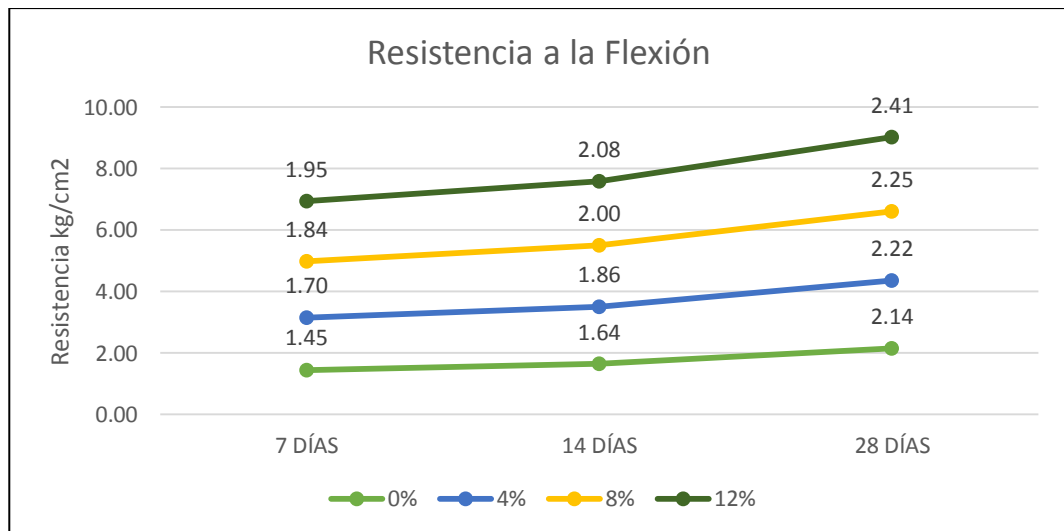
Resistencia de los especímenes cilíndricos, según tiempo de curado y porcentaje de bacterias



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 9.

Resistencia de los especímenes prismáticos, según tiempo de curado y porcentaje de bacterias



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

Según los resultados plasmados en los gráficos podemos señalar que el concreto patrón tuvo una resistencia a la compresión de 148.24 kg/cm², 170.72 kg/cm² y 216.11 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, presentó una resistencia a la compresión de 152.51 kg/cm², 176.71 kg/cm² y 230.64 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, presentó una resistencia a la compresión de 155.13 kg/cm², 177.21 kg/cm² y 236.80 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla presentó una resistencia a la compresión de 158.28 kg/cm², 188.36 kg/cm² y 246.06 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Con respecto a los prismas, según los resultados plasmados en la tabla podemos señalar que el concreto patrón tuvo una resistencia a la flexión de 1.45 kg/cm², 1.64 kg/cm² y 2.14 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 4% de solución de bacterias en la mezcla, presentó un módulo de rotura de 1.70 kg/cm², 1.86 kg/cm² y 2.22 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 8% de solución de bacterias en la mezcla, presenta un módulo de rotura promedio de 1.87 kg/cm², 2.00 kg/cm² y 2.25 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente; al emplear 12% de solución de bacterias en la mezcla, presentó módulo de rotura promedio de 1.95 kg/cm², 2.08 kg/cm² y 2.41 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Por lo tanto, tras analizar los resultados podemos señalar que, para que el concreto $f'_c=210$ kg/cm² alcance una resistencia de $f'_c=240$ kg/cm² agregando porcentajes de Bacillus Subtilis incluyendo los porcentajes óptimos (11.70% y 11.95%) necesita 28 días de curado.

VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la validación de la hipótesis se empleó una fórmula de regresión lineal para estimar las dos variables: variable independiente y variable dependiente.

$$Y=bo+b1*X$$

Dónde:

Y: Resistencia a compresión

X: Diseño de adoquines de concreto con adición de fibra de coco

bo: Intercepto

b1: Pendiente

De la formula se obtiene que (Y) es la variable dependiente la cual se interviene y manipula para lograr los objetivos planteados, (X) es la variable independiente en dónde se centra la investigación, (bo) es el intercepto que sirve para determinar los valores estimados según la relación de las dos variables en el sistema cuantitativo, (b1) es la pendiente que intercepta la mayoría de puntos en el plano cartesiano para determinar los grados de correspondencia entre las dos Hipótesis.

- A continuación, mostramos los resultados obtenidos mediante la utilización del programa IBM SPSS para la veracidad de comprobación de las Hipótesis para el ensayo de resistencia a compresión.

Correlaciones:

Tabla 5.

Estadísticos descriptivos. Resistencia a compresión

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación típica	N
Bioconcreto con Bacillus Subtilis	6,0000	5,16398	4
Ensayo Compresión	232,4025	12,57534	4

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Tabla 6.
Correlación lineal (de Pearson). Resistencia a compresión

Correlaciones			
Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Correlación de Pearson	Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Ensayo Compresión
	Sig. (bilateral)	1	,986
	Suma de cuadrados y productos cruzados	80,000	192,020
	Covarianza	26,667	64,007
	N	4	4
Ensayo Compresión	Correlación de Pearson	,986	1
	Sig. (bilateral)	,014	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	192,020	474,417
	Covarianza	64,007	158,139
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia de las tesis

La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

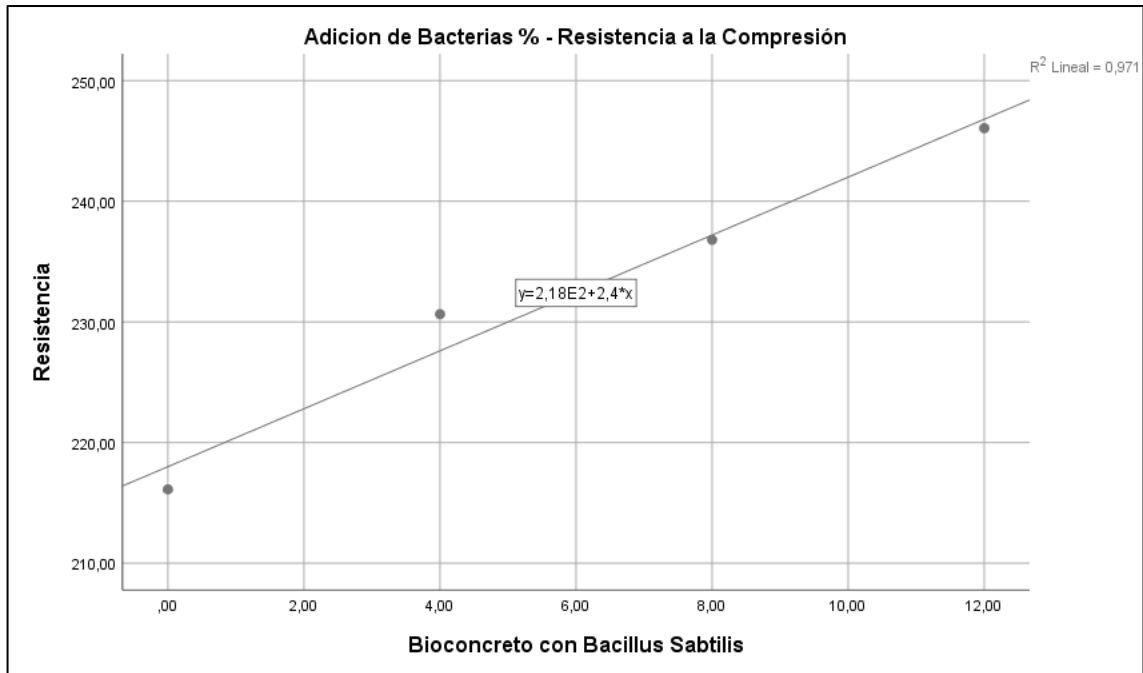
Regresión:

Tabla 7.
Regresión lineal (de Pearson). Resistencia a compresión

Modelo	Estadísticos de cambio								
	R	R	Error	Cambio	Cambio	gl1	gl2	Sig.	
0	R	cuadrado	cuadrado	estándar de	en R	en F			
			ajustado	la	cuadrado			Cambio	
				estimación				en F	
1	,986	,971	,957	2,60012	,971	68,173	1	2	,014

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 10.
Regresión lineal Resistencia a compresión



Fuente: Elaboración propia de las Tesistas.

- Comprobación de las Hipótesis con el programa IBM SPSS para el ensayo esfuerzo a Flexión.

Correlaciones:

Tabla 8.
Estadísticos descriptivos. Ensayo Esfuerzo a Flexión

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación típica	N
Bioconcreto con Bacillus Subtilis	6,0000	5,16398	4
Ensayo a flexión	2,2550	,11328	4

Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Tabla 9.
Correlación línea (de Pearson). Resistencia a Flexión

		Correlaciones	
		Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Resistencia
Bioconcreto	Correlación de Pearson	1	,957
	Sig. (bilateral)		,043
	Suma de cuadrados y productos cruzados	80,000	1,680
	Covarianza	26,667	,560
	N	4	4
	Ensayo a Flexión	Correlación de Pearson	,957
	Sig. (bilateral)	,043	
	Suma de cuadrados y productos cruzados	1,680	,039
	Covarianza	,560	,013
	N	4	4

Fuente: Elaboración propia de las tesis

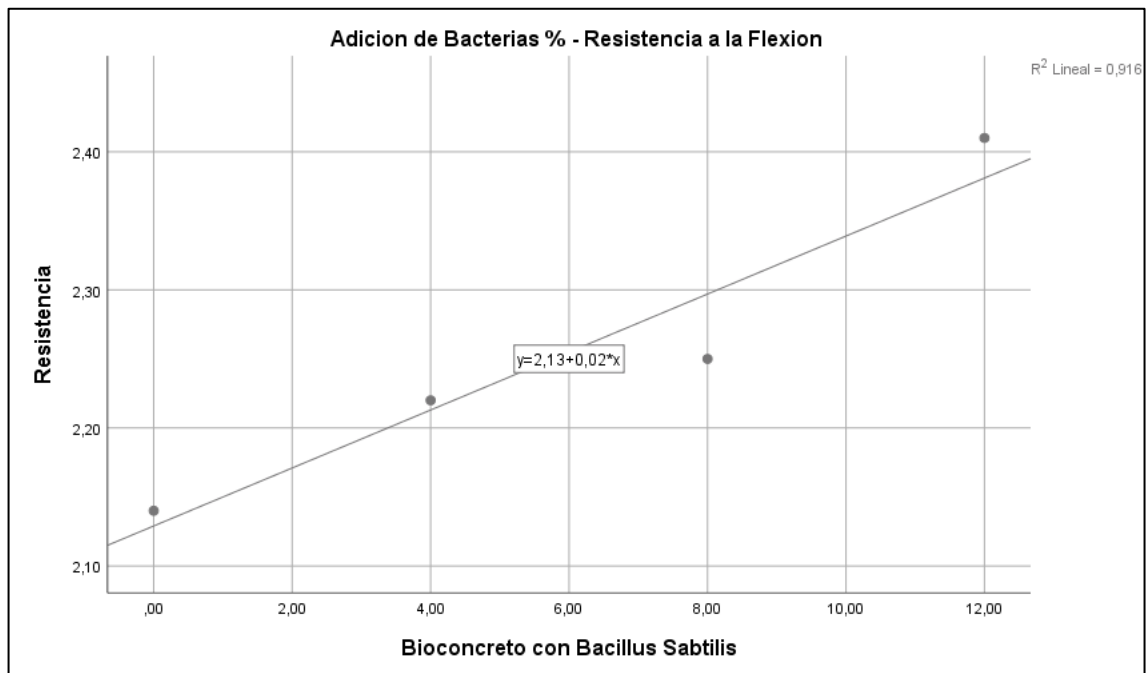
Regresión:

Tabla 10.
Regresión lineal. Resistencia a Flexión

Modelo	Estadísticos de cambio								
	R	R	Error	Cambio	Cambio	g11	g12	Sig.	
0	R	cuadrado	cuadrado	estándar de	en R	en F			
			ajustado	la	cuadrado			Cambio	
				estimación				en F	
1	,957	,916	,875	,04012	,916	21,913	1	2	,043.

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 11.
Regresión lineal. Resistencia a Flexión.



Fuente: Elaboración propia de las Tesisistas.

Interpretación

La resistencia a la compresión se obtiene que la relación de dependencia entre ambas variables es del 98.60%, con un grado de dificultad del 5% y una significación de confiabilidad del 95% lo cual sirve para dar la veracidad y confiabilidad a dicha investigación científica.

De la resistencia a la flexión se obtiene que la relación entre la variable independiente y la variable dependiente es de 95.70% concluyendo así total dependencia de ambas para la funcionalidad requerida en el comportamiento del concreto; con un grado de dificultad del 5% y una significación de confiabilidad del 95% lo cual sirve para dar la veracidad y confiabilidad a dicha investigación científica.

IV. DISCUSIÓN

Para determinar las propiedades físicas de los agregados para un concreto $f'c=210$ kg/cm² nos regimos a los parámetros que nos manda la NTP 400.012 AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, NTP 400.017 AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado, NTP 400.021 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso y NTP 400.022 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Nosotras empleamos material de dos canteras diferentes, el agregado grueso (piedra chancada de 3/4”), de la cantera del Río Huallaga, mientras que el agregado fino de la Cantera del Río Cumbaza, mismos que al realizar sus respectivos ensayos manifestaron propiedades que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma para el diseño de mezcla.

Para determinar el crecimiento bacteriano en horas, en la presente investigación se empleó la Bacteria del género *Bacillus Subtilis* ATCC® 11774™* adquirida en Laboratorios GenLAB Lima - Perú, misma que al ser evaluada con el espectrofotómetro, referente al crecimiento de colonias bacterianas en horas, se obtuvo que, a las 23hrs. de iniciada su incubación (35°C) empleando el BHI (Brain Heart Infusion) como suplemento, se logró el crecimiento máximo con 0.540 DO, a partir de las 24hrs. se aprecia el decaimiento de las colonias; similares resultados se lograron con el proyecto de investigación de MENDOZA Renato y SÁNCHEZ Jhon (2016), en su investigación titulada, Análisis de la resistencia del concreto utilizando bacterias del género *Bacillus* y biopolímeros como bio-reparador, cusco-2016. Quienes a las 23hrs. de incubación obtuvieron 0.518 DO empleando el BHI (Brain Heart Infusion) también como suplemento, y posterior a esa hora la caída del crecimiento de colonias.

Para determinar el porcentaje de solución de bacterias con el que logramos que nuestro concreto $f'c=210$ kg/cm² alcance una resistencia de $f'c=240$ kg/cm² comparamos cada una de las resistencias obtenidas al agregar los porcentajes de solución bacteriana (4%, 8% y 12%), tras analizar los resultados descubrimos que al emplear el 12% de solución bacteriana obtenemos un aumento de la resistencia de un concreto diseñado para un $f'c=210$ kg/cm² a una resistencia $f'c=246.06$ kg/cm². DA SILVA Y APARECIDO (2018) en su investigación titulada, Desarrollo de concretos auto curáveis

utilizando a bacteria bacillus megaterium. emplearon el Bacillus Megaterium en el concreto, agregando 5% de bacterias a la mezcla lograron apreciar una mejoría en la resistencia, en nuestra tesis, nosotras comenzamos agregando 4% de solución bacteriana que, si bien es cierto no fue suficiente para llegar a una resistencia $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$, se notó un gran aumento de la resistencia en contraste con el concreto de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Para determinar el incremento de la resistencia a la compresión y flexión incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que logre alcanzar una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ se analizaron los resultados obtenidos, descubriendo que al agregar el 12% de Bacillus Subtilis existe un aumento del 14% en resistencia a la compresión, y un 13% en resistencia a la flexión; PONCE DE LEÓN, HUAMANI y SÁNCHEZ (2015) en su artículo científico denominado, Los beneficios del uso de bacterias en el concreto auto-regenerante. Concluyen que al emplear Bacillus Subtilis en la mezcla logran aumentar la resistencia a la compresión en un 14.95%, porcentaje que es similar al que obtuvimos con nuestros resultados. GARCÍA y et. al (2018) en su artículo científico denominado, Consolidación de material de construcción por proceso de biomineralización. Menciona que al emplear microorganismos productores de calcita como el Bacillus Subtilis en la mezcla de concreto, contribuyen a mejorar la resistencia del mismo, corroborando así nuestros resultados, pues logramos obtener datos favorables en el incremento de la resistencia con la adición de bacterias.

Para determinar el tiempo necesario que el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ necesita para alcanzar una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis se analizaron los resultados obtenidos tanto a compresión y flexión según los días de curado (7 días, 14 días y 28 días), de los autores MENDOZA Renato y SÁNCHEZ Jhon. (2017), PONCE Carla, HUAMANI Smith, SÁNCHEZ Eddie. (2015), BAZÁN Lusbeth y ROJAS Reynaldo. (2018) HERNÁNDEZ Marianelly y RODAS Royder. (2018), considerados en la presente tesis, hacen referencia de alcanzar la resistencia deseada tanto a compresión como a flexión a los 28 días de curado, así mismo nuestros resultados corroboran la información citada, puesto que para los distintos porcentajes empleados (4%, 8% y 12%) incluyendo el que nos permite mejorar la resistencia de un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a un $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ se logró cumplir satisfactoriamente a los 28 días.

V. CONCLUSIONES

- 5.1.** Según los resultados obtenidos, para el agregado fino (cantera Río Cumbaza), se obtuvo 0.00% de % de humedad natural puesto que se empleó material seco; 2.40gr/cm³ para peso específico; 1.65% de % de absorción; 1403kg/m³ para peso unitario suelto, 1517kg/m³ para peso unitario varillado y 2.8 para el módulo de fineza. Para el agregado grueso (cantera Río Huallaga), 1” para tamaño máximo, 3/4” para tamaño máximo nominal; 0.00% de % de humedad natural; 2.60gr/cm³ para peso específico; 0.84% de % de absorción; 1479kg/m³ para peso unitario suelto y 1547kg/m³ para peso unitario varillado.
- 5.2.** De acuerdo a nuestros resultados se logró determinar que el crecimiento máximo de colonias bacterianas se da a las 23hrs. de iniciada la incubación, con una cantidad de 0.540 densidad óptica (DO). Cabe resaltar que la manipulación de la bacteria *Bacillus Subtilis* posee un Nivel de Bioseguridad 1, misma que indica manipulación sin riesgos, volviéndola ideal para trabajos que impliquen manipulación al aire libre como es el caso de la elaboración de mezclas de concreto, estos datos y más se pueden encontrar en la Ficha de Seguridad del *Bacillus Subtilis* ATCC® 11774™* en la página de microbiologics.com
- 5.3.** Según los resultados obtenidos, entre los porcentajes de solución de bacterias (4%, 8% y 12%) empleados en el diseño de mezcla para mejorar la resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² a un concreto $f'c=240$ kg/cm², con el porcentaje de 12% de solución bacteriana se logra alcanzar un total de 246.06 kg/cm² para la resistencia a la compresión y un 2.41 kg/cm² para la resistencia a la flexión, si bien es cierto sobrepasamos nuestra meta de alcanzar una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², con ayuda del IBM SPSS se obtuvo que el porcentaje óptimo de solución bacteriana se encuentra entre el 6% y el 12%, por lo tanto al realizar cálculos se determinó que para ensayos a compresión el porcentaje óptimo de solución bacteriana es de 11.70% y para ensayos a flexión el porcentaje óptimo de solución bacteriana es de 11.95%.
- 5.4.** Al trabajar con 4%, 8% y 12% de solución bacteriana, el porcentaje de 12% de *Bacillus Subtilis* es el que logró mejorar la resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², sobrepasando nuestra meta; según los resultados

podemos concluir que la resistencia se incrementó en un 14% y 13% en ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión respectivamente. Sin embargo, al tomar en cuenta los porcentajes Óptimos 11.70% y 11.95% de Bacillus Subtilis para ensayos a compresión y flexión respectivamente, tenemos que, a compresión la resistencia aumenta en 11.29% y en flexión aumenta en 12.29% confirmando así que mientras más bacterias se incorporen a la mezcla, ésta será más resistente.

5.5. Según los resultados obtenidos, el tiempo necesario para que el concreto $f'c=210$ kg/cm² alcance una resistencia de $f'c=240$ kg/cm² (compresión y flexión) con la incorporación de bacterias, ya sea al 12% o con los porcentajes Óptimos (11.70% y 11.95%) de solución bacteriana es de 28 días de curado.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1.** Tras realizada la investigación, se recomienda realizar con sumo cuidado cada uno de los ensayos para evitar errores en lo más mínimo, si el material no cumple con los parámetros establecidos por la Norma, se puede hacer cambio de Cantera o realizar combinaciones de material para mejorar sus propiedades.
- 6.2.** Tras realizada la investigación, se recomienda que, al sacar muestras para ser analizadas por cada hora con el Espectrofotómetro debe realizarse con las puntas (tips) para micropipetas con filtro, para evitar contaminantes que alteren la muestra y los equipos.
- 6.3.** Tras realizada la investigación, se recomienda que, para próximos proyectos de investigación se sugiere aplicar la solución bacteriana a partir de los porcentajes Óptimos encontrados (11.70% y 11.95%) hasta porcentajes más altos de solución de bacterias para alcanzar mayores resistencias, también se sugiere realizar análisis de Costos para determinar en cuanto varía con un diseño sin bacterias.
- 6.4.** Tras realizar la investigación, para los ensayos a compresión se promediaron 3 especímenes por cada factor (patrón, 4%, 8% y 12%), y para los ensayos a flexión se promediaron 2 especímenes por cada factor (patrón, 4%, 8% y 12%); se recomienda para próximas investigaciones se puede considerar aumentar el número de especímenes a ensayar por cada factor a evaluar, y así mejorar la precisión al momento de determinar el porcentaje de incremento de resistencia.
- 6.5.** Tras realizar la investigación, el Bioconcreto con Bacillus Subtilis al igual que un concreto sin bacterias llega a su resistencia máxima a los 28 días de curado, se recomienda para próximos proyectos de investigación, implementar la bacteria en el curado de los especímenes para evaluar la resistencia.

REFERENCIAS

- ABANTO Flavio. *Tecnología del concreto*. [en línea]. Perú: San Marcos, 2017. 242p. Disponible en: <https://www.udocz.com/read/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>. ISSN: 0978612315463.
- ARIAS Fidas. *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica* [en línea]. 6ª ed. Venezuela: Editorial Episteme, C.A. CARACAS, 2012. 143p. Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDAS-G.-ARIAS.pdf>
- BAPTISTA María, FERNÁNDEZ Carlos y HERNÁNDEZ Roberto. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6ª ed. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. 2014. 600p. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- BARTH, H., Aktories, K., Popoff, M. R., & Stiles, B. G. *Binary bacterial toxins: biochemistry, biology, and applications of common Clostridium and Bacillus proteins*. *Microbiol Mol Biol Rev* [en línea] 68 (3): 373–402. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15353562>. PMID: 15353562
- BAZÁN Lusbeth y ROJAS Reynaldo. *Comportamiento mecánico del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido incorporando vidrio reciclado, distrito de Moyobamba, San Martín – 2018* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo - Moyobamba, Perú 2018. 118p. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31624>
- CHÁVEZ Santiago. *Concreto armado*. [en línea]. 1ª ed. Tarapoto: Fondo Editorial Universidad Nacional de San Martín, 2003. 314p. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/360185718/LIBRO-DE-CONCRETO-ARMADO-SANTIAGO-CHAVEZ-CACHAY-pdf>

COBO Carlos. *Evaluación de medios de cultivo líquidos para la multiplicación de la bacteria Bacillus subtilis*. Universidad San Francisco de Quito [en línea]. Mayo de 2017, Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6598/1/131031.pdf>

CUERVO Raúl Alberto. *Manual de protocolos de microbiología general*. [en línea]. Colombia: Bonaventuriana 2010. 62p. disponible en: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4566/1/Manual_protocolos_microbiologia.pdf. ISBN: 978-958-8436-46-3

DA SILVA Andressa y APARECIDO Flávio. *Desenvolvimento de concretos auto curáveis utilizando a bactéria bacillus megaterium*. Revista Científica UMC [en línea]. Octubre 2018, 3 n.º03. Disponible en: <http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/viewFile/483/3757>. ISSN: 2525-5250.

EHRlich H. L. (1998). *Geomicrobiology: Its significance for geology*. *Earth-Science Reviews*, 45, 45 - 60. ELSEVIER [en línea]. Noviembre de 1998. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(98\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(98)00034-8).

GALABRU Paul. *Tratado de procedimientos generales de construcción*. [en línea]. España: EDITORIAL REVERTÉ, S.A. 2004. 419p. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=llqdKThJudYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 84-291-2032-7

GARCÍA Pilar et al. *Consolidación de material de construcción por proceso de biomineralización*. TECNIA [en línea]. Enero - Julio de 2018. 28, n.º01. Disponible en: <http://repositorio.uni.pe/handle/uni/13767>. ISSN: 2309-0413.

HERNÁNDEZ Marianelly y RODAS Royder. *Determinación de las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$ para pavimento, adicionando cenizas de caña de azúcar, Moyobamba, San Martín, 2018.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo - Moyobamba, Perú 2018. 194p. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31630>

JONKERS Henk y V. Wiktor. *Field performance of bacteria-based repair system: Pilot study in a parking garage.* Science Direct [en línea]. 09 de enero de 2015: 2 n.º01. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509514000333>.

JONKERS Henk, MERA y Walter SIERRA Guadalupe. *Hormigón autoReparable con bacterias y reforzado con fibras naturales.* Dialnet. [en línea]. 30 de agosto de 2015, 17 n.º03. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6200507>. ISSN: 1390-1915.

KOUSTUBH , A., Madhav, B., & Vishal, P. *Bacillus Subtilis Bacteria Impregnation in Concrete for Enhancement in Compressive Strengt.* IRJET [en línea], May-2016. n.º03 1229 - 1234. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V3/i5/IRJET-V3I5252.pdf>. ISSN: 2395-0072

LAURA Samuel. *Diseño de mezclas de concreto.* UNA. [en línea]. Marzo 2016. n.º01. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/16996355/dise%C3%B1o-de-mezclas/>

MARTINEZ Manuel y MARCH Trina. *Caracterización de la validez y confiabilidad en el constructo metodológico de la investigación social* [en línea]. 14 de Octubre de 2015. Disponible en: <http://ojs.urbe.edu/index.php/redhecs/article/view/2512/2319>

MENDOZA Renato y SÁNCHEZ Jhon. *Análisis de la resistencia del concreto utilizando bacterias del género bacillus y biopolímeros como bioreparador, cusco-2016.* (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco, Perú 2017. 234p. Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1163>

MORTENSEN BM, HABER MJ, DEJONG JT, CASLAKE LF, NELSON DC. *Effects of environmental factors on microbial induced calcium carbonate precipitation* [en línea]. 30 de Mayo de 2011. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2011.05065.x/full>

MOSTAFA Seifan, ALI Samani y AYDIN Berenjjan. *APPLIED MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY*. [en línea]. Enero 2016. n°01. Disponible en: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=869a5f64-1aee-4e86-b8d0-61beb03bf205%40sessionmgr4007>. ISSN: 2591-2602.

MUÑOZ Carlos. *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. [en línea]. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1998. 86p. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=1ycDGW3ph1UC&pg=PA84&dq=metodo+de+analisis+de+datos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjJsuXqj_TiAhVHRKwKHQIDC3EQ6AEILTAB#v=onepage&q=metodo%20de%20analisis%20de%20datos&f=false. ISBN: 970-17-0139-9.

N.T.P. 400.037. (2014). *Especificaciones Normalizadas para Agregados en Concreto – CONCRETO. 3ra Edición*. Lima: 2014. 26p. Disponible en: https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf

NARVÁEZ José, ORTEGA Benjamín y PÁRAMO Leandro. *La bioprecipitación de carbonato de calcio por la biota nativa como un método de restauración*. Nexo [en línea]. Junio de 2015. 28 n.º01. [fecha de consulta: 13 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.camjol.info/index.php/NEXO/article/view/1779>. ISSN - E: 1995-9516.

NTP 339.034, HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. *3ra Edición*. Lima: 2008. 22p. Disponible en: https://kupdf.net/download/ntp-339034-99-ensayo-resistencia-compresionn_59aac329dc0d60af49568edb_pdf

NTP 339.079, CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, *3ra Edición*. Lima: 2012. 14p. Disponible en: <https://www.deperu.com/normas-tecnicas/NTP-339-079.html>

PÉREZ Teresa; VALVERDE Carmen; JIMÉNEZ Concepción. *Biomíneralización bacteriana de magnetita y aplicaciones* [en línea]. 2010, vol. 7, p. 74. Disponible en: http://www.ehu.es/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_7_058.pdf

PITARCH Antonio. *Nuevas prestaciones de los hormigones actuales actuales en la construcción arquitectónica*. Tesis de pregrado. Universitat Politècnica De Valencia, España, 2016. 54p. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/97224/MERINO%20-%20CSA-F0075.%20Nuevas%20prestaciones%20de%20los%20hormigones%20en%20la%20construcci%C3%B3n%20arquitect%C3%B3nica.pdf?sequence=1>

PONCE DE LEÓN ECHEGARAY Carla, HUAMANI Smith, SÁNCHEZ ACAPANA Eddie. *Los beneficios del uso de bacterias en el concreto autorregenerante*. CIVILIZATE [en línea]. 2015. n° 07. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/16153/16575>.

REALPE María, HERNÁNDEZ Carlos, AGUDELO Clara. *Especies del género Bacillus: morfología macroscópica y microscópica* [en línea]. 2002-06-01: v 22 ; n° 02. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v22i2.1148>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (Perú). E.060 Concreto armado. Lima: 2009. 205 p. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

SÁNCHEZ Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. [en línea]. Colombia: BHANDAR EDITORES LTDA. 2001. 273p. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=frontcover&dq=tecnologia+del+concreto&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjIs5TAv_TiAhVCUKwKHeTdC18Q6AEIKDAA#v=onepage&q=tecnologia%20del%20concreto&f=false. ISBN: 958-9247-04-0.

SCHWANTES Nicole y et al. *Crack filling in concrete by addition of Bacillus subtilis spores Preliminary study*. DYNA [en línea]. Junio de 2018. 85 n.°205. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v85n205/0012-7353-dyna-85-205-00132.pdf>. ISSN: 0012-7353.

SEIFAN, Mostafa; SAMANI, Ali Khajeh; BERENJIAN, Aydin. *Bioconcrete: next generation of self-healing concrete*. Research Gate [en línea]. Enero de 2016, vol. 100, no 6. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292208328_Bioconcrete_next_generation_of_self-healing_concrete

VIEIRA DOS REIS, Luann. *Biotecnologia microbiana da construção: potencial de biomineralização de bactérias ureolíticas de solo de cerrado e de rejeitos de construção civil* [en línea]. 2017. Disponible en:

https://ciamb.prpg.ufg.br/up/104/o/DISSERTA%C3%87%C3%83O_DEFESA_-_Luann.pdf

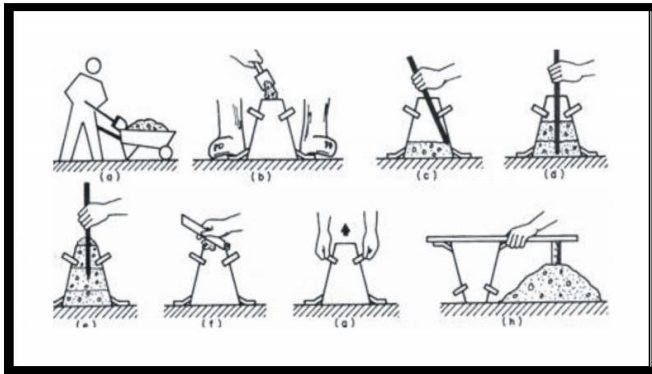
XU A. W.; MA Y.; CÖLFEN H. *Biomimetic mineralization. Journal of Materials Chemistry* [en línea]. 2007: v. 17, n. 5. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/jm#!issueid=jm022048&type=archive&issnprint=0959-9428>

ANEXOS:

Anexo 1. Figuras y tablas complementarias.....	48
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	53
Anexo 3. Cálculo de volumen de concreto para moldes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias (Bacillus Subtillis)	56
Anexo 4. Cálculo de materiales para especímenes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias (Bacillus Subtilis)	61
Anexo 5. Toma de datos de crecimiento bacteriano (Colonias de Bacillus Subtilis)	64
Anexo 6. Ensayo de propiedades físicas de los materiales	66
Anexo 7. Diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	69
Anexo 8. Resistencia a compresión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (Bacillus Subtilis)	71
Anexo 9. Resistencia a la flexión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (Bacillus Subtilis).....	76
Anexo 10. Resistencia de concreto según edades.....	81
Anexo 11. Panel fotográfico.....	83
Anexo 12. Actas de aprobación referente a la tesis	108

ANEXO 1.
Figuras y tablas complementarias

Figura 12.
Descripción gráfica de la prueba de Slump



Fuente: Tecnología del concreto.

Tabla 11.
Variedades de mezcla conforme a su asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de captación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	>5"	Muy trabajable	chuseado
			Chuseado

Fuente: Tecnología del concreto.

Tabla 12.

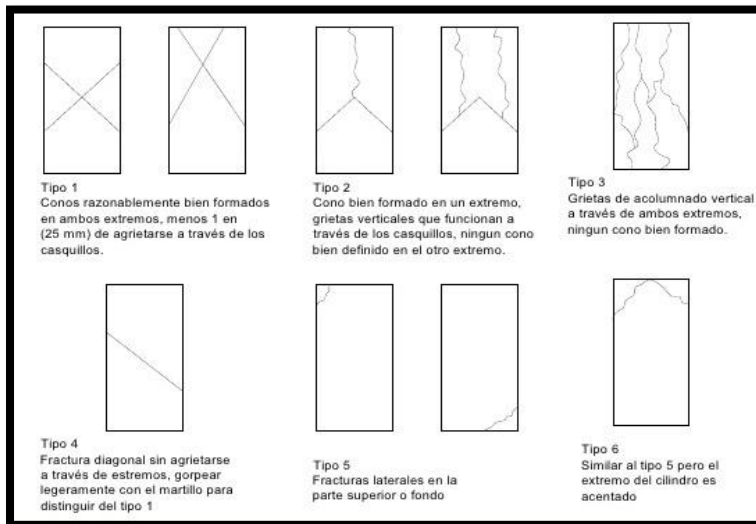
Asentamientos recomendados para diferentes tipos de edificaciones

Tipos de construcción	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Tecnología del concreto.

Figura 13.

Tipos de fracturas



Fuente: NTP 339.034

Tabla 13.*Tolerancia de tiempo*

Tiempo de prueba	Tolerancia permitida
24 h	± 0,5 h ó 2,1%
3 d	± 2 h ó 2,8%
7 d	± 6 h ó 3,6%
28 d	± 20 h ó 3,0%
90 d	± 48 h ó 2,2%

Fuente: NTP 339.034**Tabla 14.***Granulometría del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.50 mm 3/8"	100
4.75 mm N°4	98 a 100
2.36 mm N°8	80 a 100
1.18 mm N°16	50 a 85
0.60 mm N°30	25 a 60
0.30 mm N°50	05 a 30
0.15mmN°100	0 a 10

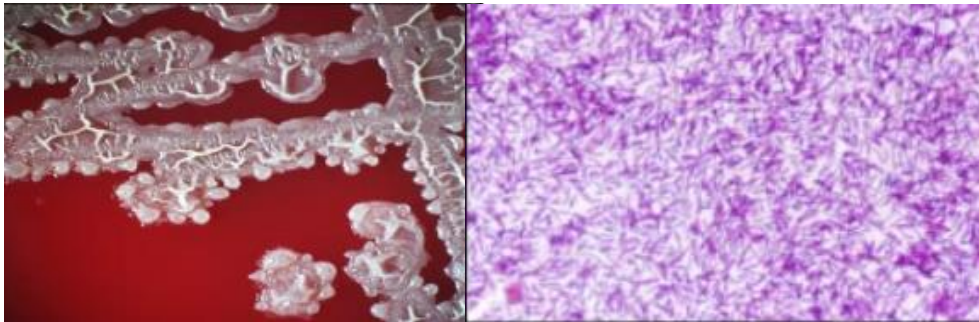
Fuente: NTP 400.03

Tabla 15.
Características de la bacteria Bacillus Subtilis

Características	
Temperatura óptima	25 - 35 grados Celcius
Tamaño del Bacillus Subtilis	0.5 - 2.5 x12-10 μ m
Colonias	2 a 4 mm de diámetro
Bioseguridad Nivel	Nivel 1 (Sin riesgo)
Tiempo de crecimiento	24 a 48 horas
Genoma Total	43.5
Aspecto Macroscópico	Aspecto liso, mucoide o rugoso
Esporas esféricas y centrales	No deforman el bacilo

Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 14.
Imagen macroscópica de las colonias e imagen microscópica de Bacillus Subtilis




Fuente: Microbiología

ANEXO 2.
Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>Problema general: ¿El diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis, mejorará la resistencia en un concreto $f'c=210$ kg/cm², Tarapoto – 2019?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas de los materiales para el diseño de concreto $f'c=210$ Kg/cm², Tarapoto - 2019? ¿Cuánto es el tiempo máximo de crecimiento bacteriano en horas? ¿Con cuál porcentaje de solución de bacterias el concreto $f'c=210$ kg/cm² llegará a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², Tarapoto - 2019? ¿En cuánto incrementa la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que lo hace llegar a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², Tarapoto – 2019?</p>	<p>Objetivo general: Diseñar un Bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210$ kg/cm², Tarapoto – 2019.</p> <p>Objetivos específicos: Determinar las propiedades físicas de los agregados para el diseño de mezcla de un concreto $f'c=210$ Kg/cm², Tarapoto - 2019. Determinar el tiempo máximo de crecimiento bacteriano en horas. Determinar el porcentaje de solución de bacterias con el que el concreto $f'c=210$ Kg/cm², llegue a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², Tarapoto - 2019. Determinar en cuánto incrementa la resistencia a la compresión y flexión de un concreto $f'c=210$ Kg/cm² incorporando el porcentaje de Bacillus Subtilis que lo hace llegar a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², Tarapoto – 2019.</p>	<p>Hipótesis general: El diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis, logrará mejorar la resistencia en un concreto $f'c=210$ kg/cm², Tarapoto – 2019</p> <p>Hipótesis específicas: Las propiedades físicas que contienen los agregados serán Contenido de humedad, Granulometría, Peso Unitario, Peso específico y Absorción para el diseño de un concreto $f'c=210$ Kg/cm², Tarapoto – 2019. El tiempo máximo de crecimiento bacteriano se obtendrá a las 23hrs. Con la adición de un 12% de solución de bacterias mejorará un concreto $f'c=210$ Kg/cm², hasta alcanzar una resistencia de $f'c=240$ kg/cm² , Tarapoto - 2019. Incorporando el porcentaje que hace que el concreto $f'c=210$ kg/cm² llegue a una resistencia de $f'c=240$ kg/cm², la resistencia a la compresión y a la flexión aumentará en un 14% y en un 10% respectivamente.</p>	<p>Técnicas: Se tendrán como técnicas: Diseño de Bioconcreto con Bacillus Subtilis para mejorar la resistencia de un concreto $f'c=210$kg/cm², evaluación de las propiedades de diseño de mezcla, ensayo de compresión aplicando la bacteria a la mezcla, ensayo de flexión aplicando la bacteria a la mezcla y la elaboración de la solución bacteriana.</p> <p>Instrumentos: Los instrumentos para las técnicas de recolección de datos serán las fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos, hojas de cálculo y ficha de observación.</p>

<p>¿Cuánto tiempo será necesario para que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis, Tarapoto - 2019?</p>	<p>Determinar el tiempo necesario para que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis, Tarapoto - 2019.</p>	<p>El tiempo necesario para que el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, alcance una resistencia de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de Bacillus Subtilis, se obtendrá a los 28 días, Tarapoto - 2019..</p>										
<p>Diseño de investigación</p>	<p>Población y muestra</p>	<p>Variables y dimensiones</p>										
<p>El diseño de investigación de este proyecto es experimental, puesto que se manipulará la variable independiente para obtener los resultados necesarios en la investigación.</p>  <pre> graph LR M((M)) --> D((D)) D --> Y((Y)) </pre>	<p>Población muestral La población muestral para este proyecto de investigación serán los 60 especímenes de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$. 36 probetas cilíndricas, de las cuales 9 serán con concreto patrón, 9 incorporando Bacterias del género Bacillus Subtilis al 4%, al 8% y al 12% ($9+27 = 36$ especímenes cilíndricos en total). 24 probetas prismáticas de concreto ($0.50\text{m} \times 0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$), 6 serán con concreto patrón y 6 incorporando Bacterias del género Bacillus Subtilis, al 4%, 8% y 12% ($6+18 = 24$ especímenes prismáticos en total).</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1115 427 1339 459">Variables</th> <th data-bbox="1339 427 1626 459">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1115 459 1339 691" rowspan="3">Bioconcreto con Bacillus Subtilis</td> <td data-bbox="1339 459 1626 579">Propiedades físicas de los materiales para el diseño de mezcla</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1339 579 1626 627">Crecimiento bacteriano</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1339 627 1626 691">Porcentaje de solución de bacterias</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1115 691 1339 1000" rowspan="2">Resistencia a la compresión y flexión</td> <td data-bbox="1339 691 1626 882">Incremento porcentual de la resistencia a la compresión y flexión incorporando el porcentaje adecuado de solución de bacterias.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1339 882 1626 1000">Tiempo necesario para alcanzar la resistencia máxima</td> </tr> </tbody> </table>		Variables	Dimensiones	Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Propiedades físicas de los materiales para el diseño de mezcla	Crecimiento bacteriano	Porcentaje de solución de bacterias	Resistencia a la compresión y flexión	Incremento porcentual de la resistencia a la compresión y flexión incorporando el porcentaje adecuado de solución de bacterias.	Tiempo necesario para alcanzar la resistencia máxima
Variables	Dimensiones											
Bioconcreto con Bacillus Subtilis	Propiedades físicas de los materiales para el diseño de mezcla											
	Crecimiento bacteriano											
	Porcentaje de solución de bacterias											
Resistencia a la compresión y flexión	Incremento porcentual de la resistencia a la compresión y flexión incorporando el porcentaje adecuado de solución de bacterias.											
	Tiempo necesario para alcanzar la resistencia máxima											

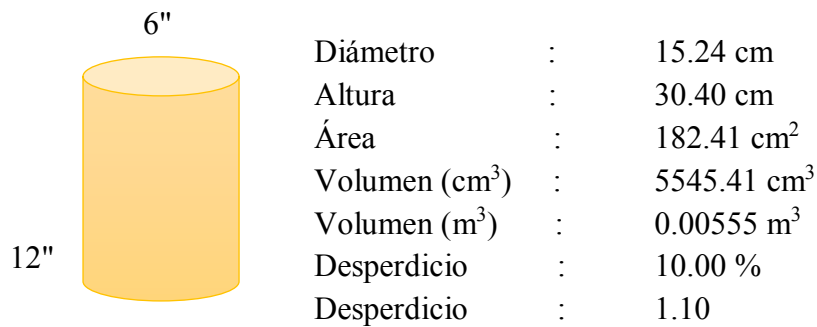
Fuente: Elaboración propia de las tesis

ANEXO 3.

*Cálculo de volumen de concreto para moldes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias
(Bacillus Subtilis)*

Diseño de Concreto patrón $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

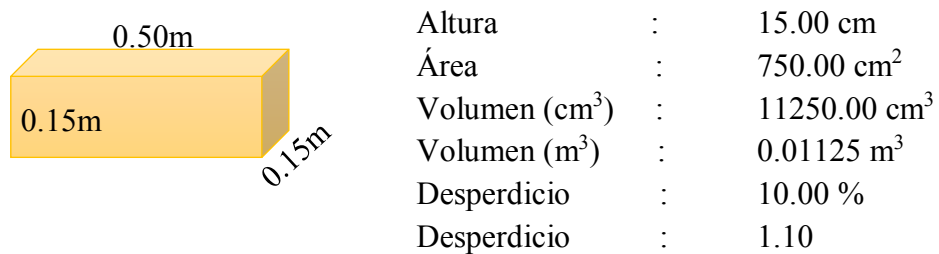
Cálculo en probetas cilíndricas



Para 01 probeta cilíndrica:

- Cemento	2.25	kg
- Agua	1.37	lt
- A.grueso	5.85	kg
- A.Fino	4.21	kg

Cálculo en probetas prismáticas



Para 01 probeta prismática:

- Cemento	4.56	kg
- Agua	2.78	lt
- A.grueso	11.86	kg
- A.Fino	8.53	kg

Diseño de Concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, incorporando bacterias al 4%, 8% y 12%

Tabla 16.

Cantidad de materiales para una probeta según molde y porcentaje de bacteria

MOLDES	CEMENTO (kg)	AGUA CON BACTERIAS (lt)			AGUA (lt)	A. GRUESO (kg)	A. FINO (kg)
		4%	8%	12%			
CILINDRO	2.25	0.055			1.32	5.85	4.21
	2.25		0.11		1.26	5.85	4.21
	2.25			0.16	1.21	5.85	4.21
PRISMA	4.56	0.11			2.67	11.86	8.53
	4.56		0.22		2.56	11.86	8.53
	4.56			0.33	2.45	11.86	8.53

Fuente: Elaboración propia de las tesis

Interpretación

En la tabla tenemos la cantidad de materiales a emplear por cada probeta (cilíndrica y prismática), mismas que están distribuidas según el porcentaje de bacterias disueltas en agua a utilizar (4%, 8% y 12%). Para una probeta cilíndrica, al 4% se empleará 0.055(lt) de agua con bacterias, al 8% se empleará 0.11(lt) de agua con bacterias, y al 12% se empleará 0.16(lt) de agua con bacterias. Para una probeta prismática, al 4% se empleará 0.11(lt) de agua con bacterias, al 8% se empleará 0.22(lt) de agua con bacterias, y al 12% se empleará 0.33(lt) de agua con bacterias.

Tabla 17.

Cantidad de bacteria y lactato según porcentajes para 01 probeta

MOLDES	BACTERIAS (ml)			LACTATO DE CALCIO (gr)
	4%	8%	12%	
CILINDRO	0.28			22.00
		0.55		44.00
			0.80	64.00
PRISMA	0.37			29.33
		0.73		58.67
			1.10	88.00

Fuente: Elaboración de las tesis

Interpretación

En la tabla tenemos la cantidad de bacterias y lactato de calcio a emplear por cada probeta (cilíndrica y prismática), y porcentaje a utilizar (4%, 8% y 12%). Para una probeta cilíndrica, al 4% se empleará 0.28(ml) de bacterias y 22.00 (gr) de lactato de calcio; al 8% se empleará 0.55(ml) de bacterias y 44.00 (gr) de lactato de calcio; y al 12% se empleará 0.80(ml) de bacterias y 64.00 (gr) de lactato de calcio. Para una probeta prismática, al 4% se empleará 0.37(ml) de bacterias y 29.33 (gr) de lactato de calcio; al 8% se empleará 0.73(ml) de bacterias y 58.67 (gr) de lactato de calcio; y al 12% se empleará 1.10 (ml) de bacterias y 88.00 (gr) de lactato de calcio.

Tabla 18.
Resistencia de las probetas según tiempo de curado y porcentaje de bacterias

Probeta	Porcentajes	Días de curado	Lectura de carga promedio		Resistencia promedio	
			(KN)	(Kg-f)	(kg-f/cm ²)	(%)
Cilindros	0% (patrón)	7 días	256.9057	26196.67	148.24	71%
		14 días	295.8648	30169.33	170.72	80%
		28 días	374.5219	38190.00	216.11	103%
	4%	7 días	264.2934	26950.00	152.51	73%
		14 días	306.2339	31226.67	176.71	82%
		28 días	399.6928	40756.67	230.64	110%
	8%	7 días	2768.8372	27413.33	155.13	74%
		14 días	307.1165	31316.67	177.21	85%
		28 días	410.3822	41846.67	236.80	113%
	12%	7 días	274.2964	27970.00	158.28	75%
		14 días	326.4359	33286.67	188.36	90%
		28 días	426.4326	43483.33	246.06	117%
Prismas	0% (patrón)	7 días	10.85	1106.3745	1.45	69%
		14 días	12.31	1255.2507	1.64	78%
		28 días	16.02	1633.5594	2.14	102%
	4%	7 días	12.72	1297.0584	1.70	81%
		14 días	13.98	1425.5406	1.86	89%
		28 días	16.67	1699.8399	2.22	106%
	8%	7 días	14.00	1427.5800	1.87	89%
		14 días	14.97	1526.4909	2.00	95%
		28 días	16.89	1722.2733	2.25	107%

12%	7 días	14.62	1490.8014	1.95	93%
	14 días	15.57	1587.6729	2.08	99%
	28 días	18.10	1845.6570	2.41	115%

Fuente: Elaboración de las tesis

Interpretación

En la tabla presentamos las diferentes resistencias que obtuvimos de los ensayos tanto a compresión como a flexión en los distintos porcentajes de aplicación de solución de bacterias en sus respectivos días de curado.

ANEXO 4.

*Cálculo de materiales para especímenes cilíndricos y prismáticos con y sin bacterias
(Bacillus Subtilis)*

Cálculo de materiales según moldes cilíndricos y prismáticos

MATERIALES EN PROBETAS																																			
CILÍNDRICAS																																			
Vol. De concreto (m3) = 0.00555						/ Vol. De concreto (cm3) = 5545.41																													
Vol. Molde cilindro (m3)						= 0.00555																													
MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS	MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS	MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS	MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS																								
Cemento (kg)	2.25	1	Cemento (kg)	6.75	3	Cemento (kg)	20.25	9	Cemento (kg)	81.00	36																								
Agua (lt)	1.37		Agua (lt)	4.11		Agua (lt)	12.33		Agua (lt)	49.32																									
A. Grueso (kg)	5.85		A. Grueso (kg)	17.55		A. Grueso (kg)	52.65		A. Grueso (kg)	210.60																									
A. Fino (kg)	4.21		A. Fino (kg)	12.63		A. Fino (kg)	37.89		A. Fino (kg)	151.56																									
AGUA CON BACTERIA AL 4%, 8% y 12% PARA PROBETAS CILÍNDRICAS																																			
<table border="1"> <tr><td>1.37</td><td>=</td><td>100%</td></tr> <tr><td>0.0548</td><td>=</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Para 9</td><td></td><td>0.49</td></tr> </table>			1.37	=	100%	0.0548	=	4%	Para 9		0.49	<table border="1"> <tr><td>1.37</td><td>=</td><td>100%</td></tr> <tr><td>0.1096</td><td>=</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Para 9</td><td></td><td>0.99</td></tr> </table>			1.37	=	100%	0.1096	=	8%	Para 9		0.99	<table border="1"> <tr><td>1.37</td><td>=</td><td>100%</td></tr> <tr><td>0.1644</td><td>=</td><td>12%</td></tr> <tr><td>Para 9</td><td></td><td>1.48</td></tr> </table>			1.37	=	100%	0.1644	=	12%	Para 9		1.48
1.37	=	100%																																	
0.0548	=	4%																																	
Para 9		0.49																																	
1.37	=	100%																																	
0.1096	=	8%																																	
Para 9		0.99																																	
1.37	=	100%																																	
0.1644	=	12%																																	
Para 9		1.48																																	
LITROS C/BACT. EN 27 PROBETAS = 2.96																																			
Al 4%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS	Al 8%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS	Al 12%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS	Solo Bacterias (x3)	Lactato																									
X3	0.17	3.96	X3	0.33	3.78	X3	0.48	3.63																											
	0.83			1.65			2.40																												
	66.00			132.00			192.00																												
Total de lactato = 390.00																																			

Fuente: Elaboración propia de las tesis

PRISMAS

Vol. Molde Prisma (m3) = 0.01125

Probeta Cilíndrica de Concreto

MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS
Cemento (kg)	2.25	1
Agua (lt)	1.37	
A. Grueso (kg)	5.85	
A. Fino (kg)	4.21	

Vol. Concreto Cilindro (m3) = 0.00555
 Vol. Concreto Prisma (m3) = 0.01125

CÁLCULO DE MATERIAL POR REGLA DE TRES SIMPLES (Para 1 Prisma)

CEMENTO		
2.25	=	0.00555
x	=	0.01125
4.56		

AGUA		
1.37	=	0.00555
x	=	0.01125
2.78		

A. GRUESO		
5.85	=	0.00555
x	=	0.01125
11.86		

A. FINO		
4.21	=	0.00555
x	=	0.01125
8.53		

MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS
Cemento (kg)	4.56	1
Agua (lt)	2.78	
A. Grueso (kg)	11.86	
A. Fino (kg)	8.53	

MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS
Cemento (kg)	9.12	2
Agua (lt)	5.56	
A. Grueso (kg)	23.72	
A. Fino (kg)	17.06	

MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS
Cemento (kg)	41.04	9
Agua (lt)	25.02	
A. Grueso (kg)	106.74	
A. Fino (kg)	76.77	

MATERIALES	CANTIDAD	N° PROBETAS
Cemento (kg)	109.44	24
Agua (lt)	66.72	
A. Grueso (kg)	284.64	
A. Fino (kg)	204.72	

AGUA CON BACTERIA AL 4%, 8% y 12% PARA PROBETAS PRISMAS

2.78	=	100%
0.1112	=	4%
Para 6		0.67

2.78	=	100%
0.2224	=	8%
Para 6		1.33

2.78	=	100%
0.3336	=	12%
Para 6		2.00

LITROS C/BACT. EN 18 PROBETAS = 4.00

Al 4%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS
X2	0.22	5.34
Solo Bacterias (x2)	1.10	
Lactato	88.00	

Al 8%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS
X2	0.44	5.12
Solo Bacterias (x2)	2.20	
Lactato	176.00	

Al 12%	AGUA CON BACTERIAS	AGUA SIN BACTERIAS
X2	0.66	4.90
Solo Bacterias (x2)	3.30	
Lactato	264.00	

Total lactato = 528.00

Fuente: Elaboración propia de las tesis

ANEXO 5.

Toma de datos de crecimiento bacteriano (Colonias de Bacillus Subtilis)

Ficha de observación: Crecimiento Bacteriano

Tiempo (Hora)	Lectura Espectrofotómetro (Densidad Óptica)	Tiempo (Hora)	Lectura Espectrofotómetro (Densidad Óptica)
00:00	0.000	16:00	0.154
01:00	0.001	17:00	0.191
02:00	0.004	18:00	0.234
03:00	0.001	19:00	0.275
04:00	0.004	20:00	0.334
05:00	0.009	21:00	0.391
06:00	0.012	22:00	0.451
07:00	0.015	23:00	0.540
08:00	0.021	00:00	0.500
09:00	0.027	01:00	0.498
10:00	0.038	02:00	0.480
11:00	0.050	03:00	0.462
12:00	0.065	04:00	0.439
13:00	0.078	05:00	0.417
14:00	0.098	06:00	0.397
15:00	0.121	07:00	0.375

Fuente: Elaboración propia





Lugo Miranda Barriga
 BIÓLOGO CIENTÍFICO
 CBP 12417

ANEXO 6.

Ensayo de propiedades físicas de los materiales



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

PROYECTO : "Diseño de losa aligerada con bio-concreto para mejorar la resistencia en una edificación, Tarapoto - 2019."

UBICACIÓN : Prov.: San Martín

Dist.: Tarapoto

SOLICITA : Clarita Paola Ascate Mego y Mary Anna Miranda Torres

FECHA : 04 de Setiembre de 2019

MATERIALES : Cantera de cumbaza

REVISADO

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

1. PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. ARENA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	5.556	5.661	5.902	5.963
2. Peso molde	[Kg]	1.647	1.647	1.647	1.647
3. Peso del material	[Kg]	3.909	4.014	4.255	4.316
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1384.00	1421.00	1506.00	1528.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1403.00		1517.00	

2. PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. PIEDRA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.526	18.483	19.206	19.051
2. Peso molde	[Kg]	4.902	4.902	4.902	4.902
3. Peso del material	[Kg]	13.624	13.581	14.304	14.149
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0092	0.0092	0.0092	0.0092
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1481.00	1476.00	1555.00	1538.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1479.00		1547.00	

2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento		Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	(gr)	975.20
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	(gr)	648.80
3. Peso Agua	(gr)	294.85
4. Peso de arena secada al horno + fiola	(gr)	640.40
5. Peso de la fiola N° 05	(gr)	148.30
6. Peso de arena secada al horno	(gr)	491.89
7. Peso de arena s. s. s.	(gr)	500.00
8. Volumen del balón	(cc)	500.00
Resultados		Cálculos
9. Peso específico de masa	(gr/cc)	2.40
10. Peso específico de masa sup.seco	(gr/cc)	2.44
11. Peso específico aparente	(gr/cc)	2.50
12. Porcentaje de absorción	(%)	1.65

3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara. (gr)	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo. (gr)	
3. Peso Tara + Suelo Seco. (gr)	
4. Peso Agua. (gr)	
5. Peso Suelo Seco. (gr)	
6. Contenido de Humedad. (%)	

NOTAS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

PROYECTO : "DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO F'c:210 Kg/Cm² , TARAPOTO 2019 "

UBICACIÓN : Prov.: San Martin

Dist.: Tarapoto

SOLICITA : Clarita Paola Ascate Mego y Mary Anna Miranda Torres

FECHA : 04 de Setiembre de 2019

MATERIALES Cantera de cumbaza

REVISADO

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

1. PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. ARENA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	5.556	5.661	5.902	5.963
2. Peso molde	[Kg]	1.647	1.647	1.647	1.647
3. Peso del material	[Kg]	3.909	4.014	4.255	4.316
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1384.00	1421.00	1506.00	1528.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1403.00		1517.00	

2. PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. PIEDRA (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.526	18.483	19.206	19.051
2. Peso molde	[Kg]	4.902	4.902	4.902	4.902
3. Peso del material	[Kg]	13.624	13.581	14.304	14.149
4. Volumen del molde	[m ³]	0.0092	0.0092	0.0092	0.0092
5. Peso Unitario	[Kg/m ³]	1481.00	1476.00	1555.00	1538.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m ³]	1479.00		1547.00	



Manuel Flores Celis
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11129

ANEXO 7.

Diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO: F'c = 210 KG/CM²
METODO DEL ACI - 211 - 1
ESTUDIO DE CANTERA Y DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - CANTERA RIO HUALLAGA - CUMBAZA

TESIS	: * DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO F'c:210 Kg/Cm ² , TARAPOTO 2019 *
UBICACIÓN	: DISTRITO DE TARAPOTO PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
TESITAS	: CLARITA PAOLA ASCATE MEGO / MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES
CANTERAS	: CUMBAZA - HUALLAGA
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019

CEMENTO		F'c DISEÑO =	: 210 kg/cm ²
PORLANT ASTM TIPO I - PACASMAYO		F. Seguridad	: 85 kg/cm ²
PESO ESPECIFICO 3.11	PESO UNITARIO 1500 kg/m ³	R. Promedio	: 295 kg/cm ²
AGUA			
AGUA POTABLE RED PUBLICA - IARAPOTO			

CARACTERISTICAS DE FISICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO (ARENA CANTO RODADO ZARANDEADA)		AGREGADO GRUESO (GRAVA CHANCADA ZARANDEADA)	
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CUMBAZA	PROCEDENCIA	: CANTERA RIO HUALLAGA
% DE HUMEDAD NATURAL	: 0.00 %	TAMAÑO MAXIMO	: 1"
PESO ESPECIFICO	: 2.40 grs./cm ³	TAMAÑO MAX. NOMINAL	: 3/4"
% DE ABSORCION	: 1.65 %	% DE HUMEDAD NATURAL	: 0.00 %
PESO UNITARIO SUELTO	: 1403 kg/m ³	PESO ESPECIFICO	: 2.60 grs./cm ³
PESO UNITARIO VARILLADO	: 1517 kg/m ³	% DE ABSORCION	: 0.84 %
MODULO DE FINEZA	: 2.8	PESO UNITARIO SUELTO	: 1479 kg/m ³
		PESO UNITARIO VARILLADO	: 1547 kg/m ³

1.- CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO
f'cr = 296 kg/cm²

3.- TAMAÑO MAXIMO NOMINAL
TMN 3/4"

5.- CANTIDAD DE AIRE (TABLA 3)
Aire 2.00 %

7.- CALCULO DE LA REL. A/C POR DURABILIDAD
No existe

9.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO (TABLA 5)
A. Grueso 959.14 kg/m³

11.- PROPORCION INICAL

Cemento	368.04 kg/m ³
Agua	205.00 l/m ³
Ag. Grueso	959.14 kg/m ³
Ag. Fino	690.62 kg/m ³

13.- PROPORCION FINAL

Cemento	368.04 kg/m ³
Agua	224.45 l/m ³
Ag. Grueso	959.14 kg/m ³
Ag. Fino	690.62 kg/m ³

14.- PROPORCION POR BOLSA (EN PESO)

Cemento	1.00	Bolsa
Agua	25.92	Lts
Ag. Grueso	2.61	Kg
Ag. Fino	1.88	Kg

PESO UNITARIO HUMEDO DE LOS AGREGADOS

Ag. Fino	39.73 kg/p ³
Ag. Grueso	41.88 kg/p ³

2.- CONSISTENCIA (DE ACUERDO A LA ZONA)
3" - 4" - Plástica

4.- CALCULO DEL AGUA (TABLA 2)
Agua = 205.00 l/m³

6.- CALCULO DE LA RELACION A/C (TABLA 4)
Rel. A/C = 0.56

8.- FACTOR CEMENTO
368.04 kg/m³ 8.66 bol/m³

10.- CALCULO DEL AGREGADO FINO

Agua	0.21 l/m ³
Aire	0.020 m ³
Cemento	0.118 m ³
A. Grueso	0.369 m ³
Total	0.712 m³

Volumen Fino 0.288 m³
Peso Agregado Fino 690.62 kg/m³

12.- CORRECCION POR HUMEDAD

Ag. Grueso	959.14 kg/m ³
Ag. Fino	690.62 kg/m ³

AGUA

Ag. Fino	-11.40
Ag. Grueso	-8.06
Total	-19.46

Agua Corr. 224.45 l/m³

CANTIDAD DE MATERIALES EN VOLUMEN POR M³ (CORREG. POR HUMEDAD)

Cemento	0.245 m ³
Agua	0.224 m ³
Ag. Grueso	0.649 m ³
Ag. Fino	0.492 m ³

15.- DOSIFICACION EN VOLUMEN
CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA (1 BOLSA)

Cemento	42.50
Ag. Grueso	110.76
Ag. Fino	79.75

DOSIFICACION PARA OBRA F'c = 210 KG/CM²

PROPORCION EN P3		PROPORCION BALDES (CALCULO CON BALDES DE 20 lts.)	
CEMENTO	42.50 bol	CEMENTO	1 bol
A. GRUESO	2.64 P3	A. GRUESO	3.74 baldes
A. FINO	2.61 P3	A. FINO	2.84 baldes
AGUA	25.92 lts	AGUA	25.92 lts
SLUMP	3" - 4"	SLUMP	3" - 4"

CALCULO EN PROBETAS

Diametro	: 15.24 cm
Altura	: 30.40 cm
Area	: 182.41 cm ²
Volumen (cm ³)	: 5545.41 cm ³
Volumen (m ³)	: 0.00555 m ³
Desperdicio	: 10.00 %
Desperdicio	: 1.10

CANTIDAD DE PROBETAS	
CEMENTO	: 2.25 kg
AGUA	: 1.37 lt
A. GRUESO	: 5.85 kg
A. FINO	: 4.21 kg

ANEXO 8.

Resistencia a compresión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (Bacillus Subtilis)



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

PROYECTO : "DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO FC=210KG/CM2 , TARAPOTO - 2019
 TESISTAS : CLARITA PAOLA ASCATE MEGO , MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES
 LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN REGION SAN MARTIN
 FECHA : Oct-19
 RESISTENCIA : F'c 210Kg/cm2

HORA

03:10:00 p. m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kgm ⁻³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO		Tipo de Rotura
												%	% PROMEDIO	
1	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	18-10-19	7	NE	15.00	2.41	25,470.00	176.71	144	210	68.63	71	E
2	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	18-10-19	7	NE	15.00	2.40	26,850.00	176.71	152	210	72.35		E
3	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	18-10-19	7	NE	15.00	2.41	26,270.00	176.71	149	210	70.83		E
4	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	25-10-19	14	NE	15.00	2.41	29,450.00	176.71	167	210	79.36	80	E
5	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	25-10-19	14	NE	15.00	2.40	29,978.00	176.71	170	210	80.78		E
6	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	25-10-19	14	NE	15.00	2.41	31,080.00	176.71	170	210	81.06		E
7	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	08-11-19	28	NE	15.00	2.40	38,180.00	176.71	216	210	102.88	103	E
8	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	08-11-19	28	NE	15.00	2.41	38,260.00	176.71	217	210	103.10		E
9	DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN	11-10-19	08-11-19	28	NE	15.00	2.41	38,130.00	176.71	216	210	102.75		E

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
 - Cilindros sometidos a las pruebas con capín de azufre.
 - El concreto tiene un f'c de diseño de 210 Kg/cm²
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA





PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

PROYECTO : "DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 , TARAPOTO - 2019
 RESISTAS : CLARITA PAOLA ASCATE MEGO , MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES
 LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN REGION SAN MARTIN
 FECHA : Dic-19
 RESISTENCIA : F' C 210Kg/cm2

HORA

03:15:00 p. m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO		Tipo de Rotura
												%	% PROMEDIO	
10	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	26,660.00	176.71	151	210	71.84	73	E
11	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.40	26,650.00	176.71	151	210	71.81		E
12	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	27,540.00	176.71	156	210	74.21		E
13	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	31,760.00	176.71	180	210	85.58	82	E
14	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.40	30,490.00	176.71	173	210	82.2		E
15	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	31,430.00	176.71	167	210	79.47		E
16	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.40	41,290.00	176.71	234	210	111.26	110	E
17	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	40,020.00	176.71	226	210	107.84		E
18	DISEÑO DE MEZCLA AL 4% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	40,960.00	176.71	232	210	110.38		E

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
 - Cilindros sometidos a las pruebas con capín de azufre.
 - El concreto tiene un f'c de diseño de 210 Kg/cm²
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

(Handwritten signatures and stamps are present in this section)

TIPO DE FRACTURA

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO	CONO Y SEPARACION	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

PROYECTO : "DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 , TARAPOTO - 2019

RESISTAS : CLARITA PAOLA ASCATE MEGO , MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES

LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN REGION SAN MARTIN

FECHA : Dic-19

RESISTENCIA : F'c 210Kg/cm2

HORA

03:15:00 p. m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASNT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kgm ⁻³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO		Tipo de Rotura
												%	% PROMEDIO	
19	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	28,450.00	176.71	161	210	77	74	E
20	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.40	26,940.00	176.71	152	210	73		E
21	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	26,850.00	176.71	152	210	72		E
22	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	31,580.00	176.71	179	210	85	85	E
23	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.40	31,110.00	176.71	177	210	84		E
24	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	31,260.00	176.71	177	210	84		E
25	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.40	42,110.00	176.71	238	210	113	113	E
26	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	41,640.00	176.71	236	210	112		E
27	DISEÑO DE MEZCLA AL 8% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	41,790.00	176.71	236	210	113		E

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
 - Cilindros sometidos a las pruebas con capin de azufre.
 - El concreto tiene un f'c de diseño de 210 Kg/cm²
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

INGENIERO CIVIL
CIP 106128

TIPO DE FRACTURA

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO	CONO Y SEPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPRIMENES Y CALCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

PROYECTO : *DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 , TARAPOTO - 2019
 ASISTAS : CLARITA PAOLA ASCATE MEGO , MARY ANNA DE JESÚS MIRANDA TORRES
 LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN REGION SAN MARTIN
 FECHA : Dic-19
 RESISTENCIA : F'C 210Kg/cm2

HORA 03:15:00 p. m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO		Tipo de Rotura
												%	% PROMEDIO	
28	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	28,020.00	176.71	159	210	75.96	75	E
29	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.40	27,950.00	176.71	158	210	75.31		E
30	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	14-11-19	7	NE	15.00	2.41	27,940.00	176.71	158	210	75.29		E
31	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	31,870.00	176.71	180	210	85.86	90	E
32	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.40	34,700.00	176.71	196	210	93.50		E
33	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	21-11-19	14	NE	15.00	2.41	33,290.00	176.71	188	210	89.70		E
34	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.40	42,400.00	176.71	240	210	114.25	117	E
35	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	44,230.00	176.71	250	210	119.19		E
36	DISEÑO DE MEZCLA AL 12% DE BACTERIA	07-11-19	05-12-19	28	NE	15.00	2.41	43,820.00	176.71	248	210	118.08		E

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
 - Cilindros sometidos a las pruebas con capín de azufre.
 - El concreto tiene un f'c de diseño de 210 Kg/cm²
- Mostramos y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO JEFATURA

SELLO FIRMA SELLO FIRMA

INGENIERO CIVIL

(a) (b) (c) (d) (e)

CONO CONO Y SEPARACIÓN CONO Y CORTE CORTE COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

ANEXO 9.

*Resistencia a la flexión del concreto patrón, al 4%, 8% y 12% de incorporación de bacterias (*Bacillus Subtilis*)*



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
 Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

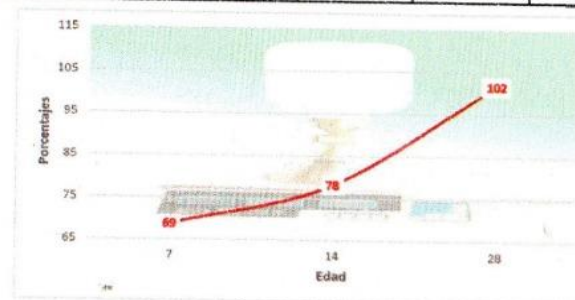
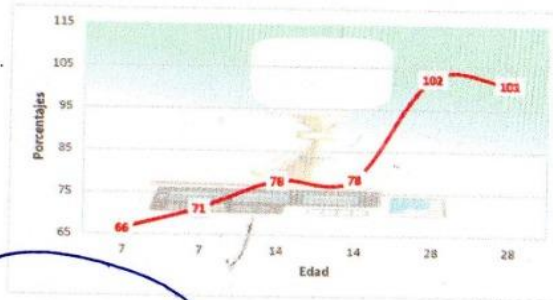


RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA DE CONCRETO

ASTM C293

PROYECTO	: DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUS SUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO Fc: 210 Kg/Cm ²	FECHA	05/12/2019
TESISTAS	: ASCATE MEGO CLARITA PAOLA / MIRANDA TORRES MARY ANNA DE JESÚS		
EXTRUCTURA	: Vigas		
TIPO DE CONCRETO	: 210		
CONVERSION	: 2.1 Mpa		

N° VIGAS	FECHA		EDAD	ESTRUCTURA	ANCHO	LARGO	AREA	LECTURA DE CARGA	RESISTENCIA		
	MOLDEO	ROTURA							DESCRIPCION	Cm	Cm
1	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	10.46	1.39	66	69
2	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	11.23	1.50	71	
3	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	12.27	1.64	78	78
4	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	12.35	1.65	78	
5	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	16.12	2.15	102	102
6	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga Patron	15.00	50.00	7500.0	15.92	2.12	101	



Jorge Abel Barrera Nava
Barrera Nava Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217305



Mary Anna de Jesús
CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
 Equipo de Laboratorio de Suelos
 Oscar A. Torres Cruz
 GERENTE

Email: Consultorestyfamaz.s.a.c@hotmail.com
 Resolución: N° 015074-2013/DSD-INDECOPI



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

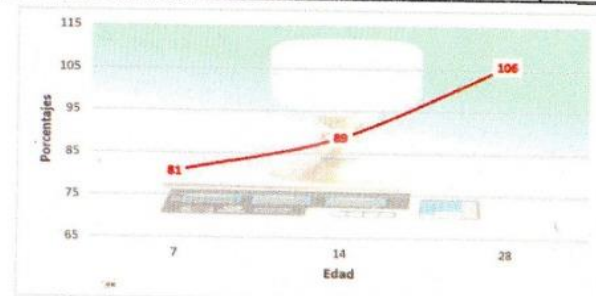
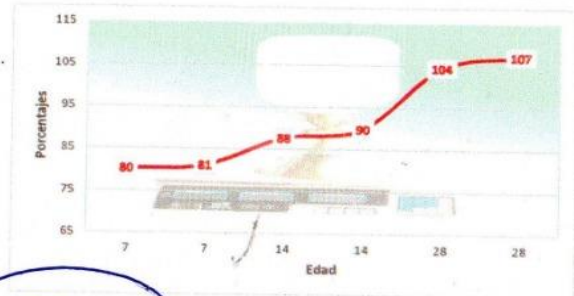


RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA DE CONCRETO

ASTM C293

PROYECTO	: DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUSSUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO Fc: 210 Kg/Cm2	FECHA	05/12/2019
TESISTAS	: ASCATE MEGO CLARITA PAOLA / MIRANDA TORRES MARY ANNA DE JESÚS		
EXTRUCTURA	: Vigas		
TIPO DE CONCRETO	: 210		
CONVERSION	: 2.1 Mpa		

N° VIGAS	FECHA		EDAD	ESTRUCTURA	ANCHO	LARGO	AREA	LECTURA DE CARGA	RESISTENCIA		
	MOLDEO	ROTURA							DIAL KN	Kgf/Cm ²	%
1	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	12.66	1.69	80	81
2	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	12.78	1.70	81	
3	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	13.80	1.84	88	89
4	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	14.15	1.89	90	
5	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	16.45	2.19	104	106
6	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 4% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	16.88	2.25	107	



J. Barrera
Barrera Nava, Jorge Abel
INGENIERO CIVIL
CIP N° 217305



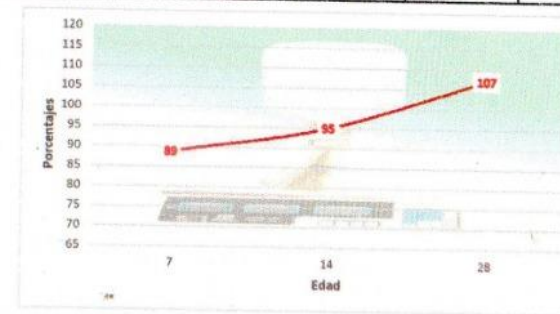
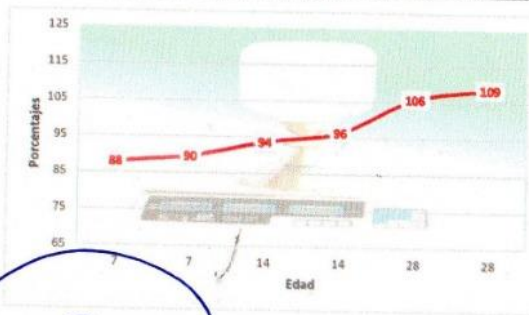
J. Barrera
CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
Técnico del Laboratorio de Suelos
Jorge Barrera
GERENTE



RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA DE CONCRETO
ASTM C293

PROYECTO	: DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUSSUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO Fc: 210 Kg/Cm2	FECHA	05/12/2019
TESISTAS	: ASCATE MEGO CLARITA PAOLA / MIRANDA TORRES MARY ANNA DE JESÚS		
EXTRUCTURA	: Vigas		
TIPO DE CONCRETO	: 210		
COVERSION	: 2.1 Mpa		

N° VIGAS	FECHA		EDAD	ESTRUCTURA	ANCHO	LARGO	AREA	LECTURA DE CARGA	RESISTENCIA		
	MOLDEO	ROTURA							DIAL KN	Kgf/Cm ²	%
1	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	13.88	1.85	88	89
2	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	14.12	1.88	90	
3	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	14.75	1.97	94	95
4	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	15.18	2.02	96	
5	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	16.66	2.22	106	107
6	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 8% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	17.11	2.28	109	



Jorge Abel Barrera Nava
 Barrera Nava Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217305



Mary Anna de Jesús
 CONSULTORES T & FAMAZONICOS S.A.C.
 Oficina de Laboratorio de Suelos
 Calle G. Carlos Ochoa
 GERENTE



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
 Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto

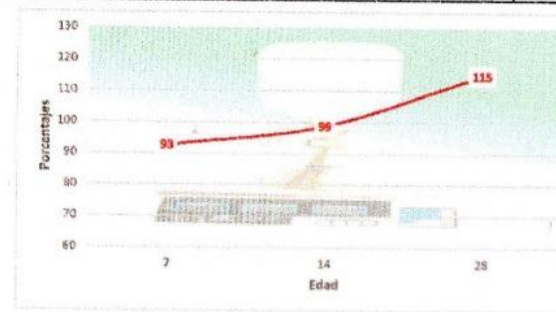
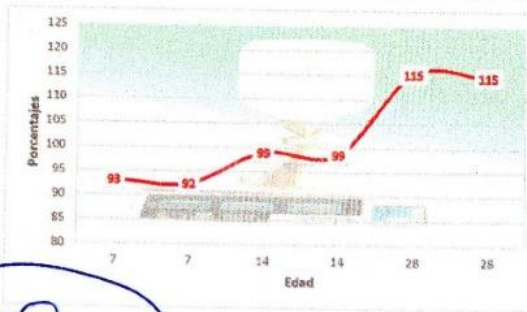


RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGA DE CONCRETO

ASTM C293

PROYECTO	: DISEÑO DE BIOCONCRETO CON BACILLUSSUBTILIS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN UN CONCRETO Fc: 210 Kg/Cm ²	FECHA	05/12/2019
TESISTAS	: ASCATE MEGO CLARITA PAOLA / MIRANDA TORRES MARY ANNA DE JESUS		
EXTRUCTURA	: Vigas		
TIPO DE CONCRETO	: 210		
CONVERSION	: 2.1 Mpa		

N° VIGAS	FECHA		EDAD	ESTRUCTURA	ANCHO	LARGO	AREA	LECTURA DE CARGA	RESISTENCIA		
	MOLDEO	ROTURA							DIAL KN	Kgf/Cm ²	%
1	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	14.68	1.96	93	93
2	07/11/2019	14/11/2019	7	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	14.56	1.94	92	
3	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	15.59	2.08	99	99
4	07/11/2019	21/11/2019	14	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	15.54	2.07	99	
5	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	18.15	2.42	115	115
6	07/11/2019	05/12/2019	28	Vaciado de Viga con 12% de Bacteria	15.00	50.00	7500.0	18.05	2.41	115	



Jorge Abel Barrera Nava
 Barrera Nava Jorge Abel
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 217305



Osvaldo Torres Grago
 CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
 Técnico de Laboratorio de Suelos
 Osvaldo Torres Grago
 GERENTE

ANEXO 10.

Resistencia de concreto según edades



ROTURA DE CONCRETO										
f'c	40%		65%		75%		85%		100%	
	3 Dias		7 Dias		14 Dias		21 Dias		28 Dias	
	KN	KG	KN	KG	KN	KG	KN	KG	KN	KG
100	71.20	7260	115.69	11798	133.49	13613	151.29	15428	177.99	18150
140	99.67	10164	161.97	16517	186.89	19058	211.81	21599	249.19	25410
175	124.59	12705	202.46	20646	233.61	23822	264.76	26998	311.48	31763
210	149.581	15246	242.96	24775	280.33	28586	317.71	32398	373.78	38115
245	174.43	17787	283.45	28904	327.06	33351	370.66	37797	436.08	44468
280	199.35	20328	323.94	33033	373.78	38115	423.62	43197	498.37	50820
320	227.83	23232	370.22	37752	427.18	43560	484.13	49368	569.57	58080
350	249.19	25410	404.93	41291	467.22	47644	529.52	53996	622.97	63525

(*) Estos resultados son los mínimos requeridos en sus respectivos días de curado



CONSULTORES T & F AMAZONICOS S.A.C.
 Gerente: *[Signature]*
 Gerente

ANEXO 11.
Panel fotográfico

Ensayo de las características físicas de los agregados

- **Contenido de humedad de los agregados**

- a. Instrumentos y/o equipos**

- Horno eléctrico a 110°C
 - Recipientes metálicos para el secado (Taras)
 - Balanza de 1200 gramos.
 - Charola de acero inoxidable, recipientes de aluminio.

- b. Procedimientos**

1. En primer lugar, se procede a la recolección de los materiales para la investigación, con agregado fino de la Cantera de Cumbaza, así como piedra chancada de la Cantera de Huallaga.

Figura 15.

Recolección de agregado grueso y fino de cantera



Fuente: Elaboración propia de las tesis

2. Se pesó material para realizar el ensayo de contenido de humedad tanto para el agregado grueso como para el agregado fino, como se muestra en la fotografía, sacando tres muestras de 400g aproximadamente para agregado grueso, y muestras de 150g para agregado fino.

Figura 16.
Pesos para Contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia de las tesis

- **Granulometría de los agregados**

- a. Instrumentos y/o equipos**

- Juego de tamices estándar según norma, tanto para Agregado Fino como para Agregado Grueso.
 - Charolas y/o recipientes metálicos.
 - Balanza de 1200 gramos y 1500 gramos.
 - Estufas eléctricas.
 - Espátulas, cucharas y palas.
 - Tamizador portátil electrónico.

- b. Procedimientos**

1. Para iniciar con el ensayo, primero pesamos y lavamos ambos materiales, del agregado fino pesamos 1000g y del agregado grueso 5000g.

Figura 17.

Pesado y lavado de materiales para granulometría



Fuente: Elaboración propia de las tésistas

2. Después de lavar los materiales se procede a secar muy bien los materiales, nos ayudamos de las estufas eléctricas, una vez seco, lo pesamos y trabajamos con esos nuevos pesos.

3. Con el material totalmente seco (Piedra y arena por separado), armamos las mallas de acuerdo a como se muestra en las tablas mostradas den los resultados, correspondientes a cada material, y las colocamos en el tamizador portátil electrónico, lo ponemos a funcionar a 70 rev/min por 10min. Cabe señalar que el peso de muestra lavada seca del agregado grueso fue de 4998.70g. y para el peso de muestra lavada seca para el agregado fino fue de 938.00g.

Figura 18.
Colocación de material en el tamizador



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

4. Una vez pasado los 10min, el tamizador se apaga automáticamente, y es entonces cuando comenzamos a pesar el material retenido por cada malla, tanto para el agregado grueso como para el fino. El peso del material que se coloca para iniciar el tamizado, debe ser el mismo peso en total de todo lo que se retiene en las mallas.

- **Peso Unitario de los agregados**

- a. Instrumentos y/o equipos**

- 02 Recipientes para peso unitario (0.0028m^3 y 0.0092m^3)
 - 01 Varilla compactadora punta roma
 - 01 Cuchara metálica
 - 01 Balanza capacidad 21Kg.

- b. Procedimientos**

1. Para este ensayo el material debe estar libre de humedad, para el agregado grueso, empleamos el molde para peso unitario de 0.0092m^3 de capacidad y para el agregado fino empleamos el molde de 0.0028m^3 , tomamos nota de su peso y volumen.
2. Este ensayo es para el peso unitario suelto, con ayuda de la cuchara metálica, recogemos el material y vaciamos en el molde desde una altura de 20cm

aproximadamente en forma circular, y así hasta llenar el molde, una vez lleno se trata de que quede lo más al ras posible, nos ayudamos de la varilla punta roma, tomamos peso del molde con el material.

Figura 19.
Peso Unitario Suelto de los agregados



Fuente: Elaboración propia de las tesis

3. Proseguimos con el ensayo de peso unitario compactado, para ello debemos tener a la mano la varilla compactadora punta roma, vaciamos el agregado en forma circular, pero esta vez en tres capas, y por cada capa le corresponde 25 golpes en caída libre con la barra, así hasta llenarlo.

4. Con ayuda de la varilla llevamos el material al ras del molde y limpiamos los bordes del exceso, una vez hecho esto pesamos y tomamos nota de los datos.

Figura 20.
Peso Unitario Compactado de los agregados



Fuente: Elaboración propia de las tesis

- **Peso Específico y Absorción de los agregados**

- a. Instrumentos y/o equipos**

- 01 Fiola de vidrio
 - 01 Embudo pequeño
 - Cono de absorción y pisón
 - Balanza de 1200g
 - Recipientes de acero
 - Equipo para peso específico: Balanza de flotabilidad

- b. Procedimientos**

- Para el agregado grueso:**

- 1. Pesamos 3Kg de material seco y lo saturamos en un recipiente por 24hrs.

Figura 21.
Saturación de Agregado grueso



Fuente: Elaboración propia de las tesis

2. Pasada las 24hrs retiramos el agua y dejamos que se seque a temperatura ambiente solo la parte superficial.
3. Una vez pasado esto, volvemos a pesar el material para finalmente colocarlo en la canastilla de la balanza de flotabilidad.

Figura 22.
Colocación de material en la canastilla de la Balanza de flotabilidad



Fuente: Elaboración propia de las tesis

4. Tomamos nota del peso sumergido en agua y lo secamos.

- Para el agregado fino:

1. Pesamos 3Kg de material y lo saturamos en un recipiente por 24hrs, pasado el tiempo, lo secamos al sol, controlando que no se seque en su totalidad.

Figura 23.

Saturación de Agregado fino y secado al sol



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

2. Una vez secado el material (no seco en su totalidad), proseguimos a colocarlo en una charola para emplear el cono de absorción. Colocamos el material en el cono de absorción con ayuda de una cuchara en tres capas, por cada capa realizamos 9 golpes, a excepción de la última que tiene 7 golpes, completando así 25 golpes en total.

Figura 24.

Empleando el Cono de absorción



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

3. Una vez realizados los golpes, levantamos el cono con mucho cuidado y observaremos la caída del material, la forma resultante es de un cono terminando en punta, extraemos el material, lo pesamos y llevamos al horno.

Figura 25.
Extracción del Cono de absorción



Fuente: Elaboración propia de las tésistas

4. Tras pasar las 24hrs en el horno pesamos el material y tomamos nota.

5. Pesamos 500g de material seco, y con ayuda de un embudo pequeño lo vaciamos en la Fiola, que previamente debe estar pesada.

6. Llenamos la Fiola con agua hasta dónde marca la línea en el instrumento y lo pesamos.

Figura 26.
Pesamos la Fiola, agregamos el material y el agua



Fuente: Elaboración propia de las tesoristas

7. Mezclamos bien el material con agua colocado en la Fiola realizando movimientos circulares envolventes por 10min.

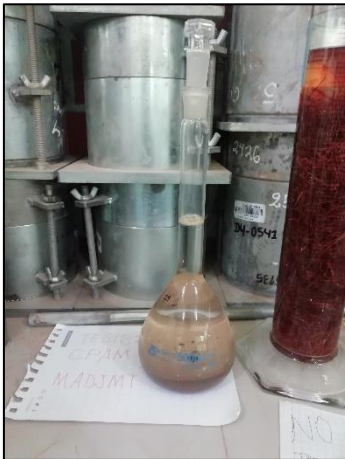
Figura 27.
Mezclando el material en la Fiola y tomando nota de su peso



Fuente: Elaboración propia de las tesoristas

8. Finalmente lo dejamos en reposo por 24hrs. Una vez transcurrido el tiempo lo volvemos a pesar y tomamos nota.

Figura 28.
Fiola reposando con el material



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$

Figura 29.
Materiales con sus respectivos pesos para el diseño patrón de concreto $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 30.
Ensayo Slump en un rango de 3" a 4"



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 31.
Colocación del concreto en los moldes cilíndricos (probetas)



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 32.

Desmoldado y curado de concreto patrón tras 24hrs. de vaciado



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 33.

Colocación de concreto con bacterias en 27 moldes cilíndricos



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 34.

Curado de probetas cilíndricas con bacterias pasadas las 24hrs. de vaciado



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 35.

Secado de probetas 24hrs antes de la rotura a 07 días de curado



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 36.
Muestra, peso y rotura (07 días) – Probeta patrón 01



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 37.
Muestra, Peso y rotura (07 días) - Probeta patrón 02



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 38.
Muestra, peso y rotura (07 días) - Probeta patrón 03



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 39.
Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 04



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 40.
Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 05



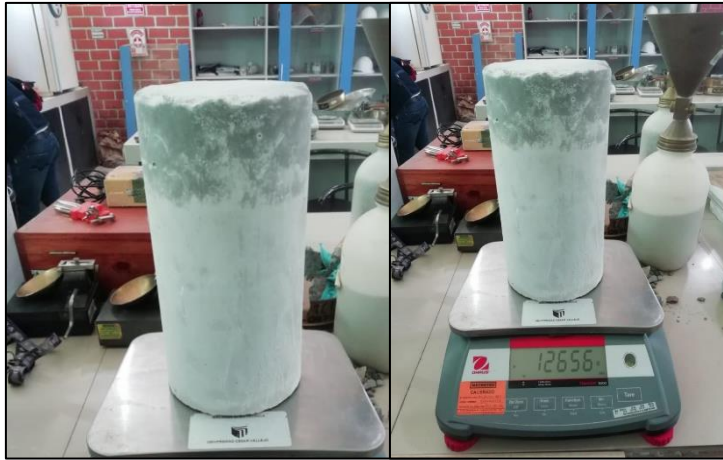
Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 41.
Muestra, peso y rotura (14 días) – Probeta patrón 06



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 42.
Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 07



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 43.
Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 08



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 44.
Muestra, peso y rotura (28 días) – Probeta patrón 09



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 45.
Rotura (7 días al 4% de bacterias) – Probeta 10,11 y12



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 46.

Muestra, peso y rotura (7 días al 8% de bacterias) – Probeta 13, 14 y 15



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 47.

Muestra, peso y rotura (7 días al 12% de bacterias) – Probeta 16, 17 y 18



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 48.

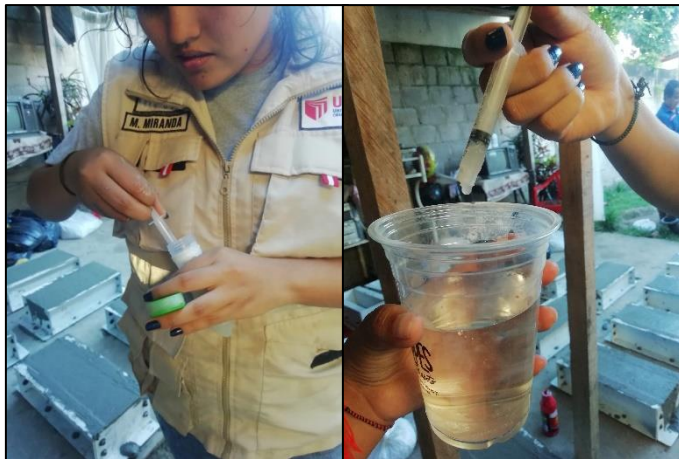
Peso de Lactato y disolución, según dosificaciones calculadas



Fuente: Elaboración propia de las tesisistas

Figura 49.

Extracción de la bacteria con jeringa según dosificaciones calculadas



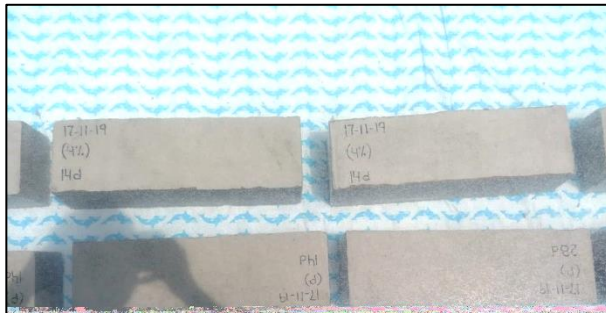
Fuente: Elaboración propia de las tesisistas

Figura 50.
Moldeo de probetas prismas, sin bacteria y con bacteria



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 51.
Curado de probetas prismáticas



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 52.

Muestra y rotura (7 días) – Probeta patrón prisma 01 y 02



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 53.

Muestra y rotura (7 días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 03 y 04



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 54.

Muestra y rotura (7 días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 05 y 06



Fuente: Elaboración propia de las tesis

Figura 55.

Muestra y rotura (7 días al 4% de bacterias) – Probeta prisma 07 y 08



Fuente: Elaboración propia de las tesistas

Figura 56.

Integrantes realizando los ensayos a flexión en vigas



Fuente: Elaboración propia de las tesistas