

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS  
DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL  
TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU  
REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DE 210 KG/CM<sup>2</sup> EN EL DISTRITO DE  
LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE**

**ASESOR**

**SEGUNDO GUILLERMO CARRANZA CIEZA**

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

**Chiclayo, 2021**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON  
AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL  
BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA  
UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210  
KG/CM<sup>2</sup> EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:

**CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de  
**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Manuel Alejandro Borja Suarez  
PRESIDENTE

Juan Ignacio Luna Mera  
SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por haberme dado la vida, sabiduría, fortaleza y salud para poder lograr mis objetivos.

A mis amados padres, por sus valores, sus consejos y su apoyo incondicional que me impulsó a conseguir este ansiado logro, por ser fuente de inspiración e inmenso cariño, por su amor y por su sacrificio para convertirme en una persona de bien. Gracias por poner siempre como prioridad el desarrollo de nuestra familia.

## **Agradecimientos**

A mi asesor el Ing. Carranza Cieza, Segundo Guillermo, por brindarme su apoyo en la elaboración de la presente investigación.

Al Ing. Guillermo Flores Gavidia por haberme brindando el bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 para la elaboración de la presente tesis.

A mis amigos, por el apoyo que me brindaron cuando más lo necesitaba, por sus palabras, consejos y sobre todo por los alegres momentos compartidos.

A los técnicos Rivadeneyra Oblitas y Casanova Quesquén, por sus conocimientos compartidos, por su tiempo brindado y por su incondicional apoyo en el laboratorio de suelos.

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>16</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>17</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>18</b>
<b>II. Marco teórico .....</b>	<b>20</b>
2.1. Antecedentes del problema .....	20
2.2. Bases Teórico Científicas.....	24
2.2.1. El Concreto .....	24
2.2.2. Propiedades del concreto en estado endurecido .....	34
2.2.3. Propiedades del concreto en estado fresco .....	37
<b>III. Materiales y métodos .....</b>	<b>40</b>
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	40
3.1.1. De acuerdo al fin que se persigue .....	40
3.1.2. De acuerdo a los datos analizados .....	40
3.2. Diseño de investigación .....	40
3.3. Población, muestra, muestreo .....	41
3.3.1. Población .....	41
3.3.2. Muestra .....	41
3.3.3. Muestreo .....	41
3.4. Criterios de selección .....	42
3.4.1. Para el ensayo de compresión.....	42
3.4.2. Para el ensayo durabilidad .....	42
3.4.3. Para el ensayo flexión.....	42
3.5. Operacionalización de variables .....	43
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.6.1. Técnica.....	44
3.6.2. Fuentes .....	44
3.6.3. Instrumentos de recolección de datos .....	44
3.7. Procedimientos.....	50

3.7.1. Elección de los agregados.....	50
3.7.2. Ensayo de los agregados.....	51
3.7.3. Elaboración del diseño de mezcla.....	57
3.7.4. Extracción del efluente de la PTAR Lambayeque.....	61
3.7.5. Aplicación del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	61
3.7.6. Ensayo de Asentamiento en la mezcla de concreto.....	62
3.7.7. Ensayo de temperatura en la mezcla de concreto.....	62
3.7.8. Ensayo de peso unitario en la mezcla de concreto fresco.....	63
3.7.9. Ensayo de Tiempo de Fraguado.....	64
3.7.10. Proceso de curado.....	64
3.7.11. Ensayo de concreto endurecido.....	65
3.7.12. Matriz de consistencia.....	70
3.8. Consideraciones éticas.....	71
<b>IV. Resultados.....</b>	<b>72</b>
4.1. Ensayo de los materiales.....	72
4.1.1. Granulometría de los agregados.....	72
4.1.2. Peso específico y absorción de los agregados.....	72
4.1.3. Peso unitario suelto seco de los agregados.....	73
4.1.4. Peso unitario compactado seco de los agregados.....	73
4.1.5. Contenido de Humedad de los agregados.....	74
4.2. Diseño de Mezcla.....	74
4.3. Análisis fisicoquímico y bacteriológico a las aguas residuales tratadas.....	77
4.4. Análisis del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12.....	79
4.5. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	80
4.6. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	86
4.7. Segregación en el concreto endurecido.....	89
4.8. Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos.....	90
4.9. Peso Unitario del concreto fresco.....	93
4.10. Temperatura del concreto fresco.....	94
4.11. Asentamiento del concreto.....	95
4.12. Tiempo de fraguado.....	96

<b>V. Discusión .....</b>	<b>97</b>
5.1. Ensayo de los materiales .....	97
5.2. Diseño de mezcla .....	98
5.3. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de los tipos de agua .....	98
5.4. Análisis del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12.....	103
5.5. Ensayos de tiempo de fraguado.....	103
5.6. Ensayos de resistencia a la compresión .....	104
5.7. Ensayos resistencia a la flexión.....	105
5.8. Ensayos de durabilidad al ataque de sulfatos .....	106
<b>VI. Evaluación de Impacto Ambiental .....</b>	<b>107</b>
6.1. Generalidades.....	107
6.1.1. Objetivos.....	107
6.1.2. Alcances.....	107
6.1.3. Marco legal .....	107
6.2. Descripción y análisis del proyecto.....	110
6.2.1. Descripción y análisis del proyecto .....	110
6.2.2. Etapas del proyecto.....	110
6.3. Línea base ambiental.....	112
6.3.1. Área de influencia directa .....	112
6.3.2. Área de influencia indirecta.....	113
6.3.3. Descripción del ambiente.....	113
6.3.4. físico.....	113
6.3.5. Paisaje .....	114
6.3.6. Descripción del ambiente biológico .....	114
6.3.7. Descripción del ambiente socio-económico .....	115
6.4. Evaluación de impactos.....	116
6.5. Plan de manejo ambiental .....	118
6.6. Conclusiones .....	120
<b>VII. Evaluación económica .....</b>	<b>121</b>
<b>VIII. Conclusiones .....</b>	<b>123</b>

<b>IX. Recomendaciones</b> .....	<b>125</b>
<b>X. Lista de referencias</b> .....	<b>126</b>
<b>XI. Anexos</b> .....	<b>129</b>
11.1. Fotografías de PTAR “Lambayeque” .....	129
11.2. Declaración y autorización.....	139
11.3. Ensayo de los materiales .....	143
11.4. Diseño de mezcla .....	154
11.5. Análisis fisicoquímico y bacteriológico a las aguas residuales tratadas .....	159
11.6. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto .....	164
11.7. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	167
11.8. Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos .....	172
11.9. Ensayo de tiempo de fraguado .....	179
11.10. Peso unitario, temperatura y asentamiento del concreto .....	185
11.11. Cronograma de actividades .....	187

## Lista de tablas

Tabla 1 Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.....	25
Tabla 2 Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz kg .....	25
Tabla 3 Tamaño de la muestra del agregado .....	26
Tabla 4 Peso mínimo de la muestra de ensayo del agregado grueso .....	26
Tabla 5 Requisitos para los recipientes de medida .....	27
Tabla 6 Densidad del Agua .....	27
Tabla 7 Requisitos Químicos .....	28
Tabla 8 Requisitos Físicos.....	29
Tabla 9 Límites permisibles para la calidad del agua .....	30
Tabla 10 Clasificación de pH en el agua.....	30
Tabla 11 Contenido máximo de iones de cloruros para la protección contra la corrosión de la armadura.....	30
Tabla 12 Influencia de la relación/cemento en la resistencia del cemento .....	31
Tabla 13 Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	32
Tabla 14 Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	35
Tabla 15 Rango máximo permisible de valores de cambio de longitud en porcentaje .....	37
Tabla 16 Tolerancias mínimas de slump.....	38
Tabla 17 Cantidad de probetas y vigas a elaborar.....	41
Tabla 18 Variable Independiente .....	43
Tabla 19 Variable Dependiente.....	43
Tabla 20 Variable Interviniente.....	44
Tabla 21 Comparación de ensayos de agregados finos.....	50
Tabla 22 Comparación de ensayos de agregados gruesos.....	50
Tabla 23 Cálculo de la resistencia requerida cuando no se conoce la desviación estándar .....	57
Tabla 24 Asentamientos recomendados para estructuras.....	58
Tabla 25 Contenido de aire atrapado.....	58
Tabla 26 Volumen de agua por m <sup>3</sup> (en lts).....	59
Tabla 27 Relación agua/cemento .....	59
Tabla 28 Peso de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	60
Tabla 29 Matriz de Consistencia.....	70

Tabla 30 Granulometría para el Agregado fino y agregado grueso .....	72
Tabla 31 Peso específico y absorción del agregado fino.....	72
Tabla 32 Peso específico y absorción del agregado grueso .....	73
Tabla 33 Peso unitario suelto seco del agregado fino y agregado grueso .....	73
Tabla 34 Peso unitario compactado seco para el agregado fino y agregado grueso .....	73
Tabla 35 Contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso .....	74
Tabla 36 Diseño de mezcla inicial .....	74
Tabla 37 Muestras patrón para diseño de mezcla inicial.....	75
Tabla 38 Diseño de mezcla final .....	75
Tabla 39 Muestras patrón para diseño de mezcla final .....	76
Tabla 40 Análisis del efluente de la PTAR Lambayeque .....	77
Tabla 41 Análisis de agua residual tratada con adición del 35% de DAC-1 y 10% de ART-12.....	77
Tabla 42 Análisis de agua residual tratada con adición del 70% de DAC-1 y 10% de ART-12.....	78
Tabla 43 Análisis de agua residual tratada con adición del 100% de DAC-1 y 10% de ART-12.....	78
Tabla 44 Análisis del bioquímico DAC-1 .....	79
Tabla 45 Análisis del reactivo ART-12.....	79
Tabla 46 Resultados de ensayo “Resistencia a la compresión” - 7 días .....	80
Tabla 47 Resultados de ensayo “Resistencia a la compresión” - 28 días.....	82
Tabla 48 Resultados de ensayo “Resistencia a la compresión” - 90 días.....	84
Tabla 49 Resultados de ensayo “Resistencia a la flexión” - 28 días.....	86
Tabla 50 Resultados de ensayo “Resistencia a la flexión” - 90 días.....	88
Tabla 51 Comparación de resultados del agregado fino .....	97
Tabla 52 Comparación de resultados del agregado grueso .....	97
Tabla 53 Comparación de resultados- resistencia a compresión de muestras patrón .....	98
Tabla 54 Comparación de análisis de agua del efluente- PTAR Lambayeque .....	99
Tabla 55 Contenido de aceites y grasas de los tipos de agua a utilizar .....	99
Tabla 56 Contenido de potencial de hidrógeno (pH) .....	100
Tabla 57 Resultados obtenidos por el análisis realizado a los 4 tipos de agua .....	100
Tabla 58 Tiempo de fraguado para los 5 tipos de agua utilizados en el concreto.....	104
Tabla 59 Resultados finales de resistencia a la compresión para los diferentes tipos de agua .....	104

Tabla 60 Resultados de resistencia a la flexión- 28 días.....	105
Tabla 61 Resultados de resistencia a la flexión- 90 días.....	105
Tabla 62 Equipo multidisciplinario para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental .....	110
Tabla 63 Entidad autorizada para la elaboración del estudio de impacto ambiental .....	110
Tabla 64 Clasificación general de uso de suelo .....	114
Tabla 65 Matriz de Leopold de acciones y factores del proyecto .....	117
Tabla 66 Análisis de costos unitarios- Agua potable .....	121
Tabla 67 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 .....	121
Tabla 68 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	122
Tabla 69 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	122

## Lista de imágenes

Imagen 1 Bioquímico DAC-1 .....	33
Imagen 2 Reactivo ART-12 .....	34
Imagen 3 Tipos de ensayos a la compresión .....	35
Imagen 4 Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios .....	36
Imagen 5 Curva Granulométrica del agregado grueso .....	51
Imagen 6 Curva granulométrica del agregado fino .....	52
Imagen 7 Ensayo de granulometría .....	52
Imagen 8 Preso de la canastilla en el ensayo de peso específico del agregado grueso .....	53
Imagen 9 Muestra seca al horno para ensayo de peso específico del agregado fino .....	54
Imagen 10 Peso unitario suelto seco .....	56
Imagen 11 Peso unitario compactado seco .....	57
Imagen 12 Elaboración de probetas patrón .....	60
Imagen 13 Extracción del efluente- PTAR Lambayeque .....	61
Imagen 14 Almacenamiento del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 .....	61
Imagen 15 Temperatura del concreto en estado fresco .....	62
Imagen 16 Peso unitario del concreto en estado fresco .....	63
Imagen 17 Ensayo de tiempo de fraguado .....	64
Imagen 18 Curado de muestras cilíndricas de concreto .....	65
Imagen 19 Ensayo de compresión- probetas de concreto .....	66
Imagen 20 Ensayo de Flexión- Vigas de concreto .....	67
Imagen 21 Percepción visual para el análisis de segregación en el concreto .....	68
Imagen 22 Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos .....	69
Imagen 23 Mapa de la región Lambayeque .....	111
Imagen 24 Ubicación de puntos de recolección la PTAR Lambayeque .....	111
Imagen 25 Distrito de Lambayeque .....	112
Imagen 26 Planta de algarrobal .....	115
Imagen 27 Columbidae .....	115

## Lista de gráficos

Gráfico 1 Resistencia a la compresión .....	36
Gráfico 2 Resistencia a la compresión- 7 días .....	81
Gráfico 3 Resistencia a la compresión, 28 días.....	83
Gráfico 4 Resistencia a la compresión, 28 días.....	85
Gráfico 5 Resistencia a la flexión, 28 días .....	87
Gráfico 6 Resistencia a la flexión, 90 días .....	89
Gráfico 7 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua potable .....	90
Gráfico 8 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la PTAR "Lambayeque" .....	90
Gráfico 9 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	91
Gráfico 10 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	92
Gráfico 11 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.....	92
Gráfico 12 Peso Unitario de concreto en estado fresco.....	93
Gráfico 13 Temperatura del concreto.....	94
Gráfico 14 Asentamiento del concreto (Slump).....	95
Gráfico 15 Tiempo de fraguado para los diferentes tipos de agua.....	96
Gráfico 16 Resultados- ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos al concreto.....	106
Gráfico 17 Temperatura máxima y mínima diaria °C.....	113

## Lista de anexos

Anexo 1 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Lambayeque .....	129
Anexo 2 Ubicación de la PTAR Lambayeque .....	129
Anexo 3 Afluente de las Aguas Residuales de Lambayeque .....	130
Anexo 4 Lagunas de Oxidación de Lambayeque .....	130
Anexo 5 Afluente de las Aguas Residuales de Lambayeque a la primera laguna de oxidación .....	131
Anexo 6 Primera laguna de oxidación, acceso no permitido por vegetación.....	131
Anexo 7 Desborde de la primera laguna de oxidación, por exceso de volumen.....	132
Anexo 8 Segunda laguna de oxidación .....	132
Anexo 9 Tercera laguna de oxidación "Sin uso".....	133
Anexo 10 Conducción de las aguas residuales de la laguna 2 a la laguna 4 .....	133
Anexo 11 Cuarta Laguna de Oxidación .....	134
Anexo 12 Llegada del agua residual de la laguna 4, que reparte a las lagunas 5 y 6.....	134
Anexo 13 Laguna de Oxidación 5 .....	135
Anexo 14 Laguna de Oxidación 6.....	135
Anexo 15 Laguna de Oxidación 7 .....	136
Anexo 16 Laguna de Oxidación 8.....	136
Anexo 17 Laguna de Oxidación 8.....	137
Anexo 18 Efluente de las Aguas Residuales Tratadas .....	137
Anexo 19 Efluente de las Aguas Residuales Tratadas en las lagunas de Oxidación de Lambayeque.....	138
Anexo 20 Declaración Jurada Legítima-1 .....	139
Anexo 21 Declaración Jurada Legítima-2.....	140
Anexo 22 Carta Emitida a EPSEL. S.A. ....	141
Anexo 23 Carta de Autorización de EPSEL S.A .....	142
Anexo 24 Ensayo Granulométrico de los agregados .....	143
Anexo 25 Ensayo granulométrico del agregado fino .....	144
Anexo 26 Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	145
Anexo 27 Ensayo de peso específico y absorción de los agregados .....	146
Anexo 28 Peso específico y absorción del agregado fino .....	147
Anexo 29 Peso específico y absorción del agregado grueso.....	148

Anexo 30	Peso unitario suelto seco de los agregados .....	149
Anexo 31	Peso unitario compactado seco de los agregados .....	149
Anexo 32	Peso unitario del agregado fino .....	150
Anexo 33	Peso unitario del agregado grueso .....	151
Anexo 34	Contenido de humedad del agregado grueso .....	152
Anexo 35	Contenido de humedad del agregado fino .....	153
Anexo 36	Diseño de mezcla.....	154
Anexo 37	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (Diseño patrón) .....	158
Anexo 38	Análisis del Bioquímico DAC-1.....	159
Anexo 39	Análisis del reactivo ART-12 y el efluente de la PTAR Lambayeque.....	160
Anexo 40	Análisis de agua con adición del 35% bioquímico DAC- .....	160
Anexo 41	Análisis de agua con adición del 70% bioquímico DAC-1 .....	162
Anexo 42	Análisis de agua con adición del 100% bioquímico DAC-1 .....	163
Anexo 43	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (7 días) .....	164
Anexo 44	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (28 días) .....	164
Anexo 45	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (90 días) .....	166
Anexo 46	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (28 días).....	167
Anexo 47	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (90 días) .....	168
Anexo 48	Ensayo de flexión 1-1 .....	168
Anexo 49	Ensayo de flexión 1-2 .....	169
Anexo 50	Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos .....	172
Anexo 51	Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua Potable .....	173
Anexo 52	Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada, proveniente de la PTAR "Lambayeque". .....	175
Anexo 53	Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 35% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1).....	176
Anexo 54	Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 70% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1).....	177

Anexo 55 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 100% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1).....	178
Anexo 56 Ensayo de tiempo de fraguado.....	179
Anexo 57 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua potable.....	180
Anexo 58 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con residual tratada, proveniente de PTAR Lambayeque.....	181
Anexo 59 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1).....	182
Anexo 60 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1).....	182
Anexo 61 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1).....	184
Anexo 62 Peso unitario del concreto fresco.....	185
Anexo 63 Asentamiento del concreto del concreto fresco.....	185
Anexo 64 Temperatura del concreto fresco.....	186
Anexo 65 Cronograma de actividades.....	187

## Resumen

El presente estudio de investigación busca realizar una evaluación del efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con aguas residuales tratadas provenientes de la PTAR Lambayeque adicionando diversos porcentajes de bioquímico DAC-1 (35%, 70% y 100%) y su reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1). Se elaboraron probetas y vigas de concreto para evaluar las propiedades del concreto en estado endurecido. Se realizaron ensayos físicos, mecánicos, químicos y bacteriológicos para una correcta recolección de datos que nos ayudaron a realizar un análisis del presente estudio. Los resultados obtenidos, para la resistencia a la compresión y flexión, presentan un incremento en el concreto elaborado con las adiciones del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1); con respecto a la durabilidad del concreto, sólo la adición del 35% del bioquímico DAC-1 presentó un comportamiento semejante a la muestra patrón (elaborada con agua potable). El presente informe concluye que la PTAR Lambayeque no cumple con los requisitos mínimos establecidos, las adiciones del bioquímico y reactivo aumentan notablemente las propiedades mecánicas del concreto, el bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 disminuye la mezcla de concreto respecto a su trabajabilidad, aumenta la temperatura, genera variabilidad en el tiempo de fraguado, etc; el porcentaje de adición del 35% bioquímico DAC-1 aumenta considerablemente la resistencia a la compresión y flexión del concreto, cumple con el rango de variabilidad del pH y presenta cumple con la expansión máxima en la durabilidad al ataque de sulfatos.

**PALABRAS CLAVE:** Aguas residuales, concreto, medio ambiente, PTAR, ensayos, bioquímico y reactivo.

### **Abstract**

This research study seeks to evaluate the effect on the physical and mechanical properties of concrete for a resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> made with treated wastewater from the Lambayeque WWTP adding various percentages of biochemical DAC-1 (35%, 70 % and 100%) and its ART-12 reagent (10% of the biochemical DAC-1). Specimens and concrete beams were made to evaluate the properties of the concrete in the hardened state. Physical, mechanical, chemical and bacteriological tests were carried out for a correct data collection that helped us to carry out an analysis of the present study. The results obtained, for the compressive and flexural strength, show an increase in the concrete made with the additions of 35%, 70% and 100% of the DAC-1 biochemical and ART-12 reagent (10% of the DAC-1 biochemical ); Regarding the durability of the concrete, only the addition of 35% of the biochemical DAC-1 showed a similar behavior to the standard sample (made with drinking water). This report concludes that the Lambayeque WWTP does not meet the minimum requirements established, the additions of the biochemical and reagent notably increase the mechanical properties of the concrete, the biochemical DAC-1 and reagent ART-12 decrease the workability of the concrete mix, increase temperature generates variability in setting time, etc; the addition percentage of 35% biochemical DAC-1 considerably increases the compressive and flexural strength of concrete, complies with the pH variability range and presents the maximum expansion in durability to sulfate attack.

**KEYWORDS:** Waste water, concrete, environment, WWTP, assays, biochemical and reactive.

## **I. Introducción**

El agua potable desempeña un papel muy importante en la humanidad y para todo ser vivo; desde hace muchos años, su cuidado y sobre todo su conservación son motivos de estudio, con un elevado grado de importancia, debido al consumo desmedido de los recursos naturales en la industria generando una situación decadente de los recursos hídricos. El crecimiento de las industrias de construcción está directamente relacionado con el incremento de los habitantes y la contaminación en el medio ambiente, por ello se han tomado medidas a fin de aminorar el impacto negativo que produce, sin embargo el concreto carece de materias primas recicladas, como es el caso del agua, utilizando por cada metro cúbico fabricado 200 litros de agua potable aproximadamente, por tal motivo se considera un problema mundial por su alto consumo de recursos hídricos [1].

En el Perú, la región Lambayeque, a nivel departamental, se encuentra ubicado en el sexto puesto con respecto a las licencias de edificación otorgadas para la ejecución de obras de viviendas unifamiliares siendo un porcentaje del 6.63% y en el quinto puesto con un porcentaje de 5.44% para obras de viviendas multifamiliares [2]. El distrito de Lambayeque incrementó en población un 12.96% a partir del año dos mil nueve (2009) [3] y su consumo de agua potable por metro cúbico aumentó en un 29.44% [4] generando un incremento de aguas residuales, las cuales son conducidas a las pozas de oxidación para ser tratadas por medios físicos, pero debido a la sobrecarga de volúmenes vertidos, no realizan correctamente su función con respecto al proceso de descontaminación de las aguas residuales y lamentablemente, en esas condiciones, son utilizadas en la agricultura y desembocadas al mar [5].

Actualmente, se han realizado estudios en la elaboración del concreto con aguas residuales tratadas, donde se concluye que: existe incremento de resistencia a la compresión entre el 10% y 40%, considerándose que la calidad del agua sería apta siempre y cuando se le agregue un componente adicional que permita reducir el contenido de grasas y aceites [6]; un concreto elaborado por las aguas residuales que han sido tratadas de manera terciaria en una PTAR obtiene una mayor resistencia que un concreto elaborado con aguas residuales tratadas de manera primaria o secundaria [7], además, la alcalinidad presente en una mezcla de concreto afecta en el tiempo de fraguado y la cantidad de nitratos presentes con un alto grado de concentración puede ocasionar un deterioro de la mezcla de concreto [8].

El componente que se adicionará al agua es el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12, productos totalmente biodegradables, elaborados por el ingeniero Guillermo Flores Gavidia quien actualmente ha inaugurado el primer módulo sanitario ecológico en Pamplona Alta, en el distrito de San Juan de Miraflores, con el objetivo de transformar las aguas residuales en aguas de riego debido a la escasez de agua que se produce en esa zona. Estos productos tienen propiedades importantes como la eliminación de grasas y aceites, un requisito indispensable en la elaboración del concreto.

Esta investigación aporta diversas soluciones en el distrito de Lambayeque, empezando por la disminución del consumo de agua potable generado por las industrias de la construcción, la disminución del impacto ambiental generado por la PTAR de Lambayeque que no posee la capacidad necesaria para recibir el volumen actual de las aguas residuales que produce el distrito de Lambayeque debido al crecimiento poblacional en los últimos años, la disminución de la contaminación de los cuerpos de agua natural (mar) y terminando por la reducción en la concentración de los malos olores. Se empleará el método científico para la investigación generando un nuevo método de estudio, válido y confiable, para la ampliación de conocimientos sobre el reúso de las aguas residuales tratadas.

El objetivo general de este informe es analizar la influencia en la utilización de aguas residuales tratadas adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para la elaboración de un concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se plantearon objetivos específicos como: verificar que la calidad del agua residual tratada, proveniente de la PTAR de Lambayeque, cumpla con los límites máximos permisibles establecidos, analizar los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agua potable, agua residual tratada y agua residual tratada con adición del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) y, finalmente, determinar qué porcentaje (35%, 70% y 100%) del bioquímico DAC-1 adicionado en las aguas residuales tratadas presenta una mayor eficiencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes del problema

Las aguas residuales son aquellas que desde siempre han generado un problema en una población debido a la cantidad de contaminantes que posee y es por ello que siempre se buscan métodos que puedan ayudar a disminuir su efecto en el medio ambiente, el método más empleado en la actualidad es el reúso de las aguas residuales, es decir, el agua potable una vez culminada la función para la cual estaba destinada se somete a un tratamiento específico que puede ser un proceso físico, químico o biológico que contrarrestan, en gran medida, el efecto ocasionado por los contaminantes latentes en el entorno. Las investigaciones que se encuentran referidas en este informe comprenden una relación con respecto al tema aludido sobre el reúso de las aguas residuales:

Chavarry Boy (2018) realizó la investigación: “Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en esta presente investigación se elaboró un concreto con polvo de granito proveniente de la cantera Talambo, Chepén, obteniendo resultados positivos en la resistencia a la compresión, una disminución de aire atrapado en la mezcla y reducción ligera de exudación, a su vez, se obtuvieron resultados negativos como la reducción ligera de la trabajabilidad y, para concretos superiores a  $420 \text{ kg/cm}^2$ , una disminución de durabilidad por desgaste.

Esta tesis aporta a la investigación el estudio preliminar de las canteras Talambo, Tres Tomas y la Victoria con respecto a sus agregados (arena amarilla y piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ ”) dando como resultado que la cantera la Victoria presenta una mejor calidad en el módulo de finura con respecto a la arena gruesa y las canteras Talambo y Tres tomas cumplen con el rango permitido, pero se elige la cantera Talambo debido a los usos que presenta la investigación, requiriendo un menor módulo de finura con respecto a la piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ ”.

Vásquez Rojas, y otros (2001) realizaron la investigación: “Elaboración de concretos con agua tratadas” en la Universidad Autónoma Metropolitana, en esta presente investigación se realizaron cerca de 700 especímenes, entre probetas de concreto y cubos de mortero, ensayándose para determinar la capacidad mecánica y las propiedades físicas del concreto tomando en cuenta cinco plantas de tratamiento, las cuales son Chapultepec, Azcapotzalco,

Tlatelolco, San Juan y Acueducto, con el objetivo de poder reducir el consumo de agua potable, ya que se utilizan 165 litros por metro cúbico de concreto fabricado en las construcciones. Como sabemos, el crecimiento de una industria está directamente relacionado con el crecimiento poblacional siendo México un país que aumenta anualmente. Con respecto a la resistencia a compresión nos dice que existe un aumento del 10 y 40% en las plantas de Chapultepec, Azcapotzalco y Tlatelolco; se concluye que la calidad del agua es apta para realizar la elaboración del concreto siempre y cuando se le agregue un componente adicional que permita reducir el contenido de grasas y aceites.

Esta tesis aporta a la investigación información acerca del aumento de resistencia en un 10% y 40 % para un concreto elaborado con agua residual tratada; concluye que la calidad del agua sería apta si se aporta un componente adicional para la reducción del contenido de grasas y aceites presentes.

Ponce Guardado (2015) realizó la investigación: “Evaluación de la implementación de agua tratada en la elaboración de concretos en el municipio de Aguascalientes” en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en esta presente investigación se realizó un estudio para demostrar que el agua tratada, proveniente del municipio de Aguascalientes, puede ser apta para utilizarse en concretos de baja y/o mediana resistencia con la finalidad de aminorar el consumo de agua aproximado en 200 litros por metro cúbico usado en las construcciones. Los primeros ensayos que se realizaron fueron al tipo de agua que se va a utilizar, seguido de la elaboración de mezclas para las resistencias con un  $f'c$  de  $150 \text{ kg/cm}^2$  y de  $250 \text{ kg/cm}^2$  utilizando tres tipos de agua (potable, agua trata de la PTAR “Miradores” y agua tratada de la PTAR “La Querencia”) con el fin de poder comparar sus características; se concluyó que el concreto con agua potable y el concreto con aguas tratadas tienen un desempeño similar en la resistencia, ya que cumple con las concentraciones máximas otorgadas por la normativa de agua en el concreto, con excepción de la concentración de grasas con un contenido mínimo pero que afecta en las mezclas, sin embargo, no representa riesgos en los concretos simples debido a que al mezclarse con el agua no se producen emulsiones que representen gran magnitud en concretos endurecidos.

Esta tesis aporta a la investigación el conocimiento acerca del comportamiento semejante de un concreto elaborado con agua residual tratada con un concreto elaborado con agua potable, cumpliendo con las concentraciones máximas con excepción de las grasas, sin embargo, se concluye que no representa riesgos en los concretos simples.

Garzón Pire (2013) realizó la investigación: “Estudio de durabilidad al ataque de sulfatos del concreto con agregado reciclado” en la Universidad Nacional de Colombia, en esta presente investigación se determinó la expansión causada por el ataque de sulfato de magnesio al concreto que fue elaborado dependiendo de tres factores (el porcentaje de reemplazo de agregados, la relación agua cemento y el porcentaje de reemplazo con cenizas volantes) concluyendo que existen mayores expansiones en las muestras con mayor relación A/C pero se disminuía con la adición de ceniza volante en la mezcla y para las muestras con menor relación A/C, se evidenciaron menores expansiones y una menor resistencia.

Esta tesis aporta a la investigación una guía en el procedimiento del ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos en el concreto.

Dieguez P. (2011) realizó la investigación: “Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada” en la Universidad Central de Venezuela, en el presente proyecto, se estudió el agua residual tratada como reemplazo del agua potable para la elaboración de concreto con el fin de aportar datos adicionales sobre su uso debido a que son carentes los trabajos realizados en el área sin resultados concluyentes. Se utilizaron las aguas residuales de la PTAR “El chorrillo” y para la elaboración de la muestra patrón se utilizó el agua potable origen de la zona; primero se verificó la estabilidad de la planta de tratamiento con respecto a la cantidad de oxígeno disuelto, la temperatura, el pH y la turbiedad en el efluente, siendo todos estos estables y reflejando la neutralidad en el agua. Con respecto al concreto, se obtuvo como resultados que los tiempos de fraguado se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma con diferencia de lentitud en la pasta de cemento con agua residual tratada debido a la alcalinidad presente, la resistencia a la compresión de un concreto elaborado con aguas residuales tratadas presentó un incremento del 10% comparado con la muestra de concreto elaborado con agua potable, los ensayos de peso unitario, ultrasonido, absorción y erosión no presentan diferencias significativas en la homogeneidad y, además, se obtuvo un alto grado de concentración de nitrato generando un deterioro en la mezcla de concreto. No se descartó la utilización del agua residual tratada como un componente en la elaboración del concreto.

Esta tesis aporta a la investigación que la alcalinidad presente en un concreto con agua residual tratada genera una lentitud en el tiempo de fraguado, además, presenta un incremento en el concreto con respecto a la resistencia y la cantidad de nitrato presente con un alto grado de concentración lo que puede ocasionar un deterioro en la mezcla; se concluyó que no se descarta la utilización del agua residual tratada en la mezcla de concreto.

Al-Ghusain y J. Terro (2003) realizaron la investigación: “Uso de las Aguas residuales tratadas para las muestras de concreto en Kuwait” en la Universidad de Kuwait, en esta investigación se realizó el estudio de las aguas residuales tratadas empleadas en la elaboración del concreto; se utilizaron diferentes tipos de agua como el agua de grifo, aguas residuales tratadas de manera primaria, secundaria y terciaria provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) “Reqqa”; se llegó a las siguientes conclusiones: las aguas tratadas de manera terciaria, en los días 3 y 7, presentaron una resistencia mayor al agua de grifo, sin embargo, las aguas tratadas de manera primaria y secundaria presentaron una menor resistencia que el agua de riego, la corrosión del acero aumentó con el uso de las aguas residuales tratadas presentando las de tratamiento primario la más alta posibilidad de corrosión que las de tratamiento terciario, el tiempo de fraguado aumentó en las aguas tratadas de manera primaria y secundaria y, finalmente, no hubo cambios con respecto a la densidad y consistencia en el tipo de aguas.

Esta tesis aporta a la investigación que una mezcla de concreto elaborado con agua residual tratada de manera terciaria es mucho más factible que un concreto elaborado con agua residual tratada de manera primaria o secundaria; con respecto a la resistencia se observó que hay una mayor resistencia en los días 3 y 7, con respecto a la corrosión y el tiempo de fraguado se observó que es mucho menor en comparación con las tratadas de manera primaria o secundaria.

Aliaga Quispe (2017), realizó la investigación: “Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja” en la Universidad Peruana los Andes, en esta presente tesis se realizó la investigación de la influencia del agua tratada en las propiedades físicas de concreto con la finalidad de reducir el consumo de agua potable que utiliza la industria de la construcción (195 litros por metro cúbico de concreto fabricado) en la provincia más poblada de Junín, Huancayo; por otro lado, esta investigación se realiza debido a que SENAMHI manifestó el incremento de las temperaturas máximas y mínimas del Río Mantaro, siendo Huancayo la ciudad más propensa a los impactos del cambio climático. Se elaboraron mezclas de concreto con agua residual tratada proveniente de la PTAR de Jauja, PTAR de Concepción y la PTAR de Chupaca realizando los respectivos análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de cada una de ellas. Se pudo concluir que el agua tratada influye significativamente en las propiedades físicas del concreto, entre ellas, el peso unitario del concreto aumentó un 0.04% con respecto a un

concreto elaborado con agua potable, el asentamiento del concreto aumentó por 0.38” encontrándose dentro de los parámetros de diseño de mezcla y, finalmente, la resistencia en compresión del concreto elaborado con aguas residuales tratadas provenientes de la PTAR “Concepción”, obtiene un comportamiento satisfactorio, ya que se acerca de una manera más aproximada a la resistencia del concreto elaborado con agua potable en comparación de las otras dos PTAR restantes.

El aporte de esta tesis son los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada, influyendo de una manera significativa en la mezcla de concreto.

## **2.2. Bases Teórico Científicas**

### **2.2.1. El Concreto**

El concreto es una mezcla compuesta por aire, materiales inertes (agregados, agua y cemento) y ,en algunas ocasiones, la adición de algún tipo de aditivo; la reacción química del cemento con el agua, luego de un cierto tiempo, origina una gran solidez formando una piedra superficial que cumple diversas funciones dentro del proceso constructivo en la industria de la construcción [12].

#### **2.2.1.1. Los Agregados**

Los agregados son materiales naturales que, por su origen pétreo, poseen propiedades físicas individuales y variables como la forma, el tamaño, peso específico, entre otras [1]. Las propiedades de durabilidad y calidad del concreto están directamente relacionadas con las propiedades individuales de cada componente, es por ello que para ser utilizados de una manera correcta se debe conocer la calidad que posee a través de ensayos establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).

## 2.2.1.1.1. Ensayos Según Norma Técnica Peruana (NTP)

- **NTP 400.12 “Granulometría del agregado Fino y Grueso”**

Este ensayo se realiza con una muestra seca de agregados con el objetivo por poder calcular la división del tamaño de las partículas separándola a través de una serie de tamices establecidos.

*Tabla 1 Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global*

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

*Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012*

*Tabla 2 Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz kg*

ABERTURA NOMINAL DEL TAMIZ, mm	DIMENSIÓN NOMINAL DEL TAMIZ <sup>A</sup>				
	203,2 mm diám. <sup>B</sup>	254 mm diám. <sup>B</sup>	304,8 mm diám. <sup>B</sup>	350 por 350 mm	372 por 580 mm
	ÁREA DE TAMIZADO, m <sup>2</sup>				
	<b>0,0285</b>	<b>0,0457</b>	<b>0,0670</b>	<b>0,1225</b>	<b>0,2158</b>
125	C	C	C	C	67,4
100	C	C	C	30,6	53,9
90	C	C	15,1	27,6	48,5
75	C	8,6	12,6	23,0	40,5
63	C	7,2	10,6	19,3	34,0
50	3,6	5,7	8,4	15,3	27,0
37,5	2,7	4,3	6,3	11,5	20,2
25,0	1,8	2,9	4,2	7,7	13,5
19,0	1,4	2,2	3,2	5,8	10,2
12,5	0,89	1,4	2,1	3,8	6,7
9,5	0,67	1,1	1,6	2,9	5,1
4,75	0,33	0,54	0,80	1,5	2,6

*Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012*

- **NTP 339.185 “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”**

Este ensayo mide la humedad de una muestra proporcionada representando al agregado que se utilizará en la preparación de una mezcla de concreto. Para este ensayo se debe tomar en cuenta la masa de la muestra, la cual dependerá de la dimensión en la muestra.

*Tabla 3 Tamaño de la muestra del agregado*

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4,75 (0,187) (No. 4)	0,5
9,5 (3/8)	1,5
12,5 (1/2)	2,0
19,0 (3/4)	3,0
5,0 (1)	4,0
37,5 (1 ½)	6,0
50,0 (2)	8,0
63,0 (2 ½)	10,0
75,0 (3)	13,0
90,0 (3 ½)	16,0
100,0 (4)	25,0
150,0 (6)	50,0

*Fuente: Norma Técnica Peruana 339.185*

- **NTP 400.021 “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del Agregado Grueso”**

Este ensayo permite determinar el peso específico (seco, saturado y aparente) y la absorción de la muestra proporcionada del agregado grueso. No es aplicable para agregados ligeros.

*Tabla 4 Peso mínimo de la muestra de ensayo del agregado grueso*

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112(4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

*Fuente: NTP 400.021*

- **NTP 400. 022 “Ensayo relacionado con el agregado fino - densidad, Pe (peso específico) y Absorción”**

Como sabemos, las partículas de los agregados se pueden encontrar llenas de agua y parcial o totalmente vacíos, generando una serie de estados de humedad y peso específico.

- **NTP 400.017 “Ensayo relacionado con el peso unitario del agregado”**

Este ensayo se aplica a los agregados que no excedan los 125mm de tamaño máximo nominal; este método se realiza para poder determinar el peso unitario del agregado en condición de suelto o compactado y el cálculo de vacíos entre las partículas.

*Tabla 5 Requisitos para los recipientes de medida*

Espesor del metal, mínimo			
Capacidad de medida	Fondo	Sobre 1 ½ pulg ó 38 mm de pared <sup>A</sup>	Espesor Adiciona l
Menos de 0,4p <sup>3</sup>	0,20 pulg	0,10 pulg	0,10 pulg
De 0,4 p <sup>3</sup> a 1,5p <sup>3</sup> , incluido	0,20 pulg	0,20 pulg	0,12 pulg
Sobre 1,5 a 2,8p <sup>3</sup> , incluido	0,40 pulg	0,25 pulg	0,15 pulg
Sobre 2,8 a 4,0p <sup>3</sup> , incluido	0,50 pulg	0,30 pulg	0,20 pulg
Menos de 11 L	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
11 a 42 L, incluido	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
Sobre 42 a 80 L, incluido	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
Sobre 80 a 133 L, incluido	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm

**Fuente: NTP 400.017**

*Tabla 6 Densidad del Agua*

Temperatura		kg/m <sup>3</sup>	lb/p <sup>3</sup>
°C	°F		
15,6	60	999,01	62,366
18,3	65	998,54	62,336
21,1	70	997,97	62,301
(23,0)	(73,4)	(997,54)	(62,274)
23,9	75	997,32	62,261
26,7	80	996,59	62,216
29,4	85	995,83	62,166

**Fuente: Norma Técnica Peruana 400.017**

### 2.2.1.2. El Cemento

El cemento es un material que, con la adición de un cierto contenido de agua, se transforma en una pasta conglomerante con la capacidad de endurecer dentro o fuera del agua [14]. La selección adecuada del cemento es importante para el proceso de fabricación del concreto y posee un mayor costo económico dependiendo de las propiedades requeridas. Se comercializa en bolsas que pesan 42.5 kg aproximadamente.

- **Cemento Portland TIPO I**

Este tipo de cemento es utilizado en muchas aplicaciones del concreto por su excelente desarrollo de resistencia en un corto tiempo; se empleará en aquellos casos donde el concreto no requiera de propiedades especiales. El cemento debe cumplir con lo especificado en la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009; las empresas comercializadoras, normalmente, brindan un certificado de calidad de su producto a disposición del servicio de la comunidad garantizando la calidad de la misma.

Tabla 7 Requisitos Químicos

REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>					
		I	II	II(MH)	III	IV	V
Óxido de aluminio, (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), máx, %	NTP 334.086	-	6,0	6,0	-	-	-
Óxido férrico, (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), máx, %		-	6,0 <sup>B</sup>	6,0 <sup>B, C</sup>	-	6,5	-
Óxido de magnesio, (MgO), máx, %		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de azufre, (SO <sub>3</sub> ), <sup>D</sup> máx, %							
Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es 8 % o menos		3,0	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es más del 8 %		3,5	F	F	4,5	F	F
Pérdida por ignición, máx, %							
Cuando la caliza no es un ingrediente		3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Cuando la caliza es un ingrediente		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Residuo insoluble, máx. %		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Silicato tricálcico, (C <sub>3</sub> S) <sup>E</sup> , máx, %	Véase Anexo A1	-	-	-	-	35 <sup>C</sup>	-
Silicato dicálcico, (C <sub>2</sub> S) <sup>E</sup> , mín, %		-	-	-	-	40 <sup>C</sup>	-
Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> , máx, %		-	8	8	15	7 <sup>C</sup>	5 <sup>B</sup>
Suma de C <sub>3</sub> S + 4,75C <sub>3</sub> A <sup>G</sup> , max, %		-	-	100 <sup>C,H</sup>	-	-	-
Aluminoferrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico (C <sub>4</sub> AF+2(C <sub>3</sub> A)), ó solución sólida, (C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F), como sea aplicable, máx, %		-	-	-	-	-	25 <sup>B</sup>

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.009

Tabla 8 Requisitos Físicos

REQUISITOS	Método de ensayo NTP	TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>					
		I	II	II(MH)	III	IV	V
Contenido de aire del mortero <sup>B</sup>	334.048		12				
volumen %:			-				
Máx.		12		12	12	12	12
Mín.		-		-	-	-	-
Finura, Superficie Específica, (m <sup>2</sup> /kg)							
Ensayo de Permeabilidad al aire	334.002		260				
Mín.		260		260	-	260	260
Max.		-		430 <sup>C</sup>	-	430 <sup>C</sup>	-
Expansión en autoclave, Max., %	334.004		0,80				
		0,80		0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia, no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación <sup>D</sup> :	334.051						
Resistencia a la compresión, MPa							
1 día		-	-	-	12,0	-	-
3 días		12,0	10,0	10,0	24,0	-	8,0
7 días		19,0	17,0	17,0	-	7,0	15,0
28 días		-	-	-	-	17,0	21,0
Tiempo de fraguado							
Ensayo de Vicat <sup>F</sup> , minutos	334.006						
Tiempo de fraguado: no menor de:		45	45	45	45	45	45
Tiempo de fraguado: no mayor de:		375	375	375	375	375	375

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.009

### 2.2.1.3. El agua

El agua, al igual que el fuego, el aire y la tierra, fue uno de los cuatro primeros elementos que formaron el mundo. Hoy en día es un insumo vital para la vida de los seres vivos, puesto que es utilizada para consumo, producción de energía y desarrollo de las industrias; sin embargo, con el pasar del tiempo, se está convirtiendo en un recurso escaso. Menos del 1% del agua en el planeta es dulce, la cual proviene de ríos, arroyos o recargas subterráneas; las lluvias aportan satisfactoriamente un porcentaje para su conservación, puesto que beneficia a los ecosistemas y a la vegetación [15].

El Perú, en el año 2008, extrajo cerca de 13.662 km<sup>3</sup> de agua, de las cuales el 88.7% son para uso agropecuario, 9.2% para uso municipal y 2.1% para uso industrial [16]. La elaboración de concreto necesita agua potable para su mezcla, es por ello que se considera uno de los principales consumidores; debido al desarrollo del país y a el aumento de la población la industria de la construcción está en continuo crecimiento y se conoce que, algunas de ellas, buscan la forma de poder reducir dicho porcentaje de consumo a través de estudios realizados, siendo uno de ellos el reúso de las aguas residuales tratadas mediante una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

- **NTP 339.088 “Requisitos de la calidad del agua para el concreto”**

El agua para la elaboración del concreto debe encontrarse sin colorantes, glúcidos, materias orgánicas, aceites, ácidos, álcalis, y debe ser de transparencia clara. Su contenido máximo de materia orgánica será de 3 ppm, el contenido de sólidos no será mayor de 5000 ppm, su pH estará comprendido entre 5.5-8, el contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos será mayor de 1000 ppm, en contenido de sulfatos será menor a 600 ppm y el contenido de cloruros será menor que 1000 ppm.

*Tabla 9 Límites permisibles para la calidad del agua*

Descripción	Límites permisibles
Límite en suspensión	5000 ppm máx.
Materia Orgánica	3 ppm máx.
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm máx.
Sulfatos (Ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm máx.
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máx.
pH	5.5-8

*Fuente: Elaboración propia referente a NTP 339.088*

*Tabla 10 Clasificación de pH en el agua*

Descripción	pH
Agua Ácida	< 6
Agua Adecuada	Promedio 7

*Fuente: Elaboración referente a NTP 339.088*

*Tabla 11 Contenido máximo de iones de cloruros para la protección contra la corrosión de la armadura*

Tipo de Elemento	Contenido Máximo de iones cloruro solubles en agua en el concreto, % peso cmo.
Concreto Pre-esforzado	0.06
Concreto Armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1.00
Otras construcciones de concreto armado	0.30

*Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088*

### 2.2.1.3.1. Relación Agua/Cemento

La relación A/C está netamente relacionado con estas propiedades de la mezcla final del concreto, donde se aumentará o disminuirá la fluidez, trabajabilidad y plasticidad dependiendo de la cantidad de agua que se le adicione generando beneficios para la mano de obra. Una incorrecta relación A/C causa la pérdida de resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua.

*Tabla 12 Influencia de la relación/cemento en la resistencia del cemento*

<b>RELACION AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA</b>		
<b>f'cr (28 días) kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Relación agua cemento de diseño por peso</b>	
	<b>Concreto sin aire incorporado</b>	<b>Concreto con aire incorporado</b>
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	---
420	0.41	
450	0.38	

***Fuente: ACI C 211.1***

El curado es un proceso muy importante, ya que si se realiza inadecuadamente se podría perder hasta el 30% de la resistencia requerida. Debemos de conocer que el 70% de la resistencia se genera en los primeros 7 días y el 85% a los 14 días [17].

### 2.2.1.3.2. Aguas Residuales

Son la combinación de efluentes (domésticos, industriales, pluviales, centros de salud y escorrentías urbanas) que representan un importante punto de contaminación debido a que contiene gran cantidad de sustancias que portan microorganismos provocando poner la salud pública en peligro. Están compuestas aproximadamente 99% de agua y 1% de sólidos en suspensión, coloidales y disueltos [18].

A nivel mundial, más del 70% de aguas residuales no reciben tratamiento, lo que dificulta el desarrollo del ciclo del agua. En Perú, solamente el 30% de la inversión pública se utiliza en el tratamiento de las aguas a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y sólo el 4.9% se encuentran operativas. [19].

Se debe verificar que todo efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales cumpla con los límites máximos permisibles (LMP) establecido por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, los cuales son:

*Tabla 13 Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR*

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	10000
DBO	mg/l	100
DQO	mg/l	200
Ph	unidad	6.5-8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/l	150
Temperatura	°C	< 35°

*Fuente: Elaboración propia basada en el D.S. N°003-2010-MINAM*

En la industria de la construcción se realizan estudios para poder reutilizar las aguas residuales o las aguas residuales tratadas, pero siempre basándose en la Norma Técnica Peruana, la cuál establece ciertos parámetros para asegurar que sea apta en la utilización del concreto.

#### 2.2.1.4. Bioquímico DAC-1 y Reactivo ART-12

Estos componentes son 100% biodegradables, no son tóxicos, utiliza una molécula de agua con dos átomos de oxígeno que causan la eliminación del mal olor y todo tipo de elementos patógenos. Estas soluciones ecológicas han probado ser muy efectivas y económicas en el tratamiento de las aguas residuales; gracias a estudios realizados y avances en el campo de la tecnología, se realizan análisis de calidad del agua a tratar para llegar a la dosificación adecuada de los productos. Actualmente, ya se emplea en la ciudad de Lima, convirtiendo las aguas residuales en aguas de riego; en pamplona alta, distrito de San Juan de Miraflores, se ha inaugurado el primer módulo sanitario ecológico.

##### 2.2.1.4.1. Bioquímico DAC-1

Bioquímico purificador, biodegradable - ecológico, utilizado para pozos sépticos, desagües, lagunas de oxidación, desbloqueo de obstrucción en tuberías y alcantarillado, desinfección de aguas agrícolas, etc. Se realizarán ensayos al agua con dosificaciones diversas debido a que, toda agua residual posee diferentes cantidades de contaminantes y

compuestos, y se elegirá la que tenga resultados más eficientes, pero la cantidad que mayormente se utiliza es de 0.35ml por cada litro de agua residual. Es un oxidante incoloro, eficaz y de gran alcance versátil; actúa rápidamente con la mezcla de oxígeno y H<sub>2</sub>O produciendo una descarga de temperatura e incrementa la conductividad que sirven para suprimir microbios como helmintos, protozoarios, salmonella, etc. Presenta ventajas las cuales son: no altera el sabor, no es tóxico, elimina los malos olores, no presenta peligro en caso de una administración excesiva, eficaz en aguas con temperatura de 0 a 95°C, no existe riesgo de resistencia bacteriana y efectos cancerígenos y, finalmente, se encuentra certificado por SEDAPAL debido a su eficiencia [20].

*Imagen 1 Bioquímico DAC-1*



*Fuente: Galería Propia*

#### 2.2.1.4.2. Reactivo ART-12

Reactivo líquido elaborado a base de fermentos de plantas con alto contenido proteico para la degradación de aceites y grasas. Es biodegradable y no contamina el medio ambiente. Actúa de forma instantánea con el bioquímico DAC-1 ocasionando una liberación de energía necesaria para disolver sólidos grasos y convertirlos en espuma para su evaluación libre de olores y materia grasa. El contenido de reactivo establecido según las especificaciones técnicas es 50 ml por cada medio litro del bioquímico DAC-1, siendo en porcentaje un 10% del reactivo ART-12. Se aplica principalmente a la limpieza de tramas de aceite y grasas, limpieza de tuberías para desagües domésticos e industriales,

neutraliza metales pesados en este tipo de aguas y este proceso sólo dura 10 minutos aproximadamente, dependiendo de la cantidad de agua a tratar [20].

*Imagen 2 Reactivo ART-12*



*Fuente: Galería Propia*

## 2.2.2. Propiedades del concreto en estado endurecido

### 2.2.2.1. Resistencia a la compresión

El concreto es un compuesto que tiene la capacidad de poder soportar grandes esfuerzos a compresión dependiendo de la adherencia y resistencia individual de cada uno de sus componentes. Esta propiedad aumenta con la edad, por ello, a los 28 días se emplea como índice de calidad de acuerdo a los ensayos normalizados.

Las resistencias varían desde 17 Mpa para concreto residencial hasta 28 Mpa a más para estructuras comerciales, se considera un concreto de resistencia normal cuando no supera los 42 Mpa, de alta resistencia cuando se encuentre entre 42 Mpa hasta los 100 Mpa y de ultra alta resistencia cuando es superior a 100 Mpa en un periodo de 28 días [21].

Se debe tener en cuenta que, para concretos de baja resistencia, menos de 200 kg/cm<sup>2</sup>, la pasta de cemento es el factor predominante mientras que, para concretos de niveles altos, mayores a 500 kg/cm<sup>2</sup>, predomina la relación pasta/agregado en la resistencia del concreto.

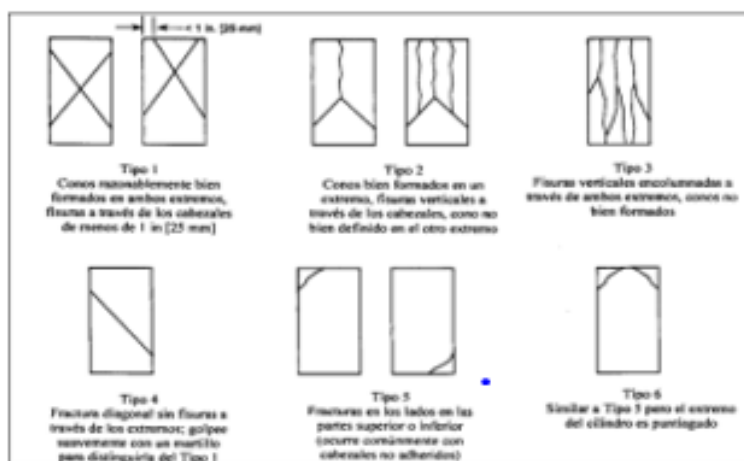
En esta propiedad, resistencia a la compresión, intervienen mucho ciertos factores que inciden en su resistencia, los cuales son el curado, la relación agua/cemento, la edad del concreto y los ensayos respectivos de sus componentes; cuando las partículas de los agregados utilizados son resistentes y duras, la resistencia mecánica es gobernada por la adherencia de los agregados y la pasta cemento [11].

*Tabla 14 Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia*

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible NTP 339.034	
	horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

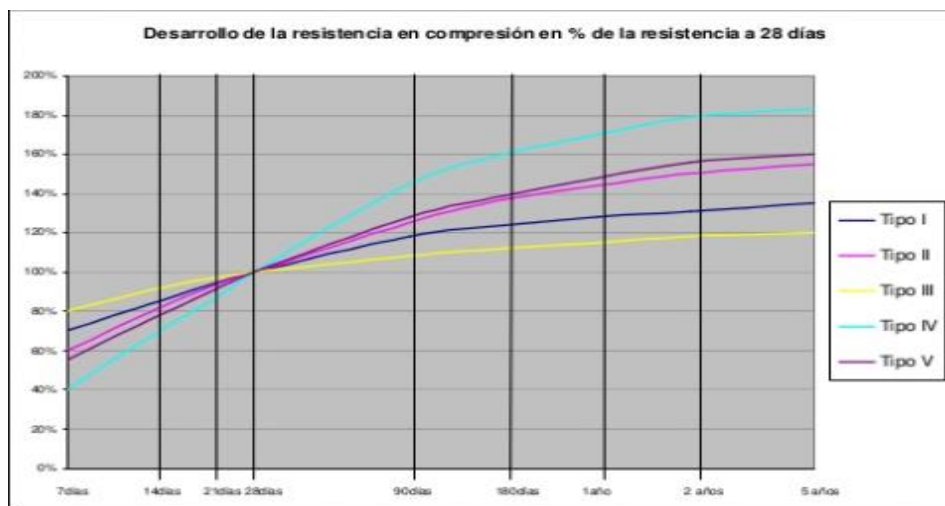
*Fuente: NTP 339.034*

*Imagen 3 Tipos de ensayos a la compresión*



*Fuente: NTP 339.034*

Gráfico 1 Resistencia a la compresión



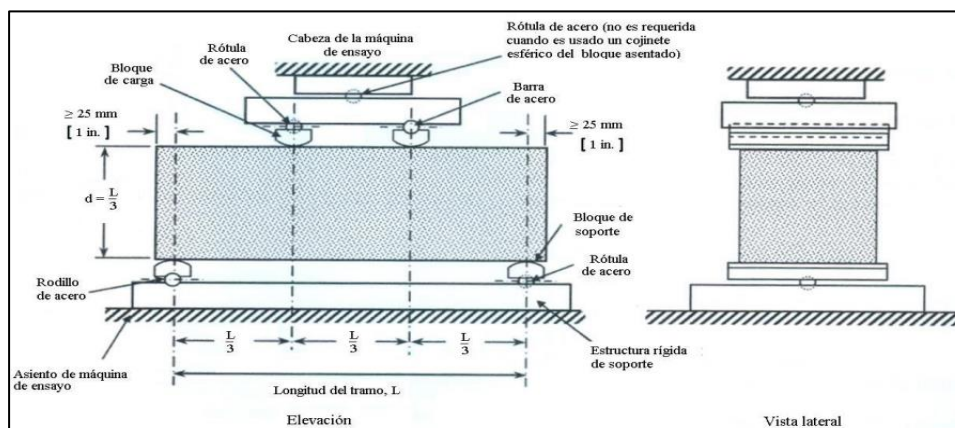
Fuente: ACI-Perú

#### 2.2.2.2. Resistencia a la flexión

Esta metodología se aplica para determinar el módulo de rotura mediante la falla por momento de una viga de concreto no reforzada. Esta resistencia variará según las diferencias de la sección de la viga, la preparación, las condiciones de humedad o curado.

El mecanismo empleado consiste en la aplicación de un peso en el tercio de luz de la viga hasta que pueda ocurrir la falla. El módulo de rotura dependerá de la localización referente a la falla, la cual puede ser en el tercio medio o a una distancia no mayor del 5% de la luz libre y el resultado deberá estar entre el 10% y 20% de la resistencia a compresión [22].

Imagen 4 Diagrama de un dispositivo adecuado para ensayar a flexión vigas con cargas a los tercios



Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP) 339.078, 2012

### 2.2.2.3. Durabilidad

La durabilidad del concreto se define como la capacidad que posee el cuerpo para resistir las acciones provenientes del medio ambiente, los ataques químicos o biológicos y a cualquier otro proceso de deterioro que se pueda producir. Un concreto durable conservará su forma, calidad y serviciabilidad originales al estar expuesto en su ambiente [23].

El ensayo de durabilidad que se realizará en este proyecto es aquel que somete el concreto a ataques de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Este ensayo determina la expansión o reducción del concreto por acción de los agentes climáticos durante la vida útil de la obra. Para que este ensayo sea considerado como válido se deben tener datos de por lo menos 3 muestras de ensayo y no debe exceder el rango máximo permisible de cambio de longitud establecidos [24].

*Tabla 15 Rango máximo permisible de valores de cambio de longitud en porcentaje*

Número de especímenes	Cementos adicionados	Cemento portland
3	0.034	0.010
4	0.037	0.011
5	0.039	0.012
6	0.041	0.012

*Fuente: ASTM C 1012*

### 2.2.3. Propiedades del concreto en estado fresco

#### 2.2.3.1. Trabajabilidad

Esta propiedad determina el esfuerzo requerido para la manipulación de la cantidad de una mezcla de concreto con respecto a su colocación, consolidación, transporte y acabado. Esta propiedad depende de la solidez del concreto fresco, la cual debe ser controlada para llegar a la trabajabilidad deseada. Se dice que una mezcla endurecida es menos trabajable que una más fluida pero no siempre es verdad, ya que una mezcla muy húmeda puede manifestar una tendencia a la segregación y por lo tanto su trabajabilidad es pobre [11].

#### 2.2.3.2. Segregación

Es una propiedad que consiste en la separación de los componentes del concreto originando superficies mal acabadas, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. Las causas que originan la segregación pueden ser el exceso de agua, los escasos de

partículas finas, exceso de elementos gruesos y la inadecuada manipulación y colocación del concreto. Las consecuencias que se originan en el concreto son: debilidad, disminución de durabilidad, disminución de resistencia y pobre acabado en la superficie. El uso de aditivos minerales o agentes incorporadores de aire reducen el riesgo de la aparición [25].

#### 2.2.3.3. Asentamiento

Esta propiedad se origina cuando el concreto se encuentra en estado de reposo, después de su colocación y compactación, iniciándose un proceso natural donde los componentes más pesados de la mezcla (el cemento y los agregados) descienden y el agua asciende. Representa la resistencia del concreto frente a diversas deformaciones

El ensayo del cono de Abrams permite calcular la consistencia a nivel de campo y laboratorio, es una prueba sencilla y fácil de realizar con un costo relativamente bajo para establecer la fluidez de la mezcla de concreto.

*Tabla 16 Tolerancias mínimas de slump*

Especificaciones		Tolerancias ASTM C 94/C 94M NTP 339.114
Asentamiento nominal	2" (50 mm) y menos	± ½" (15 mm)
	2" a 4" (50 mm a 100 mm)	± 1" (25 mm)
	más de 4" (100 mm)	± 1 ½" (40 mm)
Asentamiento "máximo" o "no debe exceder"	3" (75 mm) o menos	En exceso 0" (0 mm)
		En defecto 1 ½" (40 mm)
	más que 3" (75 mm)	En exceso 0" (0 mm)
Tiempo de conservación en estos rangos (responsabilidad productor)		En defecto 2 ½" (65 mm)
		30 min desde llegada a obra

*Fuente: DINO, 2012 con referencia a la norma NTP 339.046 y ASTM C138*

#### 2.2.3.4. Temperatura

Es la medida de intensidad o cantidad de calor del concreto, la cual se realiza según lo establecido en la NTP 339.184 y es necesario para el control de calidad del concreto. La temperatura del concreto depende participación calorífica de sus componentes y de la energía liberada por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.

#### 2.2.3.5. Peso unitario

Es el peso varillado, expresado en kilos por metro cubico ( $\text{Kg/m}^3$ ). Esta propiedad determina la suma de todos los componentes que intervienen en él. Nos proporciona un valor que lo podemos comparar tanto en estado fresco como en estado endurecido. La densidad del concreto varía dependiendo de la densidad y la cantidad del agregado, el aire atrapado o intencionalmente incluido y las cantidades de cemento y agua.

#### 2.2.3.6. Tiempo de Fraguado

El tiempo de fraguado es aquel periodo que ocurre desde el contacto entre el cemento con adición de agua (formando una pasta en estado plástico) y la pérdida de fluidez en la pasta, perdiendo trabajabilidad y plasticidad. Existe dos procesos denominados tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final; el primero es el tiempo transcurrido desde la adición de agua hasta la pérdida de viscosidad de la pasta y la segunda es el tiempo transcurrido desde la adición de agua hasta que la pasta no se deforma con cargas relativamente pequeñas debido a que posee una consistencia rígida.

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### 3.1.1. De acuerdo al fin que se persigue

Es una investigación aplicada, ya que genera nuevos conocimientos que sean útiles para solucionar una realidad problemática; en mi trabajo de investigación, a través del uso de las aguas residuales tratadas con la adición del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12, se busca solucionar problemas ambientales mediante el aporte de una justificación ambiental y metodológica.

##### 3.1.2. De acuerdo a los datos analizados

Es una investigación cuantitativa, ya que se podrá solucionar el problema planteado a través de la recolección y análisis de datos brindados por los respectivos ensayos que se desarrollarán en el transcurso de la investigación, lo que me permitirá verificar o descartar la hipótesis planteada.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Esta investigación tendrá un diseño experimental en la demostración de la hipótesis. Se efectuarán diversos ensayos, como: el análisis de agua al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales “Lambayeque” para verificar que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, análisis al agua residual tratada con la adición del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 para conocer los cambios que se producirán, los cuales deberán cumplir con lo establecido para la calidad del agua utilizada en una mezcla de concreto (NTP 339.088) y, finalmente, ensayos (granulometría, peso unitario, contenido de humedad, absorción, etc.) para los agregados que se implementarán en la mezcla con la finalidad de poder verificar la calidad que poseen. Se elaborarán mezclas de concreto utilizando agua residual tratada, agua potable (muestra patrón) proveniente de la zona y agua residual tratada con la adición del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1); de acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de mezcla se podrá corroborar o descartar la hipótesis planteada.

### 3.3.Población, muestra, muestreo

#### 3.3.1. Población

El objeto de estudio son las mezclas de concreto del distrito de Lambayeque con el objetivo de poder evaluar sus propiedades físicas.

#### 3.3.2. Muestra

La mezcla de concreto cuya resistencia a la compresión es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.3.3. Muestreo

Se elaborarán probetas representativas de concreto con insumos provenientes de la zona, Lambayeque, las cuales nos servirán para la evaluación de las propiedades físicas del concreto elaborado con aguas residuales tratadas con adición del bioquímico y su reactivo. Como se explicó anteriormente, la cantidad del bioquímico DAC-1 no posee una dosificación establecida, puesto que todas las aguas residuales tratadas poseen una composición diferente dependiendo de la zona, es por ello, que se realizan ensayos con diversos porcentajes del bioquímico para ciertas cantidades de agua y se escoge el porcentaje que presente resultados eficientes, es decir, que cumpla con los LMP establecidos; el porcentaje de 35% (o 0.35 ml) es el que actualmente se realiza para el riego de áreas verdes por cada litro de agua [20]. Como nuestro proyecto tiene la finalidad de elaborar concreto con estas aguas residuales se optó por sugerir dos porcentajes del 70% y 100%, y así poder conocer la efectividad que pueda presentar.

*Tabla 17 Cantidad de probetas y vigas a elaborar*

CONCRETO ELABORADO CON:	AGUA RESIDUALES TRATADAS (PTAR LAMBAYEQUE) CON ADICIÓN DE BIOQUÍMICO Y REACTIVO									AGUAS RESIDUALES TRATADAS-			AGUA POTABLE DE LA CIUDAD		
	7			28			90			7	28	90	7	28	90
Días															
% DE BIOQUÍMICO Y REACTIVO	35%	70%	100%	35%	70%	100%	35%	70%	100%						
ENSAYOS															
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
DURABILIDAD	3	3	3								3			3	
FLEXIÓN (VIGAS DE CONCRETO)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sub-total	63									21			21		
<b>TOTAL</b>	105														
<b>Probetas</b>															45
<b>Vigas</b>															60

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Es importante enfatizar que los componentes incorporados tienen la unidad de medida en milímetros (ml) y los porcentajes mencionados (35%, 70% y 100%) se utilizarán exclusivamente con el bioquímico DAC-1, por cada litro de agua residual empleado y, para el reactivo ART-12, se utilizará sólo el 10% del bioquímico DAC-1.

El número de muestras totales son 105, entre las cuales 45 son probetas cilíndricas y 60 son vigas de concreto. Se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión y flexión, donde se analizarán a los 7, 28 y 90 días. Se elaborará, en el caso de las aguas residuales tratadas, un concreto con la adición en el agua del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1). Para que los resultados sean eficientes, se optó por realizar diversas muestras y así poder obtener un resultado promedio, para el caso de la resistencia a la compresión 3 probetas y para flexión 3 vigas; para el caso del ensayo de durabilidad se requieren 3 probetas, las cuales cada una de ellas serán sumergidas, después del curado, en una sustancia llamada sulfato de sodio y se evaluará por un periodo de 15 semanas. Esta metodología de selección se describe en el punto 3.4.

### **3.4. Criterios de selección**

#### **3.4.1. Para el ensayo de compresión**

El criterio de selección en la cantidad de probetas cilíndricas se basa en la norma NTP 339.034 la cual establece que necesitan como mínimo 2 probetas para poder realizar un promedio adecuado. En este caso se ha considerado adecuado realizar 3 probetas cilíndricas y así poder obtener un resultado mucho más factible.

#### **3.4.2. Para el ensayo durabilidad**

El criterio de selección en la cantidad de vigas de concreto basada en la norma ASTM C-157 el cual nos dice que se deben tener por lo menos 3 barras de concreto para considerar el ensayo como válido para la edad que se evalúa. En este caso ha considerado que el promedio de 3 barras es suficiente para brindar un resultado correcto.

#### **3.4.3. Para el ensayo flexión**

La norma NTP 339.078 no establece una cantidad mínima de vigas, por tal motivo el criterio de selección se basa en el ensayo de durabilidad con norma ASTM C1012 para poder obtener resultados válidos y confiables.

### 3.5.Operacionalización de variables

Tabla 18 Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
Aguas Residuales Tratadas con adición de bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12	Análisis fisicoquímicos	pH	Unidad	6.5 - 8.5
		Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	< 250
		Cloruros	mg SO <sub>4</sub> /L	< 250
		DBO	mg/L	< 100
DQO		mg/L	< 200	
Alcalinidad		mg/L		
Análisis Bacteriológicos	Sólidos totales suspendidos	mg/L	<150	
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.8	
Bioquímico DAC-1	% con respecto a la cantidad de agua	%	35%, 70%, 100%	
Reactivo ART-12	% relación con el bioquímico DAC-1	%	10%	

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 19 Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
Propiedades físicas y mecánicas del Concreto	Concreto Fresco	Asentamiento	pulgada	-
		Trabajabilidad	-	-
		Temperatura	°C	< 32
		Tiempo de Fraguado	horas/minutos	-
	Concreto Endurecido	Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	-
		Segregación	-	-
		Resistencia a compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	-
		Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup>	-
Durabilidad	%	-		

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 20 Variable Interviniente

VARIABLE INTERVINIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD
Componentes del Concreto	Agregados	Granulometría	gr	-
		Contenido de Humedad	%	-
		Peso específico	Kg/m <sup>3</sup>	-
		Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	-
		Absorción	%	-
	Cemento	Relación agua/cemento	-	-

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnica

##### 3.6.1.1. Investigación

Mediante la recolección de información proporcionada podremos desarrollar y elaborar nuestro tema de investigación.

##### 3.6.1.2. Experimental

Al hacer la manipulación de las variables de estudio para los diversos ensayos se logrará verificar o descartar nuestra hipótesis planteada.

#### 3.6.2. Fuentes

- Norma Técnica Peruana (NTP)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American Concrete Institute (ACI)

#### 3.6.3. Instrumentos de recolección de datos

##### 3.6.3.1. Programas de cómputo

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel

### 3.6.3.2. Ensayos de materiales

#### 3.6.3.2.1. Ensayo de Granulometría de los agregados

##### **Definición**

El método de granulometría se utiliza para determinar la finura o el diámetro que poseen los granos o unidades de los agregados, los cuales no pueden ser divididos.

El significado o la relevancia de este ensayo data de que dicha granulometría que posea cada agregado determinará si es apto o no para los trabajos de ingeniería a los cuales están destinados y de esta manera poder cumplir un papel más eficiente dependiendo de su función específica.

##### **Serie de tamices:**

En su orden se utilizarán los siguientes tamices:

Agregado grueso:

Tamiz #1", #3/4", #1/2", #3/8", #4, #8, #16 y fondo

Agregado Fino:

Tamiz #3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y fondo

#### 3.6.3.2.2. Ensayo de peso específico de los agregados

##### **Definición**

Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. Respecto al peso específico de agregados con origen natural usualmente se encuentran alrededor de 2,65gr/cm<sup>3</sup> a comparación de los agregados pesados, donde alcanzan en 4,25 gr/cm<sup>3</sup>.

##### **Materiales**

- Agregados
- Taras
- Balanza analítica y mecánica
- Horno
- Franela

- Canastilla

#### 3.6.3.2.3. Grado de Absorción de los agregados

##### **Definición**

Es aquel que se expresa en porcentaje y necesario en una mezcla de concreto; se obtiene sumergiendo el material en agua por un periodo de 24 horas permitiendo controlar la cantidad de agua necesaria para la elaboración de concreto.

#### 3.6.3.2.4. Ensayo de peso unitario volumétrico suelto de los agregados

##### **Materiales**

- Balanza
- Bandeja
- Brocha
- Moldes de compactación con diámetro 4" o 6"
- Agregados

#### 3.6.3.2.5. Ensayo de peso unitario volumétrico compactado de los agregados

##### **Definición**

Consiste en alcanzar un determinado volumen unitario y que varía de acuerdo al tamaño de su granulometría. Este ensayo consiste en llenar el depósito en 3 partes, las cuales serán compactadas por una varilla punta de bala.

##### **Materiales**

- Varilla de 5/8" con puntas redondas
- Moldes de compactación con diámetro 4" o 6"
- Agregados

### 3.6.3.2.6. Contenido de Humedad de los agregados

#### **Definición**

Como se sabe, el contenido de agua de una mezcla influye en la resistencia y otras propiedades del concreto. En consecuencia, es necesario controlar el contenido de agua. Si los agregados están saturados y superficialmente secos no pueden absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla; sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, sea agregando o restando un porcentaje adicional al dosaje de agua especificado, a fin de que el contenido de agua resulte el correcto.

#### **Materiales**

- Balanza
- Horno de secado
- Recipientes
- Agregados

### 3.6.3.2.7. Ensayo para determinar el asentamiento

#### **Definición**

Este ensayo se realiza al concreto fresco para determinar su consistencia o fluidez. El cono de asentamiento slump (cono de Abrams) es una prueba sencilla, fácil de hacer y relativamente de bajo costo. Si se realiza correctamente, constituye un medio adecuado para controlar la uniformidad de las mezclas.

#### **Materiales**

- Bandeja
- Varilla lisa compactadora de 16mm de diámetro aprox.
- Wincha
- Como de Abrams
- Martillo cabeza de goma
-

### 3.6.3.2.8. Ensayo para determinar el tiempo de fraguado

#### **Definición**

Este ensayo se basa en la norma ASTM C 403, el cuál determina el tiempo de fraguado en el concreto fresco con un asentamiento mayor de cero por medio de la resistencia a la penetración en el mortero tamizado de la mezcla de concreto.

#### **Materiales**

- Penetrómetro (aparato de aplicación de carga)
- Agujas de penetración (con áreas de contacto: 1", ½", 1/10", 1/20", 1/40")
- Contenedor para los especímenes, con diámetro de 150 mm y altura no menor de 90 mm
- Tamiz N°4
- Varilla apisonadora
- Pipeta

### 3.6.3.2.9. Ensayo de compresión a muestras cilíndricas de concreto

#### **Definición**

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo.

#### **Materiales**

- Agregado grueso
- Agregado fino
- Agua
- Mazo cabeza de goma
- Varilla lisa punta bala
- Molde metálico cilíndrico
- Trompo mezclador

#### 3.6.3.2.10. Ensayo de flexión del concreto con cargas a los tercios

##### **Definición**

Este ensayo se realiza a través del ensayo de vigas de concreto no reforzadas para medir su resistencia. Se expresa en Mpa-Kgf/cm<sup>2</sup> debiendo presentar un módulo de rotura por el orden del 10% al 20% del f<sup>c</sup>.

##### **Materiales**

- Agregados
- Cemento
- Vigas de 15cm x 15 x 55 cm
- Máquina de ensayo que debe aplicar una fuerza

#### 3.6.3.2.11. Ensayo de durabilidad de concreto

##### **Definición**

Este ensayo permite conocer la variabilidad de longitud causada por sumergir la barra de concreto en agua con adición de sulfuro de sodio; debe cumplir con los límites establecidos en la ASTM C1012.

##### **Materiales**

- Solución de sulfato de Sodio
- Vigas de concreto de sección 50 x 50 x 285mm
- Tornillos de acero inoxidable
- Máquina- comparador de longitud

### 3.7.Procedimientos

#### 3.7.1. Elección de los agregados

Esta investigación inició la parte experimental a partir de la elección de los agregados; el estudio de canteras realizado por Chavarry, 2018 nos brinda la información sobre las canteras más conocidas de la región Lambayeque, las cuales son la cantera Talambo, Tres Tomas y La Victoria, concluyendo que la cantera La Victoria presenta una mejor calidad en el módulo de finura para la arena gruesa y la cantera Tres Tomas una mejor calidad con respecto a la piedra chancada de ½” [9]; por tal motivo esta investigación se basará en esta elección de agregados y con ello se da comienzo al desarrollo experimental del proyecto.

*Tabla 21 Comparación de ensayos de agregados finos*

Ensayos normalizados	CANTERAS		
	TALAMBO	TRES TOMAS	LA VICTORIA
Módulo de Fineza	2.199	2.873	<b>2.929</b>
Peso Específico	2.682	2.588	2.509
Absorción	1.8	2.19	2.14
Porosidad	4.83	5.66	5.38
Sales totales	0.01	0.01	0.01
Humedad natural	0.68	1.19	0.50
Peso unit. Compactado	1907	1763	1640
Peso unit. Suelto	1684	1577	1419

*Fuente: Chavarry, 2018*

*Tabla 22 Comparación de ensayos de agregados gruesos*

Ensayos normalizados	CANTERAS	
	TALAMBO	TRES TOMAS
Módulo de Fineza	6.62	<b>7.71</b>
Peso Específico	2.692	2.71
Absorción	1.92	1.05
Porosidad	3.3	2.84
Sales totales	0.01	0.01
Humedad natural	0.13	0.19
Peso unit. Compactado	1529	1521
Peso unit. Suelto	1420	1400
Material pasante malla n° 200	0.1	0.1

*Fuente: Chavarry, 2018*

### 3.7.2. Ensayo de los agregados

#### 3.7.2.1. Granulometría de los agregados

##### Procedimiento

Primero, se realizó el método del cuarteo, el cual consiste en verter la muestra en forma cónica tratando que todo el material, tanto como piedras pequeñas y grandes, queden uniformemente repartidas; luego se procede a seleccionar la muestra deseada, siendo ésta la más representativa. Se procede a pesar la muestra representativa por lo menos 5000 gr para el agregado grueso y 500 gr para el agregado fino (esto dependerá del tamaño máximo nominal de cada uno).

La muestra seleccionada, es decir la más representativa, se deja secar a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , y luego pasa por una serie de tamices o mallas dependiendo del tipo de agregado y de manera descendente. En el caso del agregado fino se pasa por los tamices #3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y en el caso del agregado grueso por los tamices #1", #3/4", #1/2", #3/8", #4, #8, #16; se debe tomar en cuenta que ninguna partícula de los agregados debe ser forzada a pasar por los tamices respectivos, esta debe pasar por si sola agitando reiteradas veces el tamiz hasta que estas pasen o sean retenidas en él.

La cantidad de muestra retenida en cada uno de los tamices se cuantifica en la balanza obteniendo de esta manera el peso retenido, para luego llenar la tabla respectiva, realizar los debidos cálculos y graficar la curva granulométrica correspondiente para cada tipo de agregado.

*Imagen 5 Curva Granulométrica del agregado grueso*



*Fuente: Tecnología de los materiales, 2015*

Imagen 6 Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Tecnología de los materiales, 2015

Imagen 7 Ensayo de granulometría



Fuente: Galería propia, 2019

### 3.7.2.2. Peso específico de los agregados

#### Procedimiento

Para el agregado grueso

- Se sumerge la muestra por un periodo de 24 horas.
- Se extrae la muestra y se procede a secarla superficialmente
- Se coloca la muestra en la canastilla de alambre y se determina su peso sumergido en agua a una temperatura entre 21°C y 25°C.
- Colocamos la muestra en el horno a una temperatura de 105°C durante 24 horas. Se deja enfriar y se procede a pesar.

$$P_e = \frac{P \text{ muestra seca (gr)}}{P \text{ saturada superficialmente seca (gr)} - P \text{ sumergida en agua (gr)}}$$

*Imagen 8 Preso de la canastilla en el ensayo de peso específico del agregado grueso*



*Fuente: Galería propia, 2019*

Para el agregado fino

- Se procedió a seleccionar una muestra con un peso de 500gr que haya pasado la malla o el tamiz # 4
- Se pesa el recipiente donde se va a verter, en este caso una fiola.
- Se eliminan las burbujas agitando la fiola.
- Se deja reposar por un periodo de 24 h.
- Se pesa la fiola más el peso del agua (hasta la marca de calibración de la arena).
- Se verte todo el contenido en una tara y se coloca al horno por un periodo de 24h
- Se pesa la muestra seca

$$Pe = \frac{A}{S - B}$$

**Siendo:**

Pe= Contenido Específico de la masa (gr/cm<sup>3</sup>)

A= masa de la muestra seca en el horno (gr)

B= masa del agua (gr)

S= Volumen del frasco (gr)

*Imagen 9 Muestra seca al horno para ensayo de peso específico del agregado fino*



*Fuente: Galería propia, 2019*

### 3.7.2.3. Grado de absorción de los agregados

#### Procedimiento

Para el agregado fino

Este ensayo es una continuación del ensayo de peso específico, donde:

- Se eligió 500 gr de agregado, el cual se colocó en una fiola y se procede a verter agua hasta el límite indicado.
- Se procedió verterlo en una tara y colocarlo al horno por un periodo de 24 h
- Se pesa la muestra y se desarrollan los cálculos correspondientes.

$$\% \text{ absorción} = \frac{PMSS - W_o}{W_o} \times 100$$

Siendo para el agregado Fino:

W<sub>o</sub>= Peso de muestra seca en Horno

P<sub>ss</sub>= Peso de muestra saturada con superficie seca

Para el agregado grueso

- Se sumerge una cierta cantidad de agregado en agua, aproximadamente 3kg, por un periodo de 24 h.
- Se extrae la muestra y se deja secar superficialmente, por un corto tiempo.
- Se pesa una cierta cantidad de agregado y se coloca a horno durante 24 horas
- Se pesa la muestra seca al horno y se desarrolla los cálculos correspondientes.

$$\% \text{ absorción} = \frac{P_{ss} - P}{P} \times 100$$

#### 3.7.2.4. Contenido de Humedad

##### Procedimiento

- En primer lugar, se pesa una muestra de 500 g de arena y 5kg de piedra en su estado natural (Ph)
- Después lo vamos a colocar en una tara, para colocarlo en el horno de temperatura  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, para obtener un peso constante (Ps)
- Determinar el contenido de humedad utilizando la formula.

$$P = \frac{\text{Masa inicial}(gr) - \text{Masa seca}(gr)}{\text{Masa Seca}(gr)} \times 100$$

#### 3.7.2.5. Peso unitario suelto de los agregados

##### Procedimiento

- Pesamos el molde estándar cuando está vacío.
- Luego determinamos el volumen de recipiente
- Procedemos a llenar el recipiente con el agregado hasta el borde y con la varilla nivelamos, hasta que quede plano.
- Pesar la muestra 3 veces para sacar un promedio.
- Se procede a calcular.

$$P. U. S. S = \frac{P. U. S. H.}{1 + \% \text{ Absorción}}$$

*Imagen 10 Peso unitario suelto seco*



*Fuente: Galería propia, 2019*

### 3.7.2.6. Peso unitario compacto de los agregados

#### Procedimiento

- Determinar el volumen del recipiente.
- Echar el material sobre el recipiente en tres capas iguales, cada capa debe ser compactada con la varilla con 25 golpes, sin que altere la capa anterior.
- En la última capa colocar una proporción más, para que la compactación alcance el nivel del recipiente. Enrazar la superficie superior.
- Pesar el recipiente y obtener el peso del material.
- 

$$P. U. C. S = \frac{P. U. S. H.}{1 + \% \text{ Absorción}}$$

Siendo:

PUSS= Peso unitario compactado seco

PUSH= Peso unitario suelto húmedo

*Imagen 11 Peso unitario compactado seco*



*Fuente: Galería propia, 2019*

### 3.7.3. Elaboración del diseño de mezcla

El diseño de mezcla se basa en el comité 211 del ACI (American Concrete Institute) en donde nos brinda los determinados pasos y las respectivas tablas para desarrollar el método, estos pasos son:

**Paso 1:** Se determina la resistencia a la compresión para la cual se va a diseñar, en este caso se elaborarán probetas con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Paso 2:** Se determina una resistencia requerida, esta se calcula mediante dos opciones las cuales son si se dispone de registros de ensayos anteriores para conocer la desviación estándar y cuando no se conoce la desviación estándar por no tener ensayos anteriores.

En este caso se opta por elegir la opción dos debido a que no se conoce la desviación estándar.

*Tabla 23 Cálculo de la resistencia requerida cuando no se conoce la desviación estándar*

Resistencia Especificada $F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Requerida $F'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )
$F'c < 210$	$F'cr = F'c + 70$
$210 \leq F'c \leq 350$	$F'cr = F'c + 84$
$F'c \geq 350$	$F'cr = F'c + 98$ $F'cr = 1.10 F'c + 50$

*Fuente: Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI*

**Paso 3:** Se selecciona el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el cual se determina en el ensayo de granulometría.

**Paso 4:** Se determina el asentamiento de los agregados dependiendo del tipo de estructura para obtener una trabajabilidad adecuada.

*Tabla 24 Asentamientos recomendados para estructuras*

*Tabla 24 Asentamientos recomendados para estructuras*

Tipo de Estructura	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y estructuradas	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Fuente: Tabla elaborada por el comité 211 del ACI*

**Paso 5:** Se determina el contenido de aire atrapado dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

*Tabla 25 Contenido de aire atrapado*

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3,0%
1/2"	2,5%
3/4"	2,0%
1"	1,5%
1 1/2"	1,0%
2"	0,5%
3"	0,3%
6"	0,2%

*Fuente: Tabla elaborada por el comité 211 del ACI*

**Paso 6:** Se determina el contenido de agua

*Tabla 26 Volumen de agua por m<sup>3</sup> (en lts)*

Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concretos sin aire incorporado</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	.....
<b>Concretos con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	.....

*Fuente: Tabla elaborada por el comité 211 del ACI*

**Paso 7:** Se determina la relación de agua / cemento dependiendo de la resistencia a la compresión requerida hallada anteriormente; si el valor no se encuentra en la tabla correspondiente es necesario interpolar.

*Tabla 27 Relación agua/cemento*

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

*Fuente: Tabla elaborada por el comité 211 del ACI*

**Paso 8:** Se determina el peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino. En este punto también se debe interpolar en caso de no encontrar el valor en la tabla correspondiente.

*Tabla 28 Peso de agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño Nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
3/8"	0,50	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

*Fuente: Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI*

**Paso 9:** Se calcula los volúmenes absolutos; una vez conocidos los pesos del agregado grueso, cemento y agua se procede a calcular la sumatoria de los volúmenes.

**Paso 10:** Determinamos el contenido de agregado fino, primero se determina su volumen absoluto con la diferencia de la unidad y la sumatoria de los volúmenes absolutos calculados anteriormente, luego se determina el peso del agregado.

**Paso 11:** Se realiza la corrección por humedad de los agregados con el objetivo de poder obtener los valores a ser utilizados en obra.

**Paso 12:** Se calcula la dosificación en peso que se empleará para la elaboración de las probetas patrón, la cual nos indicará si nuestro diseño de mezcla cumple con la resistencia a la compresión.

*Imagen 12 Elaboración de probetas patrón*



*Fuente: Galería propia, 2019*

### 3.7.4. Extracción del efluente de la PTAR Lambayeque

Una vez verificado el diseño de mezcla con las probetas patrón se procede a la extracción del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, 5 tanques de 90 litros cada uno, para la elaboración de las probetas y vigas que nos brindarán la información adecuada para verificar o descartar la hipótesis planteada.

*Imagen 13 Extracción del efluente- PTAR Lambayeque*



**Fuente: Galería Propia**

### 3.7.5. Aplicación del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12

Una vez almacenado el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR Lambayeque) se procede aplicar el bioquímico DAC-1 con porcentajes de 35%, 70% y 100% en 3 diferentes tanques y la cantidad de reactivo ART-12 será el 10% del bioquímico DAC-1; se deja reposar por un periodo de 2 horas.

*Imagen 14 Almacenamiento del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12*



**Fuente: Galería Propia**

### 3.7.6. Ensayo de Asentamiento en la mezcla de concreto

#### Procedimiento

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida; seguidamente se vierte una capa de concreto, hasta  $1/3$  del volumen del tronco. Se apisona con la varilla con 25 golpes.
- Enseguida se coloca otras dos capas con el mismo procedimiento a  $1/3$  del volumen y consolidando de manera que la barra penetre hasta la capa inferior.
- La tercera capa debe llenarse en exceso, para luego enrasar en término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde se levanta lenta y cuidadosamente en forma vertical.

### 3.7.7. Ensayo de temperatura en la mezcla de concreto

#### Procedimiento

- Introducir el termómetro de manera que quede cubierto al menos 7.5 cm
- Dejar el termómetro por lo menos 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice.
- Leer la temperatura y anotarla.

*Imagen 15 Temperatura del concreto en estado fresco*



**Fuente: Galería Propia**

### 3.7.8. Ensayo de peso unitario en la mezcla de concreto fresco

#### Procedimiento

- Se procede a llenar en tres capas, cada capa con 25 golpes con la varilla y 15 golpes con el mazo de goma en las partes laterales
- Una vez llenado todo el molde, enrasarlo y pesar

$$P.U = \frac{P_t - P_r}{V_r}$$

*Imagen 16 Peso unitario del concreto en estado fresco*



*Fuente: Galería Propia*

### 3.7.9. Ensayo de Tiempo de Fraguado

#### Procedimiento

- Se elabora la mezcla de concreto a utilizar y se anota la hora exacta en que el cemento y el agua hacen contacto.
- La mezcla se tamiza a través de la malla N° 4 hasta llenar el molde que se utilizará para el ensayo.
- Se deja reposar la mezcla de 3 o 4 horas
- Se realizan penetraciones a la mezcla a través del penetrómetro con diversas cargas hasta obtener un valor igual o exceda de 4000psi.

$$\text{Resistencia a la penetración (PSI)} = \frac{\text{Fuerza aplicada (lb)}}{\text{Área de la aguja (pulg}^2\text{)}}$$

*Imagen 17 Ensayo de tiempo de fraguado*



*Fuente: Galería Propia*

### 3.7.10. Proceso de curado

Una vez culminado el proceso de vaciado para las probetas y vigas que servirán de muestra de estudio en nuestro proyecto, pasado 24 horas para el proceso de fraguado, se procede a desencofrar y posterior a ello empieza la etapa de curado con el objetivo de poder mantener el contenido de humedad, a una temperatura favorable del concreto, durante la hidratación de los materiales cementantes.

Para este proceso se utilizaron 5 tipos de agua, cada una de ellas contenía las probetas y vigas elaboradas con el mismo tipo de agua; esto se hizo debido a que el concreto al

perder una cierta cantidad de agua, durante su hidratación, debe ser recuperada para evitar la desecación y por tal motivo, debe poseer condiciones similares al agua de mezcla utilizada en elaboración de la mezcla con el fin de no alterar sus propiedades.

*Imagen 18 Curado de muestras cilíndricas de concreto*



*Fuente: Galería Propia*

### 3.7.11. Ensayo de concreto endurecido

Como se describió anteriormente, se utilizará 5 tipos de agua diferente, las cuales son: agua potable, 100% agua residual tratada (efluente) y con aplicación, en el agua residual tratada, del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1.

#### 3.7.11.1. Ensayo de compresión en probetas cilíndricas de concreto

##### Procedimiento

- Mediante un trompo realizamos la mezcla con los materiales correspondientes (agregado fino y grueso, cemento y agua).
- Se comienza al pasar con un paño húmedo de petróleo en el interior del molde, cuyo fin es que el concreto al secar no se adhiera a este.
- Se vierte el concreto y por medio de una varilla lisa se da 25 chuseadas, después con un mazo se golpea 15- 16 veces esto se golpea en la parte exterior
- Pasada las 24 horas es retirado del molde y pasa a una segunda fase, se retira antes de 6 horas que vamos a hacer el ensayo a la resistencia de compresión.

$$F'c = \frac{P (Kg)}{A (cm^2)}$$

**F'c** = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

**P**= Carga máxima alcanzada (Kg)

**A**= Área de la sección recta de la probeta (cm<sup>2</sup>)

*Imagen 19 Ensayo de compresión- probetas de concreto*



*Fuente: Galería Propia*

### 3.7.11.2. Ensayo de flexión en vigas de concreto

#### Procedimiento

- Se debe voltear la viga sobre un lado con respecto a la posición del moldeado.
- Se centra en los bloques de apoyo, estos a su vez deben estar concentrados respecto a la fuerza aplicada.
- Los bloques de aplicación de carga se ponen en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios entre los apoyos.
- Se procede aplicar la carga a una velocidad uniforme

Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro el módulo de ruptura

$$R = (PxL)/bxd^2$$

Donde:

**R**= Módulo de rotura, en Mpa

**P**= Carga máxima de rotura aplicada por la máquina de ensayo, en N

**L**= distancia entre apoyos, en mm

**b**= Ancho promedio del espécimen, en mm

**d**= Es el peralte promedio del espécimen, en mm

Si la fractura se presenta fuera del tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud

$$R = (3Pa)/bxd^2$$

Donde:

**a**= Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano (mm) suspensión

Si la ruptura ocurre fuera del tercio medio del claro en más del 5% se desecha el resultado de la prueba.

*Imagen 20 Ensayo de Flexión- Vigas de concreto*



**Fuente: Galería Propia**

### 3.7.11.3. Segregación en el concreto endurecido

#### Procedimiento

- El procedimiento que se aplicará para verificar si existe segregación en el concreto es por medio de la percepción visual.
- Después de realizar el ensayo de compresión, se procede a verificar la existencia de segregación, es decir, se observará si se presenta separación entre los componentes de la mezcla de concreto.

*Imagen 21 Percepción visual para el análisis de segregación en el concreto*



*Fuente: Galería Propia*

### 3.7.11.4. Ensayo de durabilidad en vigas de concreto

#### Procedimiento

Para el agua donde se sumergirá las barras de concreto

- La preparación de la solución contiene 50 gr de sulfato de sodio disueltos en 900 ml de agua. Esto debe realizarse un día antes de su uso, se cubre y se almacena a  $23 \pm 20^{\circ}\text{C}$ .
- Se determina el pH de la solución antes de su uso, se rechazará si los resultados quedan fuera del rango de 6 a 8.

Para las barras de concreto

- Se utilizará la máquina comparador de longitud, la cual posee una barra de referencia para calibración, se tomará nota del resultado antes de las mediciones.
- Las vigas deberán contener un tornillo de acero inoxidable con el objetivo de medir las pequeñas variaciones que se produzcan.
- Se sumergirán las vigas en agua potable y después de los 7 días de curado se sumergirán en las soluciones de sulfato de sodio, se elaborarán 3 muestras para poder considerar un promedio.
- Se medirá la longitud inicial y final de los especímenes elaborados dependiendo del número de semanas.
- Se calibrará el medidor de longitud con la barra de referencia (propia de la maquina) y después de ello, se medirá la longitud inicial y final de los especímenes elaborados dependiendo del número de semanas.
- La susceptibilidad al ataque de los sulfatos, se aprecia a través de las variaciones de longitud en un periodo de 15 semanas.

*Imagen 22 Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos*



***Fuente: Galería Propia***

## 3.7.12. Matriz de consistencia

Tabla 29 Matriz de Consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.</p>	<p>¿De qué manera influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con de aguas residuales tratadas adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Analizar la influencia de la utilización de aguas residuales tratadas adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 en la elaboración de un concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Verificar que la calidad del agua residual tratada proveniente de la planta de tratamiento Lambayeque cumpla con los límites máximos permisibles establecidos.</p> <p>b) Analizar los resultados de las propiedades físicas de un concreto elaborado con agua potable, con aguas residuales tratadas y con aguas residuales tratadas adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 con una medida del 35%, 70% y 100% respecto a la cantidad de agua residual tratada que se empleará.</p> <p>c) Analizar los resultados de las propiedades mecánicas de un concreto, elaborado con agua potable, con aguas residuales tratadas y con aguas residuales tratadas adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 con una medida del 35%, 70% y 100% respecto a la cantidad de agua residual tratada que se empleará.</p> <p>d) Determinar qué porcentaje (35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 presenta una mayor eficiencia para las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p>La utilización de aguas residuales tratadas con adición del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 influye de manera significativa en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Aguas Residuales Tratadas con adición de bioquímico DAC-1 y</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>→ Análisis físicoquímicos → Análisis Bacteriológico → Bioquímico DAC-1 → Reactivo ART-12</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del Concreto</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>→ Concreto Fresco → Concreto Endurecido</p> <p><b>VARIABLE INTERVINIENTE</b></p> <p>Componentes del Concreto</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>→ Arena → Cemento</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>• De acuerdo al fin que se persigue: Es una investigación aplicada</p> <p>• De acuerdo a los datos analizados: Es una investigación cuantitativa</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>Esta investigación tendrá un diseño experimental en la demostración de la hipótesis</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Mi objeto de estudio es la mezcla de concreto</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>Mi muestra es la mezcla de concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b>MUESTREO</b></p> <p>El número de muestras totales son 135, entre las cuales 90 son probetas cilíndricas y 45 son vigas de concreto</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019

### **3.8.Consideraciones éticas**

Este trabajo de investigación seguirá los lineamientos éticos básico de honestidad, objetividad con respeto de los derechos de terceros. Para dar inicio del presente trabajo se solicitaron los permisos con el gerente de operaciones de la empresa EPSEL SA, siempre informando el propósito y el beneficio que se espera de la investigación. Al obtener el permiso se tomaron muestras de la PTAR de Lambayeque, y se recopilará la información brindada por la empresa EPSEL SA.

Se elaboraron probetas representativas de concreto con insumos provenientes de la zona, Lambayeque, las cuales nos servirán para la evaluación de las propiedades físicas del concreto elaborado con aguas residuales tratadas con adición del bioquímico y su reactivo. Para que los resultados sean eficientes, se optó por realizar diversas muestras y así poder obtener un resultado promedio.

## IV. Resultados

### 4.1. Ensayo de los materiales

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a los procedimientos especificados en el punto 3.7, los resultados obtenidos para cada tipo de ensayo son:

#### 4.1.1. Granulometría de los agregados

*Tabla 30 Granulometría para el Agregado fino y agregado grueso*

PARA EL AGREGADO GRUESO					PARA EL AGREGADO FINO				
Muestra : <i>Cantera Tres Tomas- Chancadora Granda</i>					Muestra : <i>Cantera La Victoria-Pátapo</i>				
Peso Hum : <i>5000</i>					Peso Hum : <i>500</i>				
Peso Secc : <i>4988</i>					Peso Secc : <i>494.32</i>				
Modulo de Fineza: <i>2.729</i>					Cont. Hum : <i>1.15</i>				
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa	Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
2"	0.0	0.0	0.0	100.0	3/8"	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	Nº4	15.0	3.0	3.0	97.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	Nº8	46.7	9.4	12.5	87.5
3/4"	154.3	3.1	3.1	96.9	Nº16	99.8	20.2	32.7	67.3
1/2"	3197.3	64.1	67.2	32.8	Nº30	104.5	21.1	53.8	46.2
3/8"	1232.0	24.7	91.9	8.1	Nº50	118.6	24.0	77.8	22.2
Nº4	389.1	7.8	99.7	0.3	Nº100	75.6	15.3	93.1	6.9
Nº8	4.0	0.1	99.8	0.2	FONDO	34.1	6.9	100.0	0.0
Nº16	0.5	0.0	99.8	0.2					
FONDO	11	0.2	100.0	0.0					
T.M.N.: <i>3/4"</i>									

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Los resultados obtenidos:

El agregado fino y el agregado grueso, extraídos de la cantera La Victoria, Pátapo, y cantera Tres Tomas, respectivamente, cumplen con los requisitos granulométricos otorgados por ITINTEC 400.037 visualizado en el punto 11.3-anexo N°25 y N°26. Se determinó el tamaño máximo nominal del agregado grueso, siendo ¾", y el módulo de finura del agregado fino, siendo 2.729; estos serán necesarios para la elaboración del diseño de mezcla.

#### 4.1.2. Peso específico y absorción de los agregados

*Tabla 31 Peso específico y absorción del agregado fino*

AGREGADO FINO				Promedio	
A - PESO ESPECÍFICO DE LA ARENA	7/(8-4)	g/cm <sup>3</sup>	2.569	2.569	2.569
B - PESO ESPECÍFICO DE LA MASA S.S.S.	7/(7-4)	g/cm <sup>3</sup>	2.592	2.593	2.593
C - PESO ESPECÍFICO APARENTE	7/((8-4)-(8-7))	g/cm <sup>3</sup>	2.631	2.632	2.631
D - PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	((1-7)/7)*100	%	0.92	0.92	0.92

*Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)*

Tabla 32 Peso específico y absorción del agregado grueso

<b>AGREGADO GRUESO</b>				<i>Promedio</i>	
A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	1/(2-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.658	2.675	<b>2.667</b>
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S	2/(2-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.680	2.688	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	1/(1-5)	g/cm <sup>3</sup>	2.716	2.709	2.713
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	$((2-1)/1)*100$	%	0.80	0.47	<b>0.64</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

Los resultados obtenidos:

El agregado fino tuvo un peso específico de 2.569 gr/cm<sup>3</sup> con una absorción de 0.92% y el agregado grueso 2.667gr/cm<sup>3</sup> con una absorción de 0.64%.

#### 4.1.3. Peso unitario suelto seco de los agregados

Tabla 33 Peso unitario suelto seco del agregado fino y agregado grueso

<b>AGREGADO FINO</b>			<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>SUELTO</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>SUELTO</b>		
- Peso de la muestra húmeda	3660	3664	- Peso de la muestra húmeda	7982	7972
- Volumen del molde		0.005301	- Volumen del molde		0.0054
- Peso unitario suelto húmedo		1634	- Peso unitario suelto húmedo		1465
- PESO UNIT. SUELTO SECO		<b>1615</b>	- PESO UNIT. SUELTO SECO		<b>1461</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

Los resultados obtenidos:

El peso unitario suelto seco para el agregado fino es 1615 kg/m<sup>3</sup> y para el agregado grueso es 1461 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.4. Peso unitario compactado seco de los agregados

Tabla 34 Peso unitario compactado seco para el agregado fino y agregado grueso

<b>AGREGADO FINO</b>			<b>AGREGADO GRUESO</b>		
<b>COMPACTADO</b>			<b>COMPACTADO</b>		
- Peso de la muestra húmeda	10004	10014	- Peso de la muestra húmeda	8346	8336
- Volumen del molde		0.005301	- Volumen del molde		0.00544
- Peso unitario suelto húmedo		1888	- Peso unitario suelto húmedo		1532
- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		<b>1867</b>	- PESO UNIT. COMPACTADO SECO		<b>1528</b>

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

Los resultados obtenidos:

El peso unitario compactado seco para el agregado fino es 1867 kg/m<sup>3</sup> y para el agregado grueso 1528 kg/m<sup>3</sup>.

## 4.1.5. Contenido de Humedad de los agregados

Tabla 35 Contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso

AGREGADO FINO			AGREGADO GRUESO		
1.- Peso de la muestr. húmeda	500	500	1.- Peso de la muestr. húmeda	5000	5000
2.- Peso de la muestra seca	494.32	494.32	2.- Peso de la muestra seca	4986	4984
3.- Cont. Humedad	1.15	1.15	3.- Cont. Humedad	0.28	0.32
4.- Promedio		1.15	4.- Promedio		0.30

Fuente: Elaboración propia, 2019

Los resultados obtenidos:

El contenido de humedad para el agregado fino es 1.15% y para el agregado grueso 0.30%.

## 4.2. Diseño de Mezcla

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de los agregados, se procedió a realizar el diseño de mezcla inicial, dando como resultado:

Tabla 36 Diseño de mezcla inicial

PASO 12: “Condiciones Húmedas”

Cemento:	368.705	Kg -->	8.675	Bolsas
Agua:	206.530	litros --->	23.8063	Litros/bolsa
Agregado Grueso:	965.528	Kg		
Agregado Fino:	766.73	Kg		

PASO 13: “Dosificación en Peso”

C	:	AF	:	AG	:	AGUA	
368.705		766.73		965.528		23.806	litros/bolsa
368.705		368.705		368.705			

1	2.08	2.62	23.806	litros/bolsa
---	------	------	--------	--------------

Fuente: Elaboración propia, 2019

Al tener el diseño de mezcla inicial se debe verificar que cumpla la resistencia para la cual está diseñada, por tal motivo se realizaron probetas patrón (5) ensayadas a las 7, 14, y 22 días, obteniendo como resultados:

Tabla 37 Muestras patrón para diseño de mezcla inicial

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Espécimen
01	Diseño Inicial	10/4/2019	17/4/2019	193	210	91.9 %	7
02	Diseño Inicial	10/4/2019	17/4/2019	179	210	85.3 %	7
03	Diseño Inicial	10/4/2019	24/4/2019	218	210	104.0 %	14
04	Diseño Inicial	10/4/2019	24/4/2019	225	210	106.9 %	14
05	Diseño Inicial	10/4/2019	2/5/2019	241	210	114.6 %	22

Fuente: Elaboración propia, 2019

- A los 7 días obtuvimos una resistencia promedio de 186 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 88.57% no cumpliendo con lo estipulado debido a que el rango de variabilidad es entre el 65% y 75%.
- A los 14 días obtuvimos una resistencia promedio de 221.5 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 105.5% no cumpliendo con lo estipulado debido a que el rango de variabilidad es entre el 80% y 90%.
- Se realizó el ensayo a los 22 días sólo para una probeta debido a que el diseño nos brindaba resultados muy alejados a los rangos de variabilidad permitidos; se obtuvo como resultado una resistencia de 241 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 114.6% no cumpliendo debido a que el rango de variabilidad es entre el 95% y 100%.

Se realizó una corrección por slump en el diseño de mezcla, puesto que no se obtuvo la trabajabilidad para la cual fue diseñada inicialmente. Se obtuvo:

Tabla 38 Diseño de mezcla final

<u>PASO 12: "Condiciones Húmedas"</u>				
Cemento:	391.547	Kg -->	9.213	Bolsas
Agua:	219.348	litros --->	23.8089	Litros/bolsa
Agregado Grueso	965.528	Kg		
Agregado Fino:	714.59	Kg		

<u>PASO 13: "Dosificación en Peso"</u>							
C	:	AF	:	AG	:	AGUA	
391.547		714.59		965.528		23.809	litros/bolsa
391.547		391.547		391.547			

<b>1</b>	<b>1.83</b>	<b>2.466</b>	<b>23.809</b>	<b>litros/bolsa</b>
----------	-------------	--------------	---------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia, 2019

Al tener el nuevo diseño de mezcla se volvió a verificar la resistencia a la compresión por medio de probetas patrón (3) los resultados son:

*Tabla 39 Muestras patrón para diseño de mezcla final*

Muestra Nº	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f' C Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f' C Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Especimen
01	Diseño Final	24/4/2019	27/4/2019	114	210	54.4 %	3
02	Diseño Final	24/4/2019	1/5/2019	170	210	80.8 %	7
03	Diseño Final	24/4/2019	22/5/2019	249	210	118.4 %	28

***Fuente: Elaboración propia, 2019***

- A los 3 días obtuvimos una resistencia de 114 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 54.4% cumpliendo con lo estipulado debido a que el rango de variabilidad es entre el 40% y 55%.
- A los 7 días obtuvimos una resistencia de 170 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 80.8% no cumpliendo con lo estipulado debido a que el rango de variabilidad es entre el 65% y 75%.
- A los 28 días obtuvimos una resistencia de 249 kg/cm<sup>2</sup> siendo un 118.4% no cumpliendo con lo estipulado debido a que el rango de variabilidad es entre el 110% y 115%.

Se eligió este diseño de mezcla debido a que la resistencia no está alejada de los rangos de variabilidad y también a que se pudo obtener la trabajabilidad adecuada en la elaboración de las mezclas.

### 4.3. Análisis fisicoquímico y bacteriológico a las aguas residuales tratadas

#### ❖ Efluente de la PTAR Lambayeque

Tabla 40 Análisis del efluente de la PTAR Lambayeque

AGUA RESIDUAL		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	7.23
CLORUROS	mg/L	828.65
SULFATOS	mg/L	564.23
ALCALINIDAD	mg/L	192
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1452
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	945
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	507
DBO5	mg/L	45.1007
DQO	mg/L	82.6244
ACEITES Y GRASAS	mg/L	21.24
NITRITOS	mg/L	0.1145
NITRATOS	mg/L	0.5712
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	3*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	43*10 <sup>3</sup>

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019

#### ❖ Efluente de la PTAR Lambayeque + 35% Bioquímico DAC-1

Tabla 41 Análisis de agua residual tratada con adición del 35% de DAC-1 y 10% de ART-12

AGUA RESIDUAL - DAC 35%		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	7.59
CLORUROS	mg/L	802.37
SULFATOS	mg/L	555.625
ALCALINIDAD	mg/L	178
SOLIDOS TOTALES	mg/L	719
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	643
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	76
DBO5	mg/L	41.8791
DQO	mg/L	76.7226
ACEITES Y GRASAS	mg/L	18.56
NITRITOS	mg/L	0.08623
NITRATOS	mg/L	0.522
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	26*10 <sup>3</sup>

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019

## ❖ Efluente de la PTAR Lambayeque + 70% Bioquímico DAC-1

Tabla 42 Análisis de agua residual tratada con adición del 70% de DAC-1 y 10% de ART-12

AGUA RESIDUAL - DAC 70%		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	8.03
CLORUROS	mg/L	798.65
SULFATOS	mg/L	517.5
ALCALINIDAD	mg/L	147
SOLIDOS TOTALES	mg/L	702
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	630
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	72
DBO5	mg/L	32.2147
DQO	mg/L	59.0174
ACEITES Y GRASAS	mg/L	15.23
NITRITOS	mg/L	0.066
NITRATOS	mg/L	0.4752
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	1.6*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	18*10 <sup>3</sup>

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019

## ❖ Efluente de la PTAR Lambayeque+ 100% Bioquímico DAC-1

Tabla 43 Análisis de agua residual tratada con adición del 100% de DAC-1 y 10% de ART-12

AGUA RESIDUAL - DAC 100%		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	8.06
CLORUROS	mg/L	802.37
SULFATOS	mg/L	560
ALCALINIDAD	mg/L	80
SOLIDOS TOTALES	mg/L	690
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	603
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	87
DBO5	mg/L	25.7718
DQO	mg/L	47.2139
ACEITES Y GRASAS	mg/L	14.11
NITRITOS	mg/L	0.062
NITRATOS	mg/L	0.433
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	1.3*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	16*10 <sup>3</sup>

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019

#### 4.4. Análisis del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12

##### ❖ Componentes del bioquímico DAC-1

*Tabla 44 Análisis del bioquímico DAC-1*

DAC - 1		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
ASPECTO	-	LIQUIDO
COLOR	-	TRANSPARENTE
OLOR	-	INOLORA
T° DE EBULLICIÓN	°C	NR
T° DE FUSIÓN	°C	NR
T° DE INFLAMACIÓN	°C	>100
T° DE AUTOIGNICIÓN	°C	>200
DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	1,010
pH	-	6,0
SOLUBILIDAD EN AGUA	-	COMPLETAMENTE MISCIBLE
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C	Pa	NR

*Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019*

##### ❖ Componentes del reactivo ART-12

*Tabla 45 Análisis del reactivo ART-12*

ART - 12		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
ESTADO FÍSICO A 20°C	-	LIQUIDO
ASPECTO	-	VISCOSO
COLOR	-	AMARILLO CANELA
OLOR	-	INOLORA
°T DE EBULLICION A PRESION ATMOSFÉRICA	°C	100
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C	Pa	2350
PRESIÓN DE VAPOR A 50°C	Pa	12381
DENSIDAD A 20°C	kg/m <sup>3</sup>	1,217
pH	-	9,51

*Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019*

#### 4.5. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

##### ❖ *Periodo de 7 días*

*Tabla 46 Resultados de ensayo “Resistencia la compresión” - 7 días*

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Especimen	Tipo de Falla
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/08/2019	11/08/2019	134	210	64 %	7	V
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/08/2019	11/08/2019	146	210	70 %	7	II
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/08/2019	11/08/2019	131	210	62 %	7	V
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/08/2019	11/08/2019	187	210	89 %	7	I
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/08/2019	11/08/2019	201	210	96 %	7	I
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/08/2019	11/08/2019	188	210	90 %	7	V
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/08/2019	11/08/2019	210	210	100 %	7	V
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/08/2019	11/08/2019	236	210	112 %	7	II
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/08/2019	11/08/2019	230	210	110 %	7	I
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/08/2019	11/08/2019	181	210	86 %	7	V
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/08/2019	11/08/2019	146	210	69 %	7	V
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/08/2019	11/08/2019	196	210	93 %	7	V
13	AGUA POTABLE	04/08/2019	11/08/2019	145	210	69 %	7	II
14	AGUA POTABLE	04/08/2019	11/08/2019	144	210	69 %	7	II
15	AGUA POTABLE	04/08/2019	11/08/2019	141	210	67 %	7	I

***Fuente: Elaboración propia, 2019***

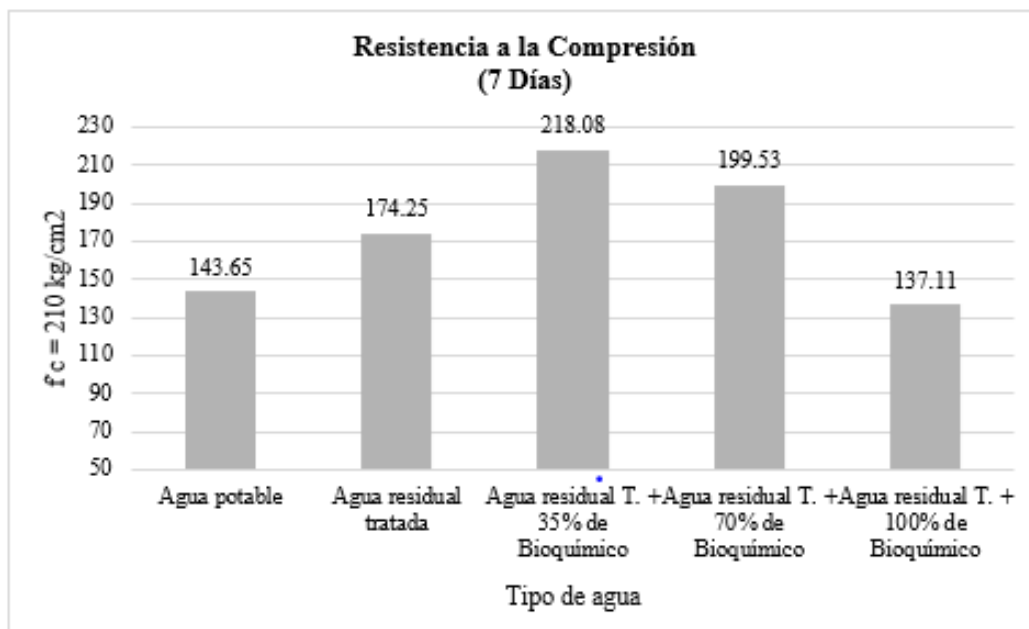
A los 7 días los resultados obtenidos son:

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua potable es 143.65 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 68% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con residual tratada (efluente de la PTAR) es 174.25kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 83% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 225.34 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 107% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del

bioquímico DAC-1) es de 192.28 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 92% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 137.11 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 65% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

*Gráfico 2 Resistencia a la compresión- 7 días*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

❖ *Periodo de 28 días*

Tabla 47 Resultados de ensayo “Resistencia a la compresión” - 28 días

Muestra Nº	Denominación del vaciado	Fecha de	Fecha de	fC Obtenido	fC Diseño	%	Antigüedad del Especimen	Tipo de Falla
		Vaciado	Ensayo	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>			
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/08/2019	291	210	139 %	28	I
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/08/2019	311	210	148 %	28	I
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/08/2019	291	210	139 %	28	I
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/08/2019	265	210	126 %	28	II
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/08/2019	254	210	121 %	28	V
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/08/2019	249	210	119 %	28	IV
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/08/2019	283	210	135 %	28	II
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/08/2019	280	210	133 %	28	II
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/08/2019	251	210	119 %	28	IV
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/08/2019	248	210	118 %	28	I
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/08/2019	249	210	118 %	28	I
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/08/2019	265	210	126 %	28	I
13	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/08/2019	235	210	112 %	28	II
14	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/08/2019	228	210	109 %	28	II
15	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/08/2019	231	210	110 %	28	I

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

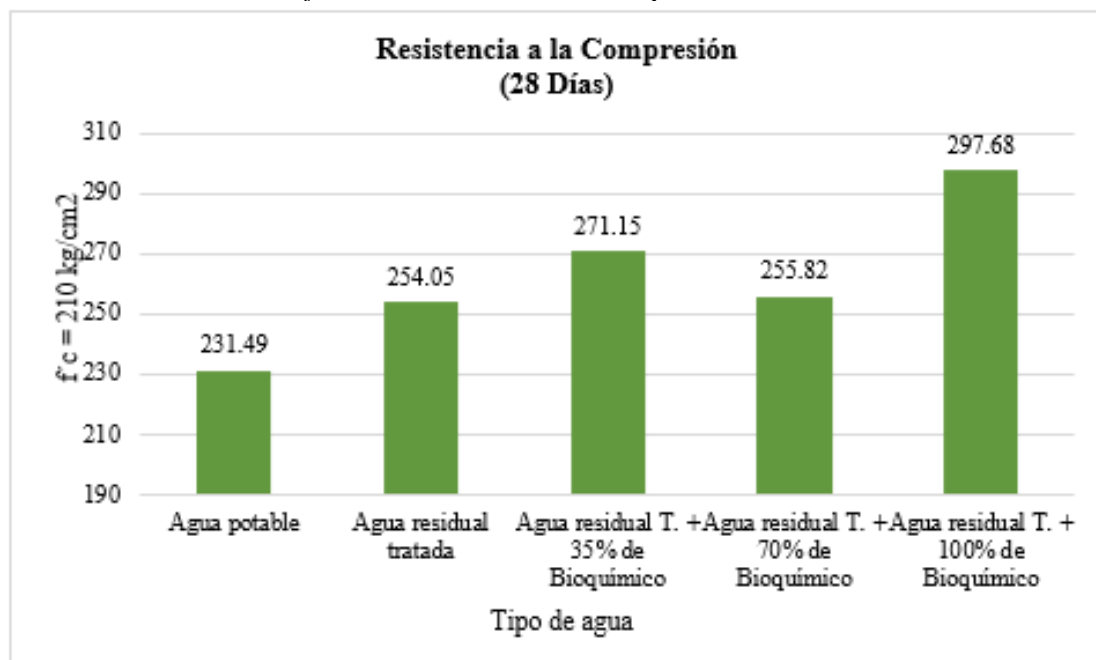
A los 28 días los resultados obtenidos son:

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua potable es 231.49kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 110.2% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con residual tratada (efluente de la PTAR) es 248.05kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 120.98% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 271.15kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 129.12% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del

bioquímico DAC-1) es de 255.82kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 121.82% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 297.68 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 141.75% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

*Gráfico 3 Resistencia a la compresión, 28 días*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

❖ *Periodo de 90 días*

Tabla 48 Resultados de ensayo “Resistencia a la compresión” - 90 días

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f <sub>c</sub> Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Especimen	Tipo de Falla
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	257	210	122 %	90	II
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	255	210	122 %	90	II
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	254	210	121 %	90	II
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	295	210	140 %	90	IV
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	284	210	135 %	90	II
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	288	210	137 %	90	III
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	317	210	151 %	90	II
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	315	210	150 %	90	III
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	313	210	149 %	90	III
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	284	210	135 %	90	II
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	281	210	134 %	90	II
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	286	210	136 %	90	II
13	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	248	210	118 %	90	V
14	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	242	210	115 %	90	V
15	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	242	210	115 %	90	V

**Fuente: Elaboración propia, 2019**

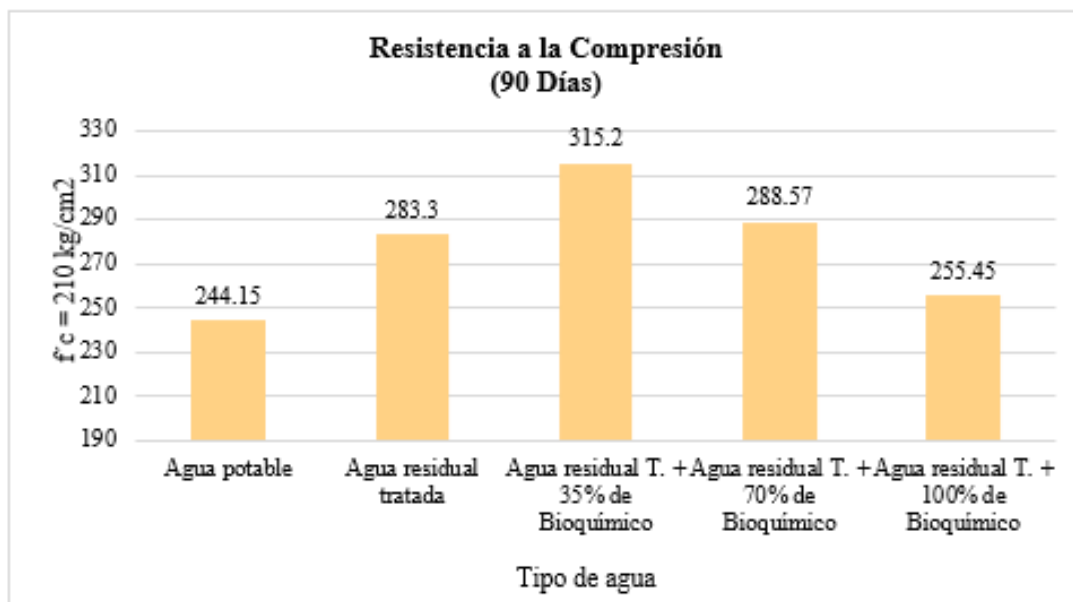
A los 90 días los resultados obtenidos son:

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua potable es 244.15kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 116% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con residual tratada (efluente de la PTAR) es 283.30kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 135% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 315.20kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 150% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del

bioquímico DAC-1) es de 288.57kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 137% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

- ❖ La resistencia promedio de las probetas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 255.45kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un 122% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

*Gráfico 4 Resistencia a la compresión, 90 días*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.6. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

❖ *A los de 28 días*

*Tabla 49 Resultados de ensayo “Resistencia a la flexión” - 28 días*

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga Kgf	f'c Diseño kg/cm2	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura Kg/cm2	% con respecto al F'c
01	Agua Potable 1	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
02	Agua Potable 2	07/05/2019	04/06/2019	2253.4	210	28	31	15%
03	Agua Potable 3	07/05/2019	04/06/2019	2241.5	210	28	31	15%
04	Agua residual tratada 1	07/05/2019	04/06/2019	2910.7	210	28	40	19%
05	Agua residual tratada 2	07/05/2019	04/06/2019	2860.8	210	28	39	19%
06	Agua residual tratada 3	07/05/2019	04/06/2019	2860.8	210	28	39	19%
07	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
08	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	2321.6	210	28	32	15%
09	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 3	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
10	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	1981	210	28	27	13%
11	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	2507.1	210	28	34	16%
12	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 3	07/05/2019	04/06/2019	2200.9	210	28	30	14%
13	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	2161.5	210	28	29	14%
14	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	1931.3	210	28	26	13%
15	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 4	07/05/2019	04/06/2019	2161.3	210	28	29	14%

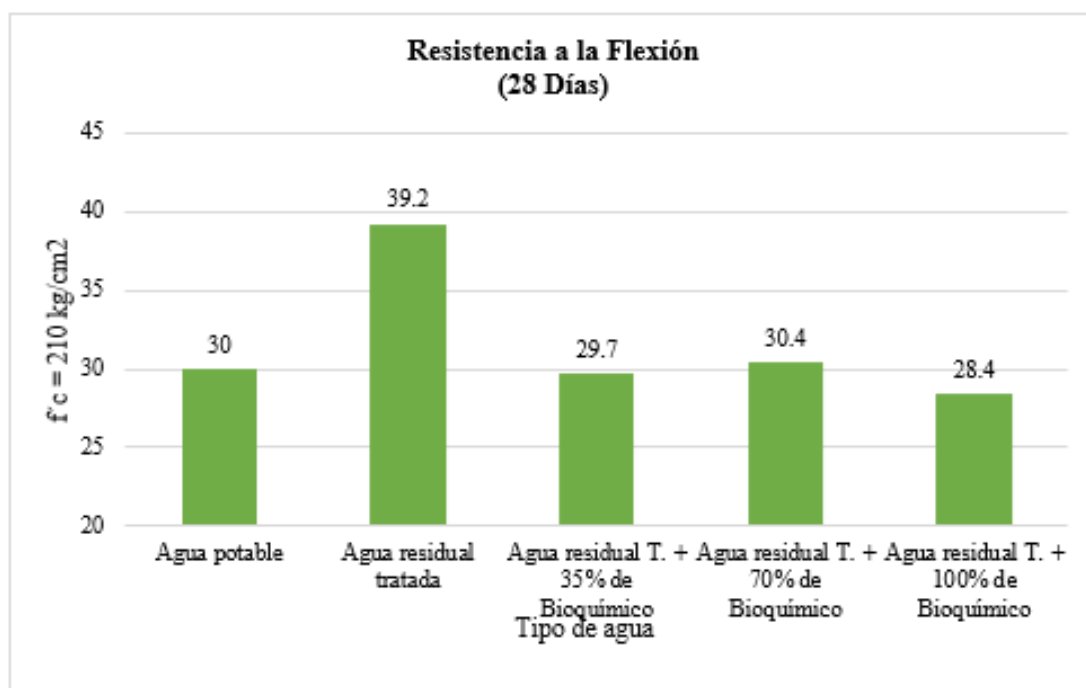
*Fuente: Elaboración propia, 2019*

A los 28 días los resultados obtenidos son:

- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua potable es 28.4 kg/cm2 equivalente a un 13.5% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm2).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con residual tratada (efluente de la PTAR) es 30.4 kg/cm2 equivalente a un 14.5% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm2).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 29.7 kg/cm2 equivalente a un 14.1% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm2).

- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 39.2 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 18.7% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 30 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 14.3% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

*Gráfico 5 Resistencia a la flexión, 28 días*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

❖ *A los de 90 días*

Tabla 50 Resultados de ensayo “Resistencia a la flexión” - 90 días

Muestra Nº	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga Kgf	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Antigüedad del Especimen	Módulo de Rotura Kg/cm <sup>2</sup>	% con respecto al f'c
01	Agua Potable 1	07/05/2019	04/08/2019	2971.3	210	28	0	0%
02	Agua Potable 2	07/05/2019	04/08/2019	3353.6	210	28	46	22%
03	Agua Potable 3	07/05/2019	04/08/2019	3901.3	210	28	53	25%
04	Agua residual tratada 1	07/05/2019	04/08/2019	3275.8	210	28	45	21%
05	Agua residual tratada 2	07/05/2019	04/08/2019	3128.3	210	28	43	20%
06	Agua residual tratada 3	07/05/2019	04/08/2019	3486.7	210	28	47	22%
07	Agua residual Tratada. +35% de DAC-1 1	07/05/2019	04/08/2019	2903.7	210	28	40	19%
08	Agua residual Tratada. +35% de DAC-1 2	07/05/2019	04/08/2019	2456.9	210	28	33	16%
09	Agua residual Tratada. +35% de DAC-1 3	07/05/2019	04/08/2019	2776.2	210	28	38	18%
10	Agua residual Tratada. +70% de DAC-1 1	07/05/2019	04/08/2019	2935.4	210	28	40	19%
11	Agua residual Tratada. +70% de DAC-1 2	07/05/2019	04/08/2019	2986	210	28	41	19%
12	Agua residual Tratada. +70% de DAC-1 3	07/05/2019	04/08/2019	2827	210	28	39	18%
13	Agua residual Tratada. +100% de DAC-1 1	07/05/2019	04/08/2019	2831.2	210	28	39	18%
14	Agua residual Tratada. +100% de DAC-1 2	07/05/2019	04/08/2019	2830	210	28	39	18%
15	Agua residual Tratada. +100% de DAC-1 4	07/05/2019	04/08/2019	2725.8	210	28	37	18%

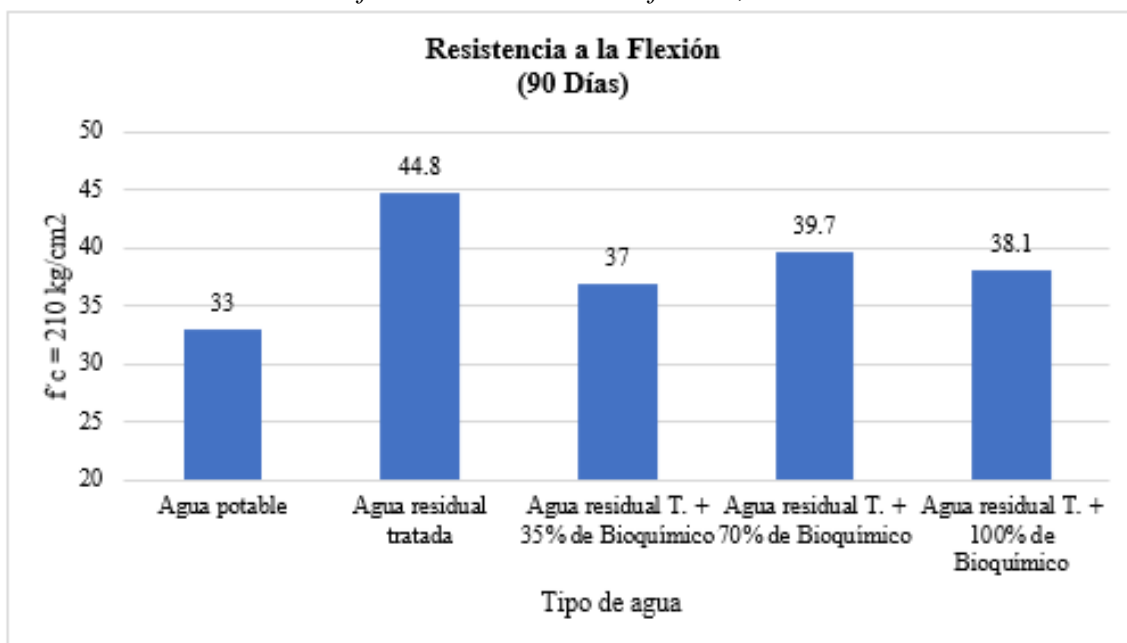
**Fuente: Elaboración propia, 2019**

A los 90 días los resultados obtenidos son:

- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua potable es 38.1 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 18.1% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con residual tratada (efluente de la PTAR) es 39.7 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 18.9% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 37 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 17.6% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 44.8 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 21.4% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- ❖ El módulo de rotura promedio de las vigas elaboradas con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 33 kg/cm<sup>2</sup> equivalente a un 15.7% de la resistencia a la compresión (210 kg/cm<sup>2</sup>).

Gráfico 6 Resistencia a la flexión, 90 días



Fuente: Elaboración propia, 2019

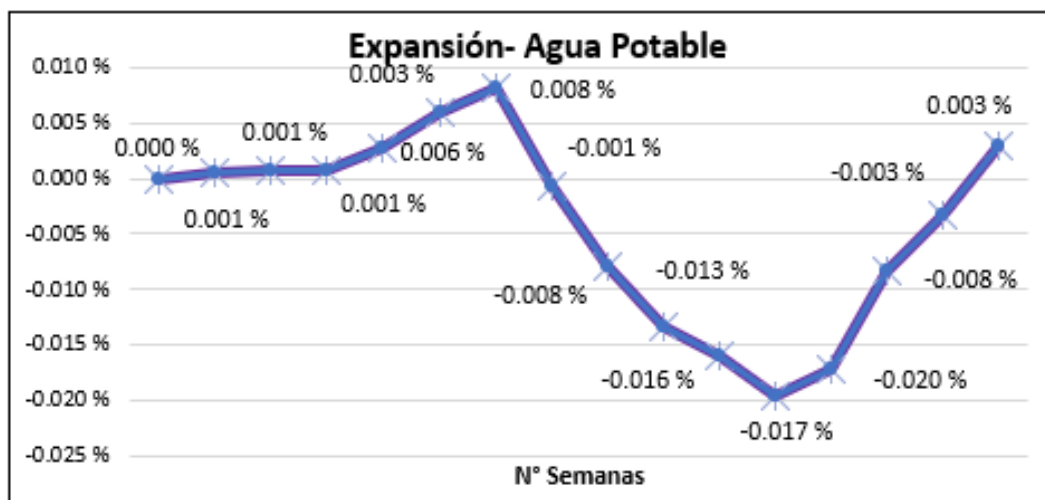
#### 4.7. Segregación en el concreto endurecido

De acuerdo al procedimiento de percepción visual que se aplicó, después del ensayo de resistencia a la compresión, para identificar si el concreto presentó segregación; se identificó que, en los 5 tipos de agua que se utilizaron en la mezcla del concreto, no presenta segregación alguna debido a que, no se percibió una separación entre la pasta y los agregados o entre los agregados gruesos y finos (originados por la acumulación o el descenso por acción de la gravedad).

#### 4.8. Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos

##### ❖ *Concreto elaborado con agua potable*

Gráfico 7 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua potable

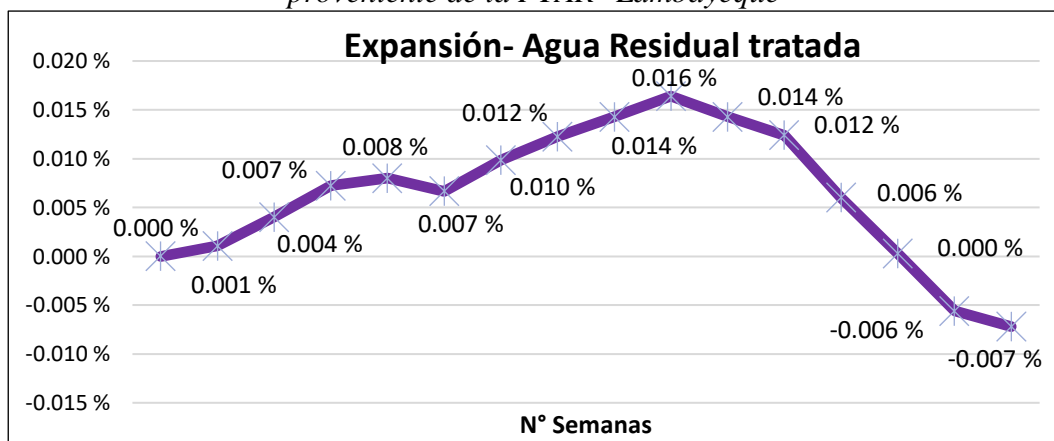


*Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales*

Los resultados obtenidos son:

- ❖ En la semana N°1 se obtuvo una expansión de 0.001%.
  - ❖ En la semana N°6 se obtuvo una mayor expansión de 0.008%.
  - ❖ En la semana N°11 se obtuvo una menor expansión de -0.017%.
  - ❖ En la semana N°15 se obtuvo una expansión de 0.003%.
- ❖ *Concreto elaborado con agua residual tratada, proveniente de la PTAR "Lambayeque".*

Gráfico 8 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la PTAR "Lambayeque"

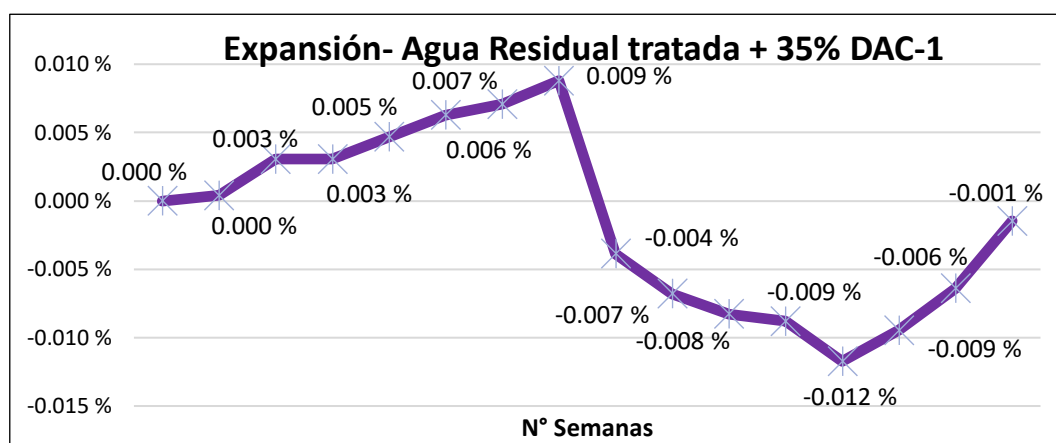


*Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales*

Los resultados obtenidos son:

- ❖ En la semana N°1 se obtuvo una expansión de 0.001%.
  - ❖ En la semana N°9 se obtuvo una mayor expansión de 0.016%.
  - ❖ En la semana N°15 se obtuvo una menor expansión de -0.007%.
- ❖ *Concreto elaborado con agua residual tratada, proveniente de la PTAR “Lambayeque”, con adición 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1).*

Gráfico 9 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12



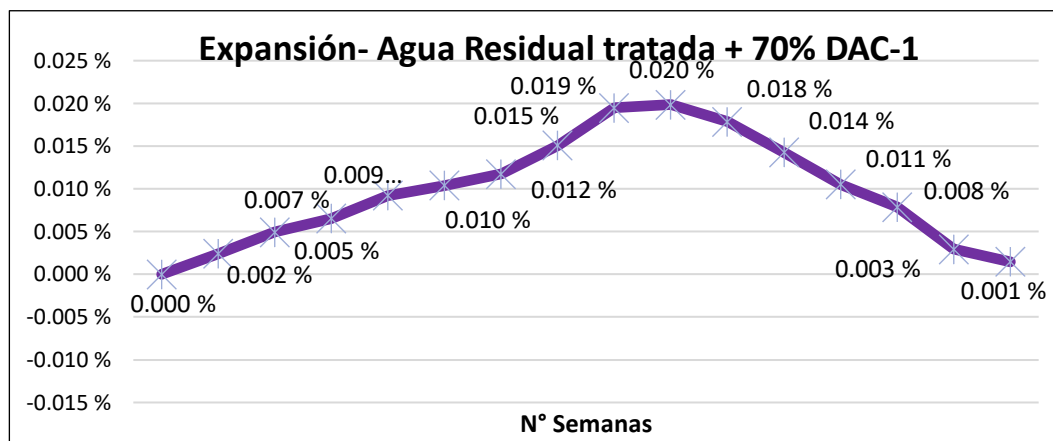
*Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales*

Los resultados obtenidos son:

- ❖ En la semana N°1 se obtuvo una expansión de 0.000%.
- ❖ En la semana N°7 se obtuvo una mayor expansión de 0.009%.
- ❖ En la semana N°12 se obtuvo una menor expansión de -0.012%.
- ❖ En la semana N°15 se obtuvo una menor expansión de -0.001%.

- ❖ **Concreto elaborado con agua residual tratada, proveniente de la PTAR “Lambayeque”, con adición 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1).**

Gráfico 10 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12

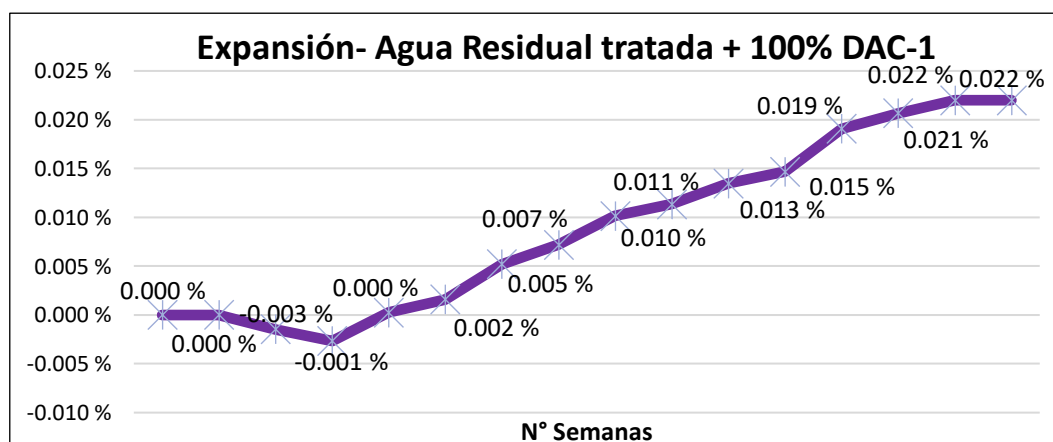


**Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales**

Los resultados obtenidos son:

- ❖ En la semana N°1 se obtuvo una expansión de 0.002%.
  - ❖ En la semana N°9 se obtuvo una mayor expansión de 0.020%.
  - ❖ En la semana N°15 se obtuvo una menor expansión de -0.001%.
- ❖ **Concreto elaborado con agua residual tratada, proveniente de la PTAR “Lambayeque”, con adición 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1)**

Gráfico 11 Resultados de expansión- concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12.



**Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales**

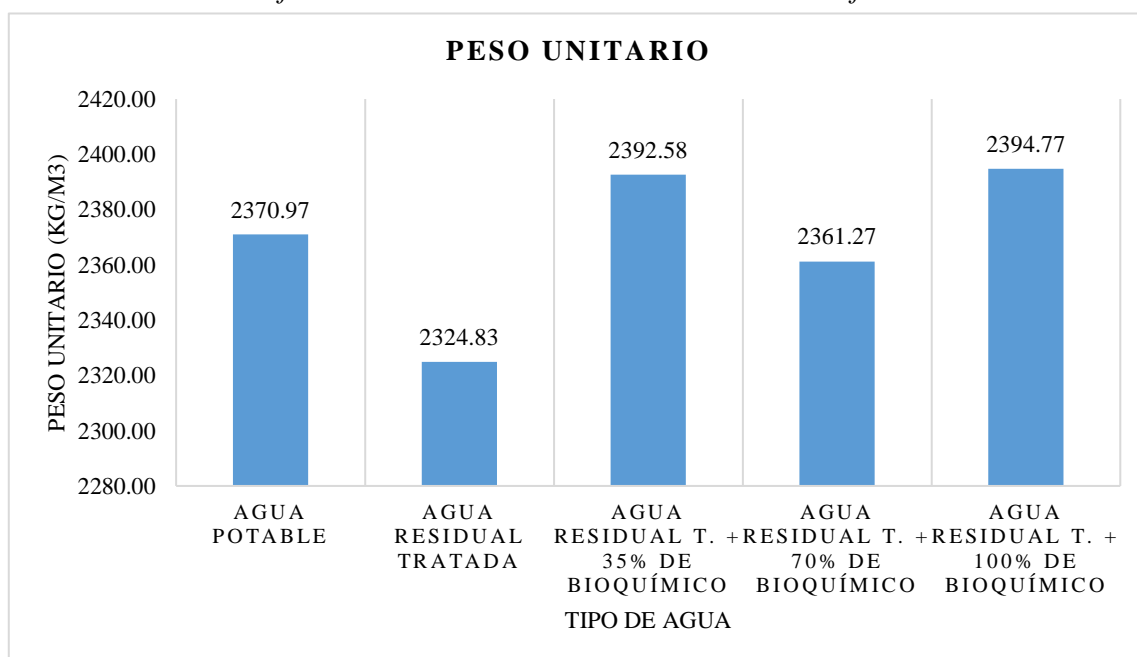
Los resultados obtenidos son:

- ❖ En la semana N°1 se obtuvo una expansión de 0.000%.
- ❖ En la semana N°3 se obtuvo una menor expansión de -0.003%.
- ❖ En la semana N°15 se obtuvo una menor expansión de -0.022%.

#### 4.9. Peso Unitario del concreto fresco

- ❖ El peso unitario de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua potable es de 2370.97 Kg/m<sup>3</sup>.
- ❖ El peso unitario de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con residual tratada (efluente de la PTAR) es de 2324.83 Kg/m<sup>3</sup>.
- ❖ El peso unitario de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2392.58 Kg/m<sup>3</sup>.
- ❖ El peso unitario de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2361.27 Kg/m<sup>3</sup>.
- ❖ El peso unitario de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2394.77Kg/m<sup>3</sup>.

*Gráfico 12 Peso Unitario de concreto en estado fresco*

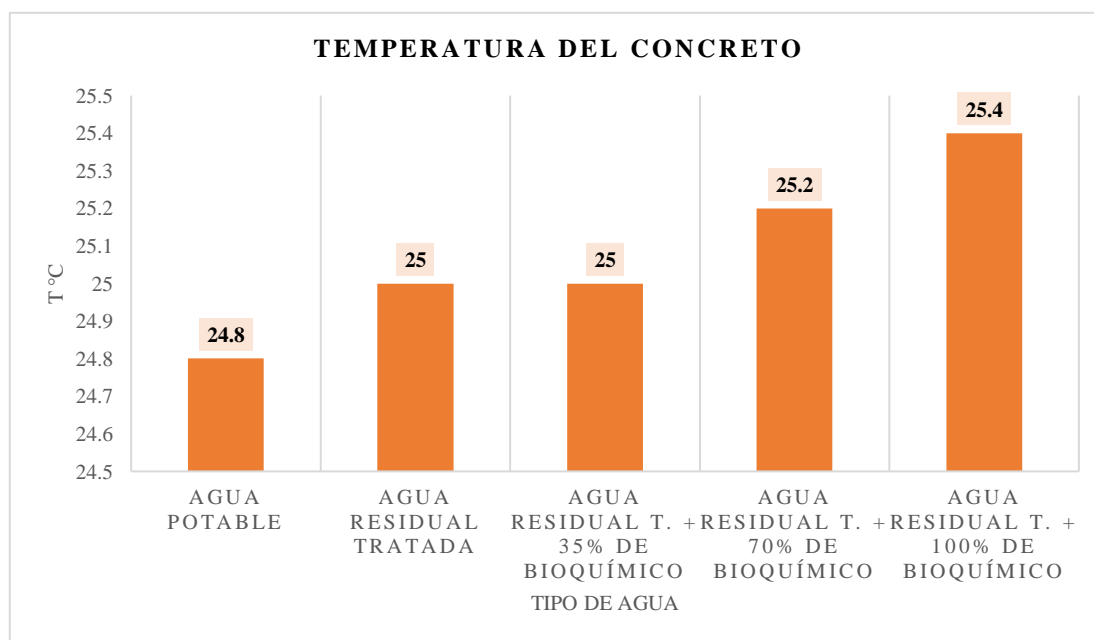


***Fuente: Elaboración propia, 2019***

#### 4.10. Temperatura del concreto fresco

- ❖ La temperatura de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua potable es de 24.8 °C.
- ❖ La temperatura de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con residual tratada (efluente de la PTAR) es de 25 °C.
- ❖ La temperatura de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 25 °C.
- ❖ La temperatura de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 25.2 °C.
- ❖ La temperatura de la muestra de concreto, en estado fresco, elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 25.4 °C.

*Gráfico 13 Temperatura del concreto*

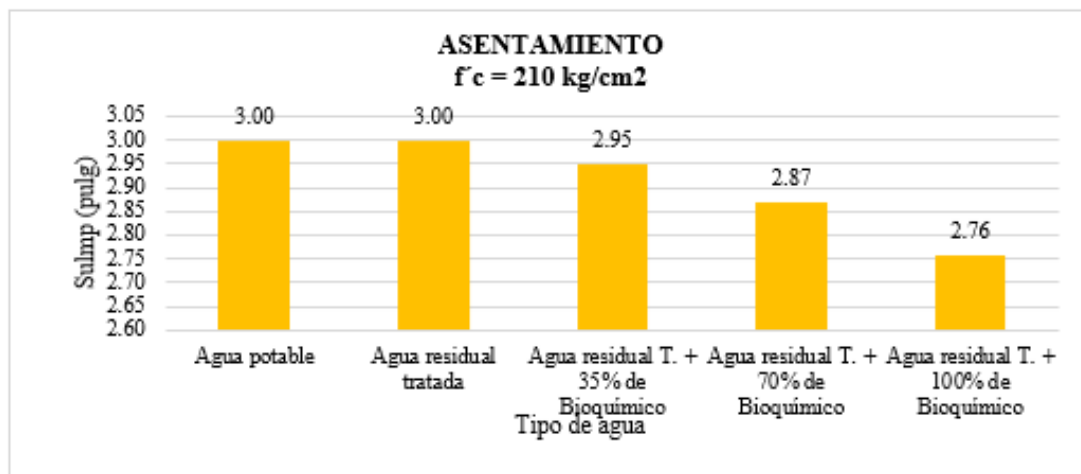


***Fuente: Elaboración propia, 2019***

#### 4.11. Asentamiento del concreto

- ❖ El asentamiento obtenido de la muestra de concreto elaborado con agua potable es 3”.
- ❖ El asentamiento obtenido de la muestra de concreto elaborado con residual tratada (efluente de la PTAR) es de 3”.
- ❖ El asentamiento obtenido de la muestra de concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2.95”.
- ❖ El asentamiento obtenido de la muestra de concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2.87”.
- ❖ El asentamiento obtenido de la muestra de concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 2.76”.

*Gráfico 14 Asentamiento del concreto (Slump)*

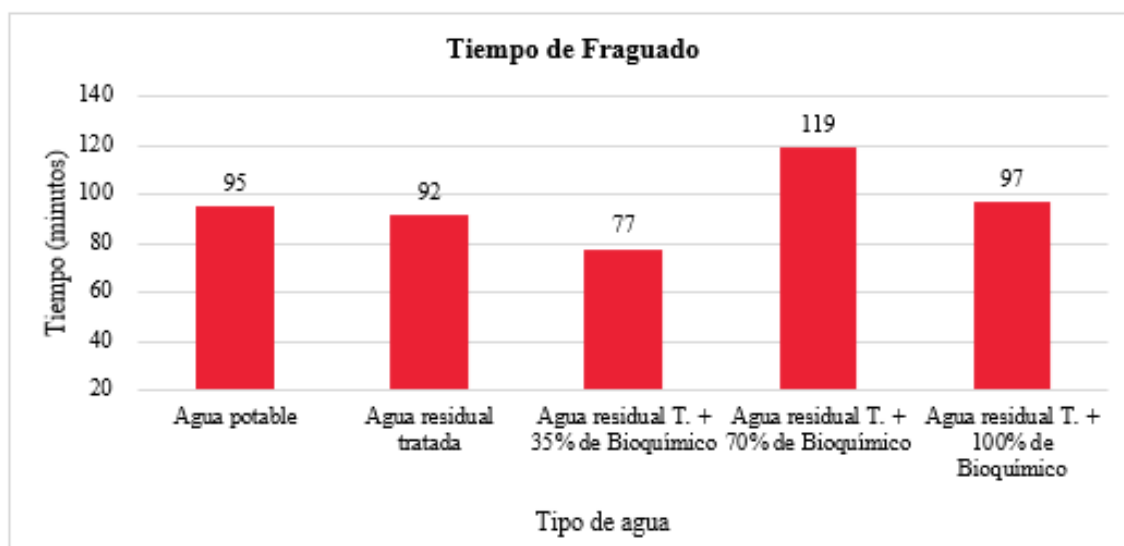


*Fuente: Elaboración propia, 2019*

#### 4.12. Tiempo de fraguado

- ❖ El tiempo de fraguado del espécimen elaborado con agua potable es de 95 minutos, equivalente a 1h 35m.
- ❖ El tiempo de fraguado del espécimen elaborado con agua residual tratada, proveniente de la PTAR “Lambayeque”, es de 92 minutos, equivalente a 1h 32m.
- ❖ El tiempo de fraguado del espécimen elaborado con agua residual tratada adicionando 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 77 minutos, equivalente a 1h 17m.
- ❖ El tiempo de fraguado del espécimen elaborado con agua residual tratada adicionando 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 119 minutos, equivalente a 1h 59m.
- ❖ El tiempo de fraguado del espécimen elaborado con agua residual tratada adicionando 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) es de 97 minutos, equivalente a 1h 37m.

*Gráfico 15 Tiempo de fraguado para los diferentes tipos de agua*



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

## V. Discusión

### 5.1. Ensayo de los materiales

Nuestros resultados de los agregados varían en ciertas cantidades a los realizados por Chavarry en el año 2018, esto se debe a los cambios climáticos ocurridos en los meses de enero, febrero y marzo; ocasionando la alteración de las propiedades almacenadas en una cantera, cabe recalcar que las variaciones ocasionadas no brindan resultados elevados en la mayoría de los ensayos realizados.

Para el caso del agregado fino, se obtuvo un módulo de finura de 2.73 y comparándolo con lo calculado por Chavarry, donde obtuvo un 2.92, la variación es de 0.19; en el caso del peso específico, se obtuvo 2.57 gr/cm<sup>3</sup>, obteniendo Chavarry 2.59 gr/cm<sup>3</sup>, siendo la variación un 0.02 gr/cm<sup>3</sup> y así sucesivamente.

*Tabla 51 Comparación de resultados del agregado fino*

ENSAYOS DE LOS MATERIALES	Laboratorio USAT	Tesis Chavarry	Variación
	Ag. FINO	Ag. FINO	
Módulo de Finura	2.73	2.92	0.19
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.57	2.59	0.02
contenido de humedad (%)	1.15	0.5	0.65
Porcentaje de absorción (%)	0.92	2.14	1.22
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1615	1419	196
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1867	1640	227

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Para el caso del agregado grueso, se obtuvo un peso específico de 2.67 gr/cm<sup>3</sup> y comparándolo con lo calculado por Chavarry, donde obtuvo 2.71 gr/cm<sup>3</sup>, presenta una variación es de 0.04 gr/cm<sup>3</sup>; en el caso del peso unitario compactado seco, se obtuvo un valor de 1528 kg/m<sup>3</sup> y comparando con el resultado de Chavarry, donde obtuvo 1521 kg/m<sup>3</sup>, presenta una variación de 7 kg/m<sup>3</sup> y así sucesivamente.

*Tabla 52 Comparación de resultados del agregado grueso*

ENSAYOS DE LOS MATERIALES	Laboratorio USAT	Tesis Chavarry	Variación
	Ag. GRUESO	Ag. GRUESO	
Módulo de Finura	6.94	7.71	0.77
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.67	2.71	0.04
contenido de humedad (%)	0.3	0.19	0.11
Porcentaje de absorción (%)	0.64	1.05	0.41
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1528	1521	7
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1461	1400	61

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

## 5.2. Diseño de mezcla

Con respecto al diseño de mezcla inicial, las muestras patrón nos brindaron resultados demasiado elevados en la resistencia a la compresión para la cantidad de días y también se obtuvo que el slump del concreto no cumplía con lo diseñado, por tal motivo se realizó una corrección por slump que consiste en el incremento de 2lts/m<sup>3</sup> de agua por cada centímetro (cm) que requiera el slump de nuestro diseño de mezcla; las muestras patrón de este diseño nos brindaron resultados aceptables, con pequeñas cantidades de aumento, debido a que el cemento Pacasmayo Tipo I nos brinda resistencia elevadas en los primeros días y luego se mantiene la resistencia obtenida.

Tabla 53 Comparación de resultados- resistencia a compresión de muestras patrón

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> ) - MUESTRAS PATRÓN			
Nº DÍAS	DISEÑO INICIAL	DISEÑO FINAL (CORRECCIÓN CON SLUMP)	LÍMITE (% F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> )
3 días	-	114 (54.4%)	40% - 55%
7 días	186 (88.57%)	170 (80.8%)	65% - 75%
14 días	221.5 (105.5%)	-	80% - 90%
21 días	241 (114.6%)	-	95% - 100%
28 días	-	249 (118.4%)	110% - 115%

Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño inicial, se observa que los incrementos mencionados varían entre el 13.57% al 15.5% con respecto a los porcentajes límites de acuerdo al *Gráfico 1* establecido por el ACI; se optó por realizar una corrección de slump en el diseño de mezcla obteniendo resultados con incremento entre el 3.4% y 5.8%, considerándose este segundo diseño de mezcla favorable para el desarrollo de la presente investigación.

## 5.3. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de los tipos de agua

Según los análisis realizados a las aguas residuales tratadas (efluente de la PTAR “Lambayeque”) se puede observar que cumple con la mayoría de los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, esto se debe a que la PTAR no cumple un funcionamiento adecuado debido al incremento de volúmenes de aguas residuales que se produce para lo cual no fue diseñada, originando desbordes en las lagunas y afectando a la población cercana a la zona, principalmente invasiones.

Tabla 54 Comparación de análisis de agua del efluente- PTAR Lambayeque

PARÁMETROS	Und	LMP- DECRETO SUPREMO	RESULTADOS OBTENIDOS	DIAGNÓSTICO
Aceites y grasas	mg/L	20	21.24	NO CUMPLE
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10.000	300	CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	45.1007	CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	82.6244	CUMPLE
pH	unidad	6.5-8.5	7.23	CUMPLE
Sólidos Totales en suspensión	mg/L	150	507	NO CUMPLE
Temperatura	°C	<35	21.5	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia, 2019

Basándonos en la información brindada por Vásquez Rojas y otros (2001), donde concluye que la calidad del agua residual tratada sería apta para la elaboración del concreto si se adiciona un componente para la reducción del contenido de grasas; se puede observar que el bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12, según los análisis brindados, reducen considerablemente el contenido de grasas dependiendo de la cantidad que se incorpore, en el caso de la adición 35% de DAC-1 se redujo un 12.6%, para la adición del 70% de DAC-1 se redujo un 28.3% y para la adición del 100% de DAC-1 se redujo un 33.6%; cabe recalcar que en cada adición se incorpora la participación del reactivo ART-12 con un 10% del bioquímico DAC-1.

El bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12, con las cantidades estudiadas de incorporación, no elimina un 100% el contenido de aceites y grasas que se encuentra en el agua de mezcla del concreto.

Tabla 55 Contenido de aceites y grasas de los tipos de agua a utilizar

TIPO DE AGUA	PARÁMETRO		
	Und	ACEITE SY GRASAS	REDUCCIÓN %
Agua residual tratada	mg/L	21.24	0.00 %
Agua residual tratada + 35% de Bioquímico DAC-1	mg/L	18.56	12.6 %
Agua residual tratada + 70% de Bioquímico DAC-1	mg/L	15.23	28.3 %
Agua residual tratada + 100% de Bioquímico DAC-1	mg/L	14.11	33.6 %

Fuente: Elaboración propia, 2019

*Tabla 56 Contenido de potencial de hidrógeno (pH)*

TIPO DE AGUA	PARÁMETRO		
	pH-	RESULTADOS OBTENIDOS	DIAGNÓSTICO
Agua residual tratada	6-8	7.23	CUMPLE
Agua residual tratada + 35% de Bioquímico DAC-1	6-8	7.59	CUMPLE
Agua residual tratada + 70% de Bioquímico DAC-1	6-8	8.03	NO CUMPLE
Agua residual tratada + 100% de Bioquímico DAC-1	6-8	8.06	NO CUMPLE

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Un parámetro importante que debemos tener en cuenta es la concentración de iones de hidrógeno (pH) en el agua de mezcla para elaborar concreto; el resultado del análisis realizado a los 4 tipos agua nos brinda que el 70% y 100% del bioquímico DAC-1 supera el límite permisible establecido por el cuerpo de ingenieros de los EE.UU. para la elaboración del concreto, considerándose un agua alcalina.

El agua alcalina con un pH >9 afecta notablemente la resistencia del concreto [26]; se observa en el análisis realizado que el aumento de pH varía entre 0.03 y 0.06, considerándose cantidades relativamente mínimas; se espera que no presente variaciones considerables en la resistencia a la compresión del concreto.

*Tabla 57 Resultados obtenidos por el análisis realizado a los 4 tipos de agua*

PARÁMETROS	Und	L.M.P. ESTABLECIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS			
			Agua residual tratada	Agua residual tratada + 35% de Bioquímico DAC-1	Agua residual tratada + 70% de Bioquímico DAC-1	Agua residual tratada + 100% de Bioquímico DAC-1
Cloruros	mg/L	1000	828.65	802.37	798.7	802.37
Sulfatos	mg/L	3000	564.23	555.625	517.5	560
Alcalinidad	mg/L	600	192	178	147	80
Sólidos totales	mg/L	50000	1452	719	702	690
Sólidos disueltos	mg/L	2000	945	643	630	603
DBO	mg/L	15	45.1	41.9	32.2	25.8
DQO	mg/L	40	82.6	76.7	59.0	47.2
Nitros	mg/L	10	0.11	0.09	0.07	0.06
Nitratos	mg/L	-	0.57	0.52	0.48	0.43
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	300	200	160	130
Coliformes totales	NMP/100ml	0	43000	26000	18000	16000

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a ley de recursos hídricos, nos menciona que, actualmente, no existen límites permisibles para el agua residual tratada que será reutilizada para el riego u otros tipos de uso; por tal motivo, los límites máximos permisibles mencionados son en base a las normas NTP 339.088 y NTC 3459 donde se refieren a la calidad de agua para la elaboración del concreto [27].

#### ❖ **Cloruros**

De acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NTP 339.088, se observó que los 4 tipos de agua se encuentran dentro del rango permitido; este resultado resulta favorable debido a que, un alto contenido de cloruros, ataca la capa de óxido formada por el acero del concreto y origina la corrosión; cabe resaltar que el número de cloruros presentes en el agua con 100% del bioquímico DAC-1 resulta igual a el número de cloruros del agua con 35% del bioquímico DAC-1.

#### ❖ **Sulfatos**

De acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NTP 339.088, se observó que los 4 tipos de agua se encuentran dentro del rango permitido; un alto contenido de sulfatos afecta genera alteraciones en el tiempo de fraguado del concreto y pérdida de resistencia [26]; cabe resaltar que el número de sulfatos presentes en el agua con 100% del bioquímico DAC-1 resultó mayor en cantidad que el agua con 35% del bioquímico DAC-1.

#### ❖ **Alcalinidad**

De acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NTP 339.088, se observó que los 4 tipos de agua se encuentran dentro del rango permitido. La alcalinidad en el agua depende de la cantidad de carbonatos y bicarbonatos presentes un alto contenido de bicarbonatos acelera el tiempo de fraguado y disminuye la resistencia a la compresión del concreto.

#### ❖ **Sólidos totales**

De acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NTP 339.088, se observó que los 4 tipos de agua se encuentran dentro del rango permitido. Los sólidos totales están comprendidos por sólidos disueltos y sólidos suspendidos; la presente norma no brinda un límite permisible para los sólidos disueltos y sólidos suspendidos.

### ❖ **Sólidos disueltos**

De acuerdo al límite máximo permisible establecido por la NTC 3459, se observó sólo el agua residual tratada, proveniente de la PTAR “Lambayeque, no se encuentra dentro del rango permitido, lo que ocasionará la aparición de eflorescencias y otro tipo de manchas, pérdida de resistencia mecánicas y fenómeno expansivo a largo plazo [26]. Un alto contenido de sólidos disueltos generalmente presenta altos contenidos de cloruro y sulfatos [28].

Los posibles efectos que originaría la adición del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12, en el acero de refuerzo y concreto, con el transcurso del tiempo sería que, debido a que la cantidad de cloruros, sulfatos y alcalinidad se encuentra dentro de lo permisible por la NTP 339.088, el acero de refuerzo no tendría daños por corrosión y, en el concreto, no afectaría su resistencia, además, según los resultados de los ensayos realizados en el punto 5.6 y 5.7, existirá un incremento en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Con respecto a la durabilidad del concreto, se pudo observar, mediante el resultado del ensayo (punto 5.8), que el agua residual tratada con 100% del bioquímico DAC-1 no cumple con el rango máximo de expansión establecido, debido a que, su porcentaje es directamente proporcional al tiempo.

Las normas NTP 339.088 y NTC 3459 no brindan límites máximos permisibles para los parámetros que se mencionarán a continuación, por tal motivo, se optó por considerar los estándares de calidad del agua establecidos por el DS N° 004-2017-MINAM, considerando una categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) debido a que, actualmente, los pobladores de la zona utilizan estas aguas para el riego de sus cultivos siendo así una medida considerable a tomar en cuenta.

### ❖ **Demanda química de oxígeno (DQO) y Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

De acuerdo con los estándares de calidad establecidos por el DS N° 004-2017-MINAM, se observó que ningún tipo de agua cumple con el rango establecido.

### ❖ **Nitritos y Nitratos**

El DS N° 004-2017-MINAM establece el contenido de nitritos, en el cual los 4 tipos de agua cumplen con el rango permitido, sin embargo, no brinda un parámetro para la cantidad de nitratos en el agua. Se han realizado estudios con el nitrito para

reapasivar el acero de refuerzo y restablecer la barrera entre el acero y los cloruros que inician la corrosión, brindando un resultado óptimo [29].

#### ❖ **Coliformes fecales y coliformes totales**

Según el D.S. N°004-2017-MINAM establece el agua no debe contener cantidades de coliformes fecales y totales; los 4 tipos de agua no cumplen con lo establecido.

#### **5.4. Análisis del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12**

Se quería conocer los componentes del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 para poder observar si presenta alguna reacción desfavorable en el concreto, pero lamentablemente estos no fueron brindados por la empresa Bioquímica del Agua S.A.C debido a que el producto tiene poco tiempo en el mercado y está siendo controlado, motivo por el cual realizar un análisis está penado. Cabe mencionar que se realizó una entrevista con el Ing. Guillermo Flores Gavidia, donde nos proporcionó el bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 para la elaboración del proyecto.

Se pudo confirmar que, mediante el análisis de agua realizado a los 4 tipos de agua, la participación del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 resulta favorable en la reducción de contaminantes (grasas, aceites, sólidos fecales, etc.) contenidas en el agua residual tratada, brindando un beneficio en las propiedades mecánicas del concreto.

#### **5.5. Ensayos de tiempo de fraguado**

Basándose en la información de Dieguez P. (2011), donde concluye que la pasta de cemento elaborada con el agua residual tratada, proveniente de la PTAR “El chorrillo”, presenta una lentitud en el tiempo de fraguado; esta información difiere con los resultados obtenidos de la pasta elaborada con el agua residual tratada de la PTAR “Lambayeque”, esto se debe a que no cumple con los límites máximos permisibles establecidos para el agua efluente.

El contenido de sulfatos y alcalinidad presentes en el agua de mezcla para la elaboración del concreto generan variaciones en el tiempo de fraguado; como se observa el agua residual tratada y el agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presentan una aceleración en el tiempo de fraguado; caso contrario sucede para las aguas residuales tratadas con mayor adición del

bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12, presentan un retardo considerable en el tiempo de fraguado; esto sería beneficioso para épocas con elevadas temperaturas.

Es preciso recalcar que, el agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un aumento en el contenido de sulfatos por lo que, el tiempo de fraguado resulta semejante a la muestra patrón.

*Tabla 58 Tiempo de fraguado para los 5 tipos de agua utilizados en el concreto*

TIEMPO DE FRAGUADO (min)	Resultados obtenidos	Resultados de Muestra patrón	DIAGNÓSTICO
Agua residual tratada	92 min	95 min	Acelera
Agua residual T. + 35% de Bioquímico DAC-1	77 min		Acelera
Agua residual T. + 70% de Bioquímico DAC-1	119 min		Retarda
Agua residual T. + 100% de Bioquímico DAC-1	97 min		Retarda

*Fuente: Elaboración propia*

## 5.6. Ensayos de resistencia a la compresión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se confirma la conclusión obtenida por Vásquez Rojas (2001) y Dieguez P. (2011), donde nos dice que el concreto elaborado con agua residual tratada aumenta en un 10% o 40% la resistencia a la compresión; la investigación del concreto elaborado con aguas residuales tratadas de la PTAR “Lambayeque” presenta, a los 7, 28y 90 días, un incremento del 21.3%, 9.27% y 16% respectivamente.

Dado los resultados se contradice la conclusión a la cual llegó Ponce Guardado (2015), donde nos dice que un concreto elaborado con agua residual tratada posee características semejantes a un concreto elaborado con agua potable, debido a que el rango de variabilidad no es mínimo.

*Tabla 59 Resultados finales de resistencia a la compresión para los diferentes tipos de agua*

DÍAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
	7		28		90	
Muestra Patrón	143.65 kg/cm <sup>2</sup>		231.49 kg/cm <sup>2</sup>		244.15 kg/cm <sup>2</sup>	
TIPO DE AGUA	Resisten.	Incremento	Resisten.	Incremento	Resisten.	Incremento
Agua residual tratada	174.25	21.3 %	254.05	9.7 %	283.3	16 %
Agua residual T. + 35% de Bioquímico DAC-1	225.34	56.9 %	271.15	17.1 %	315.2	29.1 %
Agua residual T. + 70% de Bioquímico DAC-1	192.28	33.9 %	255.82	10.5 %	288.57	18.2 %
Agua residual T. + 100% de Bioquímico DAC-1	137.11	-4.6 %	297.68	28.6 %	255.45	4.6 %

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede observar, los 3 porcentajes de adición del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presentan incrementos de resistencia a la compresión, sin embargo, nos podemos dar cuenta que el porcentaje del 100% presenta una mayor resistencia a los 28 días, pero disminuye su resistencia a los 90 días. Esta variación se presenta debido a que la cantidad de cloruros, sulfatos y sólidos suspendidos aumenta, según el análisis de agua realizado.

### 5.7. Ensayos resistencia a la flexión

La NTP 339.078 establece que el módulo de rotura obtenido debe variar entre el 10 y 20% de la resistencia a compresión para la cual fue diseñado; el único resultado que no está dentro de los parámetros establecidos es aquel concreto elaborado con agua residual tratada a los 90 días de ensayo con un porcentaje del 21.43%, superando el máximo establecido.

Se observa que el agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un incremento de resistencia mayor que los porcentajes del 35% y 100% del bioquímico DAC-1. Se debe tener en cuenta que el porcentaje del 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1), a los 7 y 28 días, presenta una resistencia menor que el porcentaje del 35% del bioquímico DAC-1.

*Tabla 60 Resultados de resistencia a la flexión- 28 días*

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )				
DÍAS	28			
Muestra Patrón	30 kg/cm <sup>2</sup>		30.33 kg/cm <sup>2</sup>	14.44 %
TIPO DE AGUA	Resisten.	Incremento	M. Rotura	% F'C
Agua residual tratada	39.2	30.7 %	39.33	18.73 %
Agua residual T. + 35% de Bioquímico DAC-1	29.7	-1.0 %	30	14.29 %
Agua residual T. + 70% de Bioquímico DAC-1	30.4	1.3 %	30.33	14.44 %
Agua residual T. + 100% de Bioquímico DAC-1	28.4	-5.3 %	27	12.86 %

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 61 Resultados de resistencia a la flexión- 90 días*

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )				
DÍAS	90			
Muestra Patrón	33 kg/cm <sup>2</sup>		33 kg/cm <sup>2</sup>	15.71 %
TIPO DE AGUA	Resisten.	Incremento	M. Rotura	% F'C
Agua residual tratada	44.8	36 %	45	21.43 %
Agua residual T. + 35% de Bioquímico DAC-1	37	12.1 %	37	17.62 %
Agua residual T. + 70% de Bioquímico DAC-1	39.7	20.3 %	40	19.05 %
Agua residual T. + 100% de Bioquímico DAC-1	38.1	15.5 %	38.33	18.25 %

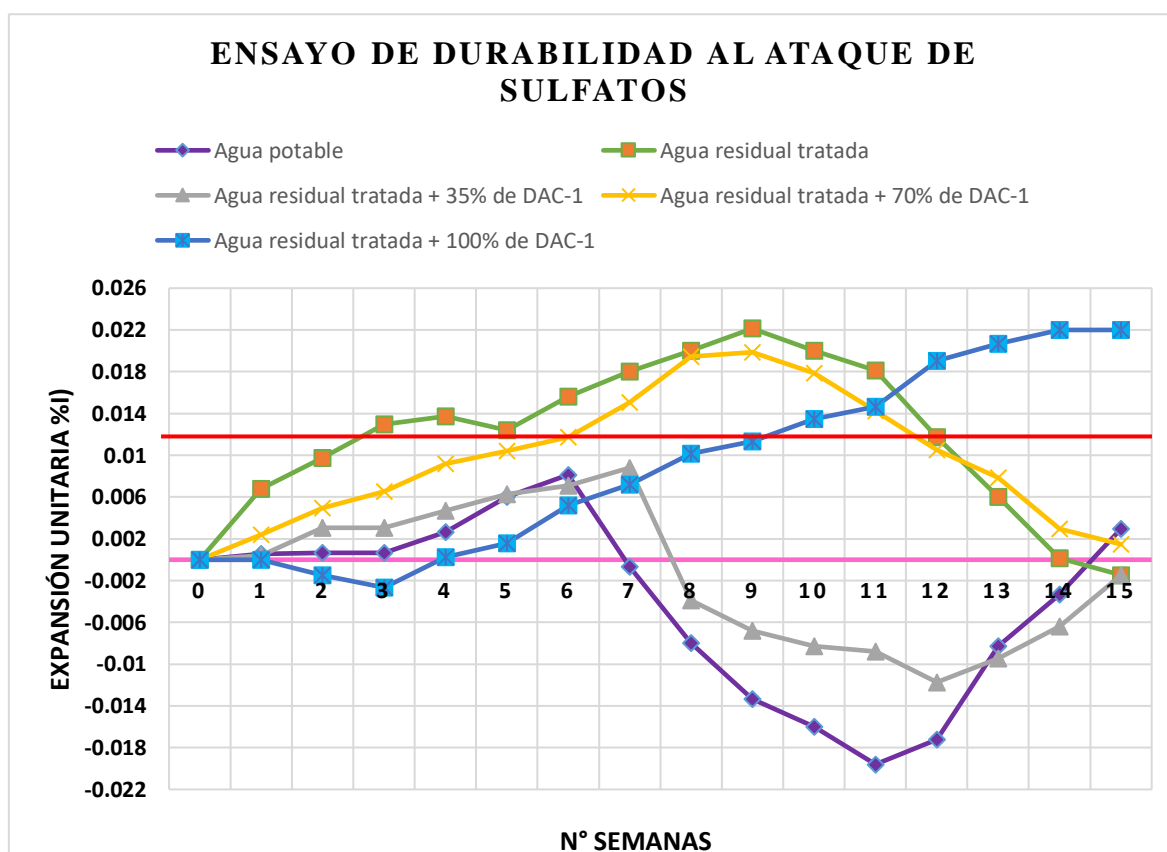
*Fuente: Elaboración propia*

### 5.8. Ensayos de durabilidad al ataque de sulfatos

El ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos en el concreto se basó en el procedimiento realizado por Garzón Pire (2013) y la norma ASTM C1012, la cual establece una expansión máxima del 0.01% para concretos elaborados con cemento portland; los resultados obtenidos nos indican que el agua residual tratada, el agua residual tratada con adición del 70% y 100% del bioquímico DAC-1 supera la expansión máxima establecida.

Este ensayo nos permite conocer que el agua potable y el agua residual con adición del 35% del bioquímico DAC-1 presentan, además de la expansión, reducciones considerables en la semana 11 y 12 respectivamente, pero en el transcurso de las semanas va regresando a una expansión y reducción de 0.003% y -0.001% respectivamente.

*Gráfico 16 Resultados- ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos al concreto*



*Fuente: Elaboración propia*

## VI. Evaluación de Impacto Ambiental

### 6.1.Generalidades

#### 6.1.1. Objetivos

##### 6.1.1.1.Objetivo general

Realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque”.

##### 6.1.1.2.Objetivos específicos

- Descripción del proyecto
- Identificar y evaluar los impactos ambientales
- Desarrollar un Plan de Manejo Ambiental

#### 6.1.2. Alcances

El presente proyecto de investigación permitirá emplear de otra manera las aguas residuales de la PTAR Lambayeque debido a que estas aguas son utilizadas en áreas de cultivos y vertidas al mar de una manera inadecuada debido al incremento de volúmenes de agua que se producen. El proyecto plantea la reutilización de aguas residuales para la elaboración de mezclas de concreto, después de realizar el tratamiento con la adición del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12.

#### 6.1.3. Marco legal

##### 6.1.3.1.Normativas de la constitución política del Perú - 1993

La Constitución Política del Perú es una norma muy importante de la república del Perú o la Carta Magna donde se apoyan las normas, el derecho y la justicia del país. Se encarga de controlar, regular y defender los derechos y libertades de cada uno de los peruanos; se encarga de organizar las instituciones políticas. Fue redactada por el Congreso.

### 6.1.3.2.Ministerio del ambiente

El Ministerio del Ambiente es una rama del poder ejecutivo creado el 13 de mayo de 2008 por el Decreto Legislativo No. 1013 y fue promulgado el 14 de mayo del 2008.

El planteamiento de los enfoques como ejes estratégicos, con respecto a Perú limpio y Perú Natural, buscar promover el desarrollo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con el objetivo de permitir la conservación del ambiente y generar conciencia en la población; se debe recalcar que el ministerio del ambiente posee una relación directa en los objetivos de desarrollo sostenible. Los enfoques se traducen en lineamientos prioritarios de la gestión, los cuales son, la mitigación u adaptación del cambio climático, el manejo adecuado de los residuos sólidos, un aprovechamiento en la diversidad ecológica, etc.

### 6.1.3.3.Ley N.º 27446: Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental (23.04.11)

Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental tiene por finalidad:

- a) La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) para la identificación, prevención, supervisión y corrección de los impactos ambientales negativos originados por actos humanos en diversos proyectos de inversión.
  
- b) Establecer aquellos mecanismos que aseguren, en el proceso de la evaluación de impacto ambiental, la participación ciudadana. De acuerdo a las modificaciones presentes en la Ley 27446, definen 3 tipos de categorías para la certificación ambiental, los cuales son:
  - ✓ Categoría I - Declaración de Impacto Ambiental. - Conformada por los proyectos que no generan significativos impactos ambientales negativos durante su ejecución.
  - ✓ Categoría II - Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado. – Conformada por los proyectos que generan moderados impactos

ambientales, los cuales pueden ser eliminados o minimizados mediante métodos fácilmente aplicables.

- ✓ Categoría III - Estudio de Impacto Ambiental Detallado. – Conformada por los proyectos que generan impactos ambientales significativos debido a sus características y/o localización, los cuales requieren de un análisis detallado y una estrategia de manejo ambiental adecuado.

#### 6.1.3.4.Ley N.º 26842: Ley general de salud

El estado es el responsable de regular, vigilar y promover la salud pública debido a que su protección es de interés público; cada una de las personas tiene derecho a la protección de la salud, según lo establecido en la ley. El derecho a la protección de la salud es irrenunciable.

#### 6.1.3.5.Normativa nacional reglamento nacional de edificaciones mediante el DS N° 011-2006-Vivienda.

Se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE, comprendidas en el referido Índice, y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, encargada de analizar y formular las propuestas para la actualización de las Normas Técnicas.

## 6.2.Descripción y análisis del proyecto

### 6.2.1. Descripción y análisis del proyecto

#### Equipo multidisciplinario

*Tabla 62 Equipo multidisciplinario para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental*

Nombre y apellido	Colegiatura	Participación o responsabilidad	Firma
Segundo Guillermo Carranza Cieza	C.I.P. N° 74864	Asesor	
Cinthia del Rosario Santamaria Tene	-	Proyectista	

*Fuente: Elaboración propia*

#### Entidad autorizada para la elaboración del estudio de impacto ambiental

*Tabla 63 Entidad autorizada para la elaboración del estudio de impacto ambiental*

<b>Razón Social</b>	Cinthia del Rosario Santamaria Tene
<b>Representante Legal</b>	Cinthia del Rosario Santamaria Tene
<b>Número de registro en MVCS</b>	-
<b>Domicilio</b>	Calle los Cipreses 380 Urb. Miraflores- Lambayeque
<b>Teléfono</b>	920424586
<b>Correo electrónico</b>	Cin17.cst@gmail.com

*Fuente: Elaboración propia*

### 6.2.2. Etapas del proyecto

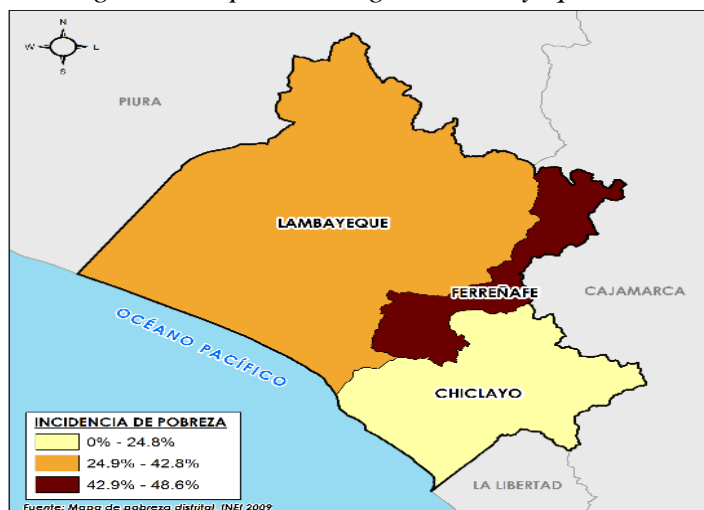
El proyecto de investigación denominado “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque” se ha desarrollado en diferentes etapas, las cuales son:

#### 6.2.2.1. Etapa de ubicación de puntos de recolección

La presente investigación considera la utilización del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 como parte del tratamiento de las aguas residuales tratadas. Se hace uso de las aguas residuales tratadas de la PTAR “Lambayeque” ubicada en la ciudad de Lambayeque con el fin de elaborar un concreto con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>

para su posterior ensayo. Esta zona se ubica en la región Lambayeque, distrito Lambayeque, a 7 minutos de la iglesia San Pedro.

*Imagen 23 Mapa de la región Lambayeque*



*Fuente: Google imágenes*

*Imagen 24 Ubicación de puntos de recolección la PTAR Lambayeque*



*Fuente: Google Earth Pro*

#### 6.2.2.2. Etapa de aplicación y almacenamiento

Esta etapa consiste en aplicar 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) a las muestras de aguas recolectadas de la PTAR “Lambayeque”. La zona de aplicación se ubica en el distrito de Lambayeque, exactamente en un almacén propio ubicado en la urbanización Miraflores; se utilizaron 5 tipos de baldes para el almacenamiento de las aguas residuales.

### 6.2.2.3. Etapa de producción del concreto

Esta etapa consiste en elaborar el diseño de mezcla del concreto para una resistencia a 210kg/cm<sup>2</sup> con 5 diferentes tipos de agua: agua potable, agua residual tratada, agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1, agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1; con el objetivo de poder desarrollar la investigación para verificar o descartar la hipótesis planteada.

## 6.3. Línea base ambiental

El desarrollo del proyecto tiene como base la interpretación del diseño de mezcla de concreto, al cual se le añadió diferentes porcentajes del bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 en el agua residual tratada utilizada para la elaboración de la mezcla.

### 6.3.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa, debido a la fabricación del concreto elaborado con el efluente de la PTAR “Lambayeque”, es el distrito de Lambayeque, el cual limita por el norte con Huancabamba, por el sur limita con Chiclayo, Ferreñafe y por oeste limita con el océano pacífico.

*Imagen 25 Distrito de Lambayeque*



*Fuente: Google imágenes*

### 6.3.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta será la zona del departamento de Lambayeque que comprende las provincias, distritos y las regiones de alrededor; se considera esta zona debido a que poseen plantas de tratamiento de aguas residuales donde se puede aplicar el proyecto de investigación.

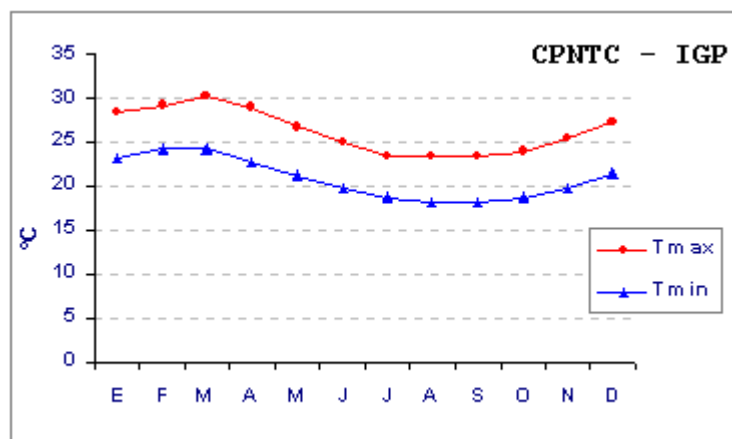
### 6.3.3. Descripción del ambiente

#### 6.3.4. físico

##### 6.3.4.1. Climatología

Lambayeque se encuentra localizado en una zona subtropical con un clima desértico de temperatura agradable, virtualmente no hay ninguna lluvia durante todo el año, la temperatura media anual es de 22.3°C con excepción de los meses de diciembre a marzo que varía en aumento unos 5-6 °C. En ocasiones cada 7 años se presentan temperaturas altas debido al fenómeno “El Niño”.

*Gráfico 17 Temperatura máxima y mínima diaria °C*



*Fuente: Weather Spark*

##### 6.3.4.2. Calidad de aire

Lambayeque se encuentra ubicada entre las ciudades más contaminadas del Perú, a causa de las actividades industriales y comerciales las cuales generan cantidades considerables de emisiones de dióxido de carbono (ejemplo la quema de la caña de azúcar), plomo y dióxido de azufre.

Este resultado se dio debido al estudio que se realizó por la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente. Se considera que el crecimiento urbano

desordenado genera altos niveles de contaminación, además, se ejecutan obras civiles sin el desarrollo previo de una Evaluación de Impacto Ambiental.

#### 6.3.4.3.Suelo

Lambayeque suele presentar suelos de origen aluvial según la clasificación de la Oficina Nacional De Evaluaciones De Recursos Naturales (ONERN), estos suelos tienden a presentar grandes problemas de salinidad por consecuencia de un mal drenaje deficiente, y en muchos casos son de textura arcillosa der estructura granular. Según el tipo de suelo habitar se puede clasificar de la siguiente manera:

*Tabla 64 Clasificación general de uso de suelo*

CLASIFICACION		SUPERFICIE	
		Hás.	%
SUELO URBANO	APTO	3,467.22	53.16
	APTO CON RESTRICCIONES	494.50	7.58
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>3,961.72</b>	<b>60.74</b>
SUELO URBANIZABLE	DE EXPANSION URBANA	810.60	12.43
	DE RESERVA URBANA	1,719.60	26.36
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2,530.20</b>	<b>38.79</b>
SUELO NO URBANIZABLE	DE PROTECCION ECOLOGICA	30.37	0.47
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>30.37</b>	<b>0.47</b>
<b>TOTAL AREA URBANA AL 2010</b>		<b>6,522.29</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: INDECI 2014*

#### 6.3.5. Paisaje

El paisaje que rodea la zona donde se realizará el proyecto tiene características urbanas con grandes habilitaciones industriales y áreas residenciales, algunas de ellas están en proceso de consideración y otros en proceso de desarrollo, el paisaje en relación a los residuos sólidos se nota que la gestión de residuos sólidos muestra una gran deficiencia en la cobertura de recojo de residuos que aún no es al 100%.

#### 6.3.6. Descripción del ambiente biológico

##### 6.3.6.1.Flora

La flora en el paisaje de Lambayeque posee una comunidad boscosa, siendo el algarrobal uno de sus árboles más representativos.

*Imagen 26 Planta de algarrobal*



*Fuente: Google imágenes*

#### 6.3.6.2.Fauna

La fauna más representativa en el distrito de Lambayeque y sobre todo en el área de estudio está conformado por reptiles, roedores, aves comunes y animales domésticos.

*Imagen 27 Columbidae*



**Fuente: Google imágenes**

#### 6.3.7. Descripción del ambiente socio-económico

- ✓ **Comercio:** La ubicación del distrito de Lambayeque es una zona de concurrencia a baja escala de agentes económicos de costa, sierra y selva, esto explica su poca actividad comercial, Lambayeque se ha convertido en una de las ciudades con gran cantidad de universitarios conformados por todas las regiones del Perú. Lambayeque tiene como actividad comercial:

- Mercados tradicionales
- Tiendas comerciales

- galerías comerciales
  - Boticas, Farmacias
  - Supermercados
  - Museos
- ✓ **Actividad turística:** Lambayeque es un distrito que posee uno de los centros turísticos más conocidos, el museo Sipán, que está conformado por diversos recursos con un elevado valor histórico y cultural, por tal motivo el turismo se constituye como un sector de gran potencial para la generación de recursos y dinamización de la economía local y regional. Se estima que el ritmo promedio de crecimiento de la población genera costos en la construcción por habitación que varían entre US\$ 5,000.00 y US\$ 12,000.00 según las categorías. Según últimos estudios realizados en la región de Lambayeque entre los años 2008 y 2010 el sector turismo en promedio ha realizado una inversión para la ampliación de la capacidad hotelera la suma de US\$ 7'689,000.00.

#### **6.4.Evaluación de impactos**

Para la evaluación de impactos se realizó la línea base para identificar los factores que podrían ser afectados ante el desarrollo del proyecto en el distrito de Lambayeque, de forma positiva o negativa según sea la zona a estudiar; es de mucha importancia y necesario de realizar la parte de evaluación debido a que , de esta manera, se puedan identificar los impactos y proceder a la elaboración del Plan de manejo ambiental, con el objetivo de poder proponer las medidas necesarios para prevenir o lograr mitigar los impactos negativos que puedan generar la elaboración del concreto aplicando los bioquímicos anteriormente mencionados para el tratamiento de las aguas residuales, o poder potenciar los impactos positivos para la conservación y protección del medio ambiente.

Para la representación y posterior evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado hacer uso del sistema matricial, la Matriz de Leopold, donde se ha considerado las acciones realizadas en el proyecto y los efectos que cada una de ellas causa al medio ambientales, como por ejemplo el ruido, el aire, agua, etc.

Tabla 65 Matriz de Leopold de acciones y factores del proyecto

MATRIZ DE ACCIONES Y FACTORES																
MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo	IMPORTANCIA Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado	ACCIONES						SUMA								
		LABORATORIO						MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO							
		MATERIALES		CONCRETO												
		Obtención de los agregados	Adquisición de aguas residuales	Elaboración del diseño de mezcla	Ensayos de concreto en estado fresco	Elaboración de probetas	Elaboración de vigas	Ensayos de concreto endurecido	INTENSIDAD	PROMEDIO						
FACTORES AMBIENTALES	<b>AIRE</b>															
	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-4	3	-4	3	-3	4	-3	4	-16	-17					
	NIVEL DE RUIDO	-3	4	-3	4	-2	4	-3	4	-15	-14					
	EMISIÓN DE GASES, HUMO	-4	4	-4	4	-4	4	-4	4	-16	-17					
	<b>AGUA</b>															
	AGUAS SUBTERRÁNEAS									0	0					
	CALIDAD DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN		-4			-4		-4		-4	-4					
	<b>SUELO</b>															
	MORFOLOGÍA DEL TERRENO	-1								-1	-1					
	CALIDAD DE SUELO		1							0	0					
	EROSIÓN									0	0					
	<b>FLORA</b>															
	ARBOLES									0	0					
	ARBUSTOS									0	0					
	<b>FAUNA</b>															
	AVES	-3	4	-3	4	-2	4	-2	4	-6	-10					
	INSECTOS	-3	4	-3	4	-2	4	-2	4	-6	-5					
	ANIMALES TERRESTRES	-1	4	-1	4	-1	4	-1	4	-4	-10					
	<b>AREAS AMBIENTALES</b>															
	NATURALEZA Y ESPACIOS ABIERTOS Y CERRADOS	-4	4							-4	-5					
	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS		-3			-4		-4		-7	-14					
<b>CALIDAD VISUAL</b>																
VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS	-3	4	-3	4	-4	4	-4	4	-10	-10						
<b>FACTOR SOCIOECONOMICO</b>																
EMPLEO	6	4	2	4	4	3	4	3	20	76						
COMERCIO			2	2	2	2	2	2	0	20						
ESTILO DE VIDA									0	0						
SALUD Y SEGURIDAD			2	1				1	4	6						
MAGNITUD (+/-)																
INTENSIDAD	-22	21	-4	6	-17	15	-5	17	-12	15	-12	15	2	7	-108	OK
PROMEDIO			-46	-4	-82	-82	-4	-4	11							

Fuente: Elaboración Propia

## 6.5. Plan de manejo ambiental

### 6.5.1. Programa de prevención y mitigación de impactos

Se procedió a identificar y evaluar los impactos ambientales con el objetivo de determinar los impactos más significativos, con los cuales se han tomado medidas de mitigación para reducir o eliminar los impactos negativos o maximizar los impactos positivos.

#### 6.5.1.1. Aire

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de polvo causado por la extracción de material de cantera.	Se recomienda humedecer la zona cercana al área de trabajo para poder minimizar el contenido de polvo.

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
La elaboración del diseño de mezcla generará polvo en laboratorio	Humedecer la zona cercana al área y brindar a los trabajadores encargados sus EPP respectivo.

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de polvo causado por la elaboración de probetas	Se recomienda humedecer la zona cercana al área de trabajo para poder minimizar el contenido de polvo.

## 6.5.1.2.Ruido

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de ruido causado por la elaboración del diseño de mezcla	Se recomienda evidenciar el mantenimiento del equipo con sus respectivos comprobantes de pago. El personal que labora en la obra debe usar orejeras y tapones.

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de ruido causado por la obtención de los agregados triturados	Evitar el uso de los equipos durante más de 4 horas al día; los equipos y unidades vehiculares deben tener mantenimiento oportuno y adecuado.
Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de ruido causado por la elaboración de viga.	El personal que labora en la obra debe usar orejeras y tapones.

## 6.5.1.3.Gases

Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de gases causado por la elaboración del diseño de mezcla	Se debe tener en buenas condiciones sus unidades para evitar fugas de combustibles y/o lubricantes, se evidenciará el mantenimiento con el comprobante de pago.
Impactos negativos identificados	Medidas de mitigación
Generación de gases causado por la obtención de los agregados triturados	Se debe llevar a cabo un mantenimiento oportuno de los vehículos y equipos a fin de evitar mala combustión

#### 6.5.1.4. Empleo

Beneficio
Se genera un empleo a los proveedores de las canteras y obreros que participan en la elaboración de la mezcla de concreto.

#### 6.5.1.5. Análisis de equipos de protección personal

##### a) Casco de Seguridad

El casco utilizado para la protección de impactos, lluvia, llamas, etc, es el tipo C, sin embargo, no presenta protección para condiciones dieléctricas. Este tipo será utilizado en el proceso de fabricación, transporte de materiales (cemento, agregados, agua, etc) del concreto.

##### b) Calzado de seguridad

Las piernas y pies son las herramientas más importantes que utiliza una persona que labora en una obra de construcción, por tal motivo, se deben de utilizar calzados con puntera protectora de acero o punta de acero debido a que los objetos, en obra, caen y ruedan ocasionando accidentes.

##### c) Guantes de seguridad

Las extremidades superiores son aquellas que se encuentran más expuestas en el cuerpo humano; presentan una mayor frecuencia al riesgo de lesiones como consecuencia de una participación en la etapa de producción y la operación de maquinarias o herramientas. Los guantes de cuero curtido de cromo con aquellos que se utilizan en la fricción o raspaduras.

## 6.6. Conclusiones

Las medidas de prevención establecidas tienen que ver con la obtención de los agregados y con la elaboración del diseño de mezcla, probetas y vigas. Están orientados a la protección de las vías respiratorias, debido al polvo que genera esta en grandes concentraciones pueden traer efectos nocivos para la salud. En el caso de la elaboración del diseño de mezcla, la protección está relacionado directamente con las partículas dispersas en el aire y ruido que genera las mezcladoras de concreto. Se ha llegado a la conclusión que una de las formas más eficientes para reducir el impacto ambiental es el humedecer las zonas donde se genera polvo, el control revisiones técnicas de los equipos a utilizar y también el uso de los equipos de protección personal.

## VII. Evaluación económica

Para la ejecución de la evaluación económica del proyecto, se realizó un análisis de costos unitarios, por m<sup>3</sup> de concreto, con el objetivo de poder conocer si los porcentajes del 35%, 70% y 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) son viables económicamente.

Tabla 66 Análisis de costos unitarios- Agua potable

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida	CONCRETO f c 210 Kg/cm <sup>2</sup> - Muestra patrón (agua potable)					m <sup>3</sup>	S/399.11
Rendimiento	10.00 m <sup>3</sup> /día		Cuadrilla	Cantidad	Precio	UND	
<b>M</b>	<b>Materiales</b>						<b>S/342.97</b>
210000	Cemento Portland Tipo I(42.5 Kg)	BOL		9.67	28.00	270.76	
050501	Piedra chancada de 1/2"	MB		0.69	75.00	51.75	
040501	Arena gruesa	MB		0.46	42.00	19.32	
390101	Agua	MB		0.23	4.95	1.14	
<b>M</b>	<b>Mano de obra</b>						<b>S/42.86</b>
470201	Operario	HH	1.000	0.80	21.91	17.53	
470401	Peón	HH	2.000	1.60	15.83	25.33	
<b>E</b>	<b>Equipo</b>						<b>S/13.29</b>
370101	Herramientas Manuales	%MD		3.00	42.86	1.29	
495005	Mezcladora de Concreto (Tambor)	HM	1.000	0.80	15.00	12.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida	CONCRETO f c 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 35% de bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12					m <sup>3</sup>	S/609.52
Rendimiento	10.00 m <sup>3</sup> /día		Cuadrilla	Cantidad	Precio	UND	
<b>M</b>	<b>Materiales</b>						<b>S/351.95</b>
210000	Cemento Portland Tipo I(42.5 Kg)	BOL		9.67	28.00	270.76	
050501	Piedra chancada de 1/2"	MB		0.69	75.00	51.75	
040501	Arena gruesa	MB		0.46	42.00	19.32	
390101	Agua	MB		0.23	0.00	0.00	
	Bioquímico DAC-1	Gal		0.02	400.00	8.51	
	Reactivo ART-12	Lt		0.0081	200.00	1.61	
<b>M</b>	<b>Mano de obra</b>						<b>S/42.86</b>
470201	Operario	HH	1.000	0.80	21.91	17.53	
470401	Peón	HH	2.000	1.60	15.83	25.33	
<b>E</b>	<b>Equipo</b>						<b>S/138.21</b>
370101	Herramientas Manuales	%MD		4.00	42.86	1.71	
	Camión cisterna de 8m <sup>3</sup>	HM	0.5	0.40	120.00	48.00	
495005	Mezcladora de Concreto (Tambor)	HM	1.000	0.80	15.00	12.00	
	<b>Otros</b>						<b>S/76.50</b>
	Contenedor de agua (90 lts)	UND		2.55	30.00	76.50	

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario por m<sup>3</sup> del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un incremento de aproximadamente S/. 210.41 con respecto a un concreto convencional.

Tabla 68 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	CONCRETO fc 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 70% de bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12				m <sup>3</sup>	S/619.63
Rendimiento	10.00 m <sup>3</sup> /día		Cuadrilla	Cantidad	Precio	UND
<b>Materiales</b>						<b>S/362.06</b>
210000	Cemento Portland Tipo I(42.5 Kg)	BOL		9.67	28.00	270.76
050501	Piedra chancada de 1/2"	M3		0.69	75.00	51.75
040501	Arena gruesa	M3		0.46	42.00	19.32
390101	Agua	M3		0.23	0.00	0.00
	Bioquímico DAC-1	Gal		0.04	400.00	17.01
	Reactivo ART-12	Lt		0.0161	200.00	3.22
<b>Mano de obra</b>						<b>S/42.86</b>
470201	Operario	HH	1.000	0.80	21.91	17.53
470401	Peón	HH	2.000	1.60	15.83	25.33
<b>Equipo</b>						<b>S/138.21</b>
370101	Herramientas Manuales	%MO		4.00	42.86	1.71
	Camión cisterna de 8m <sup>3</sup>	HM	0.5	0.40	120.00	48.00
495005	Mezcladora de Concreto (Tambor)	HM	1.000	0.80	15.00	12.00
<b>Otros</b>						<b>S/76.50</b>
	Contenedor de agua (90 lts)	UND		2.55	30.00	76.50

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario por m<sup>3</sup> del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un incremento de aproximadamente S/. 220.52 con respecto a un concreto convencional.

Tabla 69 Análisis de costos unitarios- Agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	CONCRETO fc 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 70% de bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12				m <sup>3</sup>	S/628.30
Rendimiento	10.00 m <sup>3</sup> /día		Cuadrilla	Cantidad	Precio	UND
<b>Materiales</b>						<b>S/370.73</b>
210000	Cemento Portland Tipo I(42.5 Kg)	BOL		9.67	28.00	270.76
050501	Piedra chancada de 1/2"	M3		0.69	75.00	51.75
040501	Arena gruesa	M3		0.46	42.00	19.32
390101	Agua	M3		0.23	0.00	0.00
	Bioquímico DAC-1	Gal		0.06	400.00	24.30
	Reactivo ART-12	Lt		0.0230	200.00	4.60
<b>Mano de obra</b>						<b>S/42.86</b>
470201	Operario	HH	1.000	0.80	21.91	17.53
470401	Peón	HH	2.000	1.60	15.83	25.33
<b>Equipo</b>						<b>S/138.21</b>
370101	Herramientas Manuales	%MO		4.00	42.86	1.71
	Camión cisterna de 8m <sup>3</sup>	HM	0.5	0.40	120.00	48.00
495005	Mezcladora de Concreto (Tambor)	HM	1.000	0.80	15.00	12.00
<b>Otros</b>						<b>S/76.50</b>
	Contenedor de agua (90 lts)	UND		2.55	30.00	76.50

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario por m<sup>3</sup> del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un incremento de aproximadamente S/. 229.19 con respecto a un concreto convencional; se puede observar que no se requiere de grandes cantidades de bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 para el mejoramiento de las características del agua residual tratada que brindan resultados favorables en las propiedades mecánicas del concreto.

## VIII. Conclusiones

De acuerdo a los análisis de agua realizados al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales “Lambayeque”, se concluye que no cumple con los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM en los parámetros del contenido de aceites y grasas y los sólidos totales en suspensión.

Para las propiedades físicas del concreto en estado fresco, se concluye que la adición del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 causa disminución en la trabajabilidad de la mezcla (el 35% genera una reducción del 1.7%, el 70% una reducción del 4.3% y el 100% una reducción 8%), aumento de temperatura (el 100% de agua residual y el 35% del bioquímico DAC-1 generan un aumento de 0.8%, el 70% del bioquímico DAC-1 genera un aumento de 1.61% y el 100% un incremento de 2.82%), retardo y aceleración en el tiempo de fraguado (el 100% de agua residual tratada presentó una aceleración de 3 minutos, el 35% del bioquímico DAC-1 generó una aceleración de 18 minutos, el 70% un retardo de 24 minutos y el 100% un retardo de 2 minutos) y variaciones en el peso unitario de las mezclas (disminución del 1.95% para el 100% de residual tratada, incremento del 0.9% para el 35% del bioquímico DAC-1, disminución del 0.4% para el 70% del bioquímico DAC-1 y aumento del 1% para 100% del bioquímico DAC-1). Para el concreto en estado endurecido, se observó que la adición con los diferentes porcentajes de los componentes (bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12) no causó segregación alguna.

Para las propiedades mecánicas del concreto, se concluye que la adición del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 genera incrementos significativos en la resistencia a la compresión y flexión. La resistencia a la compresión ensayado a los 28 días, presentó incrementos de 9.7%, 17.1%, 10.5% y 28.6% para el 100% agua residual tratada, agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y ART-12, agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y ART-12 y agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y ART-12 respectivamente; y ensayado a los 90 días, incrementos de 16%, 29.1%, 18.2% y 4.6%. La resistencia a la flexión ensayado a los 28 días, presentó incrementos de 30.7% y 1.3% para el 100% agua residual tratada y agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y ART-12 respectivamente; en el caso del agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y ART-12 y el agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y ART-12 no llegó a la resistencia obtenida por la muestra patrón; ensayado a los 90 días, presentó incrementos del 17.73%, 14.29%, 14.44%, 12.86%

para el 100% agua residual tratada, agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y ART-12, agua residual tratada con adición del 70% del bioquímico DAC-1 y ART-12 y agua residual tratada con adición del 100% del bioquímico DAC-1 y ART-12 respectivamente. Con respecto a la durabilidad al ataque de sulfatos del concreto, el agua residual tratada con adición del 35% del bioquímico DAC-1 y reactivo ART 12 (10% del bioquímico DAC-1) presenta un comportamiento similar a la muestra patrón (agua potable).

La adición del 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) se considera mucho más adecuada debido a que presenta un pH de 7.23, encontrándose dentro del rango establecido por la NTP 339.088, la resistencia a la compresión a los 7, 28 y 90 días va en continuo ascenso a diferencia del porcentaje con 100% de bioquímico DAC-1, los resultados en la durabilidad al ataque de sulfatos son semejantes a un concreto elaborado con agua potable, acelera el tiempo de fraguado adecuado para las épocas con temperaturas bajas y con respecto a la resistencia a la flexión, el incremento que presenta no es el máximo pero si considerable.

## **IX. Recomendaciones**

Se debe brindar mantenimiento y atención a la planta de tratamiento de aguas residuales “Lambayeque” con el objetivo de que pueda cumplir con los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM; esto favorecería los resultados obtenidos en el análisis de agua y, por ende, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Se debería considerar estudiar un porcentaje del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) entre el 35% y 70% debido a que, el pH variaría entre 7.59 y 8.03 (cumpliendo con el límite establecido), el contenido de grasas disminuiría (el contenido estaría entre 18.56 y 15.23), la resistencia a la flexión incrementará a los 28 días ( un porcentaje menor al 1.3%) y 90 días (entre 12.1% - 20.3%), la resistencia a la compresión tendrá incrementos a los 7 días (entre 33.9% - 56.9%), a los 28 días (entre 10.5% - 17.1%) y a los 90 días (entre 29.1% - 18.2%); el tiempo de fraguado presentaría una variación entre 77 min y 119 min (la cual puede presentar una aceleración o retardo en el tiempo de fraguado).

Se debería investigar, mediante ensayos, el efecto que tendría la adición del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 en el acero de refuerzo; como se mencionó en el punto 5.3, la concentración de cloruro hallada en las aguas residuales tratadas con el bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12, según el análisis bioquímico realizado, pertenece al rango permisible establecido por la NTP 339.088.

Se debería profundizar el punto 5.3 sobre los posibles efectos, en el concreto y acero de refuerzo, que originaría la adición de estos componentes, con el transcurso del tiempo.

Un nuevo porcentaje de adición del bioquímico DAC-1 y reactivo ART-12 (10% del bioquímico DAC-1) combinado con las aguas residuales que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos por el el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM brindarían resultados óptimos en la resistencia a la compresión del concreto elaborado.

## X. Lista de referencias

- [1] A. Ponce Guardado, «Evaluación de la implementación de agua tratada en la elaboración de concretos en el Municipio de Aguascalientes,» Aguascalientes, 2015.
- [2] Instituto Nacional de Estadística e Informática , «Indicadores de Gestión Municipal 2017,» pp. 80-82, Diciembre 2017.
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Principales Indicadores Departamentales,» p. 324, 2016.
- [4] EPSEL.S.A, «Lambayeque: Consumo de agua potable, según provincia y localidad,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2CXvXFfa>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [5] Sub Gerencia del Medio Ambiente, «Indicadores Ambientales-Lambayeque,» Lambayeque, 2018.
- [6] A. Vásquez Rojas, F. Gonzales Días, L. Rocha Chiu y A. Flores Bustamante, «Elaboración de concreto con Aguas tratadas,» *IMCYC*, 2001.
- [7] I. Al-Ghusain y M. J. Terro, «Uso de las aguas residuales tratadas para mezclas de concreto en Kuwait,» *Departamento de ingeniería Civil de la Universidad de Kuwait*, 2003.
- [8] V. M. Dieguez P., «Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada,» Caracas, 2011.
- [9] G. Chavarry Boy, «ELABORACIÓN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA INCORPORANDO PARTÍCULAS RESIDUALES DEL CHANCADO DE PIEDRA DE LA CANTERA TALAMBO, CHEPÉN,» Chiclayo, 2018.
- [10] W. Garzón Pire, «Estudio de durabilidad al ataque de sulfatos del concreto con agregado reciclado,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2013.
- [11] J. Aliaga Quispe, «Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja,» Huancayo, 2017.
- [12] L. Cuéllar Yañez, Aspectos Generales del uso del concreto, Arequipa: Publicaciones Universidad Autónoma de San Francisco, 2018.
- [13] M. A. Ceballos Arana, «El concreto, material fundamental para la infraestructura,» *CiTec*, p. 24, 2016.

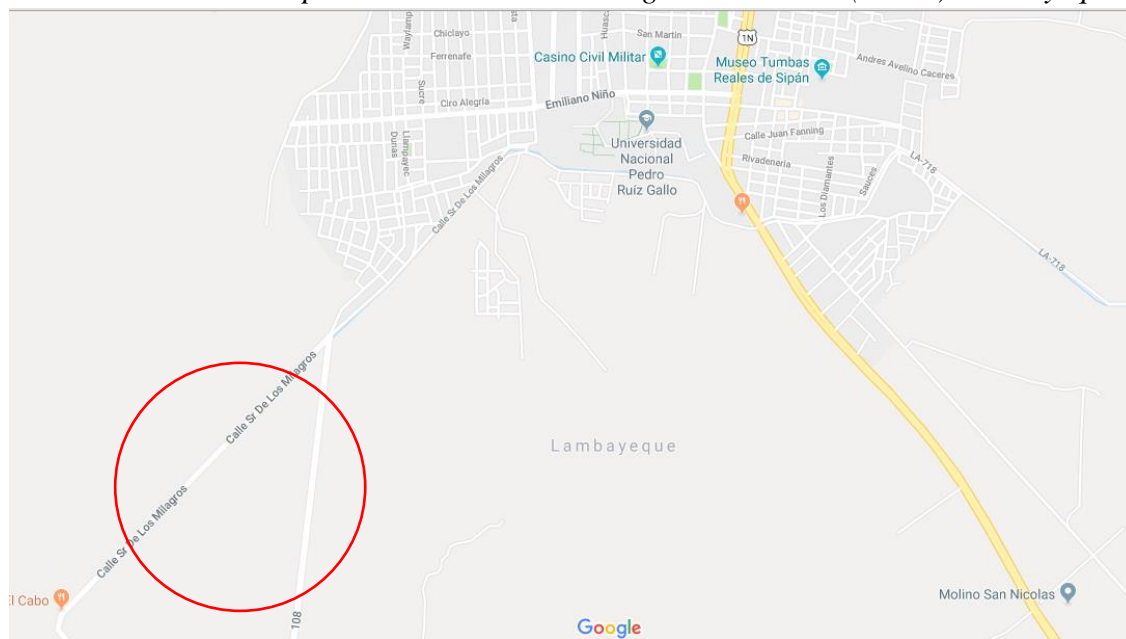
- [14] J. Oré Torre, «Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto,» *Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción*, p. 9, 2014.
- [15] M. Garcia, F. D. Sánchez, R. Marín, H. Guzmán, N. Verdugo, E. Domínguez y O. Vargas, «El agua,» de *El medio ambiente en Colombia*, Bogotá, IDEAM, 2001, p. 115.
- [16] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y agricultura, «Geografía, clima y población,» Septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2PhqdvA>. [Último acceso: octubre 2018].
- [17] G. Guevara Fallas, C. Hidalgo Madrigal, M. Pizarro García, I. Rodríguez Valenciano, L. D. Rojas Vega y G. Segura Guzmán, de *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*, Costa Rica, Tecnología en Marcha, 2012, pp. 80-86.
- [18] Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, *Las aguas residuales: el recurso desaprovechado*, Paris: UNESCO, 2017.
- [19] J. F. Larios Meoño, C. Gonzales Taranco y Y. Morales Olivares, «Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú,» *Publicación de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, p. 21, 2015.
- [20] «qa Bioquímica del Agua,» 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/2NVJI8k>. [Último acceso: Octubre 2018].
- [21] Instituto mexicano del cemento y de concreto, «Pruebas de resistencia a la compresión de concreto,» *IMCYC*, pp. 20-21, 2006.
- [22] Norma Técnica Peruana 339.078 (NTP), «Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo,» INDECOPI, Lima, 2012.
- [23] A. Magno Olivares, *Evaluación de la durabilidad de estructuras de concreto armado utilizando equipos y métodos de ensayos no destructivos*, Lima: Consorcio Digital de conocimiento MebLatam, 2013.
- [24] American Society for Testing and Materials (ASTM), «Método de ensayo. Determinación del cambio de longitud de morteros de cemento hidráulico expuestos a una solución de sulfatos,» Guatemala, 2014.
- [25] F. Acevedo Damian y V. Martinez Vignolo, «Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento "nacional comparado con el concreto dosificado con cemento sol",» CC BY-NC-ND, Lima, 2017.

- [26] P. Jiménez Montoya, Á. García Meseguer y F. Morán Cabré, Hormigón Armado, Barcelona: Gustavo Gili, SA, 2001.
- [27] Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), «Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicio de saneamiento,» Deposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú , Lima, 2016.
- [28] D. Sanchez de Guzmán, Tecnología del concreto y del mortero, Bogotá: Pontifica Universidad de Javeriana, 2001.
- [29] P. Montes Garcia, H. Z. Lopez Calv. y T. Bremner, «Eficacia de inhibidores de nitrito de calcio (CNI) en concreto agrietado,» Revista Ingeniería de Construcción, México, 2009.

## XI. Anexos

### 11.1. Fotografías de PTAR “Lambayeque”

#### *Anexo 1 Ubicación de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Lambayeque*



**Fuente: Google Maps**

#### *Anexo 2 Ubicación de la PTAR Lambayeque*



**Fuente: Google Maps**

*Anexo 3 Afluente de las Aguas Residuales de Lambayeque*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 4 Lagunas de Oxidación de Lambayeque*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 5 Afluente de las Aguas Residuales de Lambayeque a la primera laguna de oxidación*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 6 Primera laguna de oxidación, acceso no permitido por vegetación*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 7 Desborde de la primera laguna de oxidación, por exceso de volumen*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 8 Segunda laguna de oxidación*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 9 Tercera laguna de oxidación "Sin uso"*



***Fuente: Google Earth Pro***

*Anexo 10 Conducción de las aguas residuales de la laguna 2 a la laguna 4*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 11 Cuarta Laguna de Oxidación*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 12 llegada del agua residual de la laguna 4, que reparte a las lagunas 5 y 6.*



***Fuente: Galería Propia***

*Anexo 13 Laguna de Oxidación 5*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 14 Laguna de Oxidación 6*



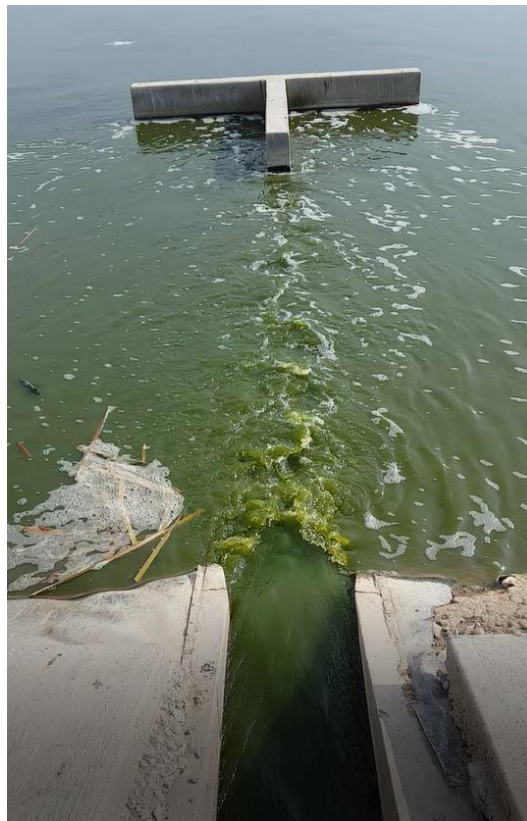
*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 15 Laguna de Oxidación 7*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 16 Laguna de Oxidación 8*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 17 Laguna de Oxidación 8*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 18 Efluente de las Aguas Residuales Tratadas*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 19 Efluente de las Aguas Residuales Tratadas en las lagunas de Oxidación de Lambayeque*





*Fuente: Galería Propia*

## 11.2. Declaración y autorización

### Anexo 20 Declaración Jurada Legítima-1

EL PRESENTE DOCUMENTO NO HA SIDO REDACTADO EN ESTE OFICIO NOTARIAL.-



 



“AÑO DEL DIALOGO Y RECONCILIACION NACIONAL”


**DECLARACIÓN JURADA**

Yo: **CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE**, identificado con DNI N° 76739520, con código universitario: **141TD48649**, con domicilio en Calle Los Cipreses 380 Urbanización Miraflores del distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, alumno de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro BAJO JURAMENTO que el proyecto denominado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE**, no ha sido ni viene siendo desarrollado por ninguna persona o institución, sometiéndome a las sanciones que tiene la Universidad, por lo cual firmo el presente documento en señal de veracidad.

Lambayeque, 18 de Octubre del 2018

  
  
 \_\_\_\_\_  
 CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE  
 DNI N° 76739520


  


**Legalización a la Vuelta** 

*Fuente: Galería Propia*

Anexo 21 Declaración Jurada Legítima-2

EL PRESENTE DOCUMENTO NO HA SIDO REDACTADO EN ESTE OFICIO


 **Manuel F. Bonilla Linares**  
NOTARIO DE LA PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - REG.15  
SAN MARTÍN N° 261 - Telf: 074-282779 - LAMBAYEQUE - PERÚ

 MANUEL F. BONILLA L. NOTARIO ABOGADO

**CERTIFICO**- LA AUTENTICIDAD DE LA FIRMA DE **CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE con DNI N° 76739520**; - - QUIEN MANIFIESTA QUE ES LA MISMA FIRMA QUE USA EN TODOS SUS ACTOS PÚBLICOS, PRIVADOS, Y QUE ASUME PERSONALMENTE TODA RESPONSABILIDAD Y CONSECUENCIA JURÍDICA DEL PRESENTE DOCUMENTO QUE FIRMA.- - - EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO DEL PRESENTE DOCUMENTO.- - -

LAMBAYEQUE, A 19 DE OCTUBRE DEL 2018.- - -

  
**Manuel F. Bonilla L.**  
NOTARIO - ABOGADO  
REG. N° 15  
SAN MARTÍN N° 261 - LAMBAYEQUE

**MANUEL F. BONILLA L.**  
NOTARIO - ABOGADO  
C.N.L. 15  
19 OCT 2018  
LAMBAYEQUE

**Verificación Biométrica Adjunta**

CINTHIA DEL ROSARIO SANTAMARIA TENE  
DNI N° 76739520



Fuente: Galería Propia

*Anexo 22 Carta Emitida a EPSEL S.A.*



Chiclayo, 22 de octubre del 2018.

**CARTA N°091-2018-USAT-EICA**

Señor  
Ing. MIRKO JURADO DUEÑAS  
Gerente General  
EPSEL S.A.

Atención: Ing. Mechan Sánchez José Alberto  
Jefe de Zonal Lambayeque

**Presente.-**

De mi especial consideración:

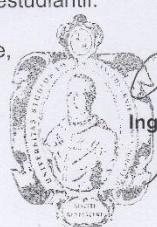
Es grato expresarle mis saludos a nombre de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y desearle éxitos en su gestión al frente de su representada.

Al mismo tiempo, presentarle a la estudiante **SANTAMARIA TENE, CINTHIA DEL ROSARIO** con DNI 76739520, de la escuela de Ingeniería **CIVIL AMBIENTAL** quien se encuentra desarrollando su proyecto de tesis titulada **"Evaluación de las propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque"**, que redundará en beneficio de su comunidad.

Por esta razón, les solicitamos le otorguen las facilidades, permisos y apoyo pertinentes, brindándole la información necesaria, así mismo poder acceder a la planta de aguas residuales Lambayeque y realizar los estudios requeridos como cantidad de sólidos en suspensión, alcalinidad, sulfatos, cloruros, pH, coliformes totales y fecales para la continuidad de su proyecto.

Seguros de contar con su apoyo, nos suscribimos de Usted reiterando nuestro afán por trabajar mancomunadamente por el desarrollo y bienestar de la comunidad estudiantil.

Atentamente,



Ing. Aníbal Teodoro Díaz Orrego  
DIRECTOR DE ESCUELA  
Ingeniería Civil Ambiental

ESCUELA DE INGENIERIA  
CIVIL AMBIENTAL

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo-Perú (074) 606200 - 606217 www.usat.edu.pe

**Fuente: Galería Propia**

*Anexo 23 Carta de Autorización de EPSEL S.A*



**ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**"TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE"**

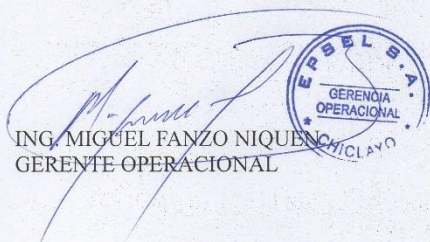
**AUTORIZACIÓN**

EL QUE SUSCRIBE, GERENTE OPERACIONAL DE EPSEL SA

AUTORIZA

A LA SEÑORITA CINTHIA DEL ROSARIO TENE, IDENTIFICADA CON DNI N° 76739520, ALUMNA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO PARA TENER ACCESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE PARA LA TOMA DE MUESTRA ASI COMO A LA INFORMACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA CRUDA Y TRATADA QUE OBRA EN LOS ARCHIVOS DE EPSEL SA, A FIN DE QUE SEA UTILIZADA EN EL DESARROLLO DE SU TESIS TITULADA "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUIMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 kg/cm<sup>2</sup> EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE".

CHICLAYO, 23 DE OCTUBRE DEL 2018

  
ING. MIGUEL FANZO NIQUENO  
GERENTE OPERACIONAL



OFICINAS: Av. Sáenz Peña N°1860 (Planta de Agua Potable) Chiclayo - Telf.: 252291 (Central de Telefónica) - 253479 (G.G.)  
Gerencia Operacional Telf.: 254132  
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N° 451 - Telf.: 273609 (G.C.) - 235751 (Central Telefónica)  
Emergencias: Telf.: 228363 - 326747 - 0-80027092  
Pág. Web: www.epsel.com.pe

***Fuente: Galería Propia***

### 11.3. Ensayo de los materiales

#### *Anexo 24 Ensayo Granulométrico de los agregados*



*Fuente: Galería Propia*

## Anexo 25 Ensayo granulométrico del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS

Formato Interno

Solicitante Cinthia del Rosario Santamaria Tene

Atención Laboratorio de materiales USAT

Proyecto Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en el distrito de Lambayeque.

Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

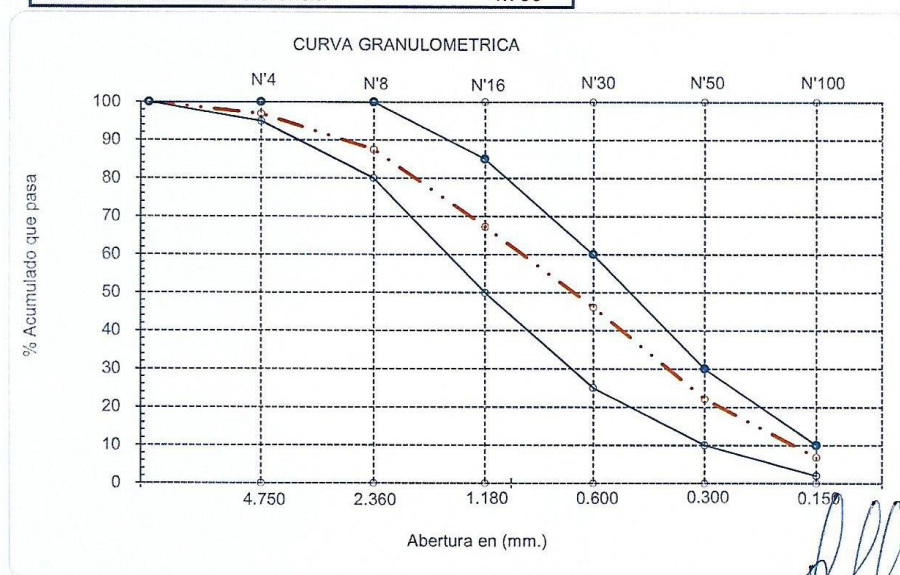
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : La Victoria - Patapo

P. Inicial S. 494.3

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	15.04	3.0	3.0	97.0	95	100
N° 08	2.360	46.68	9.4	12.5	87.5	80	100
N° 16	1.180	99.82	20.2	32.7	67.3	50	85
N° 30	0.600	104.51	21.1	53.8	46.2	25	60
N° 50	0.300	118.56	24.0	77.8	22.2	10	30
N° 100	0.150	75.6	15.3	93.1	6.9	2	10
Fondo		34.1	6.9	100.0	0.0		
Módulo de Fineza		460.21		2.729			
Abertura de malla de referencia				4.750			



Rivadeneira Oblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

*Anexo 26 Ensayo granulométrico del agregado grueso*



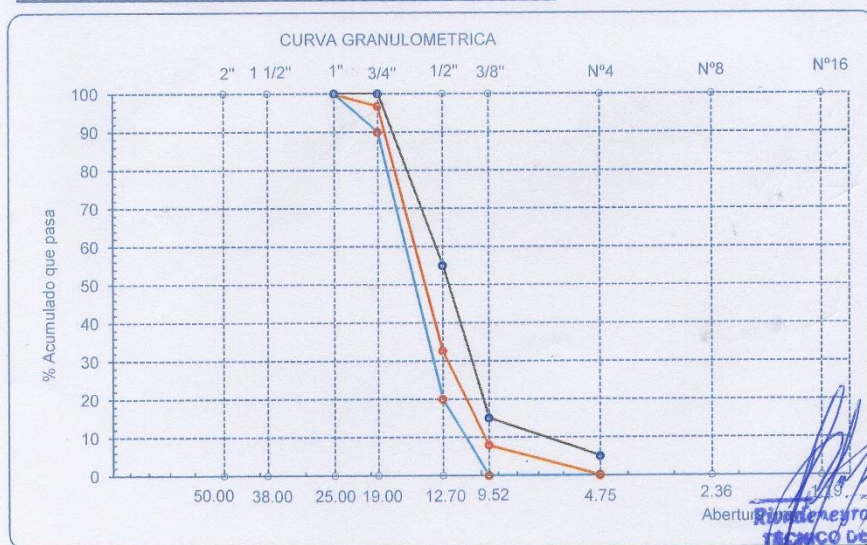
**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**Formato Interno**

Solicitante Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
 Atención Laboratorio de materiales USAT  
 Proyecto Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
 Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Tres tomas- **CHANCADORA GRANDA**  
 P. Inicial S. **4988**

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones ASTM 67	
Pulg.	(mm.)					-	-
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	157.3	3.2	3.2	96.8	90.0	100.0
1/2"	12.70	3197.3	64.1	67.3	32.7	-	-
3/8"	9.52	1232.0	24.7	92.0	8.0	20.0	55.0
Nº 04	4.75	389.1	7.8	99.8	0.2	0.0	10.0
Nº 08	2.36	5.0	0.1	99.9	0.1	0.0	5.0
Nº 16	1.19	0.5	0.0	99.9	0.1	-	-
Fondo		6.77	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	25.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	19.00			



**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 27 Ensayo de peso específico y absorción de los agregados*



***Fuente: Galería Propia***

## Anexo 28 Peso específico y absorción del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

### Formato Interno

Solicitante Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
 Atención Laboratorio de materiales USAT  
 Proyecto Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
 Lugar Distrito Chiclayo, Porvincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022  
 Cantera PATAPO

### I.- Datos.

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	984.5	946.3
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	677.4	639.1
4.- Peso del Agua	(g)	307.1	307.2
5.- Peso del Frasco	(g)	177.4	139.1
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	672.8	634.6
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.4	495.4
<	(g)	500	500

### II.- Resultados

	recipiente	
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3	2.569
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3	2.593
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3	2.631
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.92

  
 Rivaldeyra Obitas, H.C.  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

*Anexo 29 Peso específico y absorción del agregado grueso*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS

Formato Interno

Solicitante : Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
 Atención : Laboratorio de materiales USAT  
 Proyecto : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021  
 Cantera : Tres tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1494	1498
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1506	1505
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	1836	1837
4.- Peso de la canastilla	(g)	892	892
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	944	945

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	.m3)	2.667
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	.m3)	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	.m3)	2.713
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.64

*Rubén de la Cruz*  
 Rubén de la Cruz Jblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

*Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)*

*Anexo 30 Peso unitario suelto seco de los agregados*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 31 Peso unitario compactado seco de los agregados*



*Fuente: Galería Propia*

Anexo 32 Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Formato Interno

Solicitante Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
 Atención Laboratorio de materiales USAT  
 Proyecto Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
 Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
Ensayo : Peso unitario del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra PATAPO

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18930</b>	<b>18934</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10270.0	10270.0
3.- Peso del material		8660	8664
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1634	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1615</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>20078</b>	<b>20088</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10074.0	10074.0
3.- Peso del material		10004	10014
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1888	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1867</b>	

  
 Rita de Leyra Oblitas Aeni  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

*Anexo 33 Peso unitario del agregado grueso*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**Formato Interno**

**Solicitante** : Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
**Atención** : Laboratorio de materiales USAT  
**Proyecto** : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque  
**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Tres tomas

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta	(gr.)	18066	18056
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10084.0	10084.0
3.- Peso del material		7982	7972
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.0054
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1465	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1461	

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18544	18534
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10198.0	10198.0
3.- Peso del material		8346.0	8336.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1532	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1528	

*Rivadeneira Vilas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 34 Contenido de humedad del agregado grueso*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Formato Interno

Solicitante Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
 Atención Laboratorio de materiales USAT  
 Proyecto Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
 Lugar Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Tres tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>5000</b>	<b>5000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>5138.0</b>	<b>5136.0</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	152.0	152.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.28	0.32
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.30</b>	

*Rivadeneira Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

Anexo 35 Contenido de humedad del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Formato Interno


**Solicitante** Cinthia del Rosario Santamaria Tene  
**Atención** Laboratorio de materiales USAT  
**Proyecto** Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.  
**Lugar** Distrito Chiclayo, Porvincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera PATAPO

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.32	494.32
C.- Peso de recipiente	(gr.)	53.78	53.78
D.- Contenido de humedad	(%)	1.15	1.15
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.15	

  
 Rosalinda Oblitas Arroyo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

## 11.4. Diseño de mezcla

## Anexo 36 Diseño de mezcla

**MÉTODO ACI**

F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 CEMENTO TIPO 1 3100 kg/m<sup>3</sup>

	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Específico (Kg/m <sup>3</sup> )	2569	2667
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1615	1461
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1867	1528
% Humedad	1.15	0.30
% Absorción	0.92	0.64
Tamaño Máximo Nominal (pulg)	-	3/4"
Módulo de Finera	2.729	-

🚩 **PASO 1:**

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

🚩 **PASO 2: "Selección del tamaño Máximo Nominal"**

$$\text{TMN} \Rightarrow 3/4"$$

🚩 **PASO 3: "Asentamiento"**

$$\text{SLUMP} \Rightarrow 3"$$

🚩 **PASO 4: "Contenido de Aire"**

En m<sup>3</sup> de concreto hay 2% de Aire Atrapado

🚩 **PASO 5: "Corrección por slump"**

	pulgadas	cm	por cada cm	2	lts/m <sup>3</sup>
obtenido	1/2	1.27			
requerido	3	7.62			
requiero	2 1/2	6.35			
					<b>12.7 lts/m<sup>3</sup></b>



**PASO 11: "Agua Efectiva"**

Aporte= Peso Seco (%humedad - % Absorción)

$$\begin{aligned} \text{Ø Agregado Fino} \\ = & \frac{706.46}{1.625 \text{ lts/m}^3} \times \left( \frac{1.15 - 0.92}{100} \right) \end{aligned}$$

Aporte= Peso Seco (%humedad - % Absorción)

$$\begin{aligned} \text{Ø Agregado Grueso} \\ = & \frac{962.64}{-3.273 \text{ lts/m}^3} \times \left( \frac{0.30 - 0.64}{100} \right) \end{aligned}$$

**Aporte Total= -1.648 lts/m<sup>3</sup>**

**AE= Peso Seco (Agua de diseño - Aporte)**

$$\begin{aligned} \text{Agua Efectiva} &= 218 \text{ lts/m}^3 - 1.648 \\ &= \mathbf{219.3 \text{ lts/m}^3} \end{aligned}$$

**PASO 12: "Condiciones Húmedas"**

Cemento:	391.547	Kg -->	9.21	Bolsas
Agua:	219.348	litros --->	23.8089	Litros/bolsa
Agregado Grueso	965.528	Kg		
Agregado Fino:	714.59	Kg		

**PASO 13: "Dosificación en Peso"**

C	:	AF	:	AG	:	AGUA	
391.547		714.59		965.528		23.809	litros/bolsa
391.547		391.547		391.547			

<b>1</b>	<b>1.83</b>	<b>2.466</b>	<b>23.809</b>	<b>litros/bolsa</b>
----------	-------------	--------------	---------------	---------------------

**PASO 14: "Materiales por Bolsa"**

Cemento:	1	42.5 kg .....	42.5 kg/bolsa
Agua:	23.81	.....	23.8 kg/bolsa
Agregado Fino:	1.83	42.5 kg .....	77.6 kg/bolsa
Agregado Grueso:	2.47	42.5 kg .....	104.8 kg/bolsa
			<u>248.67 kg/bolsa</u>

**CONVERSIÓN A VOLUMEN**

**v Paso 01: "Materiales por Tanda"**

Cemento:	1	42.5 kg .....	42.5 kg/bolsa
Agregado Fino:	1.83	42.5 kg .....	77.6 kg/bolsa
Agregado Grueso:	2.47	42.5 kg .....	104.8 kg/bolsa

❖ Paso 02: "Pesos Unitarios Suelos Húmedos"**Agregado Fino:**

$$\begin{aligned} P_{uhAF} &= 1615 \left(1 + \frac{1.15}{100}\right) \\ &= 1633.57 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

**Agregado Grueso:**

$$\begin{aligned} P_{uFG} &= 1461 \left(1 + \frac{0.3}{100}\right) \\ &= 1465.34 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

❖ Paso 03: "Pesos por Pies cúbicos"

$$\begin{aligned} PAF &= \frac{1633.57 \text{ kg}}{35.31 \text{ pie}^3} = 46.26 \text{ kg/pie}^3 \\ PAG &= \frac{1465.34 \text{ kg}}{35.31 \text{ pie}^3} = 41.50 \text{ kg/pie}^3 \end{aligned}$$

❖ Paso 14: "Volumen"

C	:	AF	:	AG	/	AGUA
42.5			77.56		104.80	23.809 litros/bolsa
42.5			46.26		41.499	
<b>1</b>		<b>1.68</b>		<b>2.53</b>	<b>0.841</b>	<b>pie<sup>3</sup>/bolsa</b>

*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 37 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (Diseño patrón)*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm2	%	Antigüedad del Espécimen	Tipo de Falla
01	Diseño Final	24/04/2019	27/04/2019	114	210	54.4 %	3	III
02	Diseño Final	24/04/2019	01/05/2019	170	210	80.8 %	7	IV
03	Diseño Final	24/04/2019	22/05/2019	249	210	118.4 %	28	III

**OBSERVACIONES :**

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que su reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI G004 : 1993)

  
 Rícardo Ojeda Oblitas  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

## 11.5. Análisis fisicoquímico y bacteriológico a las aguas residuales tratadas

### Anexo 38 Análisis del Bioquímico DAC-1



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

**LASACI**

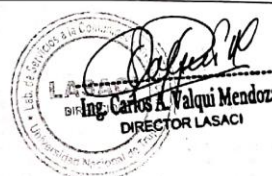


## INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE:	CINTHIA SANTA MARIA TENE
PROYECTO:	“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ELABORADO CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS ADICIONANDO EL BIOQUIMICO DAC-1 Y EL REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 210 Kg/cm <sup>2</sup> EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE”
FECHA DE INGRESO:	06 DE JUNIO DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

### PRODUCTO 1:

DAC - 1		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
ASPECTO	-	LIQUIDO
COLOR	-	TRANSPARENTE
OLOR	-	INOLORA
T° DE EBULLICIÓN	°C	NR
T° DE FUSIÓN	°C	NR
T° DE INFLAMACIÓN	°C	>100
T° DE AUTOIGNICIÓN	°C	>200
DENSIDAD	kg/m <sup>3</sup>	1,010
pH	-	6,0
SOLUBILIDAD EN AGUA	-	COMPLETAMENTE MISCIBLE
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C	Pa	NR



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974

*Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT),  
2019*

## Anexo 39 Análisis del reactivo ART-12 y el efluente de la PTAR Lambayeque



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

**LASACI**



## PRODUCTO 2:

ART - 12		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
ESTADO FÍSICO A 20°C	-	LIQUIDO
ASPECTO	-	VISCOSO
COLOR	-	AMARILLO CANELA
OLOR	-	INOLORA
*T DE EBULLICION A PRESION ATMOSFÉRICA	°C	100
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C	Pa	2350
PRESIÓN DE VAPOR A 50°C	Pa	12381
DENSIDAD A 20°C	kg/m <sup>3</sup>	1,217
pH	-	9,51

AGUA RESIDUAL		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	7.23
CLORUROS	mg/L	828.65
SULFATOS	mg/L	564.23
ALCALINIDAD	mg/L	192
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1452
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	945
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	507
DBO5	mg/L	45.1007
DQO	mg/L	82.6244
ACEITES Y GRASAS	mg/L	21.24
NITRITOS	mg/L	0.1145
NITRATOS	mg/L	0.5712
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	3*10 <sup>2</sup>
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	43*10 <sup>3</sup>



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL


**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT),  
2019

Anexo 40 Análisis de agua con adición del 35% bioquímico DAC-


AGUA RESIDUAL - DAC 35%		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	7.59
CLORUROS	mg/L	802.57
SULFATOS	mg/L	555.625
ALCALINIDAD	mg/L	178
SOLIDOS TOTALES	mg/L	719
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	643
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	76
DB5	mg/L	41.8791
DQO	mg/L	76.7226
ACEITES Y GRASAS	mg/L	18.56
NITRITOS	mg/L	0.08623
NITRATOS	mg/L	0.522
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	$2 \cdot 10^2$
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	$26 \cdot 10^2$

  
 Ing. Carlos A. Valero Mendoza  
 DIRECTOR LASACI


/ AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
 ☎ 949959632 / 933623974

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT),  
2019

Anexo 41 Análisis de agua con adición del 70% bioquímico DAC-1




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



**LASACI**

ANÁLISIS

AGUA RESIDUAL - DAC 70%		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	8.03
CLORUROS	mg/L	798.65
SULFATOS	mg/L	517.5
ALCALINIDAD	mg/L	147
SOLIDOS TOTALES	mg/L	702
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	630
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	72
DBO5	mg/L	32.2147
DQO	mg/L	59.0174
ACEITES Y GRASAS	mg/L	15.23
NITRITOS	mg/L	0.056
NITRATOS	mg/L	0.4752
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	$1.6 \cdot 10^2$
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	$18 \cdot 10^2$



Ing. César Valqui V.  
DIRECTOR I.A.

/ AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA


☎ 048959632 / 833623974

*Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT),  
2019*

## Anexo 42 Análisis de agua con adición del 100% bioquímico DAC-1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO		
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION		
LASACI		
<b>AGUA RESIDUAL - DAC 100%</b>		
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	21.5
pH	-	8.06
CLORUROS	mg/L	802.37
SULFATOS	mg/L	560
ALCALINIDAD	mg/L	80
SOLIDOS TOTALES	mg/L	690
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	603
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	87
DB5	mg/L	25.7718
DQO	mg/L	47.2139
ACEITES Y GRASAS	mg/L	14.11
NITRITOS	mg/L	0.062
NITRATOS	mg/L	0.433
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	$1.3 \cdot 10^2$
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	$16 \cdot 10^3$

TRUJILLO, 11 DE JUNIO DEL 2019

  
 Dig. Carlos A. Valqui Mendoza  
 DIRECTOR LASACI

/ SUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
 ☎ 949959632 / 933622974

Fuente: Facultad de ingeniería química-Universidad Nacional de Trujillo (UNT), 2019

## 11.6. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

*Anexo 43 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (7 días)*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Espécimen	Tipo de Falla
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	11/06/2019	134	210	64 %	7	V
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	11/06/2019	146	210	70 %	7	III
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	11/06/2019	131	210	62 %	7	V
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	11/06/2019	187	210	89 %	7	I
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	11/06/2019	201	210	96 %	7	I
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	11/06/2019	188	210	90 %	7	V
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	11/06/2019	210	210	100 %	7	V
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	11/06/2019	236	210	112 %	7	III
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	11/06/2019	230	210	110 %	7	I
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	11/06/2019	181	210	86 %	7	V
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	11/06/2019	146	210	69 %	7	V
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	11/06/2019	196	210	93 %	7	V
13	AGUA POTABLE	04/06/2019	11/06/2019	145	210	69 %	7	II
14	AGUA POTABLE	04/06/2019	11/06/2019	144	210	69 %	7	II
15	AGUA POTABLE	04/06/2019	11/06/2019	141	210	67 %	7	I

*Rivendeyra Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

Anexo 44 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (28 días)



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaría Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Espécimen	Tipo de Falla
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/06/2019	291	210	139 %	28	II
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/06/2019	311	210	148 %	28	I
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	07/05/2019	04/06/2019	291	210	139 %	28	II
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/06/2019	265	210	126 %	28	III
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/06/2019	254	210	121 %	28	V
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	07/05/2019	04/06/2019	249	210	119 %	28	IV
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/06/2019	283	210	135 %	28	III
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/06/2019	280	210	133 %	28	III
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	07/05/2019	04/06/2019	251	210	119 %	28	IV
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/06/2019	248	210	118 %	28	II
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/06/2019	249	210	118 %	28	II
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	07/05/2019	04/06/2019	265	210	126 %	28	II
13	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/06/2019	235	210	112 %	28	III
14	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/06/2019	228	210	109 %	28	III
15	AGUA POTABLE	07/05/2019	04/06/2019	231	210	110 %	28	II

*Rivanderleya Jblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 45 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (90 días)*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	f'c Obtenido kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	%	Antigüedad del Espécimen	Tipo de Falla
01	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	257	210	122 %	90	II
02	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	255	210	122 %	90	II
03	AGUA RESIDUAL T.-DAC-100%	04/06/2019	02/09/2019	254	210	121 %	90	II
04	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	295	210	140 %	90	IV
05	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	284	210	135 %	90	II
06	AGUA RESIDUAL T.-DAC-70%	04/06/2019	02/09/2019	288	210	137 %	90	III
07	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	317	210	151 %	90	II
08	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	315	210	150 %	90	III
09	AGUA RESIDUAL T.-DAC-35%	04/06/2019	02/09/2019	313	210	149 %	90	III
10	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	284	210	135 %	90	II
11	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	281	210	134 %	90	II
12	AGUA RESIDUAL TRATADA	04/06/2019	02/09/2019	286	210	136 %	90	II
13	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	248	210	118 %	90	V
14	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	242	210	115 %	90	V
15	AGUA POTABLE	04/06/2019	02/09/2019	242	210	115 %	90	V

*Rivadeneiro Oblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

## 11.7. Ensayo de resistencia a la flexión del concreto

Anexo 46 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (28 días)



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código : N.T.P. 339.078 - 2012

Título : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga Kg	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura Kg/cm <sup>2</sup>	% con respecto al f'c
01	Agua Potable 1	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
02	Agua Potable 2	07/05/2019	04/06/2019	2253.4	210	28	31	15%
03	Agua Potable 3	07/05/2019	04/06/2019	2241.5	210	28	31	15%
04	Agua residual tratada 1	07/05/2019	04/06/2019	2910.7	210	28	40	19%
05	Agua residual tratada 2	07/05/2019	04/06/2019	2860.8	210	28	39	19%
06	Agua residual tratada 3	07/05/2019	04/06/2019	2860.8	210	28	39	19%
07	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
08	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	2321.6	210	28	32	15%
09	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 3	07/05/2019	04/06/2019	2105.8	210	28	29	14%
10	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	1981	210	28	27	13%
11	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	2507.1	210	28	34	16%
12	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 3	07/05/2019	04/06/2019	2200.9	210	28	30	14%
13	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 1	07/05/2019	04/06/2019	2161.5	210	28	29	14%
14	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 2	07/05/2019	04/06/2019	1931.3	210	28	26	13%
15	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 4	07/05/2019	04/06/2019	2161.3	210	28	29	14%

*Rivadeneira Obitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

*Anexo 47 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (90 días)*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario  
 Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)  
 Obra : Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lambayeque.

Lugar : Distrito Chiclayo, Porvincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

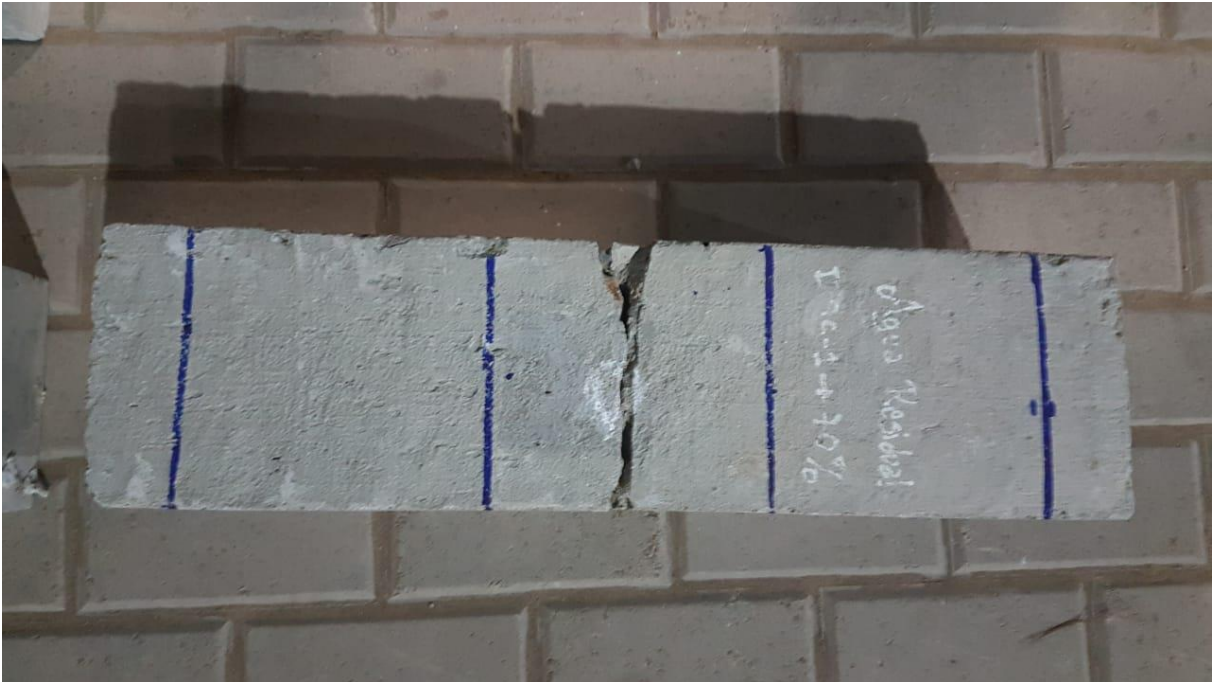
Código : N.T.P. 339.078 - 2012  
 Título : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra N°	Denominación del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga Kgf	f'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura Kg/cm <sup>2</sup>	% con respecto al f'c
01	Agua Potable 1	04/06/2019	02/09/2019	2971.3	210	90	0	0%
02	Agua Potable 2	04/06/2019	02/09/2019	3353.6	210	90	46	22%
03	Agua Potable 3	04/06/2019	02/09/2019	3901.3	210	90	53	25%
04	Agua residual tratada 1	04/06/2019	02/09/2019	3275.8	210	90	45	21%
05	Agua residual tratada 2	04/06/2019	02/09/2019	3128.3	210	90	43	20%
06	Agua residual tratada 3	04/06/2019	02/09/2019	3466.7	210	90	47	22%
07	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 1	04/06/2019	02/09/2019	2903.7	210	90	40	19%
08	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 2	04/06/2019	02/09/2019	2456.9	210	90	33	16%
09	Agua residual Tratada. + 35% de DAC-1 3	04/06/2019	02/09/2019	2776.2	210	90	38	18%
10	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 1	04/06/2019	02/09/2019	2935.4	210	90	40	19%
11	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 2	04/06/2019	02/09/2019	2986	210	90	41	19%
12	Agua residual Tratada. + 70% de DAC-1 3	04/06/2019	02/09/2019	2827	210	90	39	18%
13	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 1	04/06/2019	02/09/2019	2831.2	210	90	39	18%
14	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 2	04/06/2019	02/09/2019	2830	210	90	39	18%
15	Agua residual Tratada. + 100% de DAC-1 4	04/06/2019	02/09/2019	2725.8	210	90	37	18%

*Rivero Leyva Jblitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 48 Ensayo de flexión 1-1*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 49 Ensayo de flexión 1-2*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 50 Máquina utilizada en rotura de vigas*



*Fuente: Galería Propia*



*Fuente: Galería Propia*



*Fuente: Galería Propia*

## 11.8. Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos

### *Anexo 51 Ensayo de durabilidad al ataque de sulfatos*



*Fuente: Galería Propia*



*uente: Galería Propia*

Anexo 52 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua Potable



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

**Solicitante :** Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Atención :** Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

**Obra :** "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque"

**Lugar :** Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Código:** ASTM C 157

**Título:** Método de prueba estándar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

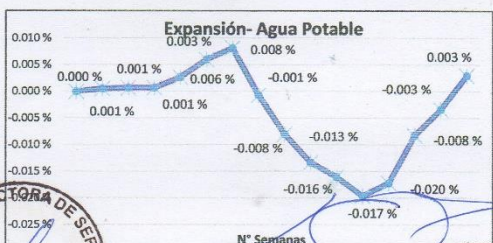
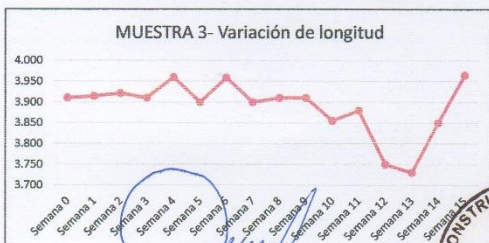
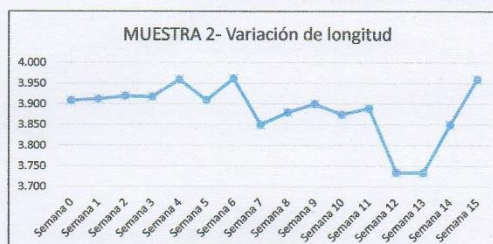
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA AGUA POTABLE

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.876	3.909	3.910
Semana 1	3.881	3.913	3.914
Semana 2	3.889	3.920	3.921
Semana 3	3.887	3.918	3.910
Semana 4	3.928	3.959	3.960
Semana 5	3.870	3.910	3.900
Semana 6	3.925	3.962	3.959
Semana 7	3.820	3.850	3.900
Semana 8	3.860	3.880	3.910
Semana 9	3.890	3.900	3.910
Semana 10	3.830	3.875	3.855
Semana 11	3.850	3.890	3.880
Semana 12	3.721	3.735	3.750
Semana 13	3.689	3.734	3.730
Semana 14	3.820	3.850	3.850
Semana 15	3.930	3.960	3.965

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0016 %	0.001 %
0.0036 %	0.001 %
0.0056 %	0.001 %
0.0136 %	0.003 %
0.0316 %	0.006 %
0.0560 %	0.008 %
0.0540 %	-0.001 %
0.0300 %	-0.008 %
-0.0100 %	-0.013 %
-0.0580 %	-0.016 %
-0.1168 %	-0.020 %
-0.1684 %	-0.017 %
-0.1932 %	-0.008 %
-0.2032 %	-0.003 %
-0.1944 %	0.003 %



Desviación Estandar	0.07006	0.07013	0.06880
---------------------	---------	---------	---------



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 100000

964423859 - 943011231

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales

Anexo 53 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada, proveniente de la PTAR "Lambayeque".



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

Obra : "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque"

Lugar : Distrito Chiclayo, Porvincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código: ASTM C 157

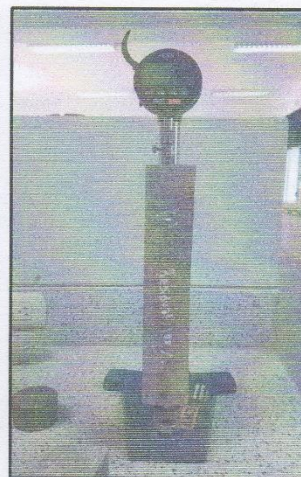
Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

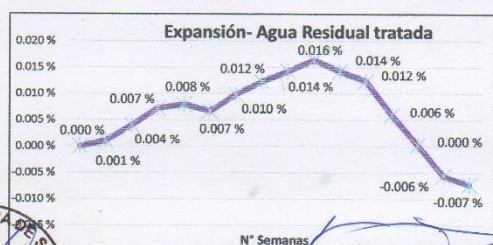
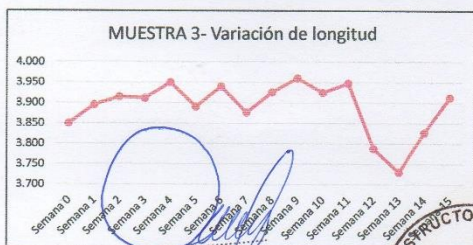
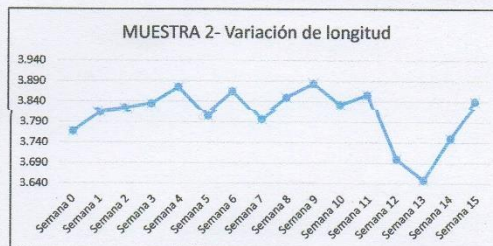
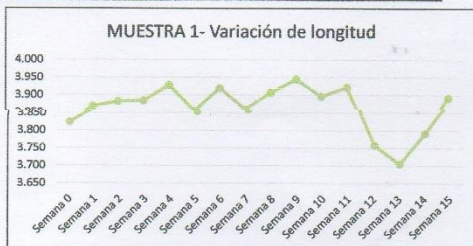
AGUA RESIDUAL TRATADA PROVENIENTE DE LA PTAR "LAMBAYEQUE"

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.824	3.768	3.849
Semana 1	3.868	3.815	3.895
Semana 2	3.882	3.824	3.915
Semana 3	3.884	3.835	3.911
Semana 4	3.928	3.875	3.950
Semana 5	3.855	3.806	3.890
Semana 6	3.920	3.865	3.940
Semana 7	3.860	3.797	3.876
Semana 8	3.907	3.850	3.926
Semana 9	3.945	3.884	3.960
Semana 10	3.896	3.832	3.925
Semana 11	3.922	3.856	3.948
Semana 12	3.758	3.700	3.788
Semana 13	3.705	3.648	3.730
Semana 14	3.792	3.750	3.827
Semana 15	3.892	3.840	3.913

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0032 %	0.001 %
0.0152 %	0.004 %
0.0369 %	0.007 %
0.0609 %	0.008 %
0.0809 %	0.007 %
0.1105 %	0.010 %
0.1473 %	0.012 %
0.1901 %	0.014 %
0.2393 %	0.016 %
0.2821 %	0.014 %
0.3193 %	0.012 %
0.3373 %	0.006 %
0.3381 %	0.000 %
0.3213 %	-0.006 %
0.2997 %	-0.007 %



Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06717	0.06587	0.06467



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales

Anexo 54 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 35% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

Obra : "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque"

Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código: ASTM C 157

Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

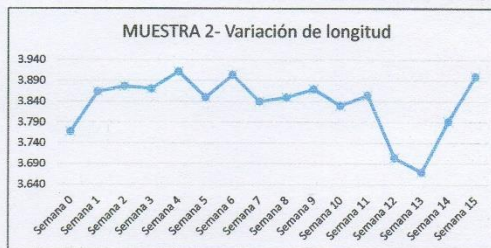
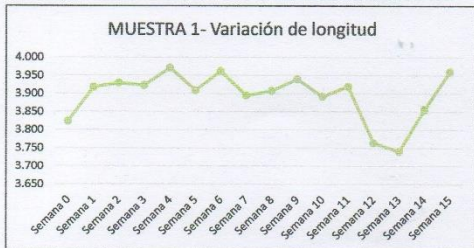
AGUA RESIDUAL TRATADA + 35% del bioquímico DAC-1

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.824	3.768	3.849
Semana 1	3.918	3.864	3.941
Semana 2	3.930	3.877	3.957
Semana 3	3.923	3.871	3.955
Semana 4	3.971	3.912	3.995
Semana 5	3.909	3.850	3.939
Semana 6	3.962	3.904	3.988
Semana 7	3.895	3.840	3.922
Semana 8	3.908	3.850	3.939
Semana 9	3.940	3.870	3.955
Semana 10	3.892	3.830	3.912
Semana 11	3.920	3.855	3.942
Semana 12	3.764	3.705	3.794
Semana 13	3.740	3.670	3.750
Semana 14	3.855	3.792	3.866
Semana 15	3.960	3.900	3.978

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0012 %	0.000 %
0.0104 %	0.003 %
0.0196 %	0.003 %
0.0336 %	0.005 %
0.0524 %	0.006 %
0.0736 %	0.007 %
0.1000 %	0.009 %
0.0884 %	-0.004 %
0.0680 %	-0.007 %
0.0432 %	-0.008 %
0.0168 %	-0.009 %
-0.0184 %	-0.012 %
-0.0468 %	-0.009 %
-0.0660 %	-0.006 %
-0.0704 %	-0.001 %



Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
	0.06686	0.06899	0.06906



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Firme Ojeda Avesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales

Anexo 55 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 70% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Solicitante : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

Atención : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

Obra "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque"

Lugar: Distrito Chiclayo, Porvincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

Código: ASTM C 157

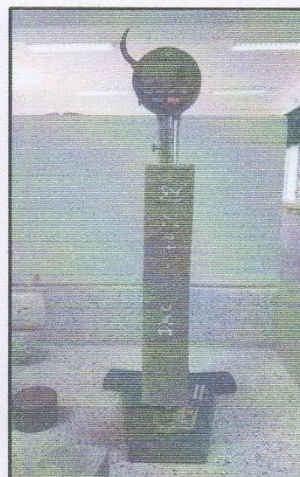
Título: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

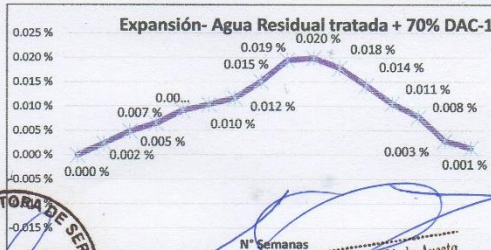
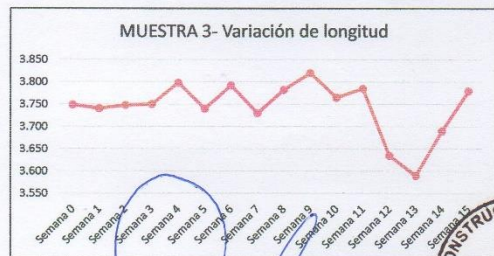
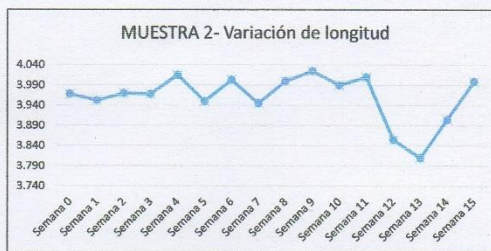
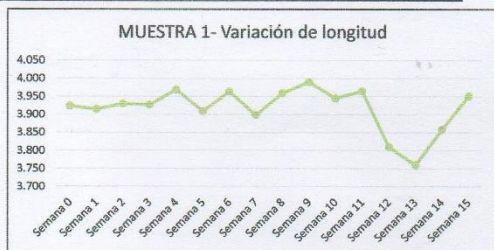
AGUA RESIDUAL TRATADA + 70% del bioquímico DAC-1

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA3
Semana 0	3.924	3.968	3.749
Semana 1	3.915	3.952	3.741
Semana 2	3.930	3.970	3.748
Semana 3	3.927	3.968	3.750
Semana 4	3.969	4.015	3.798
Semana 5	3.909	3.950	3.740
Semana 6	3.964	4.003	3.792
Semana 7	3.899	3.945	3.730
Semana 8	3.960	4.000	3.782
Semana 9	3.990	4.025	3.820
Semana 10	3.945	3.990	3.765
Semana 11	3.965	4.010	3.785
Semana 12	3.810	3.855	3.635
Semana 13	3.760	3.810	3.590
Semana 14	3.858	3.905	3.690
Semana 15	3.951	3.999	3.780

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0072 %	0.002 %
0.0220 %	0.005 %
0.0416 %	0.007 %
0.0692 %	0.009 %
0.1004 %	0.010 %
0.1356 %	0.012 %
0.1808 %	0.015 %
0.2392 %	0.019 %
0.2988 %	0.020 %
0.3524 %	0.018 %
0.3952 %	0.014 %
0.4268 %	0.011 %
0.4504 %	0.008 %
0.4592 %	0.003 %
0.4636 %	0.001 %



Desviación Estandar	0.06357	0.06137	0.06247
---------------------	---------	---------	---------



German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL

964423859 - 943011231

Ca. Francisco Cabrera N° 1277

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales

Anexo 56 Ensayo de Durabilidad al ataque de sulfatos- Elaboración con agua residual tratada adicionando 100% del bioquímico DAC-1 y ART-12 (10% del DAC-1)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

**Solicitante** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Atención** : Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)

**Obra** : "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido elaborado con agua residual tratada adicionando el bioquímico DAC-1 y su reactivo ART-12 para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm2 en el distrito de Lambayeque"

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Código**: ASTM C 157

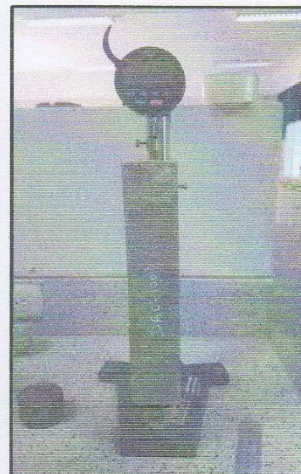
**Título**: Método de prueba estandar para cambio de longitud de mortero y concreto de cemento hidráulico endurecido

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA

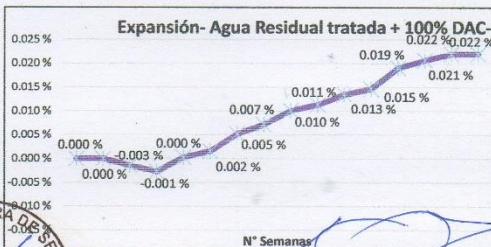
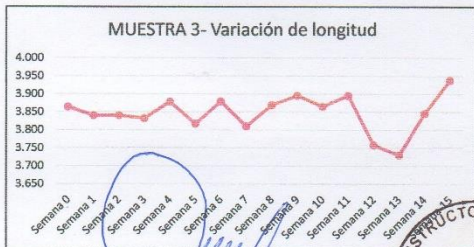
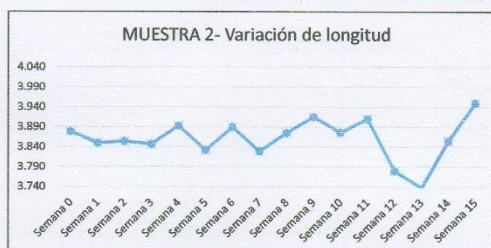
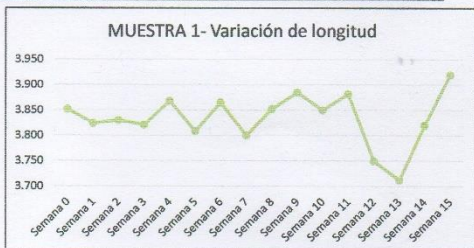
AGUA RESIDUAL TRATADA + 100% del bioquímico DAC-1

TIEMPO DE LECTURA	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
Semana 0	3.852	3.879	3.864
Semana 1	3.824	3.850	3.840
Semana 2	3.830	3.854	3.840
Semana 3	3.821	3.847	3.832
Semana 4	3.868	3.893	3.878
Semana 5	3.808	3.832	3.817
Semana 6	3.865	3.890	3.879
Semana 7	3.800	3.829	3.810
Semana 8	3.852	3.875	3.869
Semana 9	3.885	3.915	3.895
Semana 10	3.850	3.876	3.865
Semana 11	3.882	3.910	3.895
Semana 12	3.750	3.780	3.758
Semana 13	3.712	3.738	3.730
Semana 14	3.820	3.855	3.845
Semana 15	3.920	3.950	3.938

Expansión Acumulada	Expansión Aunitaria
0.0000 %	0.000 %
0.0000 %	0.000 %
-0.0044 %	-0.001 %
-0.0124 %	-0.003 %
-0.0116 %	0.000 %
-0.0068 %	0.002 %
0.0088 %	0.005 %
0.0304 %	0.007 %
0.0608 %	0.010 %
0.0948 %	0.011 %
0.1352 %	0.013 %
0.1792 %	0.015 %
0.2364 %	0.019 %
0.2984 %	0.021 %
0.3644 %	0.022 %
0.4304 %	0.022 %



Desviación Estandar	BARRA 1	BARRA 2	BARRA 3
	0.05293	0.05308	0.05337



German Gastelo Chiripos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Firme Ojeda Avesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351



964423859 - 943011231



Ca. Francisco Cabrera N° 1277



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. construcciones y servicios generales

## 11.9. Ensayo de tiempo de fraguado

*Anexo 57 Ensayo de tiempo de fraguado*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 58 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua potable*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

INFORME

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (USAT)

**Tesis** : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE"

**Tesista** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

**Referencia** : Norma ASTM C403

F'c : 210 kg/cm2      Identificación de la Muestra : Agua Potable  
 Temperatura exterior :  
 Hora de ensayo : 08:46 a.m.

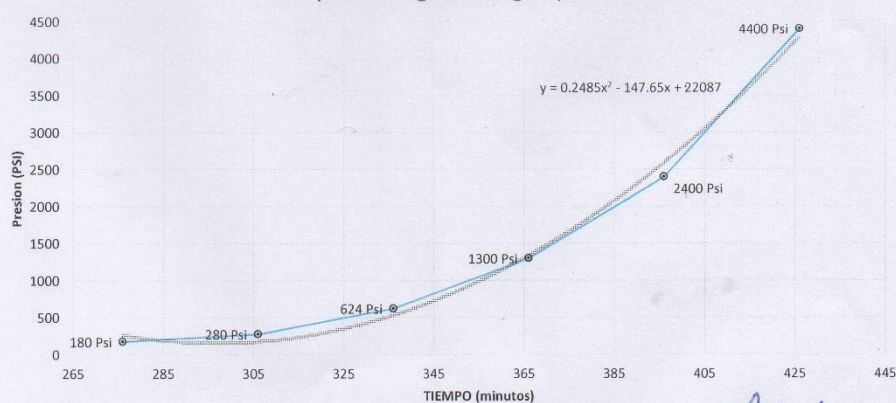
Tiempo	Penetración (Lbf)	Aguja (pulg2)	Min (minutos)	Presion (PSI)
01:22	180 Lb	1.00 pulg2	276	180 Psi
01:52	140 Lb	0.50 pulg2	306	280 Psi
02:22	156 Lb	0.25 pulg2	336	624 Psi
02:52	130 Lb	0.10 pulg2	366	1300 Psi
03:22	120 Lb	0.05 pulg2	396	2400 Psi
3:52p.m	110 Lb	0.03 pulg2	426	4400 Psi

Tiempo Inicial : 5 h 25 min

Tiempo final : 7 h min

Tiempo fragua : 1 h 35 min

Tiempo de Fraguado- Agua potable



*[Firma]*  
 RIVERA OBILITAS AEN  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 59 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con residual tratada, proveniente de PTAR Lambayeque*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

INFORME  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (USAT)

**Tesis** : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE"

**Tesista** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

**Referencia** : Norma ASTM C403

F'c : 210 kg/cm2 Identificación de la Muestra : Agua Residual Tratada- PTAR Lambayeque  
 Temperatura exterior :  
 Hora de ensayo : 09:01 a.m.

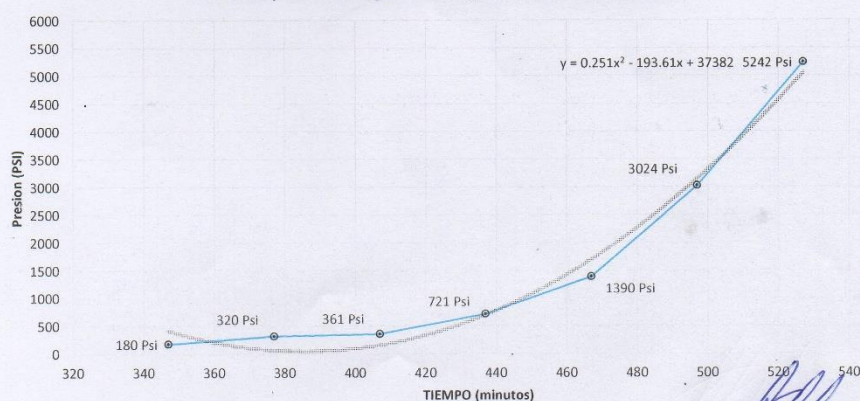
Tiempo	Penetración (Lbf)	Aguja (pulg2)	Min (minutos)	Presion (PSI)
02:48	180 Lb	1.00 pulg2	347	180 Psi
03:18	160 Lb	0.50 pulg2	377	320 Psi
03:48	90 Lb	0.25 pulg2	407	361 Psi
04:18	180 Lb	0.25 pulg2	437	721 Psi
04:48	140 Lb	0.10 pulg2	467	1390 Psi
05:18	150 Lb	0.05 pulg2	497	3024 Psi
5:48 p.m	130 Lb	0.02 pulg2	527	5242 Psi

**Tiempo Inicial** : 6 h 59 min

**Tiempo final** : 8 h 30 min

**Tiempo fragua** : 1 h 32 min

Tiempo de Fraguado- Agua residual Tratada



*[Firma]*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 60 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 35% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1)*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

INFORME  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (USAT)

**Tesis** : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE"

**Tesista** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

**Referencia** : Norma ASTM C403

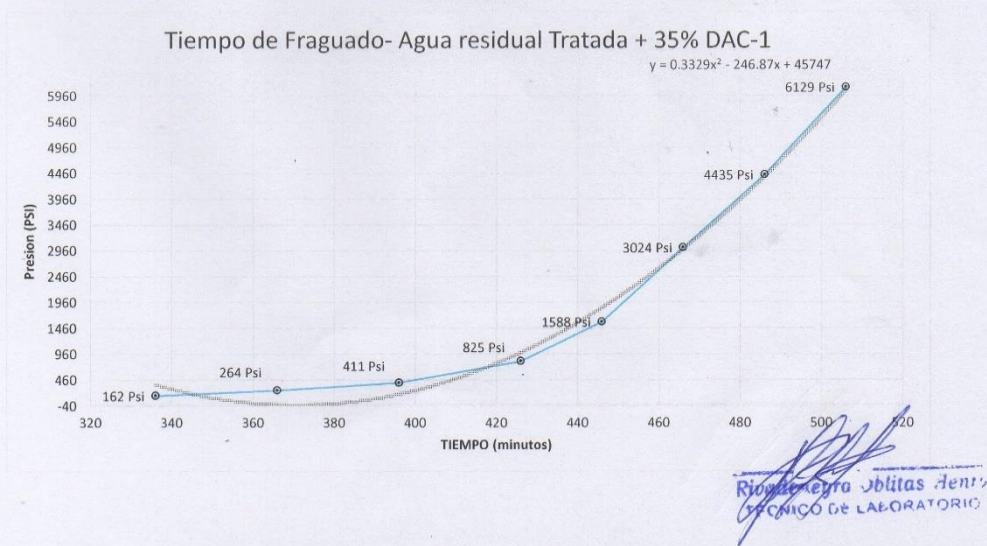
F<sub>c</sub> : 210 kg/cm<sup>2</sup> Identificación de la Muestra : Agua Residual Tratada + 35% de bioquímico DAC-1

Temperatura exterior : 1

Hora de ensayo : 09:16 a.m.

Tiempo	Penetración (Lbf)	Aguja (pulg <sup>2</sup> )	Min (minutos)	Presion (Psi)
02:52	162 Lb	1.00 pulg <sup>2</sup>	336	162 Psi
03:22	132 Lb	0.50 pulg <sup>2</sup>	366	264 Psi
03:52	206 Lb	0.50 pulg <sup>2</sup>	396	411 Psi
04:22	206 Lb	0.25 pulg <sup>2</sup>	426	825 Psi
04:37	160 Lb	0.10 pulg <sup>2</sup>	446	1588 Psi
05:02	150 Lb	0.05 pulg <sup>2</sup>	466	3024 Psi
05:22 p.m	110 Lb	0.02 pulg <sup>2</sup>	486	4435 Psi
05:42 p.m	152 Lb	0.02 pulg <sup>2</sup>	506	6129 Psi

Tiempo Inicial : 6 h 42 min  
 Tiempo final : 7 h 60 min  
 Tiempo fragua : 1 h 17 min



**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 61 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 70% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1)*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

INFORME  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (USAT)

**Tesis** : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE"

**Tesista** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

**Referencia** : Norma ASTM C403

F'c : 210 kg/cm2      Identificación de la Muestra : Agua Residual Tratada + 70% de bioquímico DAC-1  
 Temperatura exterior :  
 Hora de ensayo : 09:29 a.m.

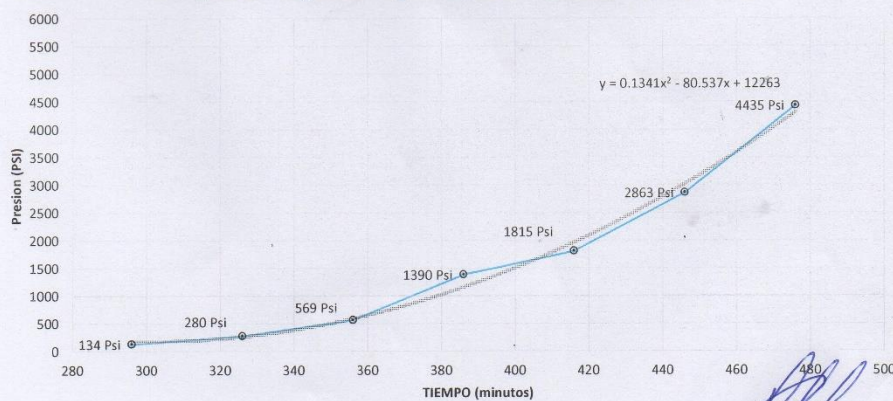
Tiempo	Penetración (Lbf)	Aguja (pulg2)	Min (minutos)	Presion (PSI)
01:25	134 Lb	0.9998 pulg2	296	134 Psi
02:55	140 Lb	0.5007 pulg2	326	280 Psi
03:25	142 Lb	0.2496 pulg2	356	569 Psi
03:55	140 Lb	0.1008 pulg2	386	1390 Psi
04:25	90 Lb	0.0496 pulg2	416	1815 Psi
04:55	142 Lb	0.0496 pulg2	446	2863 Psi
5:25 p.m	110 Lb	0.0248 pulg2	476	4435 Psi

**Tiempo Inicial** : 5 h 49 min

**Tiempo final** : 7 h 48 min

**Tiempo fragua** : 1 h 59 min

Tiempo de Fraguado- Agua residual Tratada + 70% DAC-1



Ripollero Jblitas Jent  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

*Anexo 62 Ensayo de tiempo de fraguado- Elaborado con agua residual tratada adicionando el 100% del bioquímico DAC-1 y el reactivo ART-12(10% del bioquímico DAC-1)*



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

INFORME  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS (USAT)

**Tesis** : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ELABORADO CON AGUA RESIDUAL TRATADA ADICIONANDO EL BIOQUÍMICO DAC-1 Y SU REACTIVO ART-12 PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210 KG/CM2 EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE"

**Tesista** : Santamaria Tene Cinthia del Rosario

**Lugar** : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque

**Ensayo** : Tiempo de fraguado del concreto por penetración

**Referencia** : Norma ASTM C403

F'c : 210 kg/cm2      Identificación de la Muestra : Agua Residual Tratada + 100% de bioquímico DAC-1  
 Temperatura exterior : 1  
 Hora de ensayo : 10:43 a.m.

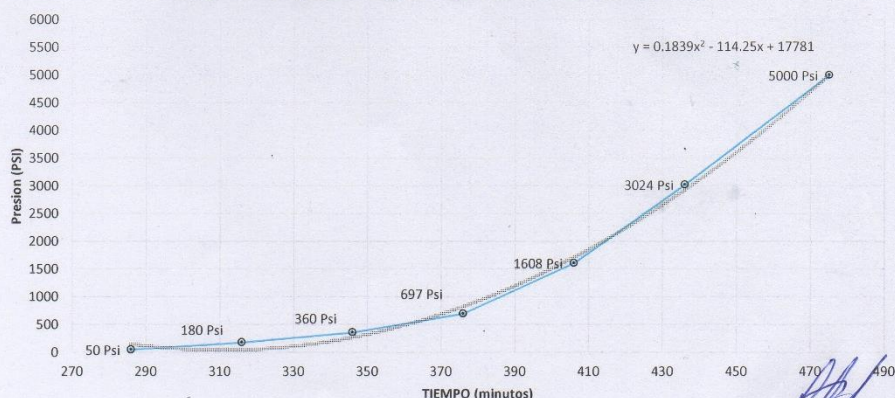
Tiempo	Penetración (Lbf)	Aguja (pulg2)	Min (minutos)	Presion (PSI)
03:29	50 Lb	1.00 pulg2	286	50 Psi
03:49	180 Lb	1.00 pulg2	316	180 Psi
04:29	180 Lb	0.50 pulg2	346	360 Psi
04:59	174 Lb	0.25 pulg2	376	697 Psi
05:29	162 Lb	0.10 pulg2	406	1608 Psi
05:59	150 Lb	0.05 pulg2	436	3024 Psi
6:08 p.m	124 Lb	0.02 pulg2	475	5000 Psi

**Tiempo Inicial** : 5 h 58 min

**Tiempo final** : 7 h 35 min

**Tiempo fragua** : 1 h 37 min

Tiempo de Fraguado- Agua residual Tratada + 100% DAC-1



Rivero Neyra Jblitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos (USAT)**

**11.10. Peso unitario, temperatura y asentamiento del concreto**

*Anexo 63 Peso unitario del concreto fresco*



*Fuente: Galería Propia*

*Anexo 64 Asentamiento del concreto del concreto fresco*



*Fuente: Galería Propia*

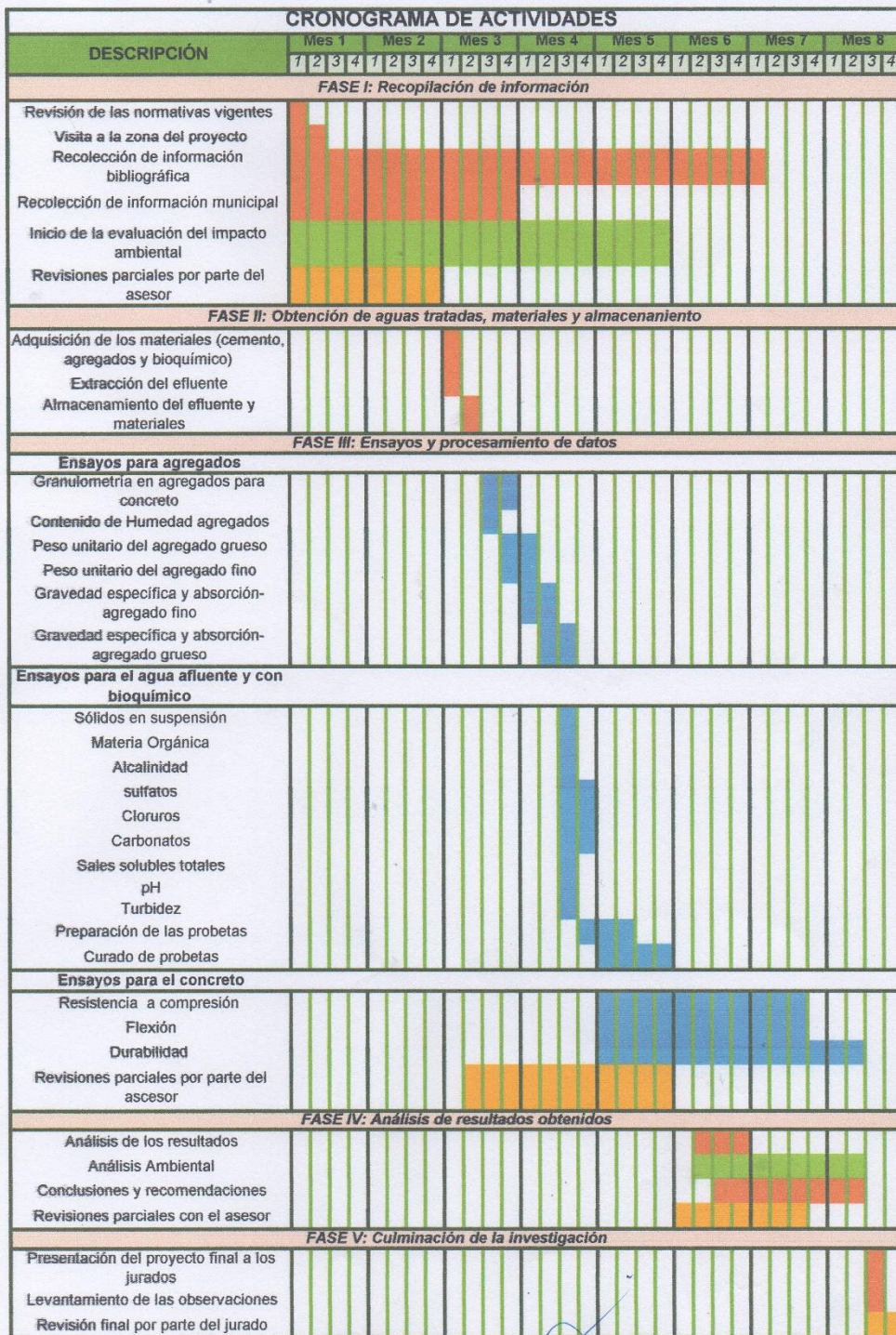
*Anexo 65 Temperatura del concreto fresco*



*Fuente: Galería Propia*

11.11. Cronograma de actividades

Anexo 66 Cronograma de actividades



Fuente: Galería Propia