

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS
EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN
EL MÓDULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA,
PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA
-ABRIL 2018

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

AUTOR:

BACH. ERICK GABRIEL ZAPATA AVALOS

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2018

2. FIRMA DE JURADO Y ASESOR:

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

Presidente

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

Miembro

Ing. Orlando Valeriano Suárez Elías

Miembro

Mgtr. Carmen Chilón Muñoz

Asesor

3. AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote– Filial Piura, por haberme aceptado ser parte de ello y abierto las puertas para poder estudiar la carrera profesional de Ingeniería civil, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante.

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión, a mi hermana Sandra Zapata Avalos quien dedicó su tiempo y esfuerzo para brindarme los estudios, a mi madre Lidia Avalos Aguirre quien es mi razón y gran motivo para lograr cada meta que me trazo, a mi padre Evaristo Zapata Sosa (+) que desde el cielo me acompaña en los momentos más difíciles y ser lo que hasta ahora estoy alcanzando.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor, a su inmensa bondad y apoyo condicional, lo complicado de lograr esta meta se ha notado con el pasar del tiempo. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes. Mi hermosa familia Zapata Avalos.

DEDICATORIA

La presente tesis, la dedico a mi familia; principalmente a mi hermana y madre que han sido pilares fundamentales en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, y por último a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

4. RESUMEN Y ABSTRACT

RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo Determinar y Evaluar las Patologías que se presentan en las Estructuras de Concreto Armado en el Módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. El planteamiento del problema fue: ¿En qué medida la determinación y evaluación de Patologías en las Estructuras de Concreto Armado en el Modulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable nos permitirá obtener el estado y condición de servicio actual de la estructura? La metodología de investigación usada fue descriptiva, cualitativa, no experimental y de corte transversal. La población estuvo constituido por todas las estructuras de concreto Armado de la Planta de Tratamiento de agua Potable del distrito de Bellavista, la muestra fue constituida por las estructuras de Concreto Armado del Módulo N°01 de Planta de Tratamiento de agua Potable del distrito de bellavista; Se empleó la técnica de la observación y como instrumento de recopilación de datos (In-Situ) una ficha de inspección para el procesamiento de los resultados. El área total de estudio es 4116.58 m² de concreto armado la cual lo conforman: Floculador (Pantallas, Vigas, Muros y Losas), Sedimentador (Muros y Losas), Filtros (muros y Losas). Se concluyó que el 88.12% de los componentes del Módulo N°01 presentan patologías, mientras que el 11.88% no presenta patologías, siendo la Corrosión-Carbonatación la patología de mayor peligrosidad. Luego de analizar los resultados se llegó a la conclusión, que el nivel de severidad es Pésimo-Severo.

Palabras claves: Patologías, Estructuras, Concreto armado, Planta de Tratamiento

ABSTRACT

The objective of this thesis is to Determine and Evaluate the Pathologies that occur in the Armed Concrete Structures in Module No. 01 of the Drinking Water Treatment Plant of the District of Bellavista, Province of Sullana, Department of Piura. The problem statement was: To what extent the determination and evaluation of Pathologies in the Reinforced Concrete Structures in Module No. 01 of the Drinking Water Treatment Plant will allow us to obtain the status and current service condition of the structure? The research methodology used was descriptive, qualitative, non-experimental and cross-sectional. The population was constituted by all the concrete structures Armed of the Drinking Water Treatment Plant of the district of Bellavista, the sample was constituted by the structures of Armed Concrete of the Module No. 01 of the Drinking Water Treatment Plant of the district of Bellavista; The technique of observation was used and as an instrument of data collection (In-Situ) an inspection record for the processing of the results. The total area of study is 4116.58 m² of reinforced concrete which is made up of: Floculador (Screens, Beams, Walls and Slabs), Sedimentador (Walls and Slabs, Filters (walls and slabs). It was concluded that 88.12% of the components of Module No. 01 present pathologies, while 11.88% have no pathologies, Corrosion-Carbonation being the most dangerous pathology. After analyzing the results, it was concluded that the severity level is appalling-Severe.

Keywords: Pathologies, Structures, Reinforced concrete, Treatment Plant

5. CONTENIDO

1. TÍTULO DE LA TESIS	i
2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR	ii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA	iii
4. RESUMEN Y ABSTRACT	v
5. CONTENIDO	vii
6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
2.1. MARCO TEÓRICO	6
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	6
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	10
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	13
2.2. MARCO CONCEPTUAL	16
2.2.1. DEFINICIÓN	16
2.2.2. CONCRETO	17
2.2.2.1. Componentes del concreto	17
2.2.3. ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	18
2.2.3.1. Planta de tratamiento de agua potable	18
2.2.4. CISTERNA DE AGUA POTABLE	24
2.2.5. PATOLOGÍA DEL CONCRETO	26
2.2.5.1. Procedimientos para el diagnóstico y evaluación de Patologías	26
2.2.5.2. Principales patologías que presentan las plantas de tratamiento.....	28
2.2.6. ELEMENTO DE MANTENIMIENTO EN PTAR – SULLANA	29
A- Mantenimiento de floculadores	29

B- Mantenimiento de decantadores (Sedimentadores).....	30
C- Mantenimiento de filtros	31
D- Mantenimiento anual.....	32
E- Mantenimiento de la cisterna	32
2.2.7. PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO	
ARMADO	33
2.3. BASES TEÓRICAS	50
2.3.1. MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS IN	
SITU	50
2.3.2. CUADRO DE PATOLOGÍAS A EVALUAR EN LAS	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	51
III. HIPOTESIS	53
IV. METODOLOGÍA	53
4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	53
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	55
4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E	
INDICADORES.....	55
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
4.5. PLAN DE ANÁLISIS	57
4.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA	59
4.7. PRINCIPIOS ÉTICOS	60
V. RESULTADOS	61
5.1 RESULTADOS	61
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	82
VI. CONCLUSIONES	85
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	94

6. ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOS, GRÁFICOS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°01: Erosión en el fondo	8
FIGURA N°02: Exposición de acero de refuerzo	8
FIGURA N°03: Extracción de testigos de concreto endurecido	10
FIGURA N°04: Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores	10
FIGURA N°05: Fisuras en canal de salida del Decantador	10
FIGURA N°06: Esquema del Proceso de Tratamiento	18
FIGURA N°07: Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana	19
FIGURA N°08: Floculador	21
FIGURA N°09: Sedimentador o Decantador	23
FIGURA N°10: Filtro del Módulo I	24
FIGURA N°11: Cisterna de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	25
FIGURA N°12: Diagrama de Flujo del Sistema de Tratamiento y Distribución de Agua Potable	25
FIGURA N°13: Fisuras y Grietas	28
FIGURA N°14: Corrosión del Concreto	28
FIGURA N°15: Limpieza de la Acumulación de Lodos	31
FIGURA N°16: Proceso Físico de Cavitación en Estructura de Concreto	37
FIGURA N°17: Formas de comprobar si progresa una fisura	38
FIGURA N°18: Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo	41
FIGURA N°19: Patrón de fractura inadecuado en el borde	42
FIGURA N°20: Efectos de la corrosión en Concreto	45
FIGURA N°21: Proceso de Carbonatación	47

ÍNDICE DE FOTOS

FOTO N°01: Floculador del Módulo I	21
FOTO N°02: Sedimentador del Módulo I	22
FOTO N°03: Filtros del Módulo I	24
FOTO N°04: Filtración en muro de concreto	34
FOTO N°05: Desprendimiento de concreto de pantalla	35
FOTO N°06: Fisura en Viga	39

FOTO N°07: Grieta en viga y en Pantalla de Floclador	40
FOTO N°08: Lixiviado en el concreto	43
FOTO N°09: Corrosión-Carbonatación en el concreto	44
FOTO N°10: Colonización en Exterior de Floclador	49
FOTO N°11: Colonización en el interior de Sedimentador	49
FOTO N°12: Modulo N° 01 de la Planta de Tratamiento-Sullana	56
FOTO N°13: Recopilación de datos de las muestras	57
FOTO N°14: Formato de las muestras a utilizar	105
FOTO N°15: Ingreso a la Planta de Tratamiento	109
FOTO N°16: Decantador en mantenimiento	109
FOTO N°17: Fisuras en losa	110
FOTO N°18: Espesor de la Losa con Grietas	110
FOTO N°19: Vista de secuencia de las pantallas del Floclador	111
FOTO N°20: Tomando medidas de la pantalla del Floclador	111
FOTO N°21: Medida de la Patología- Humedad	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°01: Tipos de patología existentes en las Vigas del Floclador	63
GRÁFICO N°02: Tipos de patología existentes en las Losas del Floclador	65
GRÁFICO N°03: Tipos de patología existentes en las Pantallas del Floclador	67
GRÁFICO N°04: Tipos de patología existentes en los Muros exteriores de concreto armado del Floclador	69
GRÁFICO N°05: Tipos de patología existentes en las Losas de concreto armado del Sedimentador.....	71
GRÁFICO N°06: Tipos de patología existentes en los Muros de concreto armado del Sedimentador	73
GRÁFICO N°07: Tipos de patología existentes en Losa de concreto armado de los Filtros	75
GRÁFICO N°08: Tipos de patología existentes en Muros de concreto armado de los Filtros	77
GRÁFICO N°09: % afectado de patologías existentes en la estructura de concreto Armado del Módulo	79
GRÁFICO N°10: Porcentaje afectado del Floclador	80

GRÁFICO N°11: Porcentaje Afectado del Sedimentador o Decantador	80
GRÁFICO N°12: Porcentaje en función del área Afectada	81
GRÁFICO N°13: Porcentaje Afectado del Módulo N° 01	82
GRÁFICO N°14: Porcentaje total del área afectada	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°01: Tipos de patología existentes en las Vigas del Floculador	51
TABLA N°02: Porcentaje de Severidad en función del Área Afectada	52
TABLA N°03: Método de Diseño	54
TABLA N°04: Matriz de consistencia	59
TABLA N°05: Nivel de Condición	61
TABLA N°06: Evaluación de la Unidad de Muestra M-1	62
TABLA N°07: Evaluación de la Unidad de Muestra M-2	64
TABLA N°08: Evaluación de la Unidad de Muestra M-3	66
TABLA N°09: Evaluación de la Unidad de Muestra M-4	68
TABLA N°10: Evaluación de la Unidad de Muestra M-5	70
TABLA N°11: Evaluación de la Unidad de Muestra M-6	72
TABLA N°12: Evaluación de la Unidad de Muestra M-7	74
TABLA N°13: Evaluación de la Unidad de Muestra M-8	76
TABLA N°14: Área Total Afectada de Patologías de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – Sullana	78
TABLA N°15: Áreas afectadas/No afectadas del Floculador	79
TABLA N°16: Áreas afectadas/No afectadas del Sedimentador o Decantador	80
TABLA N°17: Áreas afectadas/No afectadas de Filtros	81
TABLA N°18: Resumen de resultados por Unidad de Muestra	81

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO N°01: Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana	95
PLANO N° 02: Ubicación del Módulo N°01de la Planta de Tratamiento de Agua Potable - Sullana	96
PLANO N° 03: Distribución del Módulo N°01	97

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de sistemas que se crearon para mejorar la calidad del agua, por medio de procesos y posterior almacenarlas, se da desde la antigüedad, por necesidad de las poblaciones que se preocupaban por obtener agua lo más pura y limpia que sea, para no contraer enfermedades. Con el pasar el tiempo al conjunto de estas estructuras y sistemas que no solo eran inventos si no que implicaban a la ingeniería, se conoce como Planta de tratamiento de Agua Potable, la función que realizan es que el agua se vuelva apta para el consumo humano.

Hoy en nuestra región, a través de la EPS Grau, informa que operan 6 plantas de tratamiento de agua potable en Piura, funcionando y abasteciendo a toda la población agua de calidad, La Planta de Tratamiento de Agua ubicada en el distrito de Bellavista, constituido de tres módulos construidos en los años de 1951- 1979- 1980, actualmente la Planta no cubre la demanda de la población, debido al crecimiento poblacional lo que ha conllevado que esta planta de tratamiento este al límite de su atención.

El construir una planta de tratamiento garantiza que su sistema de estructuras siempre conserve inalteradas sus condiciones físicas, siempre y cuando se espera de un mantenimiento periódico.

Las estructuras que son parte del proceso para potabilizar el agua potable, como los son: Floculador, Decantador o Sedimentador, Filtros y cisterna, implican a ser resistentes ante agentes atmosféricos, de manera que en su diseño tuvo que haberse tenido en cuenta, variación de clima, lluvias intensas en verano, vientos fuertes, que son eventos anómalos naturales que se presentan en cada época del año.

Es importante recalcar que en este tipo de Estructuras de concreto armado su vida útil es esencial a una escala ciertamente internacional y enorme, Internacional porque el concreto sabemos que es un material usado en todo el mundo, y sin embargo las estructuras de concreto cada vez en su totalidad dejan mucho que desear, apareciendo deterioradas a temprana edad, que en la mayoría pudo ser por los métodos de construcción empleados, la calidad de sus materiales, la mano de obra, la ubicación en un ambiente no adecuado.

Enorme, porque su costo de mantenimiento, reparación y rehabilitación, es muy elevado.

Y porque estamos acostumbrados a que nuestras construcciones solas se mantengan en buenas condiciones, sin muchas veces no brindándoles un mantenimiento adecuado.

Desperfecto que a largo o corto plazo originan inseguridad para el usuario y comunidad cercana, que en estos casos contar con este tipo de condiciones es peligrar con la salud pública.

Por consiguiente, hoy por hoy encontramos las estructuras de la planta de tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista con la misma problemática, de la cual se encuentran deterioradas mostrando un mal estado, debido a los agentes propios del medio en el que está, a esto se suma la catástrofe el niño, teniendo la posibilidad de haber causado daños severamente a las obras de ingeniería dentro de la misma, que son los ocasionales de estos deterioros, aflorando diferentes tipos de patologías.

Por lo anteriormente expresado, el planteamiento del problema de investigación

Es: **¿En qué medida la determinación y evaluación de Patologías en las**

Estructuras de Concreto Armado en el Modulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable nos permitirá obtener el estado y condición de servicio actual de la estructura?

Para dar respuesta al problema, se propuso como objetivo general:

- **Determinar y Evaluar las Patologías que se presentan en las Estructuras de Concreto Armado en el Módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.**

Para alcanzar a nuestro objetivo general, se sugirió los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Identificar y determinar los tipos de Patologías en las estructuras de Concreto Armado en el módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista.
- ✓ Analizar los tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- ✓ Obtener el nivel de severidad de las patologías presentes las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- ✓ Verificar el estado actual y condición de servicio en las que se encuentra las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

Una buena calidad en la construcción de las estructuras de concreto depende en gran medida de la forma como se lleva a cabo un proceso constructivo adecuado y eficiente del proceso de ejecución; los profesionales encargados deben estar

capacitados para asumir la supervisión en la construcción, pero muchas veces por no contar con el tiempo necesario en obra o la falta de ética profesional, encargan a un personal no especializado sin saber las consecuencias que esto provocaría, las cuales van a estar reflejadas al pasar el tiempo de su vida útil. Considerando en conocimiento los diferentes tipos de patologías identificadas y encontradas en la zona estudiada, según se sugiere iniciar una determinación de las áreas afectadas en los diferentes elementos que la conforman.

El área de estudio de la que se va evaluar son las estructuras que conforman la Planta de Tratamiento de Agua Potable como: Floculador, Decantador, Filtros; de los cuales los muros que forman las estructuras son de un espesor de 0.40m, las losas con un ancho de 1.85m y espesor de 0.20 m, las vigas en el Floculador tienen una sección transversal de 0.30m de ancho y 0.40m de altura; El espesor de las Pantallas del Floculador es de 0.15m, es así que, son las áreas destinadas a evaluar con el propósito de obtener porcentajes de daños que presentan los niveles de deficiencia y condición de servicio que exponen sus estructuras de concreto armado.

La presente Tesis, también será realizado como base de datos y toma de decisiones, la cual pudiera tener en cuenta la Planta de Tratamiento de Agua Potable, además pretende hacer de conocimiento general, los resultados obtenidos según las correspondientes evaluaciones realizadas en este proyecto, con el fin de tener un conocimiento general del estado actual y condiciones en el que se encuentran de servicio.

Es por ello, que a través de la presente investigación se justifica por la necesidad de establecer el diagnóstico en las que se encuentran las estructuras de concreto

armado, partiendo de la determinación y evaluación de patologías que la viene afectando.

Esta investigación tiene como propósito la Determinación y Evaluación de Patologías en las Estructuras de Concreto Armado en el Modulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, es por ende que se busca dar una solución.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

Referente a esta investigación se sustenta varios estudios con respecto a este tema tanto a nivel internacional, nacional como locales:

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

a. **PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE OBRAS HIDRÁULICAS, AUTOR: Crespo P. Daily, (2015)¹.**

En el presente trabajo se realiza un estudio sobre la evaluación y diagnóstico de las patologías en obras hidráulicas (canales, estaciones de bombeo y **plantas de tratamiento de agua potable**). Se definen las patologías que se manifiestan en estas obras hidráulicas, que permita caracterizar las mismas a partir de identificar los daños, averías, las causas y sus posibles soluciones. Sobre la base de los estudios anteriores, se propone una secuencia de pasos para realizar los trabajos de evaluación y diagnóstico de las patologías en obras hidráulicas. Teniendo en cuenta todo lo anterior y con la formulación de un procedimiento de forma integral para identificar las patologías existentes, se deben obtener soluciones más factibles, con un tiempo mínimo y menor costo posible.

CONCLUSIONES

1. Se identifican las principales patologías que se pueden manifestar en las obras hidráulicas organizadas para las estructuras de tierra, de hormigón y tuberías.

2. Se presenta la descripción de las patologías en las estructuras de tierra y hormigón armado, que nos sirve como guía para su posterior identificación en la obra objeto de estudio.
3. Se define una secuencia de pasos para la inspección de las obras hidráulicas, desglosada y explicada por etapas, que mediante su aplicación parcial o total permite llegar a establecer los estados patológicos de la obra estudiada para de esta forma poder proponer los métodos y tecnologías de intervención más apropiados.

b. INFORME SOBRE PATOLOGIAS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EL DORADO- PATOLOGIA EN ESTRUCTURAS HIDRAULICAS; AUTOR: Ovalle B. Gabriel, (2012)²

El presente trabajo recoge la experiencia obtenida como producto de la visita realizada a la Planta de Tratamiento “**El Dorado**”, Propiedad de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP, localizada en la localidad de Usme, al oriente de la Ciudad, y que hace parte del proceso de Producción de agua potable para la ciudad. Por sus características de operación, las estructuras que la componen, se ven expuestas a sufrir diversas patologías que pueden afectar la prestación del servicio.

En la visita de reconocimiento, se adelantaron las respectivas labores de evaluación de lesiones, registro fotográfico, levantamiento de esquemas, identificación de probables causas, verificación de condiciones de entorno y georeferenciación.

Para entender con mayor claridad los riesgos que se pueden presentar, es necesario entender el proceso de potabilización y como se pueden afectar las diferentes estructuras por los procesos que se dan en la operación, De igual manera es relevante la descripción de los aspectos ambientales y la descripción geográfica de la planta.

El objetivo general de este trabajo radica en el establecimiento de las patologías que afectan la estructura objeto del estudio, para demostrar con este análisis la competencia adquirida dentro del módulo de Patología en Estructuras Hidráulicas dentro de la especialización de Patología de la construcción.



Figura N° 01. Erosión en el fondo.
Fuente: Informe Sobre Patologías en la Planta El Dorado



Figura N°02: Exposición de acero de refuerzo.
Fuente: Informe Sobre Patologías en la Planta El Dorado

CONCLUSIONES

- Los principales elementos del diagnóstico son la observación, calificación de las lesiones y los ensayos de laboratorio que nos permitan cualificarlas. Respecto de este informe se cumplieron las dos primeras quedando pendiente la tercera, por tanto es claro que el

diagnostico presentado deberá ser reajustado con la elaboración de los ensayos requeridos.

- Dentro de las principales lesiones registradas en la visita se encuentran las erosiones por efecto de la abrasión producida por el agua y que en algunas estructuras ha alcanzado la profundidad del espesor del recubrimiento lo que nos da aceros expuestos y desarrollando corrosión.
- No se encuentran daños que se puedan catalogar como severos, toda vez que las pérdidas de agua en la actualidad son controladas o son volúmenes despreciables, sin embargo existe evidencias de reparaciones en los tanques floculares que hacen ver perdidas de estanqueidad que en su momento debieron ser graves.
- Se pudo determinar que la mayor incidencia de deterioro resulta en las zonas donde se adicionan productos químicos, zonas de grandes velocidades del agua o donde se presentan cavitaciones.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

a. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE; AUTOR: CISMID-UNI, (2012)³

La planta de tratamiento de la Atarjea es la única planta de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Lima. Capta el agua del río Rímac, la almacena en los dos grandes reservorios y la purifica en múltiples estanques decantadores. A lo largo de este proceso de tratamiento del agua se puede observar múltiples estructuras

hidráulicas, muchas de las cuales poseen más de 50 años en uso continuo.

Dentro de este proceso en el año 2005, por encargo de SEDAPAL, CISMID-UNI desarrolla el estudio de vulnerabilidad sísmica de las estructuras de los decantadores de la planta de tratamiento de la Atarjea. En este estudio se identificaron daños en los muros de los decantadores (los cuales ya habían sido reforzados en la década del 60) y asimismo se pudo determinar la pérdida del refuerzo por oxidación de las varillas. Se extrajeron núcleos de concreto endurecido con la finalidad de conocer la calidad actual del material.



Figura N° 03: Extracción de testigos de concreto endurecido. Obsérvese la corrosión en el muro
Fuente: CISMID-UNI



Figura N° 04: Corrosión del refuerzo en los muros de los decantadores
Fuente: CISMID-UNI



Figura N°05: Fisuras en canal de salida del decantador
Fuente: CISMID-UNI

Se pudo observar la existencia de fisuras en canales de salida del decantador (Figura N°05), y en adición a esto corrosión de su refuerzo. Como consecuencia del levantamiento de daños del estudio del 2005, se desarrolló un modelo matemático con elementos finitos a fin de determinar la demanda sísmica de las estructuras bajo un sismo severo. En este caso se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, determinándose la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores en el año 2005, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.

CONCLUSION

- Basados en el levantamiento de daños del estudio realizado por CISMID el año 2005, y en el desarrollo del modelo matemático de las estructuras de la planta de tratamiento de la Atarjea donde se utilizó como sismo de diagnóstico los sismos de Lima 9/10/1974 y 17/10/1966, se determinó la respuesta sísmica para las condiciones de los decantadores, encontrándose que 5 de los decantadores son vulnerables, ya que los esfuerzos sobre sus muros no podrían soportar una demanda de sismo severo.

b. HUACHIPA: SEDAPAL INVESTIGARÁ DAÑO EN PLANTA DE TRATAMIENTO; AUTOR: Orbegozo Fernando A. (2015)⁴; Editorial: DIARIO EL COMERCIO.

La planta de tratamiento de agua potable de Huachipa, inaugurada hace solo cuatro años, presenta serios daños. Funcionarios de Sedapal

denunciaron que tiene un grave deterioro, específicamente en la bocatoma, infraestructura que permite captar el agua del río Rímac. La planta luego distribuye el agua procesada a Lima norte por un ramal.

Mantenimiento de la planta: El diseño y la construcción de la obra estuvieron a cargo del Consorcio Huachipa, integrado por las empresas Camargo Correa (Brasil) y OTV (Francia). Desde el 8 de junio del 2011, cuando entró en funcionamiento la planta, la concesionaria también asumió su operación y mantenimiento.

A partir del 30 de setiembre último, cuando se venció el plazo estipulado en el contrato, Huachipa pasó a ser administrada por Sedapal, empresa estatal encargada de la provisión de agua potable y saneamiento en la capital. Esta entidad responsabilizó al consorcio por no brindar un mantenimiento adecuado a la infraestructura, lo que habría generado su evidente deterioro.

Representantes de la empresa Camargo Correa indicaron a El Comercio que el Consorcio Huachipa realizó inspecciones tanto en la bocatoma como en la planta en los períodos de estiaje (caudal mínimo del río) de los años 2011, 2013 y 2015. La firma precisó que en la última inspección, el 17 de setiembre de este año, se encontraron diversas afectaciones.

“Según informamos a Sedapal [el 22 de setiembre], en la bocatoma se identificaron algunos daños, causados por las fuertes crecidas del río Rímac en el último período lluvioso, y se descartó que estos sean

producto de vicios ocultos, desgastes prematuros en la infraestructura o falta de mantenimiento normal”, explicaron.

Con respecto a la reparación de la infraestructura de la planta, Sedapal indicó que ya solicitó al consorcio que la ejecute en dos etapas: la temporal inmediata, en la cual se protegerá la zona dañada ante la proximidad del fenómeno de El Niño; y la de reparaciones definitivas, a largo plazo. Se prevé que para inicios de noviembre la primera etapa de reparación (temporal inmediato) esté concluida.

2.1.3. Antecedentes Locales:

- a. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS LOSAS DE CONCRETO DE LAS CAMARAS DE BOMBEO DE AGUAS SERVIDAS DE LA EPS GRAU ZONA DE MANCORA, NEGRITOS 1, 2 Y 3 DE LA REGIÓN PIURA, MARZO – 2017; AUTOR: RAYMUNDO N. EDWIN, (2017)⁵**

La presente investigación tuvo como problema: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en las losas de concreto de las cámaras de Bombeo de Aguas Servidas en la EPS Grau zona de Máncora, Negritos 1, 2 y 3, de la región Piura, permitirá establecer un diagnóstico de su estado actual? Para responder a esta interrogante se tuvo como objetivo general: Determinar y evaluar las patologías del concreto en las losas de concreto de las cámaras de Bombeo de Aguas Servidas de la EPS Grau zona de Máncora, Negritos 1, 2 y 3, de la región Piura.

La metodología utilizada fue de tipo descriptiva-cualitativa, no experimental y de corte transversal. El universo o población estará conformado por la infraestructura de las losas de concreto de las 86 cámaras Bombeo de Aguas Servidas que administra la EPS Grau S.A. y la muestra está conformada por las losas de concreto de las Cámaras de Bombeo de Aguas Servidas de las zonas de Máncora y Negritos 1, 2 y 3. Se usó la técnica de la observación para la recolección de datos en la inspección de campo; y como instrumento de evaluación una ficha en la cual se registró las lesiones patológicas de acuerdo a su tipo, área de afectación y nivel de severidad.

Los resultados revelaron que la patología predominante es la Erosión Química a nivel de toda la muestra. Luego de analizar los resultados se llegó a la conclusión que el nivel de severidad de la muestra evaluada es Moderado.

b. EVALUACION, ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE- EL ARENAL; AUTOR: EL Arenal EPS GRAU S.A (2015)⁶

El servicio de Evaluación, Análisis y Diagnóstico de las estructuras de concreto de la Planta de Tratamiento de Agua Potable- El arenal-EPS GRAU S.A nos da alcances para poder identificar y caracterizar los defectos y/o daños en la planta de Tratamiento de Agua Potable El arenal, se sacudirá a la Evaluación del concreto de las estructuras, esta etapa constituye el fundamento para acertar en la rehabilitación, un

diagnostico apropiado garantiza el éxito de los procesos de intraversión en la estructura, una misma ,manifestación de daño puede asociarse a razones diferentes debido a la naturaleza de las mismas, la inapropiada interpretación del funcionamiento estructural de intervención, lo mismo sucede si el profesional que diagnostica no está debidamente capacitado. Para llevar a cabo el servicio se requiere de los siguientes trabajos en la PTAP El arenal

Trabajos de Ingeniería a nivel de campo:

- ✓ Visita de campo a la Zona de estudio.
- ✓ Evaluación y diagnóstico de algún tipo de patología en la edificación
- ✓ Escaneos de reforzamiento de los elementos del concreto armado
- ✓ Extracción de testigos de concreto utilizando sonda perforadora o sierra de disco.
- ✓ Mediciones de Fisuras estructurales
- ✓ Verificar mediante nivelación si existen asentamientos diferenciales en las estructuras.

Trabajos de Ingeniería a nivel de Gabinete

- ✓ Digitalización de los planos existentes.
- ✓ Revisión de la estructura de la edificación existente.
- ✓ Metrado de cargas de la edificación existente.
- ✓ Informe final del estado actual de la edificación, adjunto a una memoria de cálculo, el cual contendrá conclusiones, recomendaciones e interpretación de datos de laboratorio.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Es necesario definir ciertos términos que ayudarán a comprender el propósito de esta investigación.

2.2.1. DEFINICIÓN

Diagnóstico se define como la localización de los mecanismos de daño y la identificación de las patologías en las estructuras de concreto. El diagnóstico se complementa con un pronóstico del comportamiento futuro de la estructura, considerando las condiciones de servicio y los tipos de intervención o reparación a ejecutar. **Avendaño R. Elizabeth, (2006)**⁷

Las estructuras de concreto armado son aquellas que se emplean en las modernas construcciones de edificios, lozas, complejo habitacionales y demás edificaciones que se requieren una construcción rápida y económica con el fin de ahorrar costos tanto materiales como en mano de obra y tiempo de terminación. **Web AdaxGroup SAC, (2018)**⁸

Las estructuras de concreto armado son el resultado de la mezcla de concreto con armazones de acero lo que brinda rigidez, capacidad antisísmica y un acabado final aceptable. **Web vivirhogar, (2008)**⁹

Se define como “vida útil del proyecto” al periodo previsto para que un mecanismo de daño, o un agente agresor, dé inicio al deterioro del concreto, habiéndose vencido la barrera de protección, pero sin que aún se haya iniciado el debilitamiento de la estructura.

Se define como “vida útil de servicio” al periodo desde la ejecución de la estructura hasta que se complete un nivel aceptable de deterioro. **Rivva L. Enrique, (2006)**¹⁰

2.2.2. CONCRETO

(Reglamento Nacional de Edificaciones E-060)¹¹ Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas.

(American Concrete Institute)¹² Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

2.2.2.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

a) Cemento: (Reglamento Nacional de Edificaciones E-060)¹¹

Material pulverizado que por de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como el aire.

b) Agregados: (Reglamento Nacional de Edificaciones E-060)¹¹

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la norma ITINTEC 400.037.

c) Agua: (Pérez, Gardey)¹³

¹³ Del latín aqua, el agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color), aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor).

d) Aditivos: (Reglamento Nacional de Edificaciones E-060)¹¹
Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades.

2.2.3. ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Guevara (1998)¹⁴ Las estructuras hidráulicas son las obras de ingeniería necesarias para lograr el aprovechamiento de los recursos Hídricos y controlar su acción destructiva. Trabajan en la mayoría de los casos en combinación con elementos y equipos mecánicos. Se construyen en beneficio del hombre y el desarrollo de la humanidad.

2.2.3.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Crespo P. Daily, (2015)¹ Una planta de tratamiento es una secuencia de operaciones o procesos unitarios, convenientemente seleccionados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las normas.

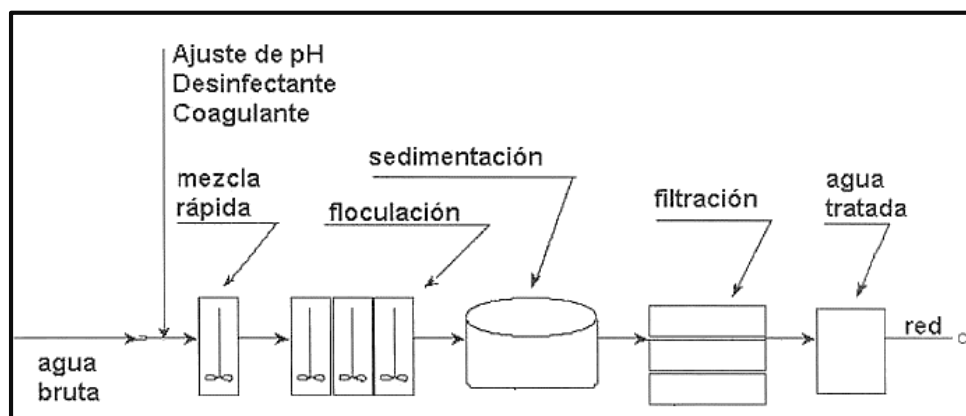


Figura N° 06: Esquema del Proceso de Tratamiento
Fuente: Francisco Ramírez Quirós

A. Planta de Tratamiento de Agua Potable- Sullana

Manual de Operacion y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana (2016)¹⁵ La Planta de Tratamiento de Agua está ubicada en el distrito de Bellavista, constituido de tres módulos construidos en los años de 1951-1979-1980, actualmente la Planta no cubre la demanda de la población por lo que es necesaria su ampliación, su fuente de abastecimiento es la Represa de Poechos, la cual se construyó a principios de 1972 hasta fines de 1978, como parte del Sistema Chira Piura (confluencia de los ríos Catamayo y Macara), esta es construida en el cauce del rio chira aproximadamente a 30 KM de la ciudad de Sullana.



Figura N° 07: Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana

Fuente: Programa de televisión “Piura Construye”

A.1. PROCESO DE TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Según el **Manual de Operacion y Mantenimiento de la PTAP-sullana (2016)**¹⁵, El Sistema General está comprendido por:

1. Sistema de Captación: Su captación se efectúa en la margen derecha del Canal Daniel Escobar (km 32 +00.35) del canal de derivación Chira Piura, en la cota 82,57m. el ingreso del agua es a través de la plancha perforadora de acero inoxidable de 1,07m por 3.03m por 4mm que tiene a inclinación de la sección trapezoidal del canal.

2. Sistema de Tratamiento: Los módulos I, II, y III tienen un caudal de operación de 180, 140, 180 lt/s, la oferta de agua de la planta de tratamiento de agua cruda es de 500 l/s. La Planta de Tratamiento de Agua Potable de Sullana comprende de 03 módulos de tratamientos independientes (módulo N° 01, 02 y 03), construidos desde los años 50 hasta los 80, a cada módulo le corresponde una unidad de **floculación**, una unidad de **decantación** y una batería de **filtración** de 06 filtros.

i. FLOCULADORES

Norma Técnica OS.020 (2015)¹⁶ Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes y pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes a los esfuerzos cortantes que se generan en el lecho filtrante.

Manual de Operacion y Mantenimiento de la PTAP-sullana (2016)¹⁵ Para este fin se cuenta con tres floculadores hidráulicos de flujo sinuoso horizontal de pantallas de cemento fijas, tiene 6.70 m de ancho, 27.42 m de largo, 2.90 m de profundidad inicial

y 3.70 m al final. Las separaciones entre las pantallas varían entre 0.37 m y 1.52 m. El diseño hidráulico ha sido hecho para contar con tres zonas de velocidad progresivamente menores, de este punto, pasa el agua a los sedimentadores mediante un canal rectangular de sección variable que determina velocidades diferenciales a la entrega del agua a cada una de las unidades de sedimentación.



Foto N°01: Floculador del Módulo I

Fuente: Elaboración Propia

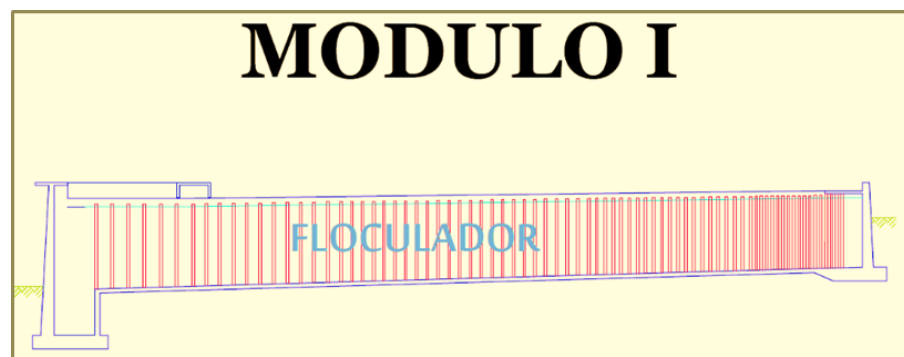


Figura N°08: Floculador

Fuente: Corte 3-3, Planos PTAP Sullana

ii. SEDIMENTADOR O DECANTADOR

Cholan C. Teófilo (2014)¹⁷ Estructuras encargadas de retener en su fondo los floculos formados al añadirle al agua elementos quimicos para formar los floculos.

Manual de Operacion y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable - Sullana (2016)¹⁵ La planta de tratamiento tiene un total de 08 unidades de sedimentación convencional horizontales de flujo lento, de forma rectangular, cada uno muestra las siguientes características:

- Son unidades convencionales de flujo horizontal operando con una tasa promedio de 17.4 m³/m²/día. Las estructuras de concreto miden 6.95 m de ancho por 28.3 m de largo y una profundidad de 3.30 m.
- Los decantadores reciben el agua del canal a través de una pantalla que tiene por finalidad uniformizar el caudal de ingreso en toda la sección de la unidad.

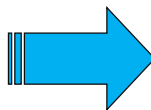
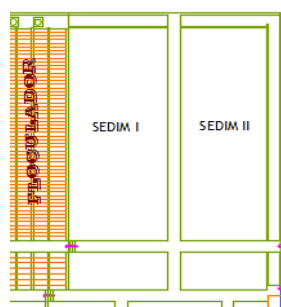


Foto N°02: Sedimentador del Módulo I

Fuente: Elaboración Propia

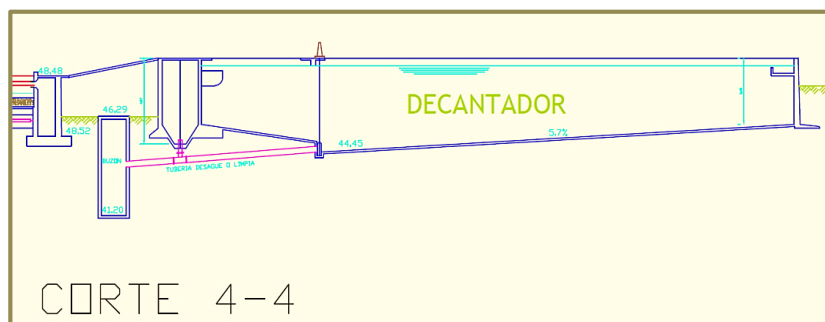


Figura N°09: Sedimentador o Decantador

Fuente: Corte 4-4, Planos Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana

iii. FILTROS

Melgarejo Simon (2016)¹⁸ Es una estructura fundamental para este propósito recordando que la filtración es el proceso mediante el cual el agua es separada de la materia en suspensión haciéndola pasar a través de una sustancia porosa en la práctica este material poroso es generalmente arena.

Manual de Operacion y Mantenimiento de la PTAP-sullana (2016)¹⁵ Cada filtro tiene un largo promedio de 7.30 m, un ancho de 2.43 m y están constituidos por un lecho filtrante de arena, falso fondo de placas de concreto con boquillas de plástico, canaleta de recolección de agua de lavado y galería de tubos, Son filtros rápidos por gravedad y han sido diseñados para operar, de acuerdo al principio de velocidad y caudal constante.

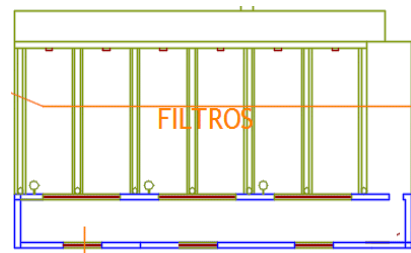


Foto N°03: Filtros del Módulo I

Fuente: Elaboración Propia

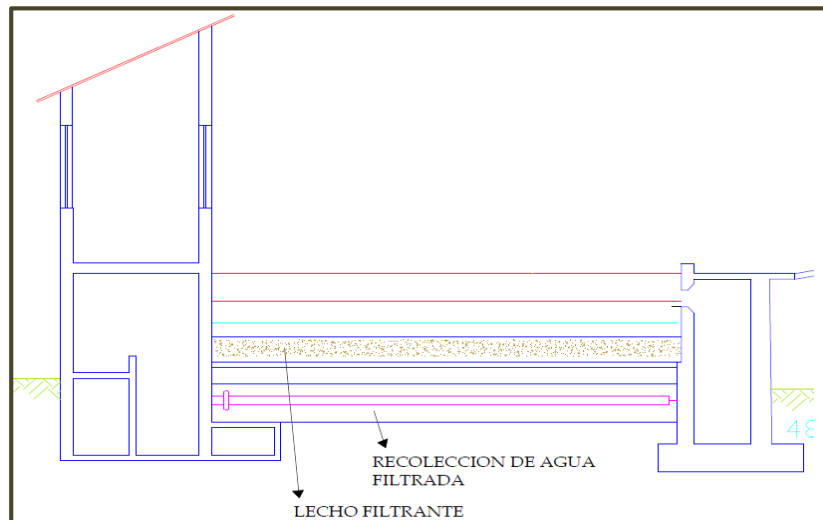


Figura N°10: Filtro del Módulo I

Fuente: Corte 4-4, Planos PTAP Sullana

2.2.4. CISTERNA DE AGUA POTABLE

Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP-Sullana (2016)¹⁵

Existe una cisterna de concreto armado de tanque apoyado de forma rectangular, cuyas características son las siguientes.

Largo : 31m

Volumen total : 4,00 m³

Ancho : 31 m

Volumen útil : 3,00 m³

Altura : 4,25 – 4,00m



Figura N°11: Cisterna de la Planta de Tratamiento de Agua Potable

Fuente: Google Maps

Los módulos I, II y III tienen un caudal de operación de 180, 140 y 180 Lt/sg respectivamente, la oferta de agua de la planta de tratamiento de agua cruda es de 500 Lt/s.

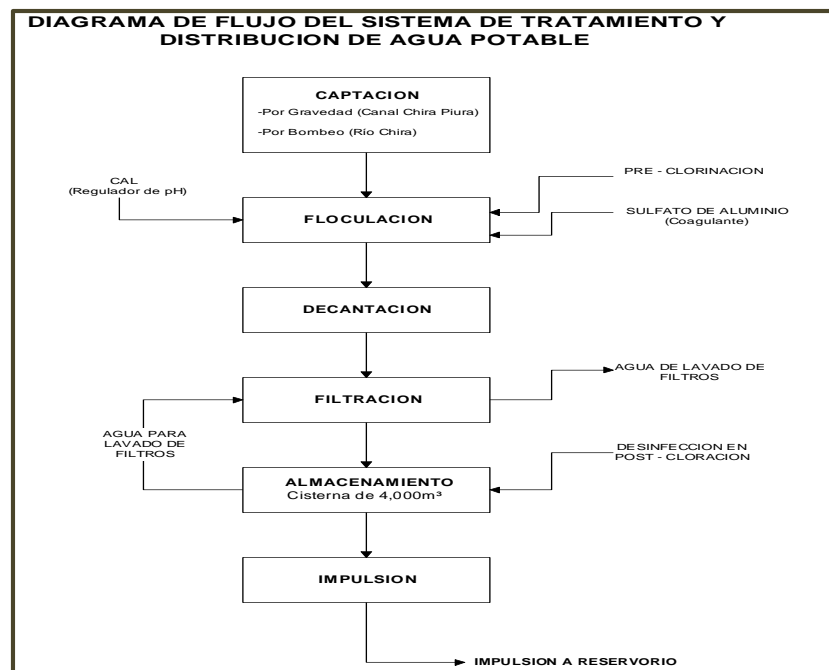


Figura N°12: Diagrama de Flujo del Sistema de Tratamiento y Distribución de Agua Potable

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP-Sullana

2.2.5.PATOLOGÍA DEL CONCRETO

Rivva L. Enrique (2006)¹⁰ La Patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y remedios. En resumen, en este trabajo se entiende por patología a aquella parte de la Durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

Rivva L. Enrique (2006)¹⁰ El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento.

2.2.5.1. Procedimiento para el diagnóstico y evaluación de patologías

Ortiz P. Hans (2016)¹⁹ Para establecer la evaluación y el diagnóstico de las patologías se debe establecer un procedimiento general que permita enfocar y dirigir los trabajos de investigación, con el objetivo de conocer los parámetros técnicos constructivos necesarios e indispensables para la realización de un correcto proyecto de reconstrucción.

Crespo P. Daily, (2015)¹. En las obras hidráulicas en general se puede aplicar el siguiente procedimiento de diagnóstico: inspección inicial, inspección visual y levantamiento de deterioros, realización de ensayos rápidos o generales, recopilación de antecedentes, confección de fichas y planos, pre diagnóstico o establecimiento de las hipótesis de fallo, selección de ensayos

especiales, diagnóstico, pronóstico, terapia, ejecución, evaluación, propuesta de mantenimiento y registro de Caso.

Rivva L. Enrique (2006)¹⁰, Para determinar las causas es necesaria una investigación en la estructura, esta debe incluir:

1. Conocimiento previo, antecedente e historial de la estructura, el microclima que la rodea, el diseño, la vida útil estimada, proceso constructivo, la condición actual, el uso que recibe, cronología de daños.

2. Inspección visual

3. Auscultación de los elementos afectados

4. Verificación de aspectos de la mezcla de concreto que pueden ser importantes en el diagnóstico.

5. Conocimiento del diseño y cálculo de la estructura, los materiales empleados, las practicas constructivas; y los procedimientos de protección y curado, los cuales son factores determinantes del comportamiento de la estructura en el tiempo.

6. Conocimiento del tipo, cantidad y magnitud de los procesos de degradación de las armaduras de refuerzo, los cuales determinan, a través del tiempo, la resistencia rigidez y permeabilidad de la estructura.

7. Verificación que el acero de refuerzo cumpla con la resistencia requerida por el ingeniero estructural de acuerdo a las especificaciones indicadas en los planos y memoria de cálculo de las estructuras.

2.2.5.2. Principales Patologías que presentan las Plantas de

Tratamiento

Álvarez, L. (2010)²⁰. Para el Autor en los distintos elementos que constituyen las plantas de tratamiento se presentan varias patologías, como las del deterioro del concreto por agentes externos ya sean químicos o físicos, patologías derivadas por la fabricación y ejecución, patologías relacionadas con la influencia del medio ambiente, patologías originada por defectos y deterioro del acero, las cuales ocasionan un deterioro acelerado del concreto en las plantas de tratamiento que se manifiestan como la segregación del concreto, corrosión del concreto, las eflorescencias, estalactitas, manchas de óxido, desconchado, fisuración y agrietamiento del concreto, manchas de humedad, moho, carbonatación del concreto, corrosión salina, corrosión por lixiviación, a modo de conocimiento general.



Figura N°13 Fisuras y Grietas



Figura N°14 Corrosión del
Concreto

Fuente: Propuesta de procedimiento para la evaluación y diagnóstico de obras hidráulicas - Crespo P. Daily

2.2.6.ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO EN PTAP-SULLANA

Sabemos que al hablar de mantenimiento primero es conocer las funciones que desempeña cada estructura en una obra de ingeniería, es necesario conocer algunas referencias actuales para comprender ciertas explicaciones del término mantenimiento que se requiere en este material.

Ortiz P. Hans, (2016)¹⁹ La definición más universal del Mantenimiento es: “La necesidad de conservar y alargar la vida útil de la infraestructura, equipos, y sistemas, de forma tal, que se garantice de forma ininterrumpida y con calidad, la Producción o los Servicios de cualquier tipo.”

Cipriano Londoño (2012)²¹ Se llama mantenimiento a las acciones a las cuales debe someterse una estructura para tener unas condiciones de servicio dentro unos costos previstos y razonables. Una buena labor de mantenimiento evita que se presenten situaciones de reparación costosas e indeseables.

A. Mantenimiento de floculadores

Para efectuar el mantenimiento de los floculadores hidráulicos, la estructura donde funciona requiere de aseo, revisiones y correcciones permanentes de las instalaciones hidráulicas, espaciamiento interno de placas, estado de las paredes interiores. Esta revisión puede ejecutar los operadores de planta y corregir los daños menores. Las correcciones mayores serán programadas por el responsable de la planta.

✓ Mantenimiento Diario

- Limpieza exterior.
- Eliminación de espumas, y adherencia de algas.

✓ **Mantenimiento Mensual**

- Comprobación del adecuado espaciamiento entre pantallas.
- Limpieza y drenaje de lodos sedimentados.

✓ **Mantenimiento Anual**

- O antes, si las condiciones así lo exigen, se debe drenar los lodos y se evacuan al canal de lodos, hacer la limpieza general y el lavado del fondo, paredes interiores, revisión de las paredes, válvulas y demás accesorios, efectuar las correcciones que sean necesarias.
- Se retirará el agua de los floculadores, se procederá a la limpieza de todas las estructuras.
- Revisión de las tuberías de los desagües, éstos deben funcionar correctamente, debido a la limpieza adecuada, que se comprueba por el fácil escurrimiento de flujos.
- Realizar todas las labores de mantenimiento recomendadas por el responsable de la planta.
- Las labores de limpieza, inspecciones rutinarias, corrección de fallas menores los deben realizar los operadores de planta.

La corrección de fallas mayores tanto en la estructura de los floculadores u otras unidades y equipos electromecánicos deben realizar técnicos calificados con experiencia.

B. Mantenimiento de decantadores (Sedimentadores)

- El intervalo de limpieza depende de la turbiedad del agua que ingresa a la planta y será programado por el responsable de ésta.

- La limpieza se efectuará siguiendo los pasos indicados en el desarrollado del manual.
- Después que el tanque de sedimentación ha sido limpiado debe hacerse una inspección cuidadosa y las reparaciones necesarias, si las hubiere.
- Verificar la nivelación de los vertederos de las canaletas de recolección de agua sedimentada.
- Los desagües deben funcionar correctamente, esto se consigue aplicando considerable cantidad de agua que ayuda a diluir los lodos asegurando su fluidez.

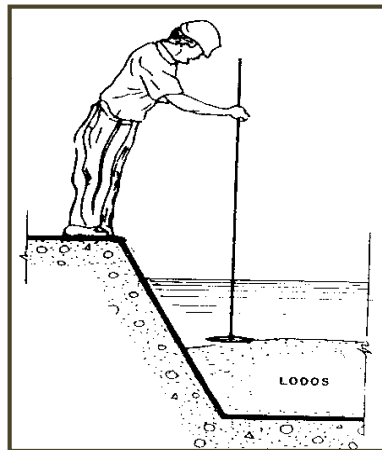


Figura N°15: Limpieza de la Acumulación de Lodos

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Ptap-Sullana

C. Mantenimiento de filtros

- Los filtros después de un período de operación se van obstruyendo en función a la turbiedad del agua tratada, cuando llega a la máxima pérdida de carga disponible debe lavarse los filtros, en épocas de alta turbidez se recomienda lavar cada 36 a 40 horas de operación.
- Siempre que se lava un filtro debe practicarse una minuciosa inspección del lecho de arena con el fin de contrarrestar y remediar la

posible formación de bolas de barro, y/o daños (roturas, grietas) que pueden presentarse.

- Para el lavado de filtros debe estar a la orden del día la información de los compresores y sopladoras, tales como: Datos del motor, capacidad de compresión e impulsión, sistema de lubricación, clase de lubricante.
- Las tuberías de recolección de agua filtrada e impulsión de aire y agua para lavado deben inspeccionarse con el fin de detectar y corregir posibles fugas en las uniones, pasamuros, etc., las tuberías deben estar correctamente pintadas y no deben presentar signos de corrosión.
- Las paredes y pisos de la galería de conductos deben permanecer secas y en perfecto estado de limpieza.
- Los desagües deben funcionar correctamente y para tal fin se deben inspeccionar diariamente y corregir los posibles daños.

D. Mantenimiento Anual

- Limpieza general de los equipos, válvulas y tuberías de los filtros.
- Verificar el nivel del lecho filtrante, de ser necesario deberá aumentarse arena de la misma granulometría.
- El período de servicio útil de la arena deberá ser evaluado cada cinco años, la presencia de bolas de barro, la alteración de las especificaciones técnicas del material filtrante, son indicadores de la

necesidad de cambio y renovación por arena nueva con las especificaciones técnicas adecuadas para el filtro.

E. Mantenimiento de la cisterna: Durante la paralización del funcionamiento del canal Daniel Escobar, se realizará la limpieza de la cisterna del agua para lavado de filtros, así como la cisterna de abastecimiento a las ciudades de Sullana y Bellavista.

- Revisar el estado de las paredes, techo y piso interior de la cisterna,
- Las válvulas deberán engrasarse y mantenerse operativas en todo momento.
- El otro compartimento permanecerá operando para los usos de la limpieza de los elementos de la planta y el uso de agua del personal.
- Una vez que la planta de tratamiento comience a funcionar, se procederá a vaciar el compartimento que estaba funcionando y se procederá a su limpieza.

2.2.7. PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

DAÑOS DE ORIGEN FÍSICO

Ortega Y, Quintero K. (2013)²². Se refieren a los cambios Volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o temperatura (frio, calor, fuego). Pero también hacen referencia a las variaciones de la masa del concreto (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

Rivva L. Enrique (2006)¹⁰ Una de las causas más comunes del deterioro del concreto especialmente de estructuras hidráulicas, son los niveles de

agua por mareas, creciente, operaciones de embalse u otras causas, ya que el agua tiende a concentrarse en diferentes partes de la estructura.

A. CAMBIOS DE HUMEDAD.

Ortega Y, Quintero K. (2013)²². Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire, se puede distinguir en cinco tipos de humedades en función a su procedencia como la humedad de obra, humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental.

B. FILTRACIONES

Gabriela C. (2013)²³ La humedad generada por filtraciones es un tipo de patología muy común, el termino filtración se refiere a la penetración de líquidos generalmente agua, en zonas no deseadas, produciendo humedad localizada y degradación de las propiedades de los materiales.



Foto N°04: Filtración en muro de concreto

Fuente: Elaboración Propia

DAÑOS DE ORIGEN MECÁNICO

Rivva L. Enrique, (2006)¹⁰ Se refieren a los factores de deterioro imputables a las acciones mecánicas dentro de los que están la deformación lenta (fluencia); las sobrecargas y deformaciones impuesta (fisuras estructurales, deflexiones y movimientos excesivos, imprevistos o fortuitos, y, las fracturas y aplastamientos), los impactos las vibraciones excesivas y los daños por abrasión (frotamiento, rozamiento, raspado, percusión, erosión y cavitación), que están relacionados con el uso que se da a la estructura.

A. DESPRENDIMIENTO - POPOUT.

Sánchez de G. (2011)²⁴. Desprendimiento de pequeñas porciones de una superficie de concreto, debido a presión interna localizada, que deja un cráter poco profundo, generalmente cónico.



Foto N°05: Desprendimiento de concreto de pantalla

Fuente: Elaboración Propia

Signos de desprendimiento de Concreto

La página web Mac Panama Corporation (2017)²⁵ A menos que una persona tenga experiencia y conocimientos como ingeniero estructural, o hayan podido observar estos signos anteriormente, las posibilidades de reconocer los signos de desprendimiento no se reconocerían y podrían ser totalmente ignorados, incluso cuando es el momento de organizar el trabajo de reparación de cáncer de concreto. Aquí hay algunas señales clave que indican la necesidad de una reparación estructural:

- Descamación y grietas de concreto (concreto desconchado)
- Pedazos de concreto desprendidos completamente
- Manchas de óxido que parecen sobresalir desde el interior del concreto
- Burbujas de concreto fundido
- Las fugas aparecen en el techo o en las paredes internas.

Muy a menudo, los observadores confunden estos síntomas generales con la erosión y el deterioro causado por los elementos, esto no es del todo cierto, ya que, aunque la erosión y deterioro causado por los elementos pueden desempeñar un papel importante en el agravamiento del problema, el verdadero problema radica en el acero mismo de refuerzo del concreto.

B. EROSION POR CAVITACION

Calavera J. (1996)²⁶. Desgaste en superficies de concreto en contacto con corrientes de agua, si la forma no está correctamente estudiada, puede ocurrir que la corriente tienda a separarse de la superficie del hormigón en ciertas zonas, creando en ellas zonas de baja presión, la cual puede llegar

a ser, en función a la temperatura, inferior a la presión de vapor, creándose el fenómeno de cavitación (idéntico al que se presenta a veces en turbinas, hélices de barco, etc.,) que ataca a la superficie de hormigón en forma de picaduras que posteriormente se unen en zonas erosionadas amplias. La resistencia a la cavitación es proporcionada por la pasta de cemento.

Sánchez de G. (2001)²⁴ La erosión por cavitación genera huecos y cavidades en el concreto debidos a la formación de burbujas de vapor cuando la velocidad del agua es muy alta y está acompañada de presiones negativas. En este caso, la cavitación ocasiona rápidamente daños severos y la superficie del concreto aparece irregular, mellada y picada. Desafortunadamente, ni el mejor de los concretos es capaz de resistir durante tiempo indefinido las fuerzas de cavitación con superficies lisas y suaves, así como reducir la velocidad del agua. De otra parte, es conveniente usar tamaños máximos de agregado grueso de hasta 19.1 mm (3/4") porque la cavitación tiende a remover las partículas grandes.

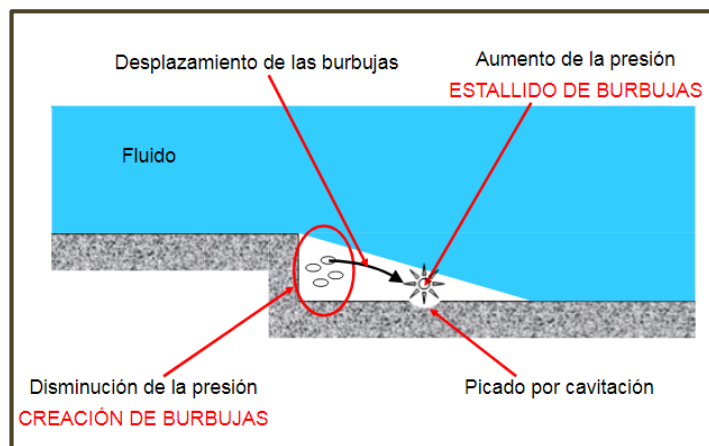


Figura N°16: Proceso Físico de Cavitación en Estructura de Concreto

Fuente: Miguel F.

C. FISURAS

Sánchez de G. (2011)²⁴ Las fisuras en elementos de concreto es de recurrencia diaria y no existe obra realizada en concreto que no presente esta patología, lo importante es saberlas reconocer, prevenir su aparición, saber cómo resanarlas cuando se presenten y en algunos casos inducir las para que aparezcan antes de realizar los acabados.

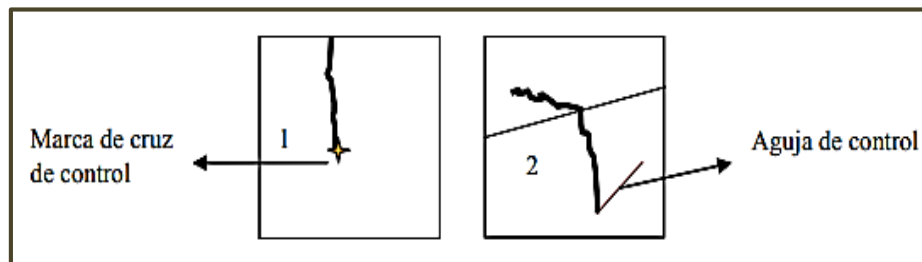


Figura N° 17: Formas de comprobar si progresa una fisura

Fuente: Documento Base de Patologías del Hormigón

1. El primero consiste en marcar con una cruz el extremo de la fisura, para poder comprobar más tarde si esta ha progresado.
2. El segundo consiste en encajar la punta de una aguja en la hendidura, que caerá si esta se ensancha.

Blog 360° en concreto (2011)²⁷

✓ Posibles Causas de Deterioro:

Esfuerzos de tensión que superan los esfuerzos del concreto, deficiencias en los recubrimientos del acero de refuerzo, elementos embebidos en el concreto como tuberías, malas prácticas de colocación y pérdida excesiva de agua que genera contracción en el concreto.

Posible Solución: Se evitan haciendo un buen curado del concreto, humedeciéndolo adecuadamente en el proceso de secado. Por ser fisuras estéticas, pueden ser selladas.

✓ Nivel de Severidad

Leve: Fisuras cerradas, discontinuas de poca longitud, con un ancho de abertura entre 0.2 mm a 1 mm.

Moderado: Fisuras ligeramente abierta que no indica falla de la estructura, con ancho de abertura entre 1 mm a 2 mm.

Severo: Fisura cerradas o abiertas que muestran un patrón bien definido indicativo inicio de la falla de la estructura, con ancho abertura entre 2 mm y no mayor a 6mm.

✓ Medición: El daño se cuantifica en metros lineales (ml) o metros cuadrados (m²) de canal afectado.

✓ Intervención Recomendada: Severidad Leve y Moderado: Llenar las grietas y fisuras existentes con materiales y métodos compatibles y adecuados de acuerdo con el material del canal.

Severidad Alto (severo): Un ingeniero especializado en reparación en estructural evaluará los daños y determinará las acciones que se van a tomar o en caso extremo, su demolición.

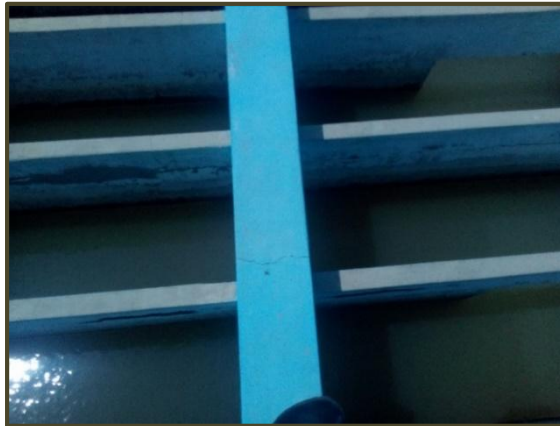


Foto N°06: Fisura en Viga

Fuente: Elaboración Propia

D. GRIETAS.

Sánchez de G. (2011)²⁴. Las grietas estructurales son la consecuencia de esfuerzos que actúan en la sección neta resistente de los elementos estructurales, por aplicación de cargas directas. En realidad, en cualquier elemento de concreto reforzado es probable que se presente una fisuración relativamente pequeña (con ancho de grietas menos a 0,5 mm), bajo las cargas de servicio normales, siempre y cuando las armaduras no alcancen su límite elástico. Usualmente, esta fisuración se presenta en los puntos en que las tensiones son máximas.



Foto N°07: Grieta en viga y en Pantalla de Flocculador

Fuente: Elaboración Propia

E. FRACTURAS

Sánchez de G. (2011)²⁴. Dentro de los fenómenos que originan fracturas y aplastamientos en el concreto, se encuentran las grietas de apoyo; los planos de falla por aplastamiento local; las fracturas y los descascaramientos por impactos; y la desintegración por trituración.

E.1. Fracturas en apoyos.

Sánchez de G. (2011)²⁴. Cuando se tienen elementos simplemente apoyados, apoyados, como por ejemplo vigas, se pueden generar fracturas y fallas de borde que están en conexión con las zonas de apoyo. Entre ellas, pueden darse varias modalidades, las más usuales son las siguientes:

E.1.1. Fractura por rigidez de apoyo.

Sánchez de G. (2011)²⁴. Ocurre cuando la conexión (junta de dilatación) entre el elemento que se apoya y el elemento de apoyo no tiene una transición adecuada mediante un elemento de amortiguamiento como un «cojín de neopreno». Usualmente, la fractura ocurre como consecuencia de: los movimientos y esfuerzos horizontales que experimenta la zona del apoyo, por los ciclos de dilatación y contracción térmica; y/o por la rotación que experimenta el elemento apoyado, lo cual puede inducir un sobre esfuerzo local de compresión al concreto de la esquina del elemento de apoyo.

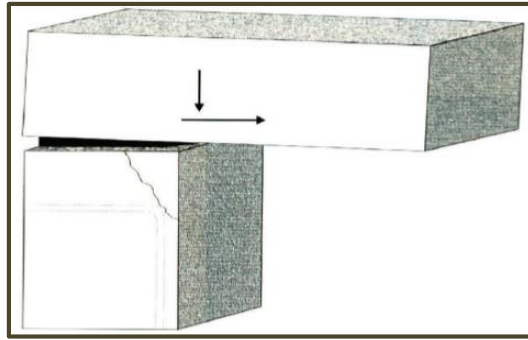


Figura N° 18: Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo.

Fuente: Tesis Evaluación de Concreto en el Punte

E.1.2. Fractura por falta de refuerzo en el borde.

Sánchez de G. (2011)²⁴. Este tipo de fisura ocurre cuando el borde del extremo de una viga que se apoya sufre esfuerzos de compresión y/o tracciones locales, y no se ha reforzado suficientemente o el refuerzo principal está compuesto por varillas de gran diámetro que al ser dobladas requieren de un amplio radio de doblado que no se cumple.

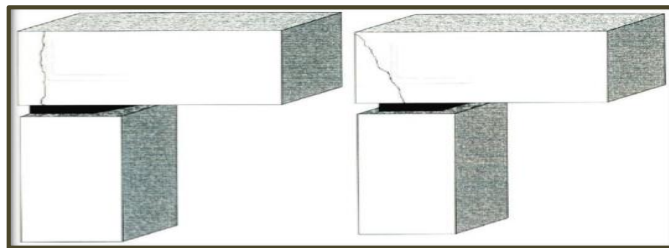


Figura N° 19: Patrón de fractura inadecuado en el borde.

Fuente: Tesis Evaluación de Concreto en el Punte

DAÑOS DE ORIGEN QUÍMICAS

Están el ataque de ácidos, lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas (ataque de sulfatos), y las expansiones destructivas de las reacciones álcali-agregado, y la corrosión del acero de refuerzo.

A. LIXIVIACIÓN

Rivva L. Enrique, (2006)¹⁰ Las aguas blandas, es decir aquellas que tengan pocas impurezas (p.ejm, aguas libres de sales, aguas de condensación industrial, aguas de fusión de glaciares, nieve o lluvia, y algunas aguas de pantano o subterránea), disuelven los compuestos cálcicos del concreto de igual manera que los ácidos, y por lo tanto, el resultado es la descomposición y lixiviación de la pasta endurecida.

Así, la lixiviación resulta ser una forma suave de desarreglo que ocurre cuando el agua disuelve componentes en el concreto.

El cemento portland hidratado contiene hasta 25% a 30% de hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$, el cual es soluble en agua. Este componente, con mucha probabilidad, será lixiviado desde el concreto.

Debido a que el hidróxido de calcio es más soluble en agua fría, el agua que viene de los riachuelos de las montañas es más agresiva que el agua más caliente.



Foto N°08: Lixiviado en el concreto

Fuente: Elaboración Propia

La lixiviación del hidróxido de calcio que contiene el concreto, es decir la disminución de su contenido de CaO , trae como consecuencia la degradación de otros componentes de la pasta hidratada (silicatos,

aluminatos y ferritos), y por ello el concreto pierde resistencia y se desintegra.

Recomendaciones:

- Puede obtenerse adecuada protección contra ataques moderados de ácidos si se tiene un concreto denso de baja relación agua-cementante. El cual ha sido adecuadamente hidratado mediante un curado conveniente.
- Ningún concreto puede resistir largo tiempo al ataque por aguas con una alta concentración de ácidos. En estos casos es recomendable un recubrimiento de la estructura, o un tratamiento superficial adecuado.
- Los aditivos reductores de agua, incluyendo los superplastificantes, reducen la relación agua-cemento, y por lo tanto, la permeabilidad.

B. CORROSIÓN DEL CONCRETO

Fernández, M. (1984)²⁸ Las estructuras de concreto armado no deben ser consideradas obras perennes, por esta razón deben ser objeto de inspecciones periódicas a fin de que las anomalías que puedan presentar sean diagnosticadas y corregidas a tiempo mediante el tratamiento adecuado.



Foto N°09: Corrosión-Carbonatación en el concreto

Fuente: Elaboración Propia

B.1. Proceso corrosivo del concreto

El concreto armado que conforma las estructuras debe reunir no solo condiciones mecánicamente resistentes que le permitan soportar los esfuerzos y momentos a los que va a ser sometido, sino también condiciones que le lleven a soportar las acciones externas de carácter físico y químico frente a las cuales su buen comportamiento adquiere una importancia vital. Las acciones de tipo físico que pueden crear graves defectos en el concreto e incluso llegar a su destrucción, son las debidas a los efectos expansivos producidos por la cristalización del agua al helarse o por la cristalización más o menos profunda de las sales solubles contenidas en la masa del concreto.

Tres son las posibles causas de corrosión química del concreto:

- a) Gases contenidos en la atmósfera o humos (CO₂, SO₂, etc.)
- b) Aguas puras, turbias, acidas, selenitosas y marinas.
- c) Compuestos fluidos o sólidos de naturaleza orgánica tales como aceites, grasas, combustible, líquidos alimenticios, etc.



Figura N°20: Efectos de la corrosión en Concreto

Fuente: Evaluación de la corrosión en las estructuras de concreto armado

B.2. Mecanismo de corrosión del concreto.

Una vez que la corrosión se ha desencadenado, esta se manifestará bajo tres vertientes.

- ✓ **Sobre el acero**, con una disminución de su diámetro inicial y por lo tanto de su capacidad mecánica.
- ✓ **Sobre el concreto**, debido a que al generarse acumulación de óxidos expansivos en la interface acero-concreto, provoca fisuras y desprendimientos.
- ✓ **Sobre la adherencia acero/concreto**, desde el punto de vista de la corrosión del acero en el concreto.

C. CARBONATACION

Ycaza X. (2011)²⁹ El CO₂ existente en el aire penetra en los capilares del concreto y se combina con el hidroxido de calcio para formar carbonato de calcio. Esto provoca que la alcalinidad del concreto que originalmente tiene un valor de pH de 12 a 13 se reduce con el paso del tiempo. El pH empieza a decrecer, dando como resultado un medio ácido que produce un constante y progresivo efecto corrosivo en el acero.

Las posibilidades de profusión de la carbonatación en el concreto están en relación directa al tiempo y la profundidad. El espesor del recubrimiento es por tanto un factor determinante ante estas variables. La carbonatación del concreto es un fenómeno relativamente lento. Por ejemplo, en un concreto bien dosificado en cemento (350 kg/m³) la

profundidad a la que llega la carbonatación es de 4 mm en dos años, 10 mm en 8 años, 20 mm entre los 20 y 25 años.

Todo esto nos indica que, ante la carbonatación, que es una degradación química del concreto, debemos evitar:

- Mala dosificación del concreto.
- Porosidad
- Puesta en obra que facilite su fisuración
- Espesores de recubrimientos pequeños
- Exposición a medios agresivos

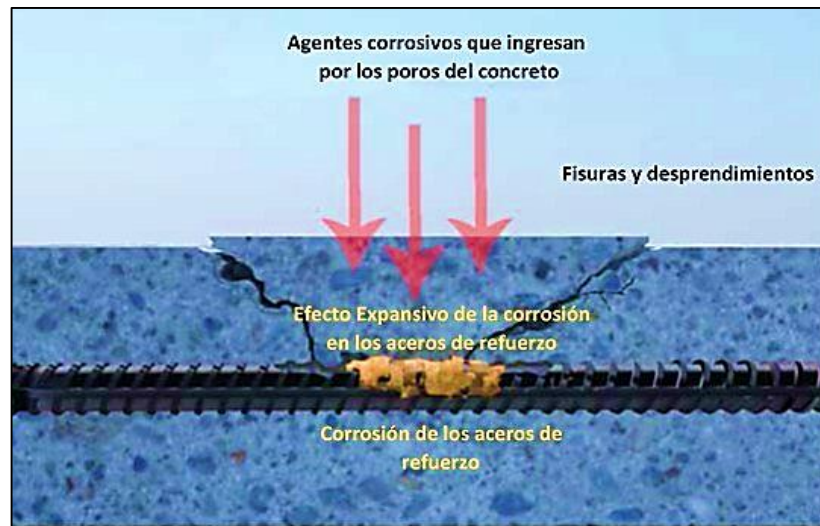


Figura N° 21: Proceso de Carbonatación

Fuente: CIPSA S.A.- Jim Caruth

DAÑOS DE ORIGEN BIOLÓGICAS

Rivva L. Enrique, (2006)¹⁰ Causan deterioro al concreto y al acero de refuerzo, como consecuencia de la presencia de los microorganismos vivos o muertos, que no solamente pueden afectar el confort ambiental y la apariencia de las construcciones; sino que también, pueden producir una gran variedad de daños y defectos por procesos de degradación ambiental:

biofísico, biomecánico, bioquímico y biológico propiamente dicho. Los dos primeros, afectan principalmente la permeabilidad, la resistencia y la rigidez del concreto; mientras que, los dos segundos, provocan la transformación de los compuestos del cementante endurecido y/o los agregados del concreto.

A. BIORRECEPTIVIDAD

La biorreceptividad del concreto hace referencia al estudio de aquellas propiedades del concreto que contribuyen a favorecer la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen animal o de origen vegetal, y que afectan su durabilidad como material de una construcción. Pero, además para que la biorreceptividad del concreto funcione, se requieren cuatro condiciones, presencia de agua, disponibilidad de nutriente, condiciones ambientales apropiadas y superficie de colonización.

A.1. Superficie de colonización.

a. Colonización

(Sánchez de G. 2011)²⁴ Para que se establezcan los asentamientos y colonias de microorganismos sobre la superficie del concreto, deben establecerse unos mecanismos de fijación, y ellos se dan en virtud de la textura que ofrece la superficie de anclaje. Usualmente, las texturas rugosas y porosas ofrecen mejores condiciones para el asentamiento porque favorecen la retención de agua y el crecimiento del

microorganismo invasor; aunque, algunas superficies lisas y densas también pueden servir como superficie de invasión.



Foto N°10: Colonización en Exterior de Floculador

Fuente: Elaboración Propia



Foto N°11: Colonización en el interior de Sedimentador

Fuente: Elaboración Propia

b. Biocapa

La capa Biológica o biocapa se puede definir como la película o costra que se forma sobre la superficie de concretos y morteros, como consecuencia del asentamiento y presencia de microorganismos con actividad metabólica; cuyo ciclo de vida

también favorece la formación y espesor de la biocapa (por excreción de sustancias como polisacáridos y productos ácidos) y por la descomposición de microorganismos muertos.

2.3. BASES TEORICAS

2.3.1. MÉTODO PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS IN SITU.

A continuación, se presenta una metodología para el estudio de procesos patológicos en la construcción:

a) Método Propuesto por Juan Monjo

Monjo J. (1997)³⁰. Establece que el estudio patológico es “el análisis exhaustivo del proceso patológico con el objeto de alcanzar las conclusiones que nos permitan proceder a la reparación consiguiente”.

Este está conformado por cuatro etapas de investigación que consisten en:

1) Observación de Campo

- Detectar lesiones.
- Identificar la lesión.
- Independizar lesiones y procesos distintos.

2) Toma de Datos

- Identificación de la lesión.
- Constructivos, relativos a los materiales o elementos afectados por la lesión.
- Ambientales, según la situación del edificio y la localización de la lesión en él.

3) **Análisis del proceso y diagnóstico**

- Causas, que han originado el proceso, distinguiendo entre las directas e indirectas.
- Evolución del proceso patológico
- Estado actual, que debe recoger la situación del proceso, su posible vigencia o su desaparición.

4) **Propuesta de Actuación**

- Propuestas de reparación: de las causas y de los efectos.
- Propuestas de mantenimiento.

2.3.2. CUADRO DE PATOLOGÍAS A EVALUAR EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

A continuación, se presenta un cuadro de las patologías encontradas en las estructuras de Concreto Armado del Módulo I de la zona en estudio, presentando el origen y tipología.

PATOLOGIAS - PTAP SULLANA	
ORIGEN	TIPOLOGIA
FISICAS	Filtración (Humedad)
MECANICAS	Desprendimiento - Popout.
	Erosión por Cavitación
	Fisuras
	Grietas
	Fracturas
QUIMICAS	Lixiviación
	Corrosión-Carbonatación
BIOLOGICAS	Colonización

Tabla N°01: Patologías Ptap Sullana

Fuente: Elaboración Propia (2018)

ORIGEN		PORCENTAJE DE SEVERIDAD EN FUNCION DEL AREA AFECTADA							
		TIPOLOGIA	Und de Medida	Leve		Moderado		Severo	
				Particularidad	%	Particularidad	%	Particularidad	%
FISICAS	1	Filtración(Humedad)	m ²	Presencia indeseada de pequeñas manchas de agua en superficie de la zona	0%-10%	Presencia de humedad regular mediano que empieza a manifestarse como manchas y aparición de revoques de ampollas.	>10%-30%	Agua filtrada en grandes porciones formandose manchas de filtración , capaces de reducir la capacidad de carga de los muros.	> 30%
MECANICAS	2	Desprendimiento-Popout	m ²	El desprendimiento está entre un área no mayor a 0.5 m2 del elemento.	0%-15%	El desprendimiento es mayor de 0.5 m2 hasta 1 m2 ya son percibidas a simple vista.	>15%-35%	alcanza areas mayores de 1 m2 desprendimiento manifestando daño grave.	>35%
	3	Erosión por Cavitación	m ²	Deterioro del material hasta en un 5% de espesor y alteracion de su area hasta 15%	0%-20%	Deterioro de la muestra de hasta 20% del espesor del material aglomerado y un area perdida hasta en un 50%.	>20%-50%	Afecta al elemento mas del 20% de su espesor y un area mayor al 50% de la superficie Integral.	>50%
	4	Fisuras	m ²	Aberturas que en general tienen una anchura inferior al milimetro y que afectan sólo a la superficie del material o del elemento constructivo y del acabado.	0%-5%	Aberturas medianas mayores a 1mm y una longitud variable de 30 cm a 80 cm.	>5%-15%	Despliegue de aberturas incontroladas de 3 a 6 mm de espesor, con una longitud de evolucion mayor a 80cm	>15%
	5	Grietas	m ²	Grietas finas prolongadas de forma paralela en zigzag o diagonal, de entre 2mm y 5mm de ancho, long de 55 cm a 80cm.	0%-20%	Grietas que exhiben ya un espesor de entre 5mm y 1cm, longitud de 80cm a 1m esta se incrementa y seguramente el revoque ya se cayó.	>20%-50%	Grietas que suelen ser daños muy grandes, con más de 1cm de ancho, que requieren reparación urgente, se caracterizan por dejar al descubierto material aglomerado, con longitud >1m .	>50%-100%
	6	Fracturas	m ²	Grieta > 0.5 mm de espesor presente en la Fractura del encuentro de elementos tomando un area de falla > 5% de la muestra.	0%- 25%	Presencia de grieta de 1mm a 1.5mm por trituracion a compresion del elemento apoyado, afecta a la muestra hasta 50%	>25%-50%	Presencia de grietas irregulares de 3 mm a 1cm de espesor en el encuentro de elementos, afectando aun area mayor de 50%	>50%
QUIMICAS	7	Lixiviación	m ²	La pérdida de sello (revoque), a un área no mayor a 0.5 m2 casi es perceptible la vista.	0%-5%	lixiviado de material superficial perdida de area de 0.5 m2 hasta un 1m2.	>5%-25%	Lixiviado de material aglomerante interno, perdida de un area mayor a 1m2	>25%
	8	Corrosion-Carbontacion	m ²	Acero corrugado en inicio de corrosion, no existe desprendimiento de material.	0%-10%	acero corrugado corroido y con diminuto material a desprender	>10%-40%	Acero corrugado corroido expuesto a la intemperie con desgaste de diametro y desplome de material , mostrando un desorden visual, implicando a envolver parte de la muestra.	>40 %-100%
BIOLOGICAS	9	Colonización	m ²	causa de daños menores especialmente esteticos en la estructura	0%-10%	mancha de proporcion regular color verdusco atendiendose con tratamiento de superficie.	>10%-50%	Colonia grande de microorganismos con retencion de agua.	>50%

Tabla N° 02: Porcentaje de Severidad en función del Área Afectada

Fuente: Elaboración Propia (2018)

III. HIPOTESIS

En la presente tesis no lleva hipótesis, la tesis es Descriptiva, No experimental por lo que no es necesario demostrar, solo se describe la zona en estudio a través de la inspección visual usando los datos recogidos de la muestra.

IV. METODOLOGÍA

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación, de acuerdo al tipo de investigación, se considera: Descriptiva, No experimental, De Corte Transversal o Sincrónica, Cualitativo.

- Es **descriptiva**, por el tipo de la investigación, la presente tesis incluye las condiciones metodológicas de una información tipo apropiada, en razón a que se requiere comprender aspectos basados en estudios existentes, esto quiere decir en investigaciones ya realizadas con relación al tema
- Este tipo de investigación es **no experimental**, por ser una investigación en la que no se hará uso del laboratorio para obtener los resultados, puesto que su uso se basa con solo observar los hechos en el preciso momento sin afectar en el entorno ni en las anormalidades estudiadas.
- **De corte transversal o sincrónica**, porque la presente investigación se limita en un momento específico, en una porción de tiempo con la finalidad de medir o caracterizar la situación en el periodo de tiempo determinado, Abril - 2018.
- De tipo **cualitativo**, puesto que la investigación se plasma mediante la recolección de datos por apreciación y de publicaciones ya ejecutadas.

Fase de la Investigación

La presente investigación para la Determinación de patologías en las

Estructuras de Concreto Armado del Módulo N°01 de la PTAP-Sullana se basa en el siguiente diseño de investigación:

- Se procedió a tomar las muestras para comparar con los datos tomados in-situ de las estructuras de concreto armado.
- Los datos que se recopilaron de las estructuras (Floculador, Sedimentador, Filtros y Cisterna), se presentaran en tablas estadísticas, donde se puede verificar el estado actual de los elementos que conforman las estructuras de concreto armado de la PTAP-Sullana. La presente investigación para la Determinación de patologías en las Estructuras de Concreto Armado del Módulo N°01 de la PTAP-Sullana se basa en el siguiente diseño de investigación:

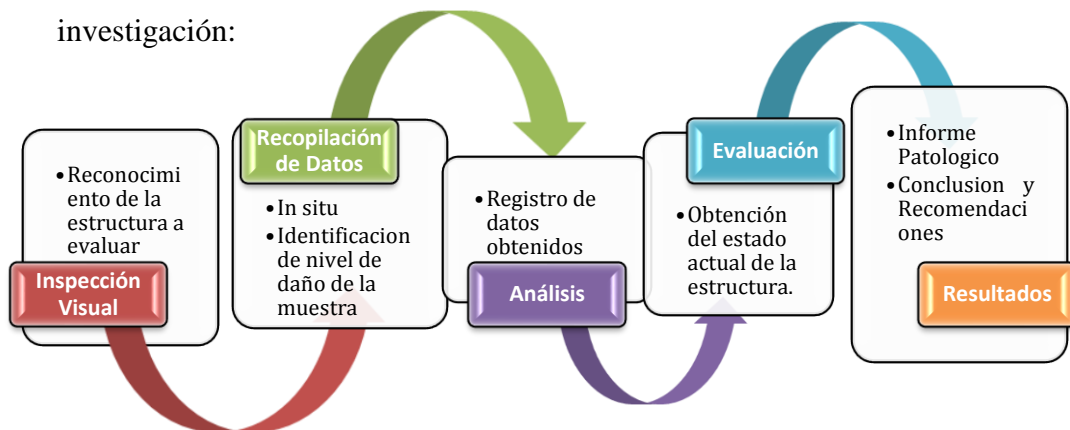


Tabla N°03: Método de Diseño

Fuente: Elaboración Propia

Considero que estos pasos son necesarios para la obtención de resultados favorables en esta investigación.

- Se emprende con la elección y toma de la muestra, puesto que relaciona con nuestro proyecto de línea de investigación a continuar. Luego se presenta la etapa de observación para obtener información la misma que será analizada para luego hacer la evaluación correspondiente, determinando lo que se ha

logrado. Por último, se obtendrán los resultados productos de una actividad que permitirán ofrecer determinadas soluciones a lo investigado, cumpliendo con los objetivos en el proyecto planteados en la investigación.

4.2. POBLACION Y MUESTRA

A. POBLACION: Para la presente investigación, la población estuvo conformado por todas las estructuras de Concreto Armado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

B. MUESTRA: Como muestra obtenida en la tesis contiene a las estructuras de Concreto Armado del Módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua del distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

4.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La presente tesis no cuenta con un cuadro de Operacionalización de Variables, ya que este emerge de la construcción de la hipótesis que anteriormente se explica en el ítem III, por lo que no hay variables que analizar.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Existen distintas técnicas para la recolección de información, que por el contrario son complementarias. Las más trascendentales que se emplearon para la recolección de datos fueron las siguientes:

1. La técnica de observación de campo: En esta técnica se emplearon diferentes instrumentos como: (equipos, herramientas, formatos, manuales).

Y fueron útiles para realizar la evaluación de la investigación.

“identificación, tipología, mediciones”; de las patologías, encontradas en la zona de estudio.

Instrumentos:

- ✓ Wincha, para realizar las mediciones.
- ✓ Cámara digital, para obtener las muestras de las fallas y deterioros.
- ✓ Laptop, con software de word, excel, autocad,
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel DIN A4 y material para anillados.

1.1 Inspección Visual: Esta investigación tiene como punto de inicio un análisis visual de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Sullana, el mismo que se encuentra conformado de tres Módulos de concreto armado, en donde como muestra solo se analizara el Módulo N° 01 donde han sufrido una serie de daños a consecuencia de patologías.



Foto N°12: Modulo N° 01 de la Planta de Tratamiento-Sullana

Fuente: Elaboración Propia

1.2 Revisión de la arquitectura de la Planta de Tratamiento: Para conocer las dimensiones que tienen los diferentes elementos estructurales

se realizó una revisión detallada de los planos, logrando obtener las áreas de los elementos estructurales que se van a analizar en esta investigación.

1. La técnica de recolección de documental: Se obtuvieron datos de fuentes documentales, de libros especializados, tesis, documentos de internet, guías, manuales, planos, conceptos básicos y todo archivo que contuvo información y fue útil para el desarrollo de esta investigación.

2. Recopilación de datos (In-Situ): La recopilación de datos se da in situ para lograr conocer los niveles de severidad de las patologías que presentan los elementos de concreto armado de PTAP-Sullana.



Foto N°13: Recopilación de datos de las muestras

Fuente: Elaboración Propia

4.5. PLAN DE ANÁLISIS

El plan de análisis tomado para la presente investigación contiene lo siguiente:

- Primeramente, recolectar los datos de información de campo mediante la observación visual, tales como tener la ubicación del sitio que se está en estudio, de esta manera se realizará el análisis.
- Evaluar de manera general, la parte de la infraestructura tanto en su interior como en el exterior, podremos determinar así los diferentes tipos de patologías existentes.
- Para concluir se lograrán los resultados esperados, mediante los cálculos para obtener cuadros informativos de tipos patológicos, señalados en la investigación.

4.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA

<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018”</p>			
Enunciado del Problema	Objetivo de la investigación	Variables	Metodología
<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de Patologías en las Estructuras de Concreto Armado en el Módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable nos permitirá obtener el estado y condición de servicio actual de la estructura?</p>	<p align="center">Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar y Evaluar las Patologías que se presentan en las Estructuras de Concreto Armado en el Módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. <p align="center">Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar y determinar los tipos de Patologías en las estructuras de Concreto Armado en el módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista Analizar los tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. Obtener el nivel de severidad de las patologías presentes las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. Verificar el estado actual y condición de servicio en las que se encuentra las estructuras de concreto armado en el módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable. 	<p align="center">Variable Dependiente:</p> <p>Determinación y Evaluación de Las Patologías.</p> <p align="center">Variable Independiente:</p> <p>Las Estructuras de Concreto Armado del Módulo N° 01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable-Sullana.</p>	<p align="center">Tipo de Investigación</p> <p>Se considera: Descriptiva, No experimental, De Corte Transversal o Sincrónica y Cualitativo.</p> <p align="center">Diseño de la Investigación</p> <p>Se basa en el siguiente Diseño de Investigación: Inspección Visual, Recopilación de Datos, Análisis y Evaluación y, por último, los Resultados.</p> <p align="center">Población y Muestra</p> <p>Población: Todas las estructuras de Concreto Armado de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p> <p align="center">Muestra:</p> <p>Las estructuras de Concreto Armado del Módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del distrito de Bellavista, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p> <p align="center">Plan de Análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolectar los datos de Información. - Evaluarlos. - Concluir los Resultados.

Tabla N° 04: Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración Propia (2018)

4.7. PRINCIPIOS ÉTICOS

En esta investigación se tiene que abarcar los principios éticos encontrando el conocimiento para optimizar el estado de las cosas, los cuales comprenden aspectos morales y científicos que corresponden al realizar una investigación. Por lo general, estos principios son realizados basados en antecedentes o conceptos básicos de lo que se pretende encontrar, basándose en respetar la propiedad científica al momento de realizar la búsqueda para el tema que está en estudio. Por ende, el presente proyecto de investigación estará fundamentado bajo los principios éticos establecidos.

V. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías en las estructuras de concreto armado en el Módulo N° 01 de la planta de tratamiento de Agua Potable del Distrito de Bellavista, provincia de Sullana, Departamento de Piura, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos. Se incluyen los resultados por cada unidad de Muestra evaluada en función:

- El nivel de severidad de las patologías en cada componente de los elementos que conforman al módulo de la Planta de Tratamiento en Estudio.
- El porcentaje total de área afectada en cada unidad de muestra.

Para la evaluación de las patologías, se realizará siguiendo el orden de la Tabla N° 05, se analizará con un método estadístico comparamos el nivel de afectación de las patologías en porcentajes (%) de la muestra y comparamos con nuestro nivel de condición, ya que se evaluará primero los elementos, para llegar a la conclusión de los componentes, luego de estas se hará una conclusión final para llegar al nivel de severidad de todo el Módulo N° 01.

NIVEL DE CONDICION		
CALIFICACION	DENOMINACION	
0%	MUY BUENO	LEVE
≥ 0% - < 20%	BUENO	
≥ 20% - < 40%	REGULAR	MODERADO
≥ 40% - < 60%	MALO	
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	SEVERO
≥ 80% - 100%	PESIMO	

Tabla N° 05: Nivel de Condición

Fuente: Elaboración Propia 2018

5.1.1 Unidad de Muestra: M-1. La unidad de la Muestra M-1, se refiere a las Vigas A, B, C de concreto Armado del Floculador, para su evaluación se consideró el área de las caras laterales de las vigas.


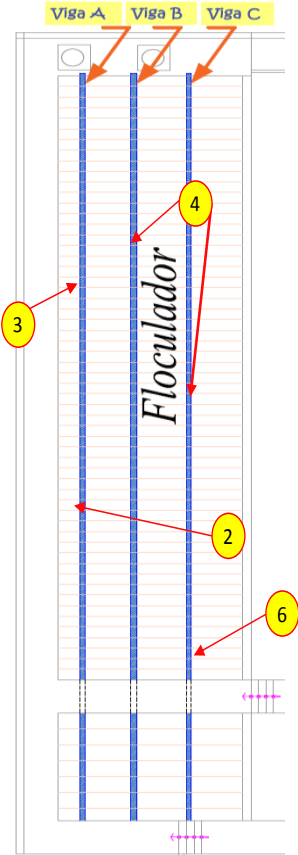


FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"							
	Datos					Unidad de la muestra : M- 1		
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años	Área :	N° Veces	Total	
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista			36.68	3.00	110.04		
Fotografía		TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:						
		[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS MECANICAS QUIMICAS BIOLOGICAS			
		[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación				
		[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización				
		Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: Floculador		Componente: Viga A, B, C.		
Patología		Nivel de severidad	Área Afectada			Área no Afectada		
			Ancho	largo	Total	%	Total	%
[4] Fisuras		Leve Moderado Severo	0.8	28	22.43	20.39	53.65	48.76
[3] Erosión por Cavitación		Leve Moderado Severo	0.75	25	18.75	17.04		
[2] Desprendimiento - Popout		Leve Moderado Severo	0.75	20	15.00	13.63		
[6] Fracturas		Leve Moderado Severo	0.25	0.5	0.13	0.11		
RESULTADO FINAL					56.39	51.17	53.65	48.83
Nivel de severidad de Unidad de Muestra					MALO - MODERADO			
NIVEL DE CONDICIÓN								
CALIFICACION		DENOMINACIÓN						
0%		MUY BUENO		LEVE				
≥ 0% - < 20%		BUENO						
≥ 20% - < 40%		REGULAR		MODERADO				
≥ 40% - < 60%		MALO						
≥ 60% - < 80%		MUY MALO		SEVERO				
≥ 80% -100%		PESIMO						
								

Tabla N°06: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

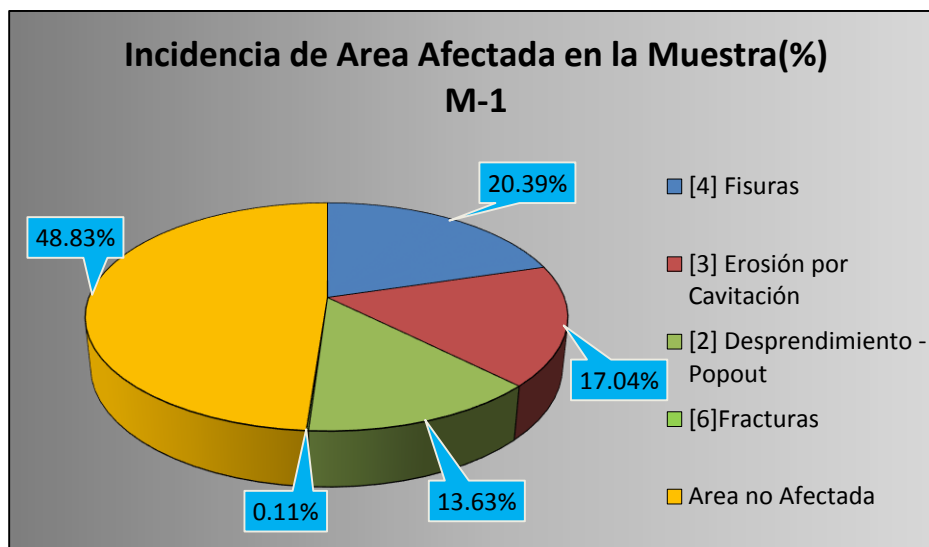


Gráfico N° 01: Tipos de patología existentes en las Vigas del Floculador

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 01 son: Fisuras, Erosión por Cavitación, Desprendimiento-Popout, Fracturas. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es

Fisuras, en un 20.39% y la de menor incidencia son Fracturas en un 0.11%, tal como se puede apreciar en el gráfico 01.

La Unidad de Muestra 01, está conformada por las vigas del Floculador haciendo un total de 110.04 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 56.39 m², cual corresponde a 51.17 % y el área no afectada comprende un área total de 53.65m², por consiguiente, un 48.83% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las vigas A, B, C del Floculador del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua Potable se

puede resumir como Malo - Moderado, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 06.

5.1.2 Unidad de Muestra: M-2. La unidad de la Muestra M-2, se refiere a las Losas (circulación) de concreto Armado del Floculador, para su evaluación se consideró el área superficial de las losas.


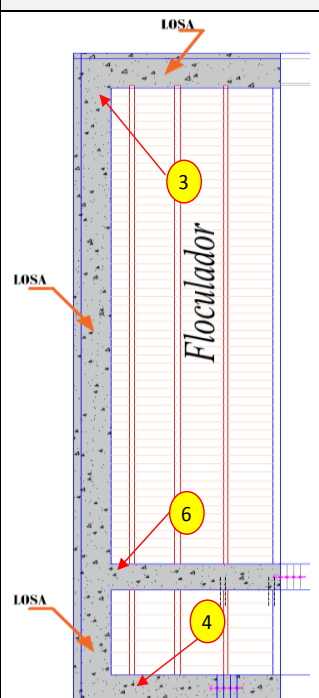
FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA - ABRIL 2018"							
	Datos					Unidad de la muestra : M- 2		
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Total		
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista				62.21			
Fotografía		TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:						
		[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS			
		[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS			
		[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS			
		Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: Floculador		Componente: Losa (Circulación)		
Patología		Nivel de severidad	Área Afectada				Área no Afectada	
			Ancho	Largo	Total	%	Total	%
[4] Fisuras		Leve						
		Moderado	0.15	0.7	0.11	0.17		
		Severo						
[3] Erosión por Cavitación		Leve						
		Moderado	1.25	31.01	38.76	62.31	22.59	36.32
		Severo						
[6] Fracturas		Leve						
		Moderado	0.6	1.25	0.75	1.21		
		Severo						
RESULTADO FINAL					39.62	63.68	22.59	36.32
Nivel de severidad de Unidad de Muestra					MUY MALO-SEVERO			
NIVEL DE CONDICION								
CALIFICACION	DENOMINACIÓN							
0%	MUY BUENO	LEVE						
≥ 0% - < 20%	BUENO							
≥ 20% - < 40%	REGULAR	MODERADO						
≥ 40% - < 60%	MALO							
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	SEVERO						
≥ 80% - 100%	PESIMO							



Tabla N° 07: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

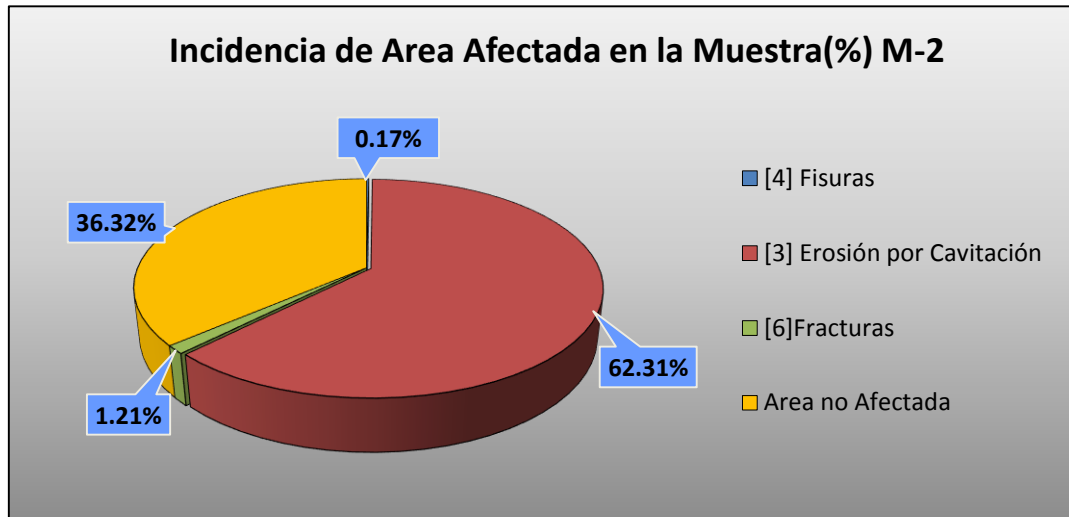


Gráfico N°02: Tipos de patología existentes en las Losas del Floculador

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 02 son: Fisuras, Erosión por Cavitación, Fracturas. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Erosión por Cavitación, en un 62.31% y la de menor incidencia son Fisuras en un 0.17%, tal como se puede apreciar en el gráfico 02.

La Unidad de Muestra 02, está conformada por las Losas (circulación) del Floculador haciendo un total de 62.21 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 39.62 m², cual corresponde a 63.68 % y el área no afectada comprende un área total de 22.59 m², por consiguiente, un 36.32% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las Losas del Floculador A, B, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua Potable se puede

resumir como MUY MALO - SEVERO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 07.

5.1.3 Unidad de Muestra: M-3. La unidad de la Muestra M-3, se refiere a las Pantallas de concreto Armado del Floculador, para su evaluación se consideró las áreas de los 2 lados de las Pantallas.


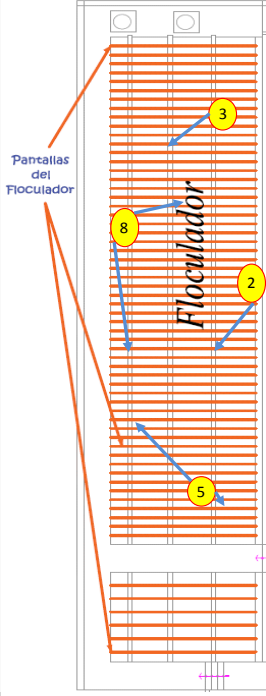


FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA										
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"									
	Datos					Unidad de la muestra : M- 3				
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos				Área de la muestra m2				
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Dim. Pantalla:	2.92 x 6.4	N° lados	2.00	37.36
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista				18.68			78	2914.08	
Fotografía	TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:									
	[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS						
	[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS						
	[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS						
	Estructura: PTAP-Sullana			Elemento: Floculador		Componente: Pantallas				
	Patología	Nivel de severidad	Área Afectada					Área no Afectada		
			Alto	Ancho	N° lados	Total 1 Pantalla	Total Pantallas	%	Total	%
	[3] Erosión por Cavitación	Leve	2.92	6.4	2	37.36	2914.08	100.0	0.00	0.00
		Moderado								
		Severo								
	[2] Desprendimiento - Popout	Leve	2.92	6.4	2	37.36	2914.08	100.0	0.00	0.00
Moderado										
Severo										
[5] Grietas	Leve	2.92	6.4	2	37.36	2914.08	100.0	0.00	0.00	
	Moderado									
	Severo									
[8] Corrosión- Carbonatación	Leve	2.92	6.4	2	37.36	2914.08	100.0	0.00	0.00	
	Moderado									
	Severo									
RESULTADO FINAL						2914.08	100.00	0.00	0.00	
Nivel de severidad de Unidad de Muestra						PESIMO-SEVERO				
NIVEL DE CONDICION										
CALIFICACION	DENOMINACIÓN									
0%	MUY BUENO	LEVE								
≥ 0% - < 20%	BUENO									
≥ 20% - < 40%	REGULAR	MODERADO								
≥ 40% - < 60%	MALO									
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	SEVERO								
≥ 80% -100%	PESIMO									

Tabla N°08: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración propia

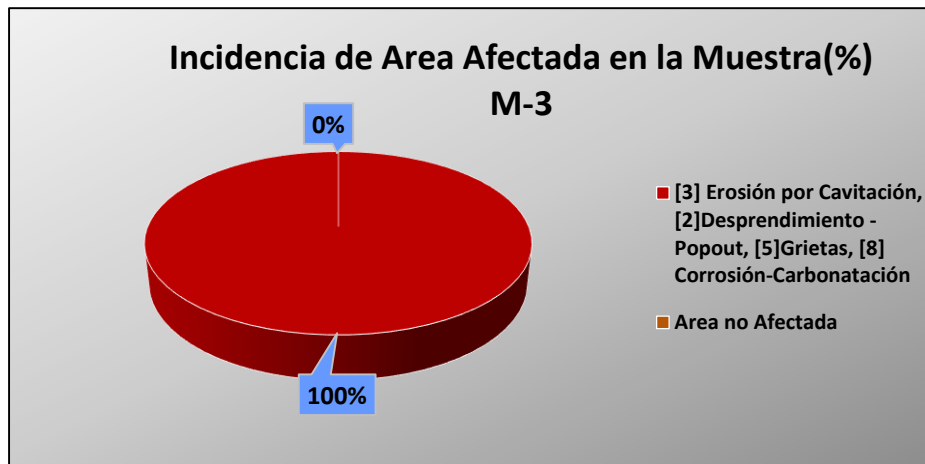


Gráfico N°03: Tipos de patología existentes en las Pantallas del Floculador

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra-3 son: Erosión por Cavitación, Desprendimiento-Popout, Grietas, Corrosion-Carbonatacion. Todas las patologías presentan una incidencia de 100% nivel de severidad severo, las patologías determinadas se encuentran ubicadas en la misma área tomada de la muestra, tal como se puede apreciar en el gráfico 03.

La Unidad de Muestra 03, está conformada por las Pantallas del Floculador haciendo un total de 2914.08 m², lo cual se considera el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 2914.08 m², cual corresponde a 100 % y el área no afectada comprende un área total de 0 m², por consiguiente, no hay porcentaje debido a que toda la estructura sin lugar alguna está dañada.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las Pantallas del Floculador, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua Potable

se puede resumir como PESIMO - SEVERO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 08.

5.1.4 Unidad de Muestra: M-4. La unidad de la Muestra M-4, se refiere a las Muros exteriores sin cubierta de concreto Armado del Floculador, para su evaluación se consideró las áreas exteriores.


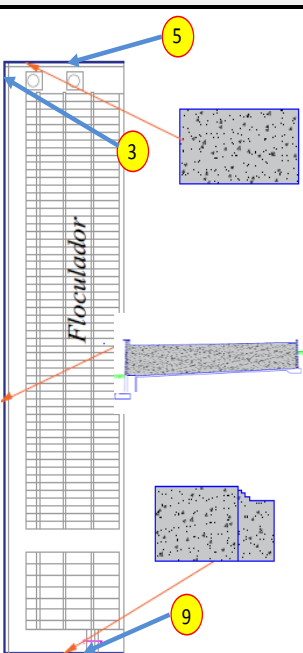


FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA - ABRIL 2018"							
	Datos					Unidad de la muestra : M- 4		
	Evaluidor:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Total		
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista				146.5			
Fotografía	TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
	[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
	[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS				
	[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS				
	Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: Floculador		Componente: Muros Ext. sin Cubierta			
	Patología	Nivel de severidad	Área Afectada				Área no Afectada	
			Ancho	largo	Total	%	Total	%
	[3] Erosión por Cavitación	Leve	3.05	13	39.65	27.06	104.18	71.11
		Moderado						
		Severo						
	[9] Colonización	Leve	0.45	3.71	1.67	1.14	104.18	71.11
Moderado								
Severo								
[5] Grietas	Leve	0.5	2	1.00	0.68	104.18	71.11	
	Moderado							
	Severo							
RESULTADO FINAL				42.32	28.89	104.18	71.11	
Nivel de severidad de Unidad de Muestra				REGULAR-MODERADO				
NIVEL DE CONDICION								
CALIFICACION	DENOMINACIÓN							
0%	MUY BUENO	LEVE						
≥ 0% - < 20%	BUENO							
≥ 20% - < 40%	REGULAR	MODERADO						
≥ 40% - < 60%	MALO							
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	SEVERO						
≥ 80% - 100%	PESIMO							
								

Tabla N°09: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

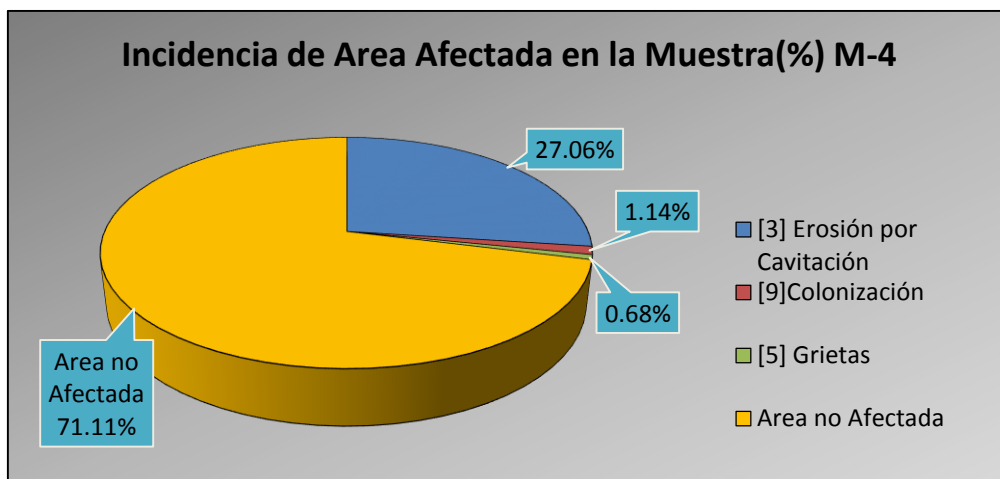


Gráfico N°04: Tipos de patología existentes en las Muros exteriores de concreto armado del Floculador.

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 04 son: Erosión por Cavitación, Colonización, Grietas. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Erosión por Cavitación, en un 27.06% y la de menor incidencia son Grietas en un 0.68%, tal como se puede apreciar en el gráfico 04.

La Unidad de Muestra-4, está conformada por los Muros Exteriores sin Cubierta del Floculador haciendo un total de 146.5 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 42.32 m², cual corresponde a 28.89 % y el área no afectada comprende un área total de 104.18 m², por consiguiente, un 71.11% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de los muros Exteriores de concreto Armado del Floculador, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua Potable se puede resumir como REGULAR-

MODERADO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 09.

5.1.5 Unidad de Muestra: M-5. La unidad de la Muestra M-5, se refiere a las Losas (Circulación) de concreto Armado del Sedimentador o Decantador, para su evaluación se consideró las áreas superficiales.


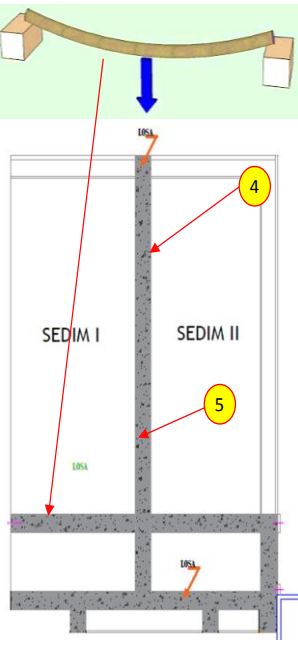

FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"							
	Datos					Unidad de la muestra : M- 5		
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Total		
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista				96.92			
Fotografía	TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
 <p>Observación: Una parte de la Losa presenta Fallo a Flexión de la Sección.</p>	[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
	[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS				
	[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS				
	Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: Sedimentador o Decantador		Componente: Losa (Circulación)			
	Patología	Nivel de severidad	Área Afectada			Área no Afectada		
			Ancho	largo	Total	%	Total	%
	[4] Fisuras	Leve					77.22	78.70
		Moderado	1.22	2.5	3.05	3.15		
		Severo						
	[5] Grietas	Leve						
Moderado		1.55	3	4.65	4.80			
Severo								
[3] Erosión por Cavitación	Leve							
	Moderado	1.2	10	12.00	12.38			
	Severo							
[2] Desprendimiento - Popout	Leve							
	Moderado	0.8	2	1.60	1.65			
	Severo							
RESULTADO FINAL				19.70	21.30	77.22	78.70	
Nivel de severidad de Unidad de Muestra				REGULAR-MODERADO				
NIVEL DE CONDICIÓN								
CALIFICACION	DENOMINACIÓN							
0%	MUY BUENO	LEVE						
≥ 0% - < 20%	BUENO							
≥ 20% - < 40%	REGULAR	MODERADO						
≥ 40% - < 60%	MALO							
≥ 60% - < 80%	MUY MALO							
≥ 80% - 100%	PESIMO	SEVERO						

Tabla N° 10: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración propia

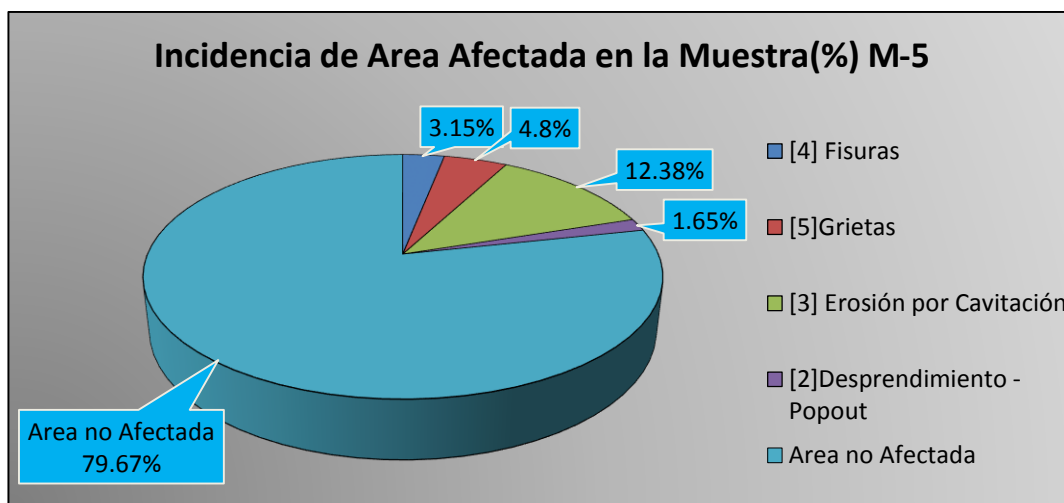


Gráfico N°05: Tipos de patología existentes en las Losas de concreto armado del Sedimentador

Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 05 son: Fisuras, Erosión por Cavitación, Desprendimiento-Popout. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Erosión por Cavitación, en un 12.38% y la de menor incidencia son Desprendimiento-Popout en un 1.65%, tal como se puede apreciar en el gráfico 05.

La Unidad de Muestra-5, está conformada por las Losas (circulación) del Sedimentador haciendo un total de 96.92 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 19.70 m², cual corresponde a 21.98 % y el área no afectada comprende un área total de 77.22 m², por consiguiente, un 79.67% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las Losas de concreto Armado del Sedimentador, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de

Agua Potable se puede resumir como REGULAR - MODERADO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 10.

5.1.6 Unidad de Muestra: M-6. La unidad de la Muestra M-6, se refiere a los Muros Exteriores e Interiores sin cubierta de concreto Armado del Sedimentador o Decantador, para su evaluación se consideró las áreas respectivas de los muros.


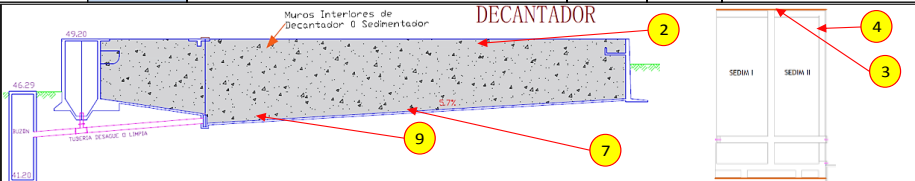


FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA							
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"						
	Datos					Unidad de la muestra : M-6	
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2		
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Area M. Int.:	Area M. Ext.:
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista			354.14	142.37	496.51	
Fotografía							
TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión-Carbonatación	MECANICAS				
[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS				
Estructura: PTAP-Sullana			Elemento: Sedimentador o Decantador				
Patología	Nivel de severidad	Área Afectada				Área no Afectada	
		Ancho	largo	Total	%	Total	%
[4] Fisuras	Leve	0.3	4	1.20	0.24	105.07	21.16
	Moderado						
	Severo						
[3] Erosión por Cavitación	Leve	32	3.4	108.80	21.91		
	Moderado						
	Severo						
[2] Desprendimiento - Popout	Leve	0.4	25	10.00	2.01		
	Moderado						
	Severo						
[7] Lixiviación	Leve	6	20	120.00	24.17		
	Moderado						
	Severo						
[9] Colonización	Leve	1.5	101	151.44	30.50		
	Moderado						
	Severo						
RESULTADO FINAL				391.44	78.84	105.07	21.16
Nivel de severidad de Unidad de Muestra				MUY MALO-SEVERO			
		CALIFICACION		DENOMINACION			
		0%		MUY BUENO		LEVE	
		≥ 0% - < 20%		BUENO			
		≥ 20% - < 40%		REGULAR		MODERADO	
		≥ 40% - < 60%		MALO			
		≥ 60% - < 80%		MUY MALO			
		≥ 80% - 100%		PESIMO		SEVERO	

Tabla N° 11: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

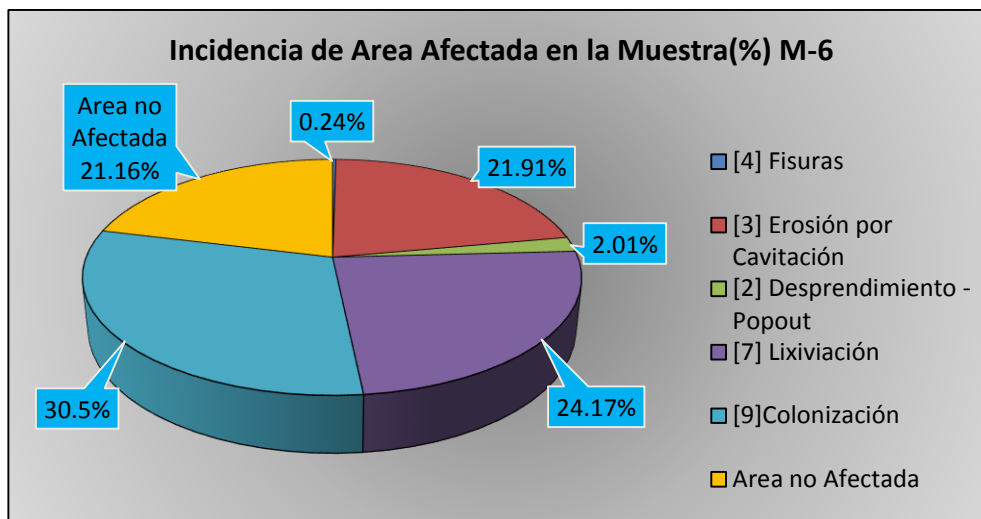


Gráfico N°06: Tipos de patología existentes en Los Muros de concreto armado del Sedimentador

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 06 son: Fisuras, Erosión por Cavitación, Desprendimiento-Popout, Lixiviación, Colonización. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Colonización, en un 30.5% y la de menor incidencia son Fisuras en un 0.24%, tal como se puede apreciar en el gráfico 06.

La Unidad de Muestra-6, está conformada por los Muros del Sedimentador haciendo un total de 496.51 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 391.44 m², cual corresponde a 78.84% y el área no afectada comprende un área total de 105.07 m², por consiguiente, un 21.16% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de los Muros de concreto Armado del Sedimentador, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de

Agua Potable se puede resumir como MUY MALO - SEVERO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 11.

5.1.7 Unidad de Muestra: M-7 La unidad de la Muestra M-7, se refiere a la Losa de concreto Armado de los Filtros, para su evaluación se consideró las áreas respectivas.


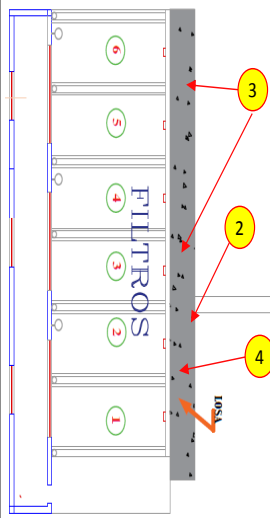


FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"							
	Datos					Unidad de la muestra : M-7		
	Evaluidor:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos			Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Total		
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista			29.17				
Fotografía	TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
	[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
	[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS				
	[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS				
	Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: FILTROS		Componente: Losa			BIOLOGICAS
	Patología	Nivel de severidad	Área Afectada			Área no Afectada		
			Ancho	largo	Total	%	Total	%
	[2] Desprendimiento - Popout	Leve						
		Moderado	0.8	2	1.60	5.49		
		Severo						
	[3] Erosión por Cavitación	Leve						
Moderado		0.85	15	12.75	43.71	14.09	48.29	
Severo								
[4] Fisuras	Leve							
	Moderado	0.35	2.1	0.74	2.52			
	Severo							
RESULTADO FINAL			15.09	51.71	14.09	48.29		
Nivel de severidad de Unidad de Muestra			MALO - MODERADO					
NIVEL DE CONDICION								
CALIFICACION	DENOMINACION							
0%	MUY BUENO					LEVE		
≥ 0% - < 20%	BUENO					MODERADO		
≥ 20% - < 40%	REGULAR							
≥ 40% - < 60%	MALO							
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	SEVERO						
≥ 80% - 100%	PESIMO							

Tabla N° 12: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

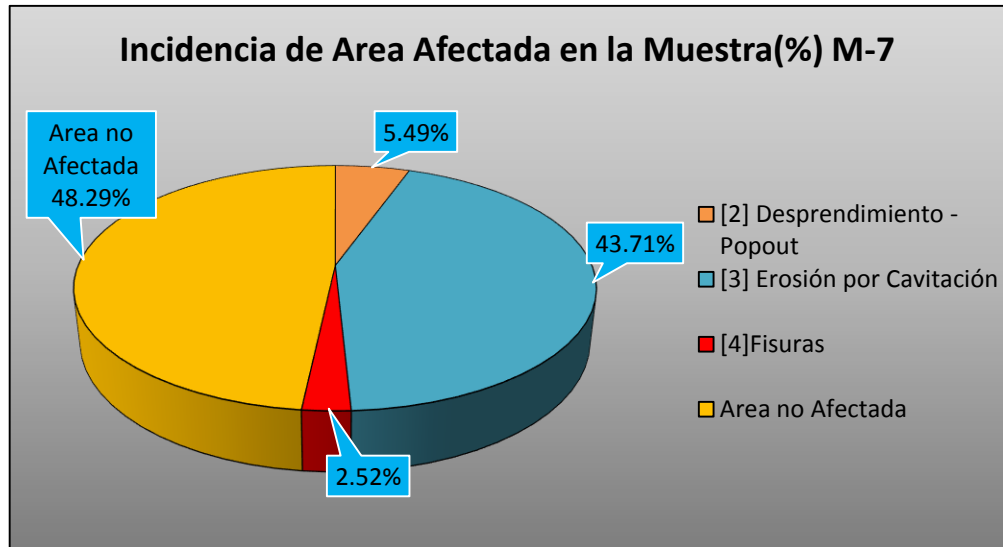


Gráfico N°7: Tipos de patología existentes en Losa de concreto armado de los Filtros

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 07 son: Desprendimiento-Popout, Erosión por Cavitación, Fisuras. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Erosión por Cavitación, en un 43.71% y la de menor incidencia son Fisuras en un 2.52%, tal como se puede apreciar en el gráfico 07.

La Unidad de Muestra-7, está conformada por la Losa de los filtros haciendo un total de 29.17 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 15.09 m², cual corresponde a 51.71% y el área no afectada comprende un área total de 14.09 m², por consiguiente, un 48.29% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de la Losa de concreto Armado de los Filtros, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua

Potable se puede resumir como MALO - MODERADO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 12.

5.1.8 Unidad de Muestra: M-8 La unidad de la Muestra M-8, se refiere a los Muros de concreto Armado de los Filtros, para su evaluación se consideró las áreas respectivas.


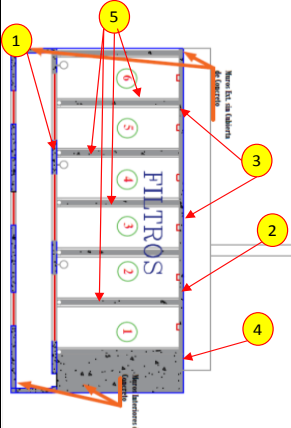

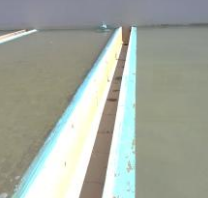

FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA									
	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"								
	Datos					Unidad de la muestra : M-8			
	Evaluador:	Bach. Erick Gabriel Zapata Avalos				Área de la muestra m2			
	Fecha:	Abril-20018	Antigüedad:	> 50 años		Área M. Ext.:	Área M. Int.:	Total	
Ubicación:	Piura_Sullana_Bellavista				84.67	176.48	261.15		
Fotografía		TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
		[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
		[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS				
		[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	BIOLOGICAS				
		Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: FILTROS		Componente: Muros de Concreto			
		Patología	Nivel de severidad	Área Afectada				Área no Afectada	
				Ancho	largo	Total	%	Total	%
		[1] Filtración (Humedad)	Leve						
			Moderado	3	15	45.00	17.23		
			Severo						
		[4] Fisuras	Leve						
Moderado	0.8		3.5	2.80	1.07				
Severo									
[3] Erosión por Cavitación	Leve								
	Moderado	2.1	18	37.80	14.47	113.87	43.60		
	Severo								
Leve									
[2] Desprendimiento - Popout	Moderado	1.7	28.2	47.96	18.36				
	Severo								
	Leve								
[5] Grietas	Leve								
	Moderado	0.28	49	13.72	5.25				
	Severo								
RESULTADO FINAL				147.28	56.40	113.87	43.60		
Nivel de severidad de Unidad de Muestra				MALO - MODERADO					
NIVEL DE CONDICION									
CALIFICACION	DENOMINACION								
0%	MUY BUENO	LEVE							
≥ 0% - < 20%	BUENO	MODERADO							
≥ 20% - < 40%	REGULAR	SEVERO							
≥ 40% - < 60%	MALO	MUY SEVERO							
≥ 60% - < 80%	MUY MALO	CRITICO							
≥ 80% - 100%	PESIMO	DESTRUYENDO							
									

Tabla N°13: Evaluación de la Unidad de Muestra

Fuente: Elaboración Propia

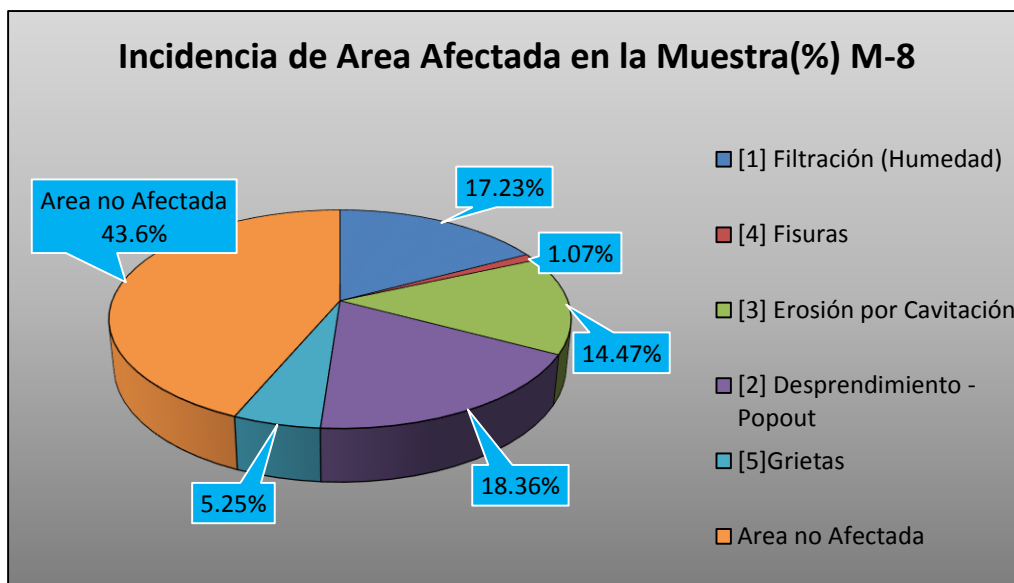


Gráfico N°8: Tipos de patología existentes en Muros de concreto armado de los Filtros

Fuente: Elaboración Propia

Descripción e Interpretación: Conforme a los objetivos de investigación se ha determinado que los tipos de patologías presentes en la Unidad de Muestra 08 son: Filtración (Humedad), Fisuras, Desprendimiento-Popout, Erosión por Cavitación, Grietas. De todos los tipos de patologías la de mayor incidencia es Desprendimiento-Popout, en un 18.36% y la de menor incidencia son Fisuras en un 1.07%, tal como se puede apreciar en el grafico 08.

La Unidad de Muestra-8, está conformada por Los Muros de los filtros haciendo un total de 261.15 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las patologías mencionadas anteriormente, comprende un área total de 147.28 m², cual corresponde a 56.40% y el área no afectada comprende un área total de 113.87 m², por consiguiente, un 43.60% donde no presenta patología alguna.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de los muros de concreto Armado de los Filtros, del Módulo N° 01 de la planta de Tratamiento de Agua Potable se puede resumir como MALO - MODERADO, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 13.

5.1.9. Resumen de resultados.

Patologías-PTAP SULLANA		Área Afectada	% Afectado
ORIGEN	TIPOLOGIA		
FISICAS	Filtración (Humedad)	45.00	1.24%
MECANICAS	Desprendimiento - Popout.	804.68	22.18%
	Erosión por Cavitación	997.03	27.49%
	Fisuras	30.33	0.84%
	Grietas	747.89	20.62%
	Fracturas	0.88	0.02%
QUIMICAS	Lixiviación	120.00	3.31%
	Corrosión-Carbonatación	728.52	20.08%
BIOLOGICAS	Colonización	153.11	4.22%
AREA TOTAL AFECTADA		3627.44	100.00%

Tabla N°14: Área Total Afectada de Patologías de la Planta de Tratamiento de Agua Potable - Sullana

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

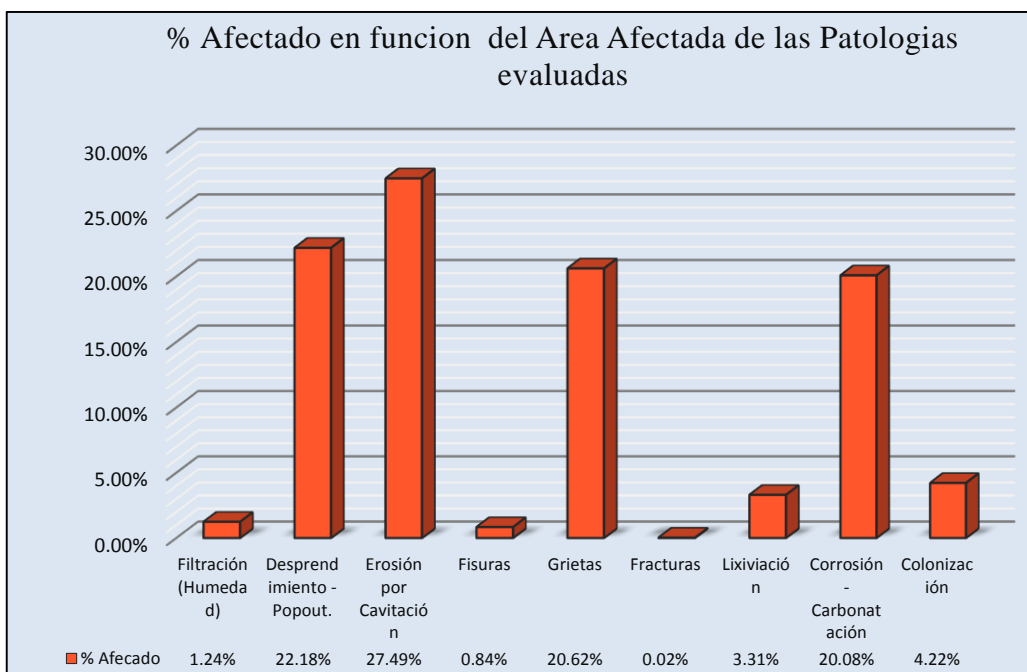


Gráfico N°9: % afectado de patologías existentes en la estructura de concreto Armado del Módulo

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

MODULO N°01 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-SULLANA					
FLOCULADOR	Área Total	Area Afectada	Area no Afectada	% Afectada	% No Afectada
VIGAS	110.04	56.39	53.65	51.17	48.83
LOSAS	62.21	39.62	22.59	63.68	36.22
PANTALLAS	2914.08	2914.08	0	100.00	0.00
MUROS	146.5	42.32	104.18	28.89	71.11

Tabla N°15: Áreas afectadas/No afectadas del Floculador

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

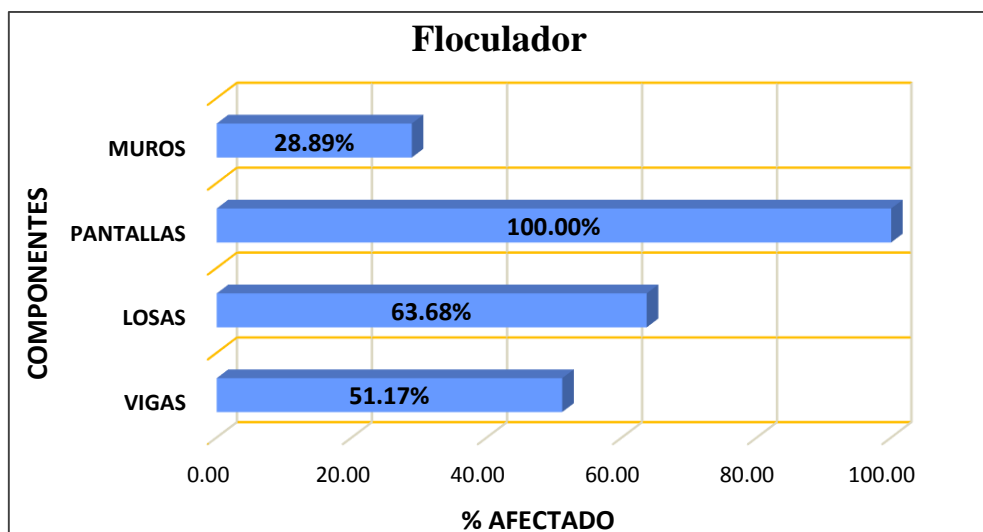


Gráfico N°10: Porcentaje afectado del Floculador

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

MODULO N°01 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-SULLANA					
SEDIMENTADOR O DECANTADOR	Área Total	Área Afectada	Área no Afectada	% Afectada	% No Afectada
LOSAS	96.92	19.7	77.22	21.30	78.70
MUROS	496.51	391.44	105.07	78.84	21.16

Tabla N°16: Áreas afectadas/No afectadas del Sedimentador o Decantador

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

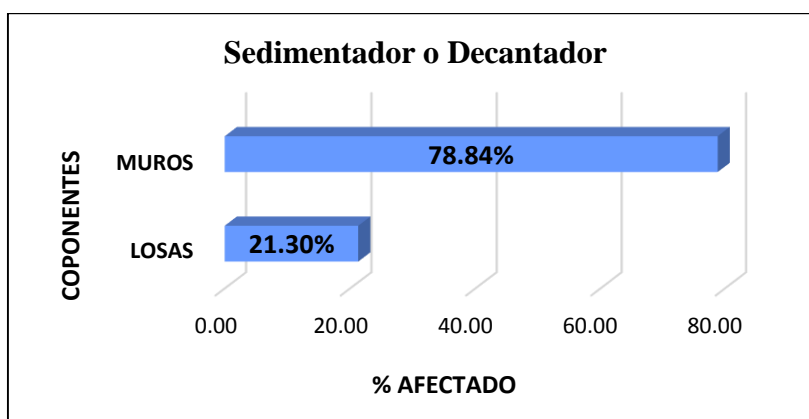


Gráfico N°11: Porcentaje Afectado del Sedimentador o Decantador

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

MODULO N°01 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-SULLANA					
FILTROS	Área Total	Área Afectada	Área no Afectada	% Afectada	% No Afectada
LOSAS	29.17	15.09	14.09	51.71	48.29
MUROS	261.15	147.28	113.87	56.40	43.60

Tabla N°17: Áreas afectadas/No afectadas de Filtrros
Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

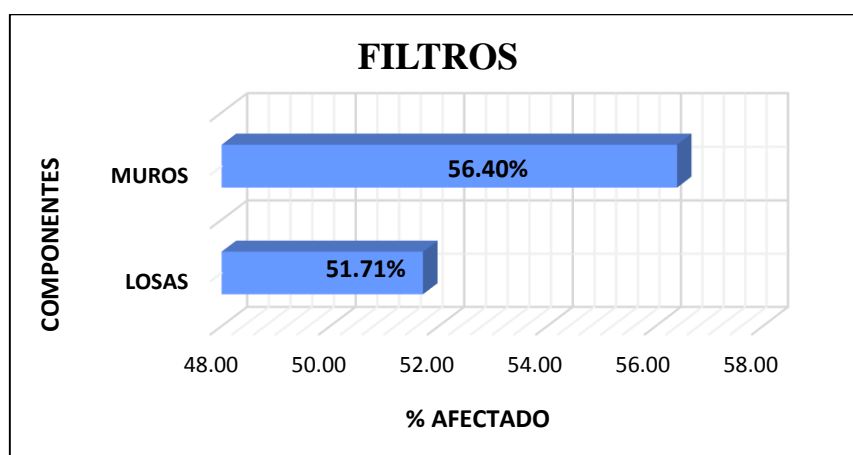


Gráfico N°12: Porcentaje en función del área Afectada
Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-SULLANA					
Muestra	Area Total	Area Afectada	Area no Afectada	% Afectada	% No Afectada
M-1	110.04	56.39	53.65	51.17	48.83
M-2	62.21	39.62	22.59	63.68	36.22
M-3	2914.08	2914.08	0	100.00	0.00
M-4	146.5	42.32	104.18	28.89	71.11
M-5	96.92	19.7	77.22	21.30	78.70
M-6	496.51	391.44	105.07	78.84	21.16
M-7	29.17	15.09	14.09	51.71	48.29
M-8	261.15	147.28	113.87	56.40	43.60
Total	4116.58	3627.44	489.14		

Tabla 18: Resumen de resultados por Unidad de Muestra.
Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

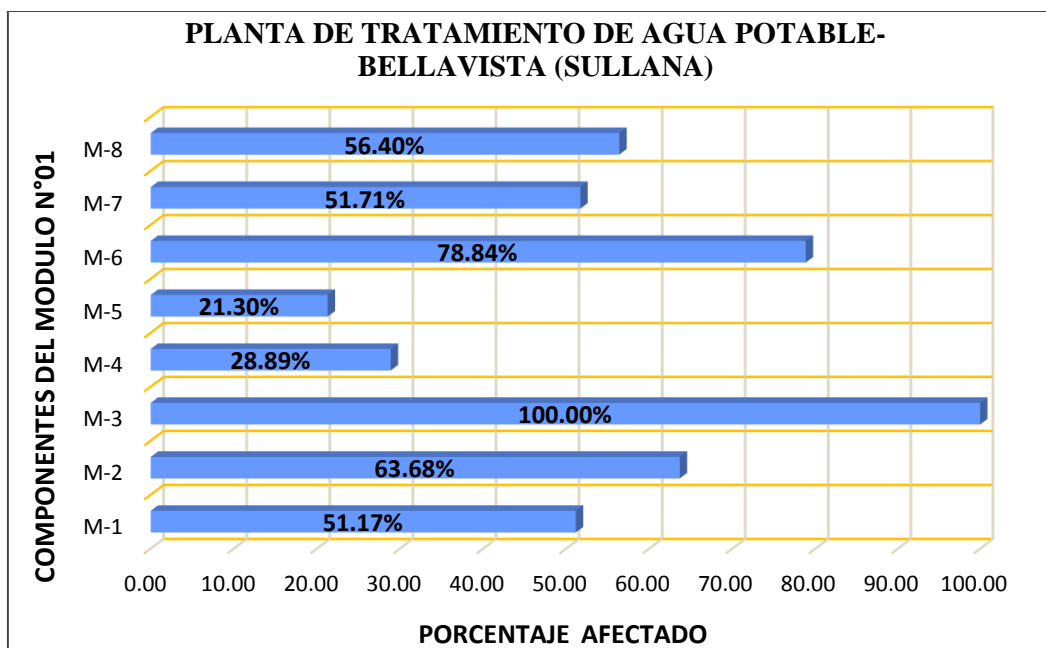


Gráfico N°13: Componentes del Módulo N°01

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

5.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

De una vez logrado obtener los resultados adquiridos en cada una de las muestras se presenta el consecuente análisis:

✓ De acuerdo a la tabla 14 y el Gráfico 09, se observa la totalidad de área afectada por patología y los tipos de patologías existentes en la estructura de concreto Armado del Módulo N°01, en ello la patología que tiene mayor incidencia es de Erosión por cavitación con 997.03 m² equivalente a (27.49%), seguido de Desprendimiento- Popout con 804.68 m² equivalente a (22.18%), seguido de Grietas con 747.89 m² equivalente a (20.62%) y Corrosión-Carbondación con 728.52 m² equivalente a (20.08%). Estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en los componentes estructurales del Módulo N°01 de la planta de Tratamiento.

- ✓ De la tabla 18 hace referencia del resumen de las Muestras evaluadas, donde se determinó las áreas totales de los componentes del Módulo N°01, de ello se puede observar que la muestra M-3 es la de mayor porcentaje de afectación en función del área afectada que vienen hacer las Pantallas del Floculador (100.0%), seguido la muestra M-6, los Muros del Sedimentador que tiene el (78.84%), muestra M-2 las Losas del floculador con (63.68%) y muestra M-8 los Muros de los Filtros con (56.40%), cabe prevalecer que las áreas más afectadas en los componentes de la planta de Tratamiento se deben a la presencia de patologías de acuerdo a su porcentaje de severidad.
- ✓ De los resultados de la tabla 18, tenemos que el Elemento Floculador como componente las Pantallas muestran 2914.08 m² de Área afectada, en el Elemento Sedimentador los Muros sin cubierta presentan 391.44m² de Área Afectada, en los filtros los muros interiores y Exteriores presentan 147.28m² de área afectada presentando la Filtración y Desprendimientos–Popout como patologías más evolucionadas.
- ✓ En la tabla 18, se obtiene como referencia las áreas afectadas y porcentaje afectado de las muestras evaluadas respectivamente, se puede observar que en la Muestra M-3 tenemos las pantallas Floculadoras que están en Deplorables condiciones cabe señalar que en la inspección realizada se pudo observar el avance de las patologías Erosión por cavitación, Desprendimiento-Popout, Grietas y Corrosión-Carbonatación que son las patologías que más han evolucionado con un nivel severo y por ende se le ha calificado como pésimo-severo como se puede observar en la tabla 05 respectivamente, seguido la muestra M-6 que se evaluó los muros

exteriores e interiores sin cubierta del sedimentador que ha calificado como Muy malo-Severo, teniendo como patología más predominante la Colonización presentándose como una mancha de proporción regular color verduzco ocupando 151.44 m² de área de la estructura clasificándola como Moderado según nuestra tabla 02.

✓ De los resultados agrupados de la tabla 18, podemos definir que el 88.12% tiene patologías en los elementos estructurales de la PTAP SULLANA y por lo tanto, su estado actual es PESIMO - SEVERO según tabla 05.

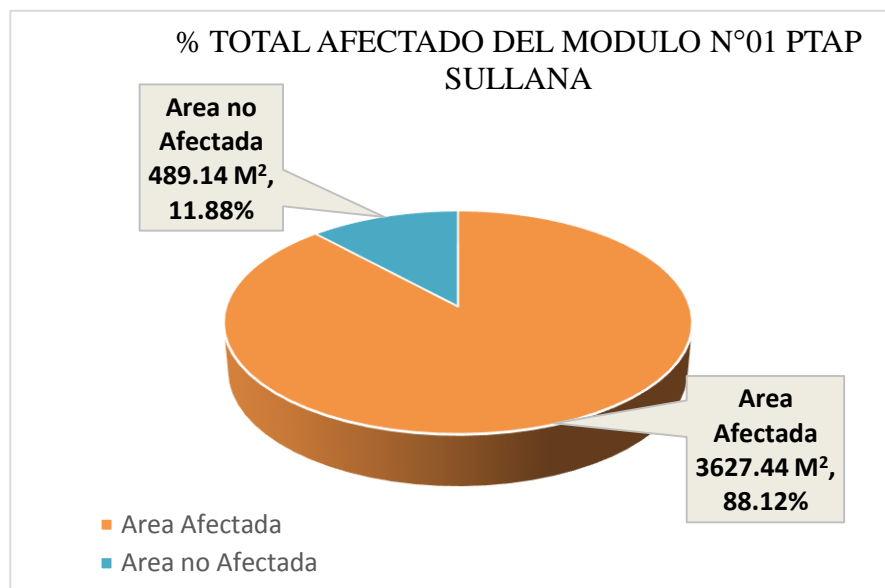


Gráfico N°14: Porcentaje total del área afectada

Fuente: Fichas de evaluación de muestras de 01 al 08.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ El área de estudio es de 4116.58 m², mientras que las patologías ocupan un 3627.44 m² del área total del Módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de agua Potable- Sullana.
- ✓ Los tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto armado de los componentes del Módulo N°01 de la Planta de Tratamiento de Agua Potable , distrito de Bellavista, provincia de Sullana, Departamento Piura; fundamentalmente son: Erosión por Cavitación con 997.03 m² equivalente a (27.49%), seguido de Desprendimiento-Popout con 804.68 m² equivalente a (22.18%), Grietas con 747.89 m² equivalente a (20.62%), Corrosión-Carbonatación con 728.52 m² equivalente a (20.08%), colonización con 153.11 m² equivalente a (4.22%), Lixiviación con 120 m² equivalente a (3.31%), Filtración con 45 m² equivalente a (1.24%), Fisuras con 30.33 m² equivalente a (0.84%) y Fracturas con 0.88 m² equivalente a (0.02%), estas son las patologías que han ocupado áreas de afectación, con el pasar del tiempo han ido desarrollándose y afectando al módulo de la Planta de tratamiento de Agua Potable.
- ✓ La patología que ocupa mayor área afectada es la Erosión por Cavitación y la más preocupante es la Corrosión-Carbonatación, patología con nivel de severidad severa y a raíz de esto genera más patologías, conocido como el primer cáncer del concreto, ubicada en la estructura de las Pantallas del Floculador, factor número uno que se produce es porque se encuentra en un depósito de agua tratada.

- ✓ Para conocer el nivel de severidad en el módulo de la Planta de Tratamiento se ha evaluado por componentes y se ha desglosado por elementos estructurales que lo conforman, las cuales han sido comparadas como se observa en el grafico N°18; se observa que 88.12% tiene patologías, por lo tanto podemos concluir que el estado actual del Módulo N°01 de la Planta de Tratamiento tiene nivel de severidad **Pésimo-Severo**, debido al mismo proceso de calidad del agua que las estructuras del concreto están expuestas.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

Recomendaciones:

- De acuerdo a la evaluación al Módulo N°01 de la planta de Tratamiento, se encuentra con un nivel de severidad **Pésimo** se recomienda la demolición y posterior construcción del Floculador, puesto que es donde se encuentra la mayor evolución de patologías considerándose como severo, al tener las patologías de corrosión-Carbonatación del concreto y desprendimiento del material.
- Reparación de Patologías

Erosión y Desprendimiento.

Limpiar la zona afectada con un cepillo metálico, eliminando partículas deterioradas que ya no son parte del elemento, aplicar la mezcla del concreto con el aditivo epóxico y unir el concreto viejo con el concreto nuevo, solo aplicable cuando el concreto tiene un nivel de deterioro leve de acuerdo a nuestro cuadro de nivel de severidad de patologías.

Fisuras

Aplicar una mezcla con aditivo epóxico para rellenar y sellar las fisuras formando la sección deteriorada de la estructura.

Colonización

Se procederá a rociar de forma abundante la zona afectada con algún limpiador antibacterial con una brocha y dejar actuar el tiempo que sea necesario según las indicaciones del producto, limpiar la zona, con agua a presión y utilizar impermeabilizante para que no haya filtración en la estructura ya que está en contacto con el agua.

- La planta de Tratamiento de Agua Potable cuenta con un Manual de operación y Mantenimiento se debe de Aplicar, dar uso a este, ya que siendo una estructura Hidráulica importante no puede estar presentado estas condiciones desfavorables, todo elemento tiene su vida útil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Crespo P. Daily. Propuesta de procedimiento para la evaluación y diagnóstico de obras hidráulicas. Trabajo de diploma. Tesis. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Facultad de Construcciones; 2015.
- (2) Ovalle B. Gabriel. Informe Sobre Patologías En La Planta De Tratamiento De Agua Potable El Dorado-Patología En Estructuras Hidráulicas; 2012.
- (3) Cismid-Uni; Diagnostico Preliminar de la Vulnerabilidad del sistema de Agua Potable; 2012
- (4) Alayo O. Fernando. Huachipa: Sedapal investigará daño en planta de tratamiento. Diario El Comercio; 2015. [citado 2018 Marzo], disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/huachipa-sedapal-investigara-dano-planta-tratamiento-233135>
- (5) Raymundo N. Edwin. Determinación y Evaluación de Las Patologías del Concreto En Las Losas de Concreto de Las Camaras de Bombeo de Aguas Servidas de La Eps Grau Zona de Mancora, Negritos 1, 2 Y 3 de La Región Piura, Marzo – 2017-Facultad de Ingeniería-Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- (6) EL Arenal EPS GRAU S.A; Evaluación, Análisis Y Diagnostico De Las Estructuras De Concreto De La Planta De Tratamiento De Agua Potable- El Arenal (2015) [seriada en línea] 2018 [citado 2018 Abril], disponible en: <http://www.epsgrau.com.pe/webpage/controlador/archivos/3807.pdf>
- (7) Avendaño R. Elizabeth. Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistema de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial.

Grado de licenciatura. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de ingeniería civil; 2006.

- (8) Web Adax Group SAC. Construcción. [Serial en línea] 2018. [citado 2018 Abril]. Disponible en: <http://adaxgroup.com/construccion.html>
- (9) R.M. José A. Estructuras de hormigón Armado: Componentes. Web vivirhogar. [Serial en línea] 2008. [citado 2018 marzo]. Disponible en: <http://vivorhogar.republica.com/general/estructuras-de-hormigon-armado-componentes.html>
- (10) Rivva E, Durabilidad y Patología del Concreto. Slideshare [seriada en línea] 2006 [citado 2018 Marzo], disponible en: <http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidadypatologiadelconcretoenriquerivval>
- (11) Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones. E-060 Concreto Armado [Seriada en línea]. 2006. [Citado 2018 Abril]: [241-242 paginas]. Disponible en: http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/RNE_parte%2001.pdf
- (12) American Concrete Institute. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. SlideShare. [serial en línea] 2014 [Citado 2018 Abril]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/jonny28261/aci-318-2014-espaol>
- (13) Pérez J, Gardey A. Definición de agua. Definición [Serial en línea] 2010 [Citado 2018 Marzo] Disponible en: <http://definicion.de/agua/#ixzz4Ct3wbNcq>

- (14) Guevara M. Estructura Hidráulicas, Artemisaunicauca [seriado en línea] [citado 2018 Abril], disponible en: http://artemisa.unicauca.edu.co/~hdulica/intro_obras.pdf
- (15) Manual de Operación y Mantenimiento de la PTAP-Sullana (2016)
- (16) Reglamento Nacional de edificaciones. Norma Técnica OS.020. [citado 2018 Abril], disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf
- (17) Cholan Caruajulca Teofilo , Captación y planta de tratamiento de agua potable, 2014 [citado 2018 Abril], disponible en: <https://es.slideshare.net/emanuelcholancarujulca/informe-de-captacin-y-ptap>
- (18) Simon M., Filtros en Planta de tratamiento de Agua Potable, 2016 [citado 2018 Mayo], disponible en: <https://es.scribd.com/document/312302312/FILTROS-EN-PTAP-Y-PTAR>
- (19) Ortiz P. Hans. Evaluación de las patologías en plantas potabilizadoras de la ciudad de Santa Clara. Trabajo de diplomado. Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Facultad de Construcciones; 2016.
- (20) Álvarez, L. (2010). "Estudio de patologías en obras hidráulicas. Caso de Estudio: Planta Potabilizadora Amistad cubano búlgara de Camagüey y Planta Potabilizadora de Nuevitas." Centro de investigaciones y desarrollo de las estructuras y los materiales.
- (21) Cipriano Londoño. Inspección y mantenimiento de estructuras en concreto. Blog 360° en concreto. [serial en línea] 2012 [Citado 2018 Mayo].

Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/inspeccion-y-mantenimiento-de-estructuras-en-concreto/>

- (22) Ortega Y, Quintero K, Durabilidad del Concreto. Prezi [seriada en línea] 2015 [citado 2018 Mayo 20], disponible en: <https://prezi.com/bjull8e1el3f/durabilidad-del-concreto/>
- (23) Gabriela C. Patología de las edificaciones – filtraciones. Prezi [seriada en línea] 2013 [citado 2018 Abril], disponible en: <https://prezi.com/uz2fnyuinyef/patologia-de-las-edificaciones-filtraciones/>
- (24) Sánchez de Guzmán, Durabilidad y Patología del Concreto. 2da ed. Santa Fé de Bogotá, D.C, Colombia: Asocreto; 2011.
- (25) Explicación del Cáncer del Concreto, y Desprendimiento del concreto por Macglobal Innovación, S.A. Mac Panama Corporation. Mac [seriada en línea] 2017 [citado 2018 Abril], disponible en: <http://spa.macglobal.com.pa/cancer-del-concreto-y-desprendimiento-del-concreto-explicacion-por-john-f-johnson-socio-mayoritario-de-mac-corp-panama/>
- (26) Calavera J, Patología de las estructuras de hormigón armado y pretensado. 2da ed. Madrid y Ribadeo, España: Intemac; 1996.
- (27) ¿Qué Hacer Cuando Se Presenta Fisuras En El Concreto? Blog 360° en concreto, [seriada en línea] 2011 [citado 2018 Mayo], disponible en : <http://blog.360gradosenconcreto.com/que-hacer-cuando-se-presenta-fisuras-en-el-concreto/>
- (28) Fernández, M. Fernández, M. “Patología y Terapéutica del Hormigón Armado”. Segunda Edición. Editorial Dossat. Madrid. (1984).

- (29) Ycaza X. La carbonatación, el primer cáncer del hormigon (I).
Civilgeeks.com [seriada en línea] 2011 [citado 2018 Abril], disponible en:
<https://civilgeeks.com/2011/10/02/la-carbonatacion-el-primer-cancer-del-hormigon-i/>
- (30) Monjo J. Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos. 2a ed.
Madrid, España: Munilla - Leria; 1997.

ANEXOS


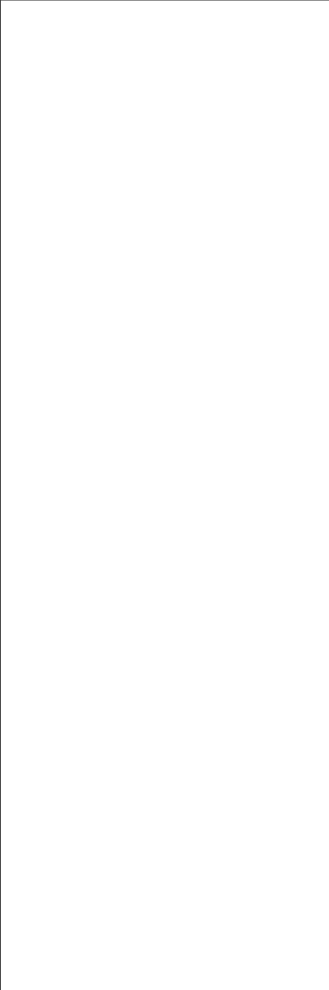
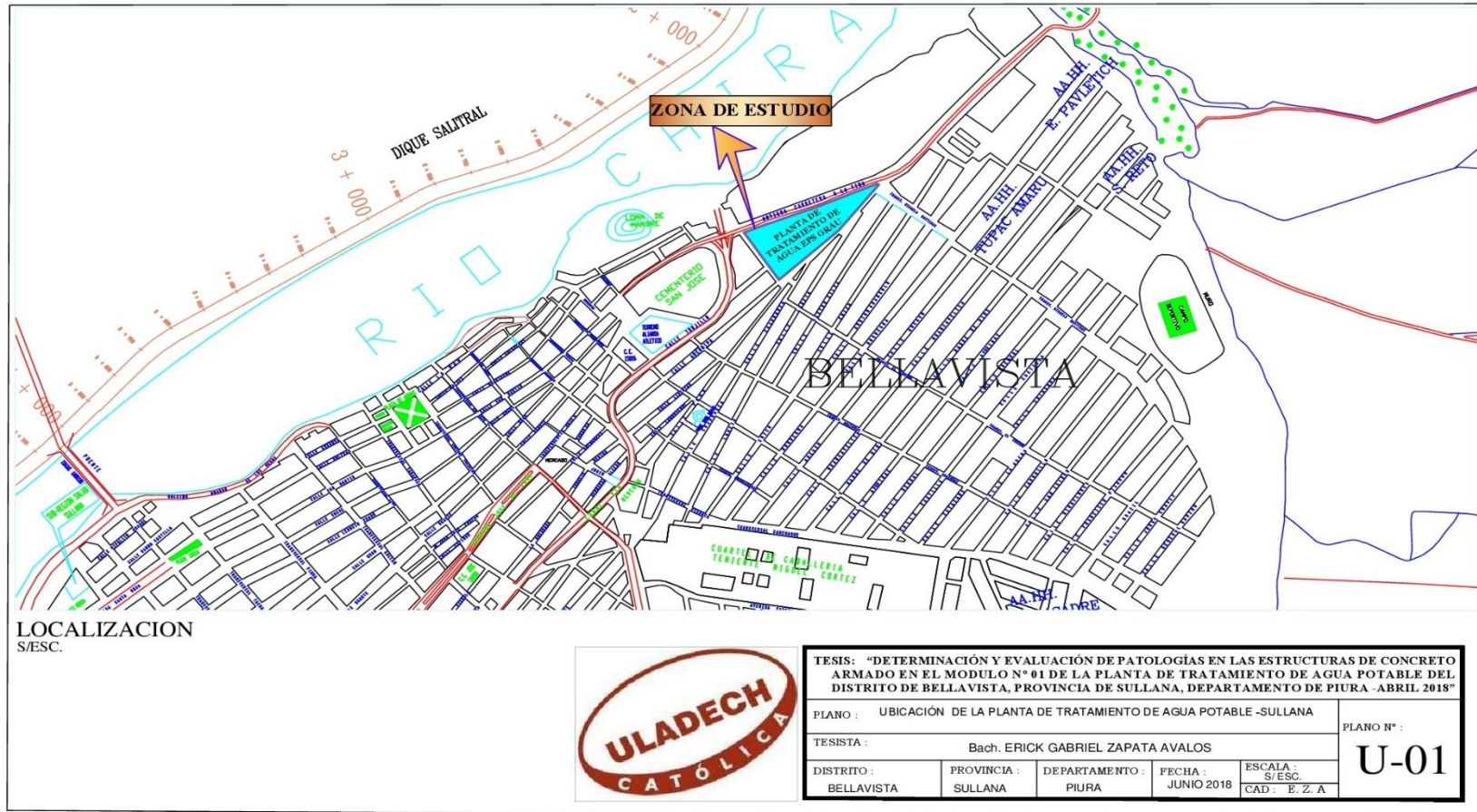
FICHA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA								
	Datos							
	Evaluador:			Unidad de la muestra :				
	Fecha:			Área de la muestra m2				
	Ubicación:		Antigüedad:	Area M. Ext.:	Area M. Int.:	Total		
Fotografía	TIPOS DE PATOLOGÍAS -PTAP SULLANA:							
	[1] Filtración (Humedad)	[4] Fisuras	[7] Lixiviación	FISICAS				
	[2] Desprendimiento - Popout	[5] Grietas	[8] Corrosión- Carbonatación	MECANICAS				
	[3] Erosión por Cavitación	[6] Fracturas	[9] Colonización	QUIMICAS				
	Estructura: PTAP-Sullana		Elemento: FILTROS		Componente: Muros de Concreto			
	Patología	Nivel de severidad	Área Afectada				Área no Afectada	
			Ancho	largo	Total	%	Total	%
		Leve						
		Moderado						
		Severo						
		Leve						
	Moderado							
	Severo							
	Leve							
	Moderado							
	Severo							
	Leve							
	Moderado							
	Severo							
RESULTADO FINAL				0.00	0.00	0.00	0.00	
Nivel de severidad de Unidad de Muestra								

Foto N°14: Formato de las muestras a utilizar

Fuente: Propia

PLANO N° 01: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA-SULLANA



PLANO N° 02: UBICACIÓN DEL MODULO N°01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA-SULLANA



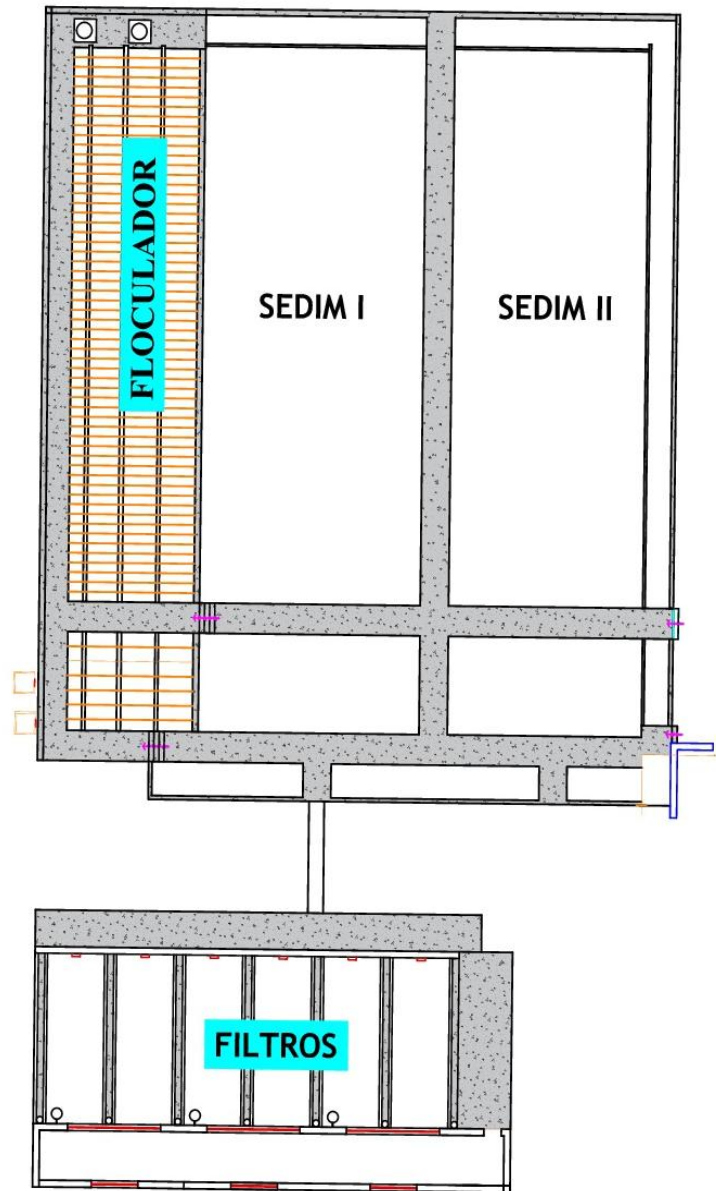
UBICACION
S/ESC.



TESIS: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA -ABRIL 2018"					
PLANO : UBICACIÓN DEL MODULO N01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE -SULLANA					PLANO N° :
TESISISTA : Bach. ERICK GABRIEL ZAPATA AVALOS					U-02
DISTRITO : BELLAVISTA	PROVINCIA : SULLANA	DEPARTAMENTO : PIURA	FECHA : JUNIO 2018	ESCALA : S/ESC. CAD : E. Z. A	

PLANO N°03: Distribución del Modulo N 01

MODULO I



TESIS: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN EL MODULO N° 01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA - ABRIL 2018"				
PLANO : DISTRIBUCION DEL MODULO N01 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE- SULLANA				
TESISISTA : Bach. ERICK GABRIEL ZAPATA AVALOS				
DISTRITO : BELLAVISTA	PROVINCIA : SULLANA	DEPARTAMENTO : PIURA	FECHA : JUNIO 2018	ESCALA : S.E.S.C. C.A.D. : E. Z. A
				PLANO N° : U-03



Foto N° 15: Ingreso a la Planta de Tratamiento

Fuente: Google Maps



Foto N° 16: Decantador en mantenimiento

Fuente: Propia



Foto N°17: Fisuras en losa

Fuente: Propia



Foto N° 18: Espesor de la Losa con Grietas

Fuente: Propia



Foto N° 19: Vista de secuencia de las pantallas del Floculador

Fuente: Propia



Foto N° 20: Tomando medidas de la pantalla del Floculador

Fuente: Propia



Foto N° 21: Medida de la Patología- Humedad

Fuente: Propia