



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**TITULO:**

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE  
CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU,  
AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA,  
OCTUBRE – 2018”

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:**

INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

BACH. ELEAZAR RIMAYCUNA AGUILAR

**ASESOR:**

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

**PIURA – PERÚ**

**2018**

## **1. Título de la tesis**

Determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura, octubre – 2018.

## **2. Hoja de firma del jurado evaluador y asesor**

**MGTR. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA**

**PRESIDENTE DE JURADO**

**MGTR. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA**

**MIEMBRO DEL JURADO**

**ING. ORLANDO VALERIANO SUÁREZ ELIAS**

**MIEMBRO DEL JURADO**

**MGTR. CARMEN CHILÓN MUÑOZ**

**ASESOR**

### **3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria**

#### **3.1. Agradecimiento**

Principalmente A Dios, a mis padres, amigos, y a ustedes profesores por infundirnos buenos principios y por el apoyo en mis anhelos de ser profesional. También agradezco a la universidad católica “Los Ángeles Chimbote” por las diferentes enseñanzas que nos brindan para así poder llegar a nuestra meta trazada y ser un orgullo de dios, de mis padres, amigos y de nuestro país.

### **3.2. Dedicatoria**

Este presente informe es dedicado en primer lugar a Dios por bendecirnos y darnos la vida también porque cada día colmarnos de sabiduría e inteligencia, a mis queridos padres Paula y Sebastián, y hermanos por el apoyo y confianza incondicional.

Está dedicado a mis profesores por los conocimientos y enseñanzas impartidas, además por darnos una buena formación profesional y por incentivarnos a lograr nuestras metas trazadas.

## 4. Resumen y Abstract

### 4.1. RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo general Determinar y Evaluar las Patologías de concreto armado que presenta el Reservorio Elevado

R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, provincia Sullana, Región Piura.

Dichas fallas existentes han sido analizadas a detalle para así poder determinar el estado del reservorio elevado.

Empezamos con la problemática existente y soluciones del Reservorio Elevado.

La metodología de investigación fue descriptivo- cualitativo. Su objetivo general fue Determinar y Evaluar las Patologías de concreto armado que presenta el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>.

Se presentan los resultados y análisis de resultados por cada unidad de muestra inspeccionada.

Se llegó a la conclusión que el 21.30 % de los componentes en los elementos de la estructura hidráulica presentan patologías, siendo la de mayor área la suciedad. Por lo tanto, el nivel de severidad del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup> es severo.

Asimismo, se concluye que los tipos de patologías del concreto existentes en el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, Capacidad de 1000 m<sup>3</sup> son los siguientes: Suciedad (27.05 %); Eflorescencia (9.25%); filtración (1.28%); fisura (0.53 %). siendo las de mayor incidencia la **SUCIEDAD Y EFLORESCENCIA**.

**Palabra clave:** Patologías del concreto y Patologías en Reservorios.

## 4.2. ABSTRACT

The general objective of this project is to determine and evaluate the pathologies of reinforced concrete presented by the R-1 Grau Elevated Reservoir, Miguel Grau Avenue, with a capacity of 1000 m<sup>3</sup>, from Sullana district, Sullana Province, Piura Region.

These existing faults have been analyzed in detail in order to determine the status of the Elevated Reservoir.

We start with the existing problems and solutions of the Elevated Reservoir.

The research methodology was descriptive-qualitative. Its general objective was to determine and evaluate the pathologies of reinforced concrete presented by the R-1 Grau Elevated Reservoir, Miguel Grau Avenue, with a capacity of 1000 m<sup>3</sup>.

The results and analysis of results are presented for each unit of sample inspected. It was concluded that 21.30% of the components in the elements of the hydraulic structure present pathologies, with the largest area being dirt. Therefore, the level of severity of the R-1 Grau Reservoir, Miguel Grau Avenue, capacity of 1000 m<sup>3</sup> is low.

It is also concluded that the types of concrete pathologies existing in the R-1 Grau Elevated Reservoir, Miguel Grau Avenue, 1000 m<sup>3</sup> Capacity are the following: Dirt (27.05%); Efflorescence (9.25%); filtration (1.28%); fissure (0.53%). being the most frequent the DIRT AND EFLORECENCE.

**Keyword:** pathologies of concrete and pathologies in reservoirs.

## CONTENIDO

	Pág.
1. Título de la tesis .....	ii
2. Hoja de firma del jurado y asesor .....	iv
3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria .....	iv
4. Resumen y abstract .....	vi
5. Contenido.....	ix
6. Índice de gráficos, tablas .....	x
7. Anexos, cuadros y planos .....	xi
I. INTRODUCCION .....	01
II. REVISION DE LA LITERATURA .....	03
2.1. MARCO TEORICO .....	03
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	03
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	12
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	23
2.2. BASES TEORICAS .....	31
2.2.1. DEFINICION DE RESERVORIO .....	31
2.2.2. TIPOS DE RESERVORIOS.....	32
2.2.3. PARTES DEL RESERVORIO ELEVADO.....	33
2.2.4. DEFINICION DE CONCRETO ARMADO.....	38
2.2.5. PATOLOGIA DEL CONCRETO .....	40
III. METODOLOGIA.....	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACION .....	44



3.2.	NIVEL DE LA INVESTIGACION DE TESIS.....	44
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	45
3.4.	POBLACION Y MUESTRA .....	46
3.5.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	46
3.6.	PLAN DE ANALISIS .....	47
3.7.	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	48
3.8.	PRINCIPIOS ETICOS.....	51
IV.	RESULTADOS .....	52
4.1.	RESULTADOS.....	52
4.2.	ANALISIS DE RESULTADOS .....	75
V.	CONCLUSIONES.....	82
5.1.	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	82
5.1.1.	CONCLUSIONES .....	82
5.1.2.	RECOMENDACIONES.....	83
5.2.	REFERENCIAS .....	84
5.3.	ANEXOS .....	87

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y ANEXOS**

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N°01:	Reservorio Elevado .....	32
Gráfico N°02:	Reservorio Enterradoso Subterráneos.....	32
Gráfico N°03:	Reservorio Apoyado.....	33
Gráfico N°04:	Reservorio Elevado .....	33
Gráfico N°05:	Ataque Químico .....	38
Gráfico N°06:	Criptoflorescencia.....	38
Gráfico N°07:	Desprendimiento del Concreto.....	39

Gráfico N°08: Fisuras .....	39
Gráfico N° 09: Grietas .....	40
Gráfico N°10: Erosión.....	41
Gráfico N°11: Humedad .....	41
Gráfico N°12: Eflorescencia .....	42
Gráfico N°13: Corrosión .....	42
Gráfico N°14: Cangrejas .....	43
Gráfico N°15: Delaminacion de concreto .....	43
Gráfico N°16: % de Áreas Afectadas y No Afectadas .....	56
Gráfico N°17: % de Patologías .....	57
Gráfico N°18: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.....	61
Gráfico N°19: % de Patologías .....	62
Gráfico N°20: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.....	66
Gráfico N°21: % de Patologías .....	67
Gráfico N°22: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.....	71
Gráfico N°23: % de Patologías .....	72
Gráfico N°24: Reservorio .....	74

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla N°01: Nivel de Severidad del Concreto .....	45
Tabla N°02: Matriz de consistencia .....	48
Tabla N°03: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras.....	54
Tabla N°04: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras.....	55
Tabla N°05: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras.....	59
Tabla N°06: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras.....	60
Tabla N°07: Eflorescencia, Suciedad y fisuras en Cúpula Inferior .....	64
Tabla N°08: Eflorescencia, Suciedad y fisuras en Cúpula Inferior .....	65
Tabla N°09: Eflorescencia, Suciedad en Cúpula Lateral.....	69

Tabla N°10: Eflorescencia, Suciedad en Cúpula Lateral.....	70
Tabla N°11: Cuadro de resumen.....	73

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO N°01: Vista panorámica del Reservorio Elevado R-1 Grau.....	88
ANEXO N°02: Plano de Ubicación del Reservorio Elevado R-1 Grau U-L-01. ....	89
ANEXO N°03: Plano de Arquitectura y Ubicación de muestras A-02 .....	90
ANEXO N°04: Plano de muestra de Columnas M.C 01. ....	91
ANEXO N°05: Plano de muestra de Vigas M.V 02... ..	92
ANEXO N°06: Plano de muestra de Cúpula Inferior C.I 03 .....	93
ANEXO N°07: Plano de muestra de Cúpula Lateral C.L 04.....	94
ANEXO N°08: Ficha de inspección Visual .....	95

## I. Introducción

Las obras de ingeniería como lo es las obras de estructuras hidráulicas no solo se diseñan para cubrir la necesidad del momento, sino al contrario se diseñan con el fin de cumplir más del requerimiento establecido.

Los reservorios elevados son estructuras esenciales para el abastecimiento de agua de una población, por lo que no deberían quedar inoperativos luego de ocurrido un sismo. No obstante, la experiencia ha demostrado que para sismos de gran magnitud estas estructuras presentan daños, llegando incluso a colapsar.

Es importante saber diferenciar entre tener una estructura en funcionamiento y en operatividad. Hablamos de una estructura en funcionamiento cuando aún cumple el rol para la cual esta fue creada y operativo nos referimos a que si la estructura está cumpliendo con los parámetros de diseño. En muchas situaciones se ha presentado el caso de que ciertas estructuras quedan inoperativas por fallas o por mantenimiento del mismo.

El Reservorio Elevado R-1 Grau cuya capacidad es de  $1000 \text{ m}^3$ , fue construido en **1960**, cuenta con **58** años de antigüedad y aún está en funcionamiento y es el cual abastece agua a las zonas de A.H. Barrio sur, ubicado en la esquina de la AV. Grau en el distrito de Sullana, provincia de Sullana, departamento de Piura. Para el desarrollo de la presente investigación **se planteó el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de  $1000 \text{ m}^3$ , nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición actual de servicio del mismo? Se establece como **objetivo general** obtener el estado del Reservorio Elevado R-1 Grau, a partir de la determinación y evaluación de las patologías.

**Los objetivos específicos** son los siguientes: Identificar y analizar los tipos de patologías de concreto armado. Obtener la severidad y condición de la estructura de concreto armado del Reservoirio Elevado R-1 Grau, capacidad 1000 m<sup>3</sup>. Según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de severidad de cada una de ellas. La investigación servirá de base para tomar decisiones la reparación o renovación de las partes afectadas del Reservoirio, según el grado de severidad de las patologías.

Esta investigación **se justifica** por la necesidad de conocer la condición del estado actual del Reservoirio Elevado R-1 Grau. **La metodología** fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación.

### **Conclusión**

Al obtener todos los estados o niveles de severidad en los que se encuentra cada uno de los elementos se llega a la conclusión de que el grado de severidad que presenta la estructura del Reservoirio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, Capacidad de 1000 m<sup>3</sup> es **MODERADO**.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

a) “EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL TANQUE ELEVADO DE AGUA INDUSTRIAL Y POTABLE DE SIDOR UBICADO EN MATANZAS, ESTADO BOLÍVAR”

AUTOR: Flores S. Roberto (2005)<sup>1</sup>

#### Objetivos

En su tesis el **objetivo general** es la evaluación de la capacidad estructural del tanque elevado de agua industrial y potable de Sidor ubicado en matanzas, estado Bolívar, nos dice los Cisternas de concreto armado y metálicos presentan con el tiempo problemas de corrosión del acero muchas veces en toda la estructuras o en los elementos estructurales más importantes, dicha patología se debe conocer más a fondo para saber cómo contrarrestar el problema, sabiendo que la corrosión es la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el deterioro de sus propiedades tanto físicas como químicas. Se crean dos zonas, la anódica, donde se produce la disolución del metal (corrosión) y la catódica, donde el metal permanece inmune. El acero por su parte es una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0,05% hasta menos de un 2%), aunque a veces se agregan otros componentes para darle otras características. Ya que es básicamente hierro altamente refinado, su fabricación comienza con la reducción de hierro, produciéndose el arrabio, el cual se convierte más tarde en acero, el hierro puro, por tanto, es uno de los elementos del acero y no se encuentra libre en la naturaleza ya que reacciona con facilidad con el oxígeno del aire para formar óxido de hierro

(herrumbre). Por tanto, las estructuras de este tipo se ven afectadas por la corrosión, o formación de herrumbre, pudiendo dar lugar a su destrucción. El mismo autor afirma que en las cisternas también existen diversas patologías producidas por la corrosión, en su tesis hace mención a algunas de ellas.

- a. Corrosión uniforme: la corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre toda la superficie del metal.
- b. Corrosión localizada: se produce en algunos sectores del metal, es la más peligrosa.
- c. Corrosión intergranular: se produce en los límites del metal, ocasiona pérdidas de resistencia del material. Común en aceros inoxidable.
- d. Corrosión por picadura: se producen hoyos o agujeros por agentes químicos, se puede encontrar en la superficie del metal y se presenta como túneles pequeños y a escala microscópica.
- e. Corrosión por esfuerzo: producida por los esfuerzos externos a la que se es sometido el material. También puede ser causado por esfuerzos internos, producidos por remaches, pernos.
- f. Corrosión por fatiga: pérdida de la capacidad del metal para resistir los esfuerzos, rompe la película de óxido produciendo una mayor exposición.
- g. Corrosión por fricción: se produce por el roce entre dos metales produciendo así un daño material de los metales. El calor de la fricción elimina el óxido.
- h. Corrosión selectiva: proceso donde es eliminado un elemento debido a una interacción química (ejemplos más conocidos: desincificación, grafítica)
- i. Corrosión bajo tensión: ocurre cuando el metal es sometido a la acción de tensiones, aparece como fisuras.
- j. Corrosión -erosión: causada por un tipo de corrosión y abrasión (causados generalmente por líquidos y gases).
- k. Corrosión atmosférica: producida por una acción agresiva por el ambiente sobre los metales (efecto simultáneo del aire y el agua).
- l. Corrosión galvánica: ocurre cuando metales diferentes entran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la

aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo, a mayor diferencia de potencial el material con más activo será el ánodo (efectos superficie).

## **b) “ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE”**

**AUTOR: Parra V. Carlos (2016)2 - COLOMBIA**

### **Objetivos**

El presente proyecto tiene como objetivo general el estudio patológico tanque de almacenamiento de agua potable. Dentro del contrato 014 de 2016 de “AMPLIACIÓN DE REDES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DE LOS MUNICIPIOS DE NUQUÍ Y TADÓ. EN EL DEPARTAMENTO DE CHOCO”, inversiones que buscan ampliar la cobertura de la red de distribución de acueducto en barrios que no estuvieron contemplados en el alcance del Contrato 186 de 2013. De otra parte, se incluye entre el alcance del contrato 014, la realización del Estudio de Patología del Tanque de agua tratada en concreto reforzado, el cual presenta una serie de lesiones que impiden su utilización en la actualidad, estudios que fueron contratados con el Ing. Civil Carlos A. Parra Valencia por la empresa Espina & Delfín Colombia. Además, la NSR – 10 entre otras mejoras significativas respecto a la versión anterior, establece en el capítulo A–10 la necesidad de realizar un estudio de actualización a las estructuras construidas antes de su vigencia, con el propósito de que una estructura que se refuerce siguiendo los requisitos allí presentados debe ser capaz de resistir temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural pero con algún daño en elementos no estructurales y un temblor fuerte sin colapso. En otras palabras, es necesario realizar un estudio para evaluar la capacidad de respuesta de la estructura ante los nuevos requisitos expresados en



esta normativa.

El presente trabajo, va encaminado a identificar las diferentes lesiones del paciente, así como también incluye realizar el diagnóstico general a partir del planteamiento de las posibles causas que puedan estar generando las lesiones, y en base a ello, diseñar una propuesta de intervención, que permita mantener la estabilidad de la edificación. Al igual que lo anterior se ajustará la estructura portante del paciente a las exigencias de la Norma Sismo resistente del 10 (NSR – 10) y el Ras 2000.

### **CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO**

✓ Las fisuras longitudinales encontradas, son debidas al proceso constructivo del tanque, éstas afectan el aspecto estético del tanque, pero no afectan la estabilidad del mismo.

✓ Las fisuras verticales en los bordes, son debidas exclusivamente a la falta de acero de refuerzo en las esquinas que amarre y absorba los esfuerzos que pueden producirse por la retracción del concreto y por los esfuerzos de bordes, producidos en condiciones de uso del tanque.

✓ Las fisuras verticales ubicadas en los centros de los muros que dan hacia el tanque nuevo y hacia la antena de telecomunicaciones, pueden definirse como grietas en los muros; aclarando que en la auscultación realizada no se pudieron evidenciar las grietas en el interior del tanque, pero al realizar la prueba de estanqueidad se pudo observar el afloramiento constante de agua por éstas.

✓ Las fisuras mencionadas, fueron ocasionadas posiblemente por la falla de la estructura de soporte del tanque hacia la vía de acceso.

En la elaboración de éste estudio patológico, no evidenció fallas en los taludes, ni se encontró material tipo arcilla expansivas o similares que pudieran afectar la estabilidad del tanque; se cree entonces que en el proceso de construcción del

tanque, la falta de compactación del material utilizado como sub base produjo que éste se consolidara en forma lenta durante muchos años, produciendo un asentamiento diferencial hacia dicho costado.

✓ Se pudo observar que la losa en concreto reforzado aligerada con casetones de esterilla que sirve como tapa del tanque, presenta gran deterioro; al chequear el índice de sobre esfuerzo de la tapa encontramos que para un  $F'c$  igual a 15.83 Mpa, la placa no está en condiciones de soportar su propio peso ni las cargas externas provenientes del uso propio o de eventuales fuerzas sísmicas; por tanto y basado en los resultados obtenidos, se debe demoler este elemento.

✓ El índice de sobre esfuerzo en el fondo de los muros del tanque es de 2.38, sobrepasando de manera significativa el esfuerzo admisible; de igual forma, en el fondo el índice de sobre esfuerzo en los bordes laterales de los muros del tanque sobrepasa el esfuerzo admisible, con valores alrededor de 2.55; en consecuencia, de lo expresado, se concluye que el espesor de los muros es insuficiente para los esfuerzos actuantes.

✓ La prueba de estanqueidad practicada al tanque, dejó ver entre otras lesiones, que la falla en el sistema estructural del tanque ha afectado de manera marcada su estabilidad.

✓ Se descarta el reforzamiento del tanque con algún tipo de recubrimiento impermeable, dado que al estar afectada la estabilidad del mismo no se puede garantizar que el recubrimiento perdure en el tiempo garantizando un adecuado comportamiento del estado de servicio.

✓ Se descarta el uso del tanque como formaleta para construir otro tanque en su interior, dado que no hay forma de establecer el comportamiento futuro de las fallas

encontradas.

✓ El tanque debe ser retirado de su uso, toda vez que el gran volumen de agua perdido, puede afectar e inestabilizar los taludes y zonas cercanas a causa de la saturación del suelo.

✓ Demoler el tanque existente en concreto reforzado y en su reemplazo construir uno con la capacidad y cotas acorde al modelo hidráulico realizado, que garantice la continuidad y las presiones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

**c) “DIAGNOSTICO, PATOLOGÍA E INTERVENCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL DEL MUNICIPIO DE TÁMARA DEPARTAMENTO DE CASANARE” - COLOMBIA**

**AUTOR: Barrea C. Juan (2017)<sup>3</sup>**

**Objetivos**

El principal objetivo es el diagnóstico, patología e intervención de tanques de almacenamiento de agua potable acueducto interveredal, Colombia es un país que presenta una problemática de infraestructura vial crítica, en nuestro caso las vías de accesos al Municipio de Támara, se encuentran en mal estado y aún más el desplazamiento desde el casco urbano a las diferentes veredas donde se están ubicados los tanques de almacenamiento de agua potable que escogimos para realizar este estudio, en el momento de la construcción se presentan problemas para el traslado de los materiales y más para la obtención del agua óptima para realizar la mezcla diseñada del concreto que se utilizó, tanques que fueron construidos en los años 2015 y 2016 y presentando patologías que interfieren con el diseño y su funcionalidad, exteriorizando lesiones a simple vista como lo son las fisuras, grietas filtraciones y eflorescencias.

Los tanques se encuentran en sitios de topografías bastantes pronunciadas, lo cual conlleva a saturaciones de los suelos y fallas en sus estructuras geológicas, de igual forma por lo anterior y por su ubicación genera inquietud de cómo sería la respuestas sismo- resistente bajo las sollicitaciones y recomendaciones del decreto 1400 de 1984 modificado por la ley 400 de 97 – decreto 33 de 19987 (NSR– 98) y más aún la segunda modificación con el decreto 926 de 2010 (NSR – 10) y sus actualizaciones decreto 092 de 2011 y decreto 340 de 2012, siendo las estructuras mencionadas de gran importancia, en la norma citada podría clasificarse según su uso en el grupo IV - Edificaciones indispensables de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo para atender la emergencia y preservar la salud1 , por lo anterior se hace necesaria ser evaluada de acuerdo con la normatividad actual con el objeto de conocer su grado de vulnerabilidad y los daños patológicos presentados.

Por lo mencionado debemos tener en cuenta varios aspectos como lo son la ubicación topográfica y geográfica de los tanques, hasta entonces y durante este periodo no están en funcionamiento por no haberse concluido las obras de captación, aducción y conducción del agua, presentando ataques químicos, biológicos, microbiológicos, físicos, mecánicos, y/o corrosión al acero de refuerzo estructural, por lo que debe acudir al estudio patológico y enfocar una intervención. Desde el punto de vista legal y social, el proyecto para la rehabilitación y mantenimiento de la estructura de almacenamiento de agua potable, es derecho fundamental ya que se debe garantizar continuidad, calidad y cobertura tal como lo establece la constitución política colombiana “el agua potable constituye un derecho fundamental en la medida que, el agua constituye fuente de vida y la falta del servicio atenta directamente a la vida de las personas. El servicio

domiciliario de acueducto y la salubridad pública,” es un derecho constitucional fundamental y como tal debe ser objeto de protección”. El realizar éste trabajo como una oportunidad de demostrar los conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica de la especialización en Patología de la Construcción y analizar factores propios patológicos que generan daño en las estructuras, la realización de una metodología para generar soluciones (intervenciones) adecuadas a las necesidades específicas del paciente. Dentro de los trabajos establecidos en la intervención se debe garantizar materiales de construcción que no crean afectación o impacto negativo al medio ambiente y no pongan a futuro el riesgo la calidad del agua potable. El medio ambiente se ha convertido en una parte esencial hoy en día y se debe dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en la legislación ambiental Colombiana, donde se tiene que dar un uso adecuado a los recursos naturales durante la intervención y mantenimiento del tanque, así como en la operación del servicio de acueducto, donde se procura no causar daños al medio ambiente y buscar el desarrollo sostenible de la comunidad. Durante la limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento tras un tiempo prudencial de operación de la estructura, se debe dar un buen uso eficiente del recurso hídrico y reutilizarlo en otros fines, con el fin de minimizar los efectos colaterales producidos por el calentamiento global.

## **CONCLUSIONES**

- Observamos en las muestras esclerométricas tomadas in situ, el comportamiento que arrojan según se ubicación, las placas (tapas) de los tanques arrojan los menores valores registrados, las caras o paredes de los tanques dependiendo su ubicación presentan comportamientos diferentes, por ejemplo las

caras occidentales y orientales arrojan menores valores que las caras sur y norte, como consecuencia de la exposición directa de los rayos del sol, lo cual generó presencia de agrietamiento por contracción plástica, incremento de la permeabilidad, reducción a su resistencia a compresión, reducción a su durabilidad y un fraguado acelerado.

- Encontramos eflorescencia en algunos tanques, aspecto de color verde en sus caras laterales debido a la presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras de concreto, no solamente pueden afectar el confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico o biológico, lo antepuesto a la creencia de la utilización de agua no óptima para la mezcla por la ubicación de los tanques. Lo anterior permite identificar cuatro tipos 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 cemento endurecido y/o los agregados del concreto. A manera de ejemplo, la vegetación situada sobre una estructura puede retener agua sobre la superficie del concreto o realizar cambio de temperatura, conduciendo a la saturación del material y por lo tanto a causar daños físicos por acción de ciclos de "Humedecimiento o calor".
- En el momento que se efectuó el desencofrado, no se realizó el sellado apropiado de los separadores metálicos de la formaleta, que están empotrados dentro del concreto, por tal motivo se están presentando oxidación de los refuerzos y elementos metálicos, contaminando las propiedades físico - químicas del concreto,

reduciendo su capacidad de permeabilidad presentando a futuro posibles filtraciones.

## **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

### **a) “ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

**AUTOR: Infante M. Danny (2017)<sup>4</sup>**

#### **Objetivos**

El presente proyecto tiene el objetivo general el análisis patológico del reservorio de concreto armado que es un material que por su misma composición, es propenso a sufrir patologías que pueden afectar al funcionamiento y seguridad de la estructura, el reservorio R4, es una estructura de almacenamiento de agua que tiene estas patologías, las cuales han afectado en gran manera al reservorio que ahora se encuentra inoperativo, con lo cual parte de la población de Cajamarca, específicamente el sector de Mollepampa, se encuentra con graves problemas de abastecimiento de agua, ya que la cantidad y la calidad del agua no es adecuada. Es por ello que el **objetivo** es análisis patológico del reservorio R4, para ello se siguió una secuencia que empezó desde la recopilación de información verbal y escrita que pueda existir, la visita al reservorio R4, observación del estado y toma de datos, para la identificación y evaluación de las lesiones encontradas y finalmente plantear una posible solución de reparación, lo cual permita de nuevo el funcionamiento del reservorio R4. Esta investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado del reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca.

se encuentra en la losa de fondo, por el corte que se ha realizado en ella para una

junta que la separe de la pared, y el suelo que se compone principalmente de arcillas con grava, además se encontró pequeñas fisuras en la pared y en la losa que no representan un problema de gran magnitud, ya que de acuerdo a los ensayos con esclerómetro el concreto tiene una resistencia adecuada mayor al de su diseño; el descascaramiento de la pintura externa de la cúpula y la pared, representa un problema estético, de acuerdo a ello, se planteó una posible solución que consiste en la construcción de una losa anclada en la losa anterior y revestir internamente el reservorio con geomembrana para evitar filtraciones al exterior. Palabras Claves: Patologías, reservorio, causas, reparación, Cajamarca.

## **CONCLUSIONES**

- El reservorio se encuentra en regular estado con posibilidad de una reparación, que debe ser estudiada a mayor profundidad por especialistas en el tema, ya que el concreto de la pared, la losa y la cúpula se encuentran en buen estado, como lo muestra el ensayo realizado con esclerómetro, el corte de la losa de fondo ha debilitado la estructura y especialmente este elemento estructural, y el sello de poliuretano se ha descascarado y provoca la filtración de agua al exterior.
- De acuerdo al estudio patológico realizado se identificó que la falla más importante presente en el reservorio R4, se encuentra en la losa de fondo y fue causada por acciones indirectas, estas fallas fueron debidos a un diseño incorrecto del reservorio, ya que no se consideró una junta de separación entre la losa y la pared, el corte de la losa para la apertura de junta que separa la losa de fondo y la pared, posterior al vaciado monolítico de estos elementos ha debilitado la estructura y ha causado el aumento de la fisuración aledaña al corte.



- Se encontró fisuración, fisuras  $> 0.1$  mm en la losa de fondo del tanque, estas fisuras fueron generadas por el corte realizado para la apertura de la junta.
- Se identificó que el sellado del corte que fue realizado en la losa de fondo con poliuretano no funciona para poder repararla, ya que como se ha podido observar la acción del movimiento relativo de la losa ha hecho que este empiece a deteriorarse.
- Existen fallas en la parte exterior del reservorio como lo son el descascamiento de la pintura tanto de la pared exterior, así como también la tapa, que son debidas a acciones directas del clima, pero esto no significa un nivel de riesgo alto para la estructura, solo es cuestión de estética.
- El concreto de la pared del reservorio presenta una resistencia alta de  $303 \text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo al ensayo con esclerómetro superior al de su diseño original, por lo cual la pared es segura y no representa un peligro para el funcionamiento de la estructura.
- Los ensayos con esclerómetro realizados en la losa de fondo y en la cúpula del reservorio muestran unas resistencias de  $247 \text{ kg/cm}^2$ ,  $258 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente lo cual en la cúpula es superior a la resistencia de su diseño original y en la losa se encuentra casi igual  $245 \text{ kg/cm}^2$ , por lo que la resistencia del concreto es adecuada.

El estudio de suelos, muestra una capacidad portante de  $0.57 \text{ kg/cm}^2$ , y está compuesto principalmente de arcillas con grava, con lo que este terreno tiene que haber sido mejorado **SUCIEDAD Y EFLORESCENCIA**. para realizar la cimentación de la estructura.

- El muro de contención viene cumpliendo con su función estructural, de manera correcta, presenta pequeñas deformaciones a lo largo de su estructura, las cuales son imperceptibles y esto no representa un riesgo para la estructura del muro, así como también para el reservorio R4.

## **b) “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO”**

**AUTOR: Sotelo U. Johana (2016)<sup>5</sup>**

### **Objetivos**

El presente informe de tesis tiene como objetivo general determinar y evaluar las patologías del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo, ubicado a la altura del kilómetro 52 de la carretera Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, en enero del 2016. El problema de investigación es el siguiente: ¿en qué medida la determinación y evaluación de patologías del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, permitirá establecer un diagnóstico de su estado actual? La metodología de investigación empleada fue descriptivo- cualitativa. Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías que presentan las estructuras de albañilería confinada antes mencionada. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura del reservorio apoyado circular San Bartolo, la muestra fue constituida por la estructura del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo. Se identificaron y cuantificaron las patologías por su tipo y severidad; de este modo se estableció un diagnóstico su estado. Se emplearon la técnica de la observación y, como instrumento de recolección de datos, una ficha de evaluación, que luego fue procesada. Se concluyó que el 80,73 % del reservorio apoyado circular en estudio presenta patologías, siendo las más recurrentes la erosión, la eflorescencia y el agrietamiento. Por lo tanto, el nivel de severidad es severo y el estado actual del reservorio en estudio es

malo. Palabras clave: patologías, tipos de patologías y patologías en estructura de reservorio.

### **CONCLUSIONES:**

Los tipos de patologías que presentan en el concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, son fundamentalmente: erosión (9), con 35,78 %; eflorescencia (8), con 8,75%; agrietamiento (1) con 2,64%; fisura (12), con 1,16 %; y de laminación (4) del concreto, con 0,75%. El nivel de severidad de las patologías es severo en el concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima. De acuerdo con los resultados de la investigación, el estado actual las estructuras del concreto reforzado del reservorio apoyado circular San Bartolo ubicado a la altura del kilómetro 52 de la Panamericana sur, distrito de San Bartolo, provincia de Lima, región Lima, es mala debido a que los tipos de patologías presentes compromete la estructura principal.

**c) “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LOS RESERVORIOS APOYADOS DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE AREQUIPA DENOMINADOS R-2 Y R-10 A CARGO DE LA E.P.S. SEDAPAR S.A., PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”**

**AUTOR: Tejada D. Luis (2015)<sup>6</sup>**

**Objetivos**

La presente tesis tuvo como objetivo Determinar y Evaluar las Patologías del Concreto de los Reservorios Apoyados de Agua Potable de la Ciudad de Arequipa denominados R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, Junio 2015.

El reservorio R-2 tiene una capacidad de 2,000 m<sup>3</sup>, es de forma circular y está construido de concreto armado, tiene una altura de 4.80 m., un diámetro de 24.00 m. y la longitud del perímetro de su muro es de 77.60 m. de longitud.

El reservorio R-10 tiene una capacidad de 3,890 m<sup>3</sup>, es de forma circular y está construido de concreto armado, tiene una altura de 4.80 m., un diámetro de 34.80 m. y la longitud del perímetro de su muro es de 109.33 m. de longitud.

Por ello en la presente tesis se determinó y evaluó las patologías del concreto de los dos reservorios que están a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., el área total tomada de los dos reservorios es de m<sup>2</sup>, los cuales se constituyen de muros de concreto armado.

Para mayor comprensión en la Determinación y Evaluación de las Patologías en los reservorios R-2 y R-10 que están a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., dividimos el R-2 en 24 tramos y el R-10 en 30 tramos, los mismos que se

especifican en los planos y las áreas son de la siguiente manera:

R-2

- ❖ Evaluación; Tramo 1 = 11.34 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 2 = 18.90 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 3 = 11.34 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 4 = 18.90 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 5 = 11.34 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 6 = 18.90 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 7 = 11.34 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 8 = 18.90 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 9 = 11.88 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 10 = 19.80 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 11 = 11.88 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 12 = 19.80 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 13 = 11.88 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 14 = 19.80 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 15 = 11.88 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 16 = 19.80 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 17 = 11.70 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 18 = 19.50 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 19 = 11.70 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 20 = 19.50 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 21 = 11.70 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 22 = 19.50 m<sup>2</sup>

- ❖ Evaluación; Tramo 23 = 11.70 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 24 = 19.50 m<sup>2</sup> Sub Total Área 372.48 m<sup>2</sup>

R-10

- ❖ Evaluación; Tramo 1 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 2 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 3 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 4 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 5 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 6 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 7 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 8 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 9 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 10 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 11 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 12 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 13 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 14 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 15 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 16 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 17 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 18 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 19 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 20 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 21 = 17.28 m<sup>2</sup>

- ❖ Evaluación; Tramo 22 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 23 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 24 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 25 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 26 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 27 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 28 = 17.28 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 29 = 20.47 m<sup>2</sup>
- ❖ Evaluación; Tramo 30 = 20.47 m<sup>2</sup> Sub Total Área = 524.78 m<sup>2</sup>

Teniendo como:

**Total, Área Evaluada = 897.26 m<sup>2</sup>**

Dichos tramos fueron analizados a detalle de la parte externa, aplicando métodos como cálculo de áreas. Logrando así identificar de esa manera las diferentes fallas, patologías y cuantificar el estado actual de los mismos.

Así la presente tesis, se encuentra estructurada de la siguiente manera: La primera etapa constituye al marco teórico, donde se documentan las diferentes bases teóricas, con ello dándose a conocer las diferentes definiciones, características y patologías y/o daños encontrados que afectan a los muros de los reservorios. A demás de ello los diferentes antecedentes internacionales, nacionales y locales relacionados con la investigación.

La segunda etapa constituye a la metodología aplicada, tales como diseño de la investigación, población, muestra, etc., estas se desarrollan fundamentalmente mediante el muestreo, descripción y cálculo de las áreas afectadas, porcentaje de

daños, estadística del estado actual de los elementos de concreto, causa y efecto de los agentes patológicos ubicados, los criterios de inspección, etc.

Por lo tanto, en este resumen se da a conocer los resultados obtenidos en la evaluación realizada en todos los tramos de los reservorios (Tramos de 1 al 54 = 897.26 m<sup>2</sup>). Las cuales se han dividido en veinticuatro (24) tramos en el R-2 y treinta (30) tramos en el R-10, estos fueron evaluados de manera externa.

Obteniendo de esta forma las áreas afectadas, los niveles de severidad y las patologías en el concreto de los reservorios R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A. ubicados en los distritos de Mariano Melgar y Miraflores respectivamente, en la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa.

## **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo de investigación de, Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto de los Reservorios Apoyados de Agua Potable de la Ciudad de Arequipa Denominados R-2 y R-10 a cargo de la E.P.S. SEDAPAR S.A., realizado con el objetivo de obtener el estado actual (Nivel de Severidad) y nivel de servicio, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

En el Reservorio R-2.- Tiene un perímetro de 77.60 metros de longitud, que encierra un área de 372.48 m<sup>2</sup>, conformada por un muro de concreto armado con una altura de 4.80 metros, la cual se dividió en 24 tramos para su mejor estudio y evaluación.

En el Reservorio R-10.- Tiene un perímetro de 109.33 metros de longitud, que encierra un área de 524.78 m<sup>2</sup>, conformada por un muro de concreto armado con una altura de 4.80 metros, la cual se dividió en 30 tramos para su mejor estudio y evaluación. Realizada.



Se concluye que ambas estructuras (reservorios) cuentan con diversas patologías con niveles de severidad, leve, moderado y severo en diferentes tramos según los cuadros realizados. Esta variedad de patologías está dada por la antigüedad de las construcciones y por el tipo de obra para las que fueron hechas (hidráulicas), y por estar permanentemente en contacto con el agua, el mayor porcentaje de patologías son de tipo filtración y ataques por agua, llegando a tener un nivel de severidad alto.

En el Reservorio R-2 al reunir todos los porcentajes de patologías se ha calculado un nivel moderado llegando a Tener el 36.98% de patologías del área total.

En el Reservorio R-2, a causa de los daños en juntas y agrietamientos en los mismos, se producen gran cantidad de patologías del tipo filtración por lo que según lo evaluado se ha obtenido hasta un nivel severo.

En el Reservorio R-10 al reunir todos los porcentajes de patologías se ha calculado un nivel moderado llegando a Tener el 39.04% de patologías del área total.

En el Reservorio R-10, existe gran cantidad de patologías del tipo fisuras y grietas por lo que existe gran cantidad de filtración cuyo nivel de severidad en algunos tramos llega a ser severo.

Cabe resaltar que todas las patologías encontradas también tienen como causa la ubicación sísmica en la que se encuentra la ciudad de Arequipa, ya que por la antigüedad de los reservorios estos han soportado más de 5 sismos mayores de 7 grados en la escala de Richter, esto ha ayudado a producir asentamientos, fisuras entre otros.

### 3.1.2. Antecedentes Locales:

a) “DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700M<sup>3</sup> - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018”

AUTOR: Calderón P. Karen. (2018)<sup>7</sup>

#### Objetivos

El presente proyecto tiene como objetivo general Determinar y Evaluar las patologías del concreto armado del reservorio elevado R11 - Miraflores, capacidad 700M<sup>3</sup> - Castilla, Piura. Dichas fallas existentes han sido analizadas a detalle para así poder determinar el estado del reservorio elevado.

El reservorio en mención tiene 50 años desde su construcción en 1967, abastece a las siguientes zonas: Urb. Miraflores, Urb. El Bosque, A.H. María Goretti, APV 15 de Octubre, A.H Víctor Raúl, Open Plaza, Country Club, Hospital Heredia.

Para la presente investigación **se planteó el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías de concreto armado del reservorio elevado r11 - Miraflores, capacidad 700 M<sup>3</sup> nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición de servicio del mismo? Se establece como **objetivo general** obtener el estado del reservorio elevado R11-Miraflores, a partir de la determinación y evaluación de las patologías. **Los objetivos específicos** son los siguientes: Identificar y analizar los tipos de patologías de concreto armado. Obtener la severidad y condición de la estructura de concreto armado del Reservorio elevado R11-Miraflores, capacidad 700 M<sup>3</sup>. **La metodología** de investigación empleada fue descriptiva

– cualitativa su objetivo general fue determinación y evaluación, según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de severidad de cada una de ellas. La investigación servirá de base para tomar decisiones la reparación o renovación de las partes afectadas del reservorio, según el grado de severidad de las patologías. Esta investigación **se justifica** por la necesidad de conocer el estado del reservorio R-11- Miraflores.

### **ANALISIS DE RESULTADOS**

Para obtener los resultados del reservorio elevado, se fragmento en 2 partes: la estructura de soporte y la cúpula.

Para la cúpula se lograron obtener muestras internas, y con las muestras obtenidas se menciona lo siguiente:

- ✓ La patología más predominante que se presenta es la “Corrosión” con un 17.35% de incidencia que afecta la cúpula de la estructura.
- ✓ Se identificó también “Humedad” en la cúpula con un 4.22% de afectación.
- ✓ “Delaminación o desprendimiento” con un 6.71% de afectación.
- ✓ “Eflorescencia del concreto” con 16.83% de afectación.
- ✓ “Fisuras” con un 0.12% de afectación a la cúpula.

Para la estructura de soporte se tomaron las muestras exteriores hasta donde se podían apreciar las patologías en mención, y por dentro de la estructura de soporte la patología más predominante fue las cangrejas.

- ✓ Se presentan “Cangrejas” con un 0.73% de afectación las cuales se han formado por un mal proceso constructivo, “fisuras” con un 0.16% y “humedad” con 0.09% y “corrosión” con 0.01%.

Para la presente investigación se obtiene un grado de **severidad Severo**, siendo el caso de la cúpula el área más afectada.

En las muestras 1, 3 y 4 se presentan la patología Cangrejeras.

## CONCLUSIONES

Según el análisis de las evaluaciones tomadas en el Reservorio elevado R-11, Miraflores, Castilla- Piura se concluye lo siguiente:

- Se identificó mediante las muestras que en la cúpula el 58% del área se encuentra afectada por patologías y en la estructura portante el 1% de la estructura presenta patologías, aclarando que la estructura no ha sido analizada en su totalidad.
- Las patologías encontradas en nuestras muestras son las siguientes:
  - Eflorescencia del Concreto: afectación de 16.83% a la cúpula.
  - Corrosión: 17.35% a la cúpula y 0.01% en estructura de soporte de afectación.
  - Delaminación o desprendimiento del concreto: afectación de 6.71% a la cúpula.
  - Humedad: 4.22% en cúpula y 0.09% en estructura de soporte.
  - Fisuras: 0.12% en cúpula y 0.16% en estructura de soporte.
  - Cangrejeras: 0.73% en la estructura de soporte.
- Se concluye que las patologías encontradas nos indican un nivel de severidad **Severo**. La cúpula presenta área afectada en su totalidad, lo cual requiere de una intervención inmediata y su demolición, mientras que en la estructura de soporte se debe de realizar una evaluación estructural y/o ensayos para determinar cuál es el estado real y tomar la decisión de la reparación o

demolición de la misma.

**b) “DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018”**

**AUTOR: Azabache R. Roberto (2018)<sup>8</sup>**

**Objetivos**

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los diferentes tipos de patologías con el fin de dar a conocer las condiciones en las que esta estructura se encuentra y evaluar de manera óptima para que así los requerimientos de mejora puedan ser atendidos.

El Reservoirio Elevado R7 cuya capacidad es de 2,300 M3, fue construido en 1966, cuenta con 52 años de antigüedad y aún está en funcionamiento y es el cual abastece agua a las zonas de A.H. Pachitea, A.H. las Palmeras, Urb. Santa Isabel, Urb. Angamos, Zona del mercado, Barrio Norte, ubicado en la esquina de la AV. Antonio Eguiguren y la Ca. Las Casuarinas, Nor este del casco central de la ciudad en el A.H. Pachitea, provincia de Piura, departamento de Piura.

La situación comprende la salud de la población, ya que presentan en la actualidad índices patológicos, exposición del acero y falta de limpieza, tanto en la cúpula como en la estructura del reservorio, lo cual puede generar una mezcla contaminante, transmitiendo el agua potable de un color rojizo o marrón con aroma a este oxido, que genera el acero desgastado con partículas de musgos o algas en el agua que se reparte en estas zonas, generando alguna enfermedad de la piel o gastrointestinales, lo que se traduce como perdida y ausentismo de los pobladores a sus centros de trabajo y escuela correspondientemente por causa de las enfermedades antes mencionadas.

Por ello la presente investigación nos permitirá evaluar de manera visual las condiciones en las que se encuentra la estructura, y parte de la cúpula donde se almacena el agua antes de ser repartida a las zonas mencionadas.

Para desarrollar la presente investigación se planteó el siguiente problema, ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías de concreto armado del reservorio elevado R7 de Pachitea de 2,300m<sup>3</sup>, nos permitirá obtener el nivel de severidad de dicha estructura? El objetivo general de la presente tesis es Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en el reservorio elevado R7 de 2,300 m de Pachitea, Piura. Los objetivos específicos; identificar y determinar los tipos de patologías. Analizar los tipos de patologías existentes en la estructura de concreto armado, obtener el nivel de severidad y condición de servicio de la estructura de concreto armado del reservorio elevado R7 de 2,300 M<sup>3</sup> de Pachitea, Piura.

**La metodología** fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación.

Se justifica por la necesidad de conocer la condición del estado de la estructura de concreto armado del reservorio elevado R7 de 2,300 M<sup>3</sup> de Pachitea, Piura.

Esta investigación nos permitirá hallar el nivel de severidad en el que se encuentra la estructura, el cual definirá la acción a tomar con la estructura ya sea reparación o renovación de las áreas afectadas con las patologías encontradas.

## **ANALISIS DEL RESULTADO**

Para los resultados se dividió la estructura en dos partes, la primera sería la “Estructura de Soporte” y la segunda sería la “Cúpula”

No se logró obtener el 100% de muestras de la estructura, solo se logró analizar a un 30% de la estructura aproximadamente.

En la “Estructura de Soporte” se tomaron algunas muestras hasta donde se obtuvo alcance, tanto interno como externo, pero no en su totalidad, logrando obtener la siguiente información:

- Eflorescencia: 4.03% (Patología con mayor % que afecta a la estructura)
- Cangrejas: 0.12%

➤ Humedad: 0.32%

➤ Fisuras: 0.10%

En la “Cupula” se obtuvieron algunas muestras no en su totalidad, dentro y fuera de la cupula, pero de las muestras obtenidas, se logró identificar lo siguiente.

➤ Eflorescencia: 9.94% (Patología con mayor % que Afecta a la estructura)

➤ Humedad: 7.28%

➤ Corrosión: 4.31%

➤ Fisura: 0.42%

Estas muestras siendo obtenidas al 30% de Aproximación nos genera un grado de Severidad Medio, siendo la “Cupula” la estructura más afectada, probablemente como no se logró obtener acceso total a la Cupula, se podría llegar a encontrar mayor área afectada con los distintos Tipos de patologías, generando probablemente un grado de severidad mayor.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo al análisis obtenido por la en las muestras tomadas del Reservorio Elevado R-7, Pachitea, Piura, Piura, concluimos lo Siguiente:

➤ Se logró obtener de las muestras que el área afectada de la

“Estructura de Soporte” es 0.22% y que la “Cupula” se encuentra con 21.95% que presentan patologías que afectan a la estructura, estos datos son obtenidos al 30% de muestras que se lograron obtener pese a la dificultad del caso para obtenerlas.

➤ Se encontraron en la estructura, las siguientes patologías:

a) Eflorescencia del concreto: con 9.94% en “Cupula” y 4.03% “E. Soporte”.

b) Humedad: 7.28% en “Cupula” y 0.32% en “E. Soporte”.

c) Corrosión; 4.31% de afectación en “Cupula”.

d) Fisuras: con 0.42% de afectación “Cúpula” y 0.10% “E. Soporte”.

e) Cangrejeras: con 0.12% de afectación en “E. Soporte”.

➤ Concluyendo que el grado de severidad total de la estructura con las muestras obtenidas, nos dan a conocer un nivel de Severidad Medio, para lo cual probablemente por las dificultades obtenidas para conseguir más muestras, se podría encontrar mayor área afectada, la cual nos indicaría un nivel de severidad mayor.

**c) “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)<sup>9</sup>**

### **Objetivos**

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. 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. Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. DEFINICIÓN Y TIPOS DE RESERVORIOS**

#### **a) Definición**

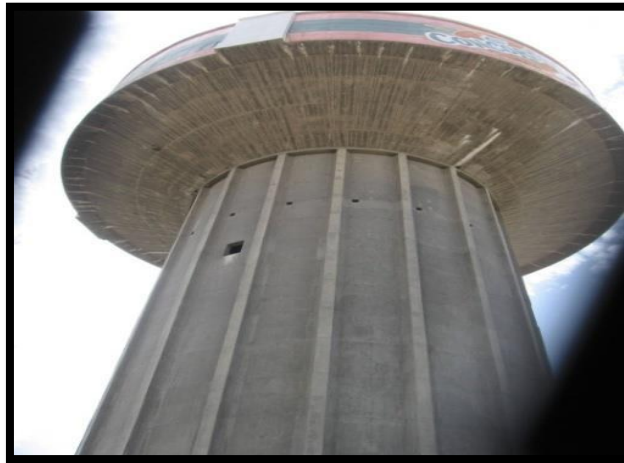
**Reyes S. Edwin, Franco A. Ángel, (2011)<sup>10</sup>**

Son sistemas estructurales de almacenamiento y regulación de líquidos, forman parte fundamental en una red de abastecimiento comprendida completamente por otros sistemas como las redes de impulsión, conducción, aducción y distribución. Para su construcción precisan fundamentalmente la aplicación de la Ingeniería Civil, complementada por la Ingeniería Hidráulica.

La utilización de estos reservorios o tanques, garantizan una permanente disponibilidad del líquido en los lugares que se requiera. A su vez proporcionan un aumento en la presión y caudal del agua, siempre y cuando estén sus tuberías correctamente instaladas.

### **2.2.2. TIPOS DE RESERVORIOS**

❖ **Reservorios Elevados:** Son reservorios que se construyen sobre una estructura elevada del nivel del terreno en zonas de topografía plana. Generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.



**Gráfico N° 01: Reservorio Elevado**

Fuente: Propia

❖ **Reservorios Enterrados o Subterráneos:** Normalmente denominados cisternas, es un tipo de estructura de almacenamiento que no está ligada directamente con el sistema de distribución de una red de agua, en casi la totalidad de casos es un almacenamiento primario el cual deriva a otra estructura de regulación.



**Gráfico N° 02: Reservorio Enterrados o Subterráneos**

Fuente: Propia

❖ **Reservorios Apoyados:** Son estructuras de almacenamiento que se construyen sobre el terreno, en las zonas de cotas (metros sobre el nivel del mar) elevadas respecto a la población. Tienen forma rectangular y circular.

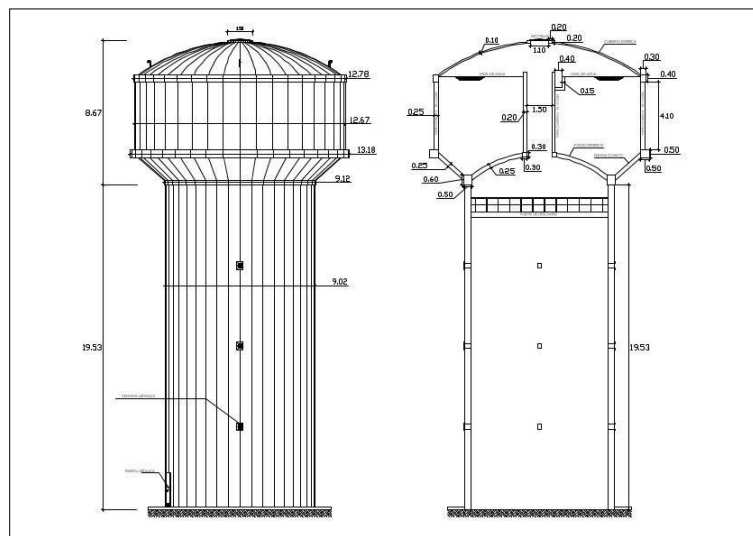


**Gráfico N° 03: Reservorio Apoyado**

Fuente: Propia

### 2.2.3. PARTES DEL RESERVORIO ELEVADO

El tanque de almacenamiento o cuba y la estructura de soporte. La estructura portante puede estar construida por un fuste cilíndrico o tronco cónico, el cual es empleado para reservorios de gran capacidad o por una serie de columnas arriostradas, usadas en reservorios medianos y pequeños. También constara de una caseta de válvulas y escalera interior.



**Gráfico N° 04: Reservorio Elevado**

#### 2.2.4. CONCRETO ARMADO

Se denomina concreto armado al concreto simple cuando este lleva armadura como refuerzo para la estructura. La unión de estos materiales le permitirá a la estructura soportar los esfuerzos de tracción e incrementar la resistencia a la compresión.

##### **Clasificación y Componentes**

##### **a) Tipos de concreto, Norma E.060<sup>11</sup>**

Se clasifican en:

- **Concreto Simple:** Concreto que tiene una baja cantidad de acero o que tienen más baja cantidad de lo normal.
- **Concreto Armado:** Este concreto requiere una cantidad igual o mayor a lo que nos especifica la norma, al juntar estos dos materiales obtenemos un producto más resistente.
- **Concreto Prefabricado:** Estos elementos pueden ser de concreto simple o armado y son fabricados en un lugar diferente a su ubicación final.
- **Concreto Ciclópeo:** Este concreto no presenta armadura y se le agregan bloques o grandes piedras.
- **Concreto Premezclado:** Este concreto es mezclado en plantas mezcladoras o en camiones y son transportados a obra para su respectivo vaciado.
- **Concreto Bombeado:** Concreto que es impulsado por bombeo a través de tuberías hacia su ubicación final.

## **b) Concreto y sus Componentes**

Para obtener un buen concreto no solo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado.

### **➤ El cemento**

El cemento es un producto muy comercial en el mercado y utilizado para todo tipo de construcción, se puede usar solo o en combinación con los agregados hasta formar una masa y así poder obtener la forma según el tipo de estructura a trabajar.

### **➤ Agregados**

Es importante resaltar que los agregados deben ser de una excelente calidad, durabilidad y resistencia, además debe ser materiales limpios de impurezas.

✓ Agregado fino: dentro de los agregados finos tenemos a la arena o piedra natural finamente triturada. El material deberá quedar retenido en el tamiz N°04 y no debe de presentar impurezas.

✓ Agregado grueso: el agregado grueso es el que se retiene en N°4. Este agregado incluye piedra chancada o grava natural.

✓ Agua: el agua que se emplee en la mezcla deberá de estar libre de impurezas para así evitar que estas ocasionen reacciones no deseadas en la mezcla.

## **2.2.5. PATOLOGÍAS DEL CONCRETO**

### **Definición De Patologías**

**Cárdenas GSP. (2007)<sup>12</sup>**

Es la ciencia que está encargada del estudio de las lesiones en su más amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales debidos a causas conocidas o desconocidas.

La verdad es que la mayor parte de la gente asocia esta palabra a los seres vivos con organismos complejos, es decir animales; pero en realidad en el campo de la construcción es el mejor medio de recuperar las construcciones o proveerlas de una segunda existencia.

### **Patología Estructural**

**Vargas IMAP. (2008)<sup>13</sup>**

Estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamientos defectuosos (enfermedad), investigando sus causas (diagnostico), y planteando medidas correctivas (terapéutica), para recuperar las condiciones de seguridad en funcionamiento de la estructura.

**Dávila C. Oscar (2001)<sup>14</sup>**

Es la parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnostico que experimentan las estructuras del concreto. También se le define como el tratamiento sistemático de los defectos del concreto, sus causas, sus consecuencias y sus soluciones.

## **Definición de patologías del concreto**

### **Enrique R. (2014)<sup>15</sup>**

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. En resumen, Patología es aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

### **Gabriela Rangel (2004)<sup>16</sup>**

La patología del concreto la podemos definir como el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas (enfermedad), buscando detectar sus causas (diagnóstico) y proponer acciones correctivas (terapéutica) o su demolición.

## **Tipos de patologías según lesiones**

Podemos distinguir tres grandes familias en función del “carácter” del proceso patológico: a saber, físicas, mecánicas y químicas. Ello supondrá un dato de partida importante y una base para la diagnosis del proceso patológico.

- **Lesiones químicas**

Es el resultado de la exposición de los materiales a sustancias corrosivas que provienen del exterior o del interior. La corrosión puede generarse por:  
Corrosión química: reacción de metales con gases; Corrosión electroquímica: corrosión de metales por un medio electrolítico; Corrosión metálica: metales en contacto con agua; Corrosión por erosión: es el desgaste en la sección de los



metales, ej. El desgaste de una tubería por la velocidad del fluido que circula en su interior por acción de una bomba muy potente; Corrosión por incrustación: por deposición de sarro y barro, ej. Sedimentación de sarro en un termo calefón; Corrosión general: deterioro por acción del medio ambiente como por ej.: la oxidación, la eflorescencia aparición de manchas blancas por presencia de sales.



**Gráfico N° 05: Ataque Químico**

Fuente :propia

- **Lesiones físicas**

se dan comúnmente por la acción de los agentes climáticos como la lluvia, la lluvia ácida, el viento, el calor, los rayos ultra violetas, la nieve etc., resultando por ej.: la humedad, la suciedad, la erosión, la dilatación, la deformación, la rigidización, la fragilidad, el resecamiento, la criptoflorescencia o aumento de volumen por absorción de humedad



**Gráfico N° 06: Presencia de Criptoflorescencia**

Fuente: propia

- **Lesiones mecánicas**

Pueden generarse por acción de tensiones no estabilizadas, por falta de coordinación de las obras civiles, como por ej.: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos.



**Gráfico N° 07: Desprendimiento del Concreto**

Fuente: propia

### **Definiciones de tipos de patologías**

✓ **Fisuras:** 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.



**Gráfico N° 08: Fisuras**

Fuente :propia

✓ **Grietas:** Las grietas son lesiones mecánicas con un corte alargado de mayor abertura en el centro, desde 3 mm en adelante; en cambio las fisuras son más finas. Las grietas pueden llegar a afectar el espesor del componente constructivo.



**Gráfico N° 09: Grietas**

Fuente :propia

✓ **Desagregación:** Consiste en la degradación del cemento que deja de funcionar como aglomerante y en consecuencia deja libres los áridos. Las causas de las desagregaciones suelen ser ataques químicos, sobre todo sulfatos y cloruros.

✓ **Erosión:** Debemos tratar de reducir la filtración al máximo, además de consolidar el material afectado.

Distinguimos dos opciones:

- Si la erosión es ligera, y la fachada es recuperable.
- Si la erosión es profunda (aparecen las perforaciones internas del ladrillo) sustitución de ladrillos y mortero afectados por nuevos materiales.



**Gráfico N° 10: Erosión**

Fuente :propia

✓ **Humedad:** La humedad en la construcción causa diversas patologías en las viviendas, provocando una disminución de confort higrotérmico a la vez que puede comprometer el estado material de la vivienda, y hasta afectar la salud de las personas que la habilitan. Esta humedad se convierte en un problema al momento que aparece de forma indeseada y en proporciones superiores a las aceptables.



**Gráfico N° 11: Humedad**

Fuente :propia

✓ **Eflorescencia:** Una de las principales consecuencias de la higroscopicidad recibe el nombre de eflorescencia.

Son unas manchas, generalmente blancas, que aparecen frecuentemente las superficies de los muros, tanto en los de piedra como en los de la fábrica de ladrillo y los revocos y enlucidos.



**Gráfico N° 12: Eflorescencia**

Fuente :propia

✓ **Corrosión:** La corrosión del acero es el ataque destructivo del material por reacción química o electroquímica cuando éste interactúa con el medio ambiente. Implica graves riesgos cuando se trata de acero estructural, es decir, cuando estamos hablando de varilla que forma parte de una estructura de concreto.



**Gráfico N° 13: Corrosion**

Fuente :propia

✓ **Cangrejera:** Debido al mal manejo de los presupuestos para los materiales requeridos para las construcciones; son mal distribuidos generando que el problema se agrave más y se desarrollen múltiples prejuicios en toda la obra realizada haciéndose más agu

dos los problemas como lo son las cangrejeras que están compuestas de bolsas de aire que luego se desprenden dejando a la vista el ineficiente trabajo realizado.



**Gráfico N° 14: Cangrejeras**

Fuente :propia

✓ **Delaminación o Desprendimiento:** Se define como la separación incontrolada de un material, normalmente se produce como consecuencia de lesiones previas, como fisuras, grietas, etc.



**Gráfico N° 15: Desprendimiento de Concreto**

Fuente :propia.

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1 El tipo de investigación**

De acuerdo al tipo de investigación el proyecto será de tipo descriptivo.

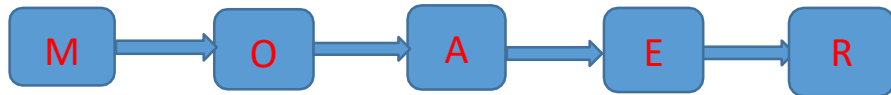
#### **3.2 Nivel de la investigación de la tesis**

El nivel de la investigación para el presente estudio del proyecto de tesis es cualitativo porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.

#### **3.3 Diseño de la investigación**

El trabajo de investigación se ejecutó enmarcado dentro del enfoque cualitativo y del tipo descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla. Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio; y de corte transversal, porque se efectuó el análisis en el periodo de Octubre – 2018. El procesamiento de la información se efectuó de forma manual, se hizo uso de algún software como AutoCAD para la elaboración de planos, Microsoft Excel para cálculos y así evitar errores para los resultados finales de la investigación. La metodología utilizada para el desarrollo adecuado del proyecto con fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes preliminares; en esta etapa se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayude a cumplir con los objetivos del presente proyecto.

**El diseño de la investigación se procedió de la siguiente manera:**



Fuente: Elaboración propia (2018)

Dónde:

M = Muestra.

**Tabla N°01: Nivel de Severidad del Concreto**

<b><i>NIVEL DE SEVERIDAD</i></b>	
<b>% AREA AFECTADA</b>	<b>NIVEL</b>
$0 \% \leq A.A \leq 10\%$	<b><i>LEVE</i></b>
$10 \% < A.A \leq 30\%$	<b><i>MODERADO</i></b>
$30\% < A.A \leq 100\%$	<b><i>SEVERO</i></b>

Fuente: Elaboración propia (2018)



### **3.4. EL POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Universo y Población**

Para la presente investigación el universo estará dado por toda la estructura del reservorio elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura, octubre – 2018.

#### **3.4.2 Muestra**

La muestra se sujeta al proceso de investigación está comprendida parte exterior de la estructura del Reservorio (sin Evaluar la parte superior de la cuba) del reservorio elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura, octubre – 2018.

Muestra N° 01 = estructura de soporte , **Columnas**

Muestra N°02 = estructura de soporte , **Vigas**

Muestra N°03 = Cúpula **parte Inferior**

Muestra N°04 = Cúpula **parte Lateral**

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1 Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de la observación visual in situ, de tal manera que, se obtenga la información necesaria para la identificación, clasificación, posterior análisis y evaluación de cada una de las lesiones patológicas que afectarían a las estructuras del reservorio elevado R-1 Grau, avenida miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos**

Los equipos empleados para la recolección de datos son:

- Wincha métrica metálica que nos permite medir las áreas afectadas y/o dañadas para establecer las profundidades de las depresiones, grietas , fisuras y longitudes en general.
- Cámara fotográfica digital que nos permite tomar las muestras patológicas encontradas en la estructura del Reservorio R1-Grau.
- Libros, manuales, revistas, tesis de referencia, para conocer los diferentes tipos de patologías en estructuras de concreto armado y muros de albañilería.

### **3.6. Plan de análisis**

El plan de análisis adoptado, está comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.
- Evaluando de manera general la infraestructura, podremos determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello se realizó los cuadros de evaluación.
- Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones obtuvimos cuadros informativos de tipos de patologías.
- Cuadros de ámbito de la investigación.

### 3.7 Matriz de consistencia

Tabla N° 02: Matriz de consistencia / Fuente: Elaboración Propia.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M <sup>3</sup> , SULLANA, PIURA, OCTUBRE – 2018.			
<p><b>Caracterización del problema</b></p> <p>Sullana , es la capital de la provincia de Sullana, se ubica específicamente a 04° 53’ 18” de latitud sur y 80°41’ 07” de longitud oeste , a una altura de 60 msnm a la margen izquierda del rio chira ,de tendencia urbana e industrial – comercial y de servicios . El Reservorio Elevado R-1 Grau cuya capacidad se de 1000 m<sup>3</sup> , fue construido en 1960 , cuenta con 58 años de antigüedad y aun esta en funcionamiento del mismo modo se puede identificar las patologías que pueda presentar su estructura y tomar</p>	<p><b>Objetivos</b></p> <p><b>Objetivo General</b> Determinar y avaluar las patologías de concreto armado que presenta el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, Provincia Sullana, Región Piura.</p> <p><b>Objetivo específico</b></p> <p>a) Elaborar el marco teórico y antecedentes referente a patologías en la estructura de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida</p>	<p><b>Variables</b></p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Determinacion y evaluación de las patologias</p> <p><b>Variable Independiente:</b> La estructura de concreto armado del Reservorio Elevado R1- Grau capacidad 1000 m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>Metodología.</b></p> <p><b>El tipo de investigación</b></p> <p>De acuerdo al tipo de investigación el proyecto será de tipo descriptivo, cualitativo.</p> <p><b>Nivel de la investigación de la tesis</b></p> <p>El nivel de la investigación para el presente estudio del proyecto de tesis es cualitativo porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>El trabajo de investigación se ejecutó enmarcado dentro del enfoque cualitativo y del tipo descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla.</p>

<p>las medidas correctivas para prevenir su deterioro o inutilización permanente.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura, nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición actual de servicio del mismo?</p>	<p>Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, Provincia Sullana, Región Piura, octubre – 2018.</p> <p>b) Determinar los tipos de patologías del concreto que presentan la estructura de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, Provincia Sullana, Región Piura, octubre – 2018.</p> <p>c) Evaluar y analizar los tipos de patologías del concreto que presenta la estructura de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, Provincia Sullana, Región Piura, octubre –</p>		<p><b>POBLACION Y MUESTRA</b></p> <p><b>Universo y Población</b> Para la presente investigación el universo estará dado por toda la estructura del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, Sullana, Piura, octubre – 2018.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra se sujeta al proceso de investigación está comprendida parte exterior de la estructura del Reservorio (sin Evaluar la parte interior de la cuba) del Reservorio Elevado R-1 , Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, ana, Piura, octubre – 2018.</p> <p>Muestra N° 01 = Estructura de soporte ,</p> <p><b>Columnas</b></p>
---	---	--	--

	<p>2018.</p> <p>d) Establecer un diagnóstico del estado actual de la estructura de concreto armado del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, provincia Sullana, región Piura, octubre – 2018.</p>		<p>Muestra N°02 = Estructura de soporte , <b>Vigas</b></p> <p>Muestra N°03 = Cúpula parte <b>Inferior</b></p> <p>Muestra N°04 = Cúpula parte <b>Lateral</b></p>
--	---	--	---

### **3.8 Principios éticos**

#### **a) Ética para el inicio de la evaluación:**

Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos para nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella. Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

#### **b) Ética en la recolección de datos:**

Tener responsabilidad y ser veraces cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación. De esa forma los análisis serán veraces y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado.

#### **c) Ética para la solución de análisis:**

Tener en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectado los elementos estudiados propios del proyecto. Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área afectada, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación.

#### **d) Ética en la solución de resultados:**

Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas obtenidas y los tipos de daños que la afectan. Verificar a criterio si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma.

## **IV. Resultados**

### **4.1 Resultados**

En el siguiente capítulo vamos a exhibir los resultados que se obtuvieron durante la presente investigación en la cual se tomaron 4 muestras, para ello se creó una hoja de cálculo para determinar el tipo de patologías y su área afectada.

También se crearon gráficos con los porcentajes de cada muestra obtenida y un cuadro resumen del total de área afectada y el nivel de severidad.

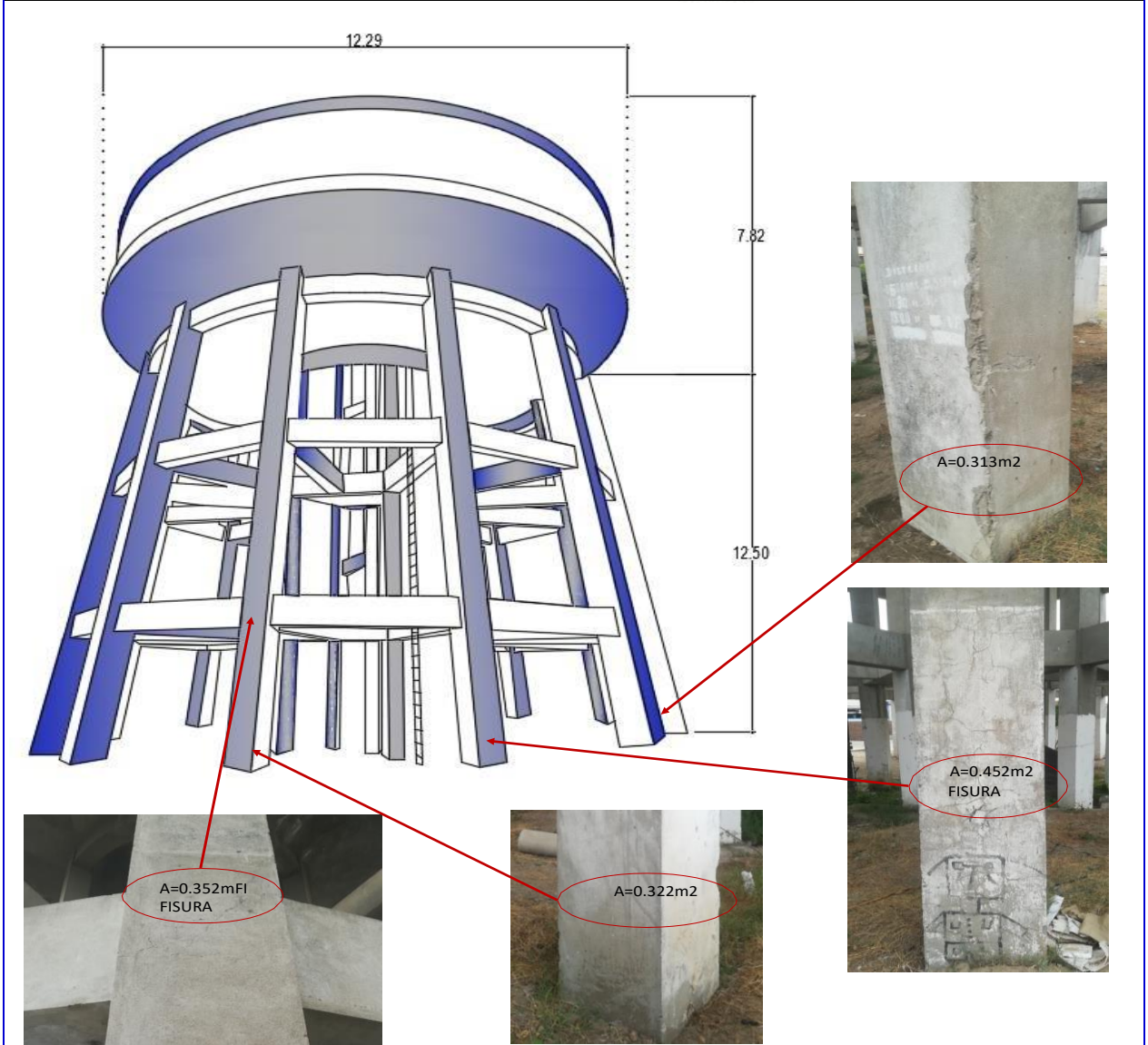
cuyo objetivo general fue Determinar y Evaluar las patologías de concreto armado que presenta el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, provincia Sullana, región Piura.

Los resultados analizados se muestran como unidad de muestra en las patologías del concreto y el grado de severidad que se presentan en el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, del distrito de Sullana, provincia Sullana, Región Piura.

En la ficha técnica de evaluación de unidad de muestra, se presentan los resultados mediante tablas y gráficos de porcentaje y el grado de severidad de las patologías encontradas en cada unidad de muestra.

## UNIDAD DE MUESTRA N° 01





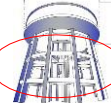
MUESTRA	1					AREA DE ELEMENTO	M2	275.00
ELEMENTO DE MUESTRA	ESTRUCTURA DE SOPORTE (COLUMNAS)					AREA AFECTADA	M2	1.439
AREA DE ELEMENTO	275.00					AREA NO AFECTADA	M2	273.56
							%	99.48%
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	SEVERIDAD		LEVE
	M2	%	M2	%				
(1) Cangrejeras		0.00%	275	100.00%	LEVE			<b>AREA EXTERNA COLUMNAS DE SOPORTE = 275.00 m2</b>
(2) Suciedad		0.00%	275	100.00%	LEVE			
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	275	100.00%	LEVE			
(4) Desprendimiento del concreto	0.313	0.11%	274.687	99.89%	LEVE			
(5) Eflorescencia	0.322	0.12%	274.678	99.88%	LEVE			
(6) Filtracion		0.00%	275	100.00%	LEVE			
(7) Fisura	0.804	0.29%	274.196	99.71%	LEVE			
(8) Humedad		0.00%	275	100.00%	LEVE			

Tabla N°03: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras en elementos de soporte.

Fuente: Propia


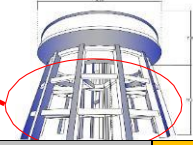

<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.</b>					 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE</b>		<b>Bachiller : Bach. Eleazar Rimaycuna A.</b> <b>Asesor : Mg. Carmen Chilon</b> <b>Carrera : Ingenieria Civil</b> <b>Ciudad : Sullana - Piura</b>	
MUESTRA	1				AREA DE ELEMENTO	M2	275.00	
ELEMENTO DE MUESTRA	STRUCTURA DE SOPOR				AREA AFECTADA	M2	1.439	
AREA DE ELEMENTO	275.00		AREA NO AFECTADA	%	0.52%			
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	SEVERIDAD		
	M2	%	M2	%		LEVE		
(1) Cangrejas	0	0.00%	275.00	100.00%	LEVE			
(2) Suciedad	0	0.00%	275.00	100.00%	LEVE			
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	275.00	100.00%	LEVE			
(4) Desprendimiento del concreto	0.313	0.11%	274.69	99.89%	LEVE			
(5) Eflorescencia	0.322	0.12%	274.68	99.88%	LEVE			
(6) Filtracion	0	0.00%	275.00	100.00%	LEVE			
(7) Fisura	0.804	0.29%	274.20	99.71%	LEVE			
(8) Humedad	0	0.00%	275.00	100.00%	LEVE			

Tabla N°04: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras en elementos de soporte.

Fuente: Propia.

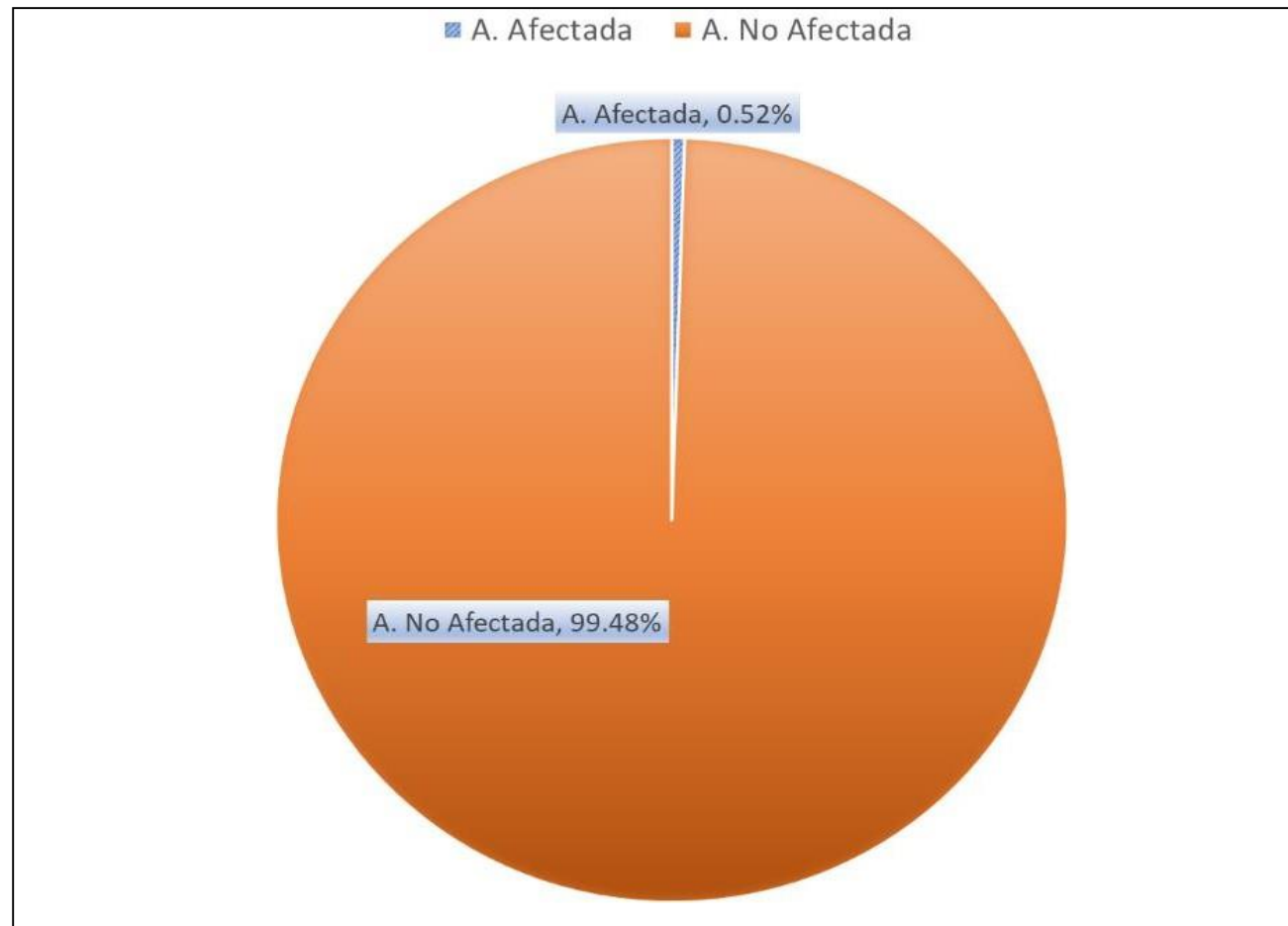


Grafico N°16: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.

Fuente: Propia.

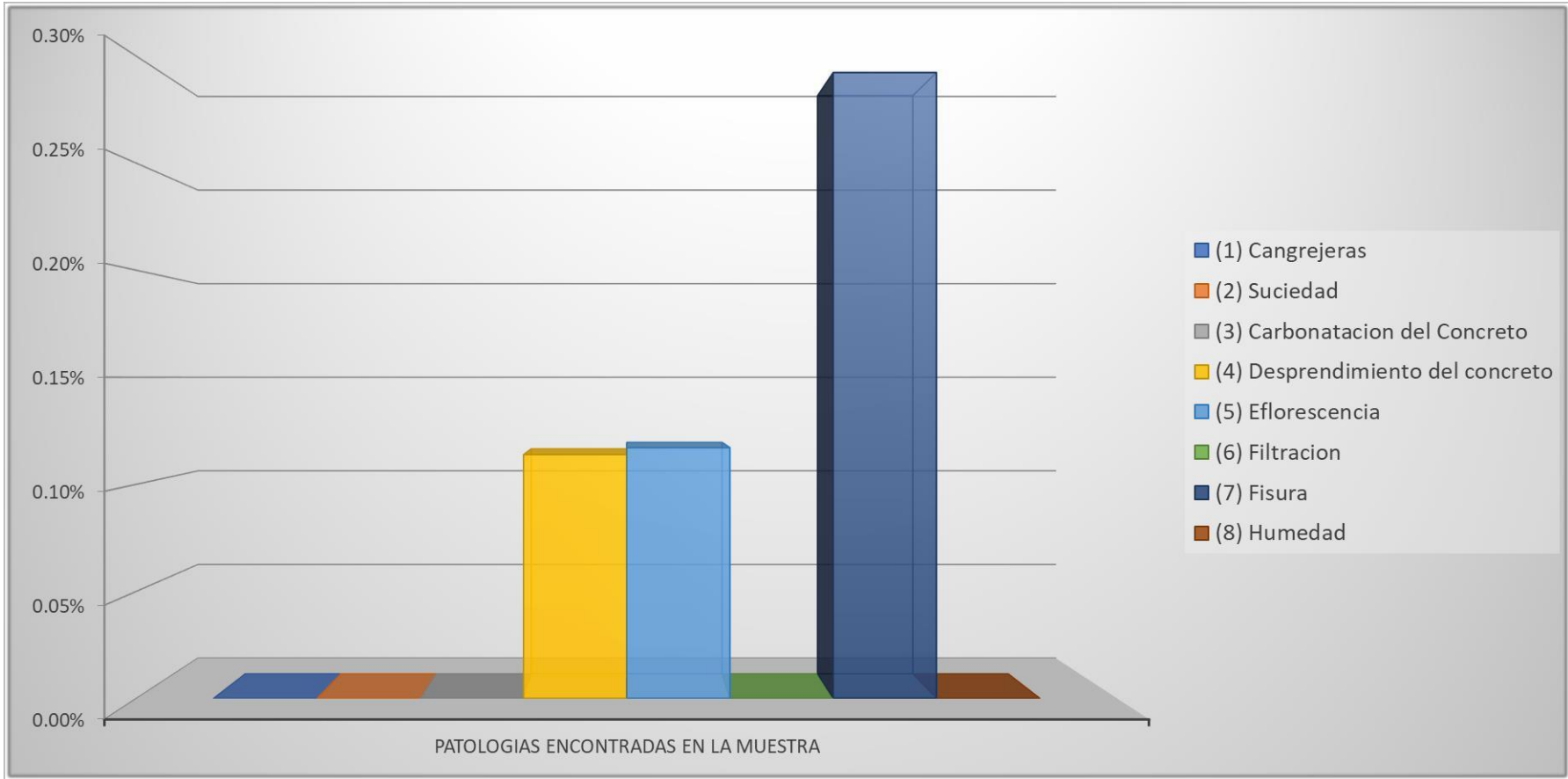
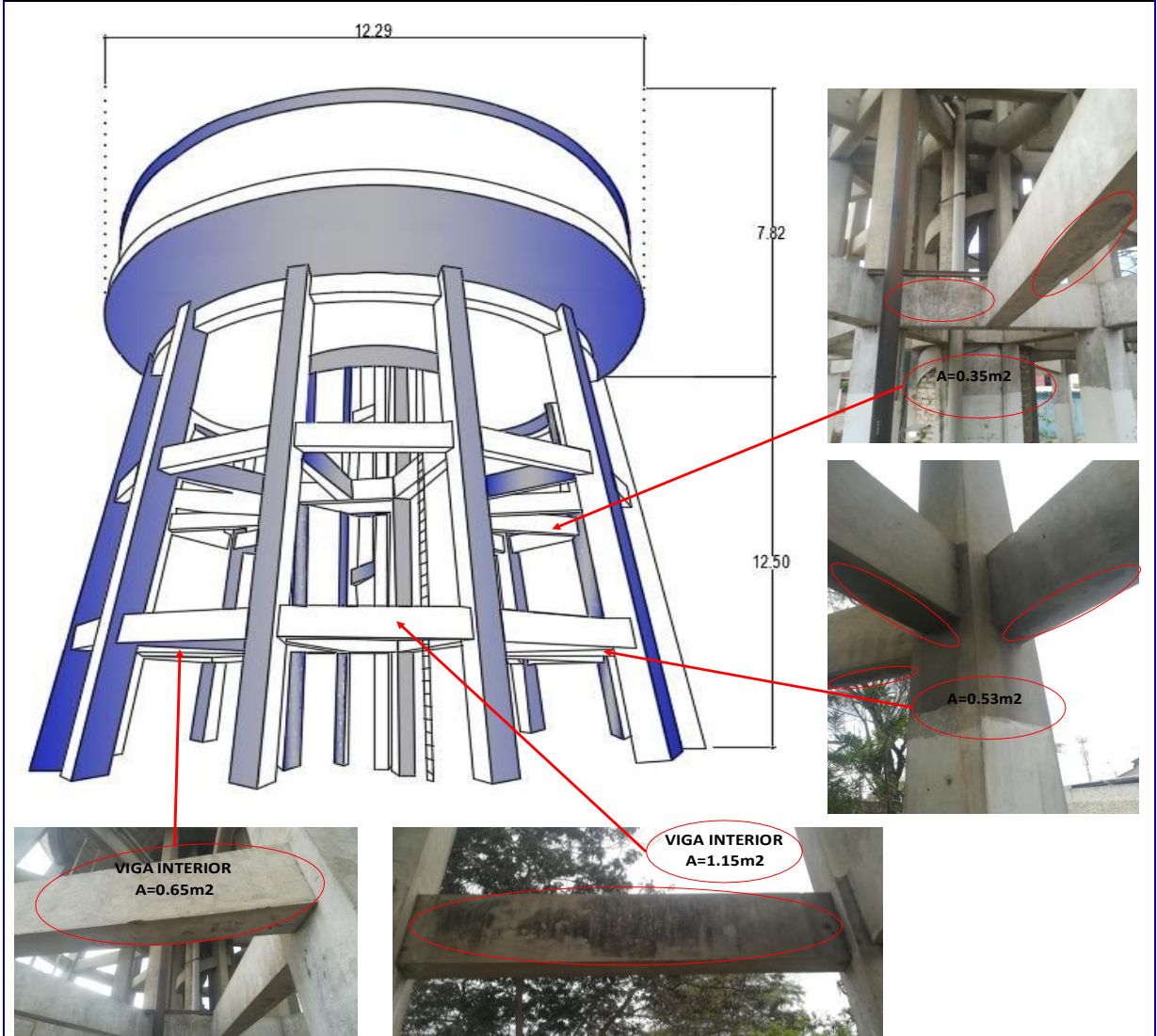


Grafico N°17: % de Patologías.

Fuente: Propia.

## UNIDAD DE MUESTRA N° 02



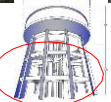
MUESTRA	2				AREA DE ELEMENTO	M2	72.00
ELEMENTO DE MUESTRA	ESTRUCTURA DE SOPORTE (VIGAS)				AREA AFECTADA	M2	3.73
AREA DE ELEMENTO	72.00					%	5.18%
					AREA NO AFECTADA	M2	68.27
						%	94.82%
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA	AREA NO AFECTADA	SEVERIDAD		SEVERIDAD		
	M2	%	M2	%	LEVE		
(1) Cangrejeras		0.00%	72	100.00%	<b>AREA INTERNA EN VIGAS DE SOPORTE = 72.00 m2</b>		
(2) Suciedad		0.00%	72	100.00%			
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	72	100.00%			
(4) Desprendimiento del concreto	0.65	0.90%	71.35	99.10%			
(5) Eflorescencia	2.03	2.82%	69.97	97.18%			
(6) Filtracion		0.00%	72	100.00%			
(7) Fisura	1.05	1.46%	70.95	98.54%			
(8) Humedad		0.00%	72	100.00%			

Tabla N°05: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras en elementos de soporte.

Fuente: Propia.


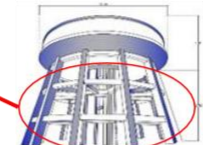

<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.</b>					 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>		<b>Bachiller : Bach. Eleazar Rimaycuna A.</b> <b>Asesor : Mg. Carmen Chilon</b> <b>Carrera : Ingeniería Civil</b> <b>Ciudad : Sullana -Piura</b>	
MUESTRA	2				AREA DE ELEMENTO	M2	72.00	
ELEMENTO DE MUESTRA	STRUCTURA DE SOPORTE				AREA AFECTADA	M2	3.73	
AREA DE ELEMENTO	72.00					%	5.18%	
					AREA NO AFECTADA	M2	68.27	
				%	94.82%			
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	SEVERIDAD		
	M2	%	M2	%		LEVE		
(1) Cangrejeras	0	0.00%	72.00	100.00%	LEVE			
(2) Suciedad	0	0.00%	72.00	100.00%	LEVE			
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	72.00	100.00%	LEVE			
(4) Desprendimiento del concreto	0.65	0.90%	71.35	99.10%	LEVE			
(5) Eflorescencia	2.03	2.82%	69.97	97.18%	LEVE			
(6) Filtracion	0	0.00%	72.00	100.00%	LEVE			
(7) Fisura	1.05	1.46%	70.95	98.54%	LEVE			
(8) Humedad	0	0.00%	72.00	100.00%	LEVE			

Tabla N°06: Eflorescencia, desprendimiento y fisuras en elementos de soporte.

Fuente: Propia.

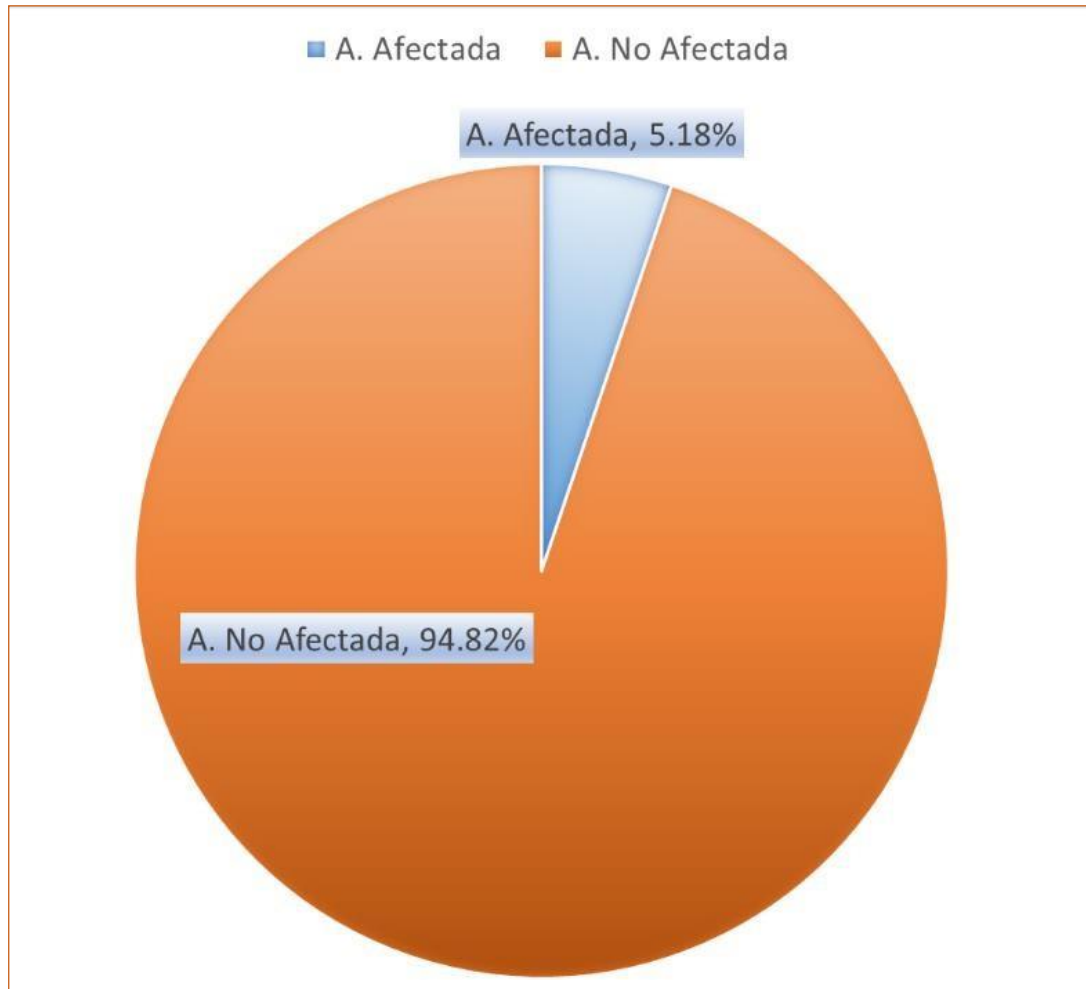


Grafico N°18: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.

Fuente: Propia.



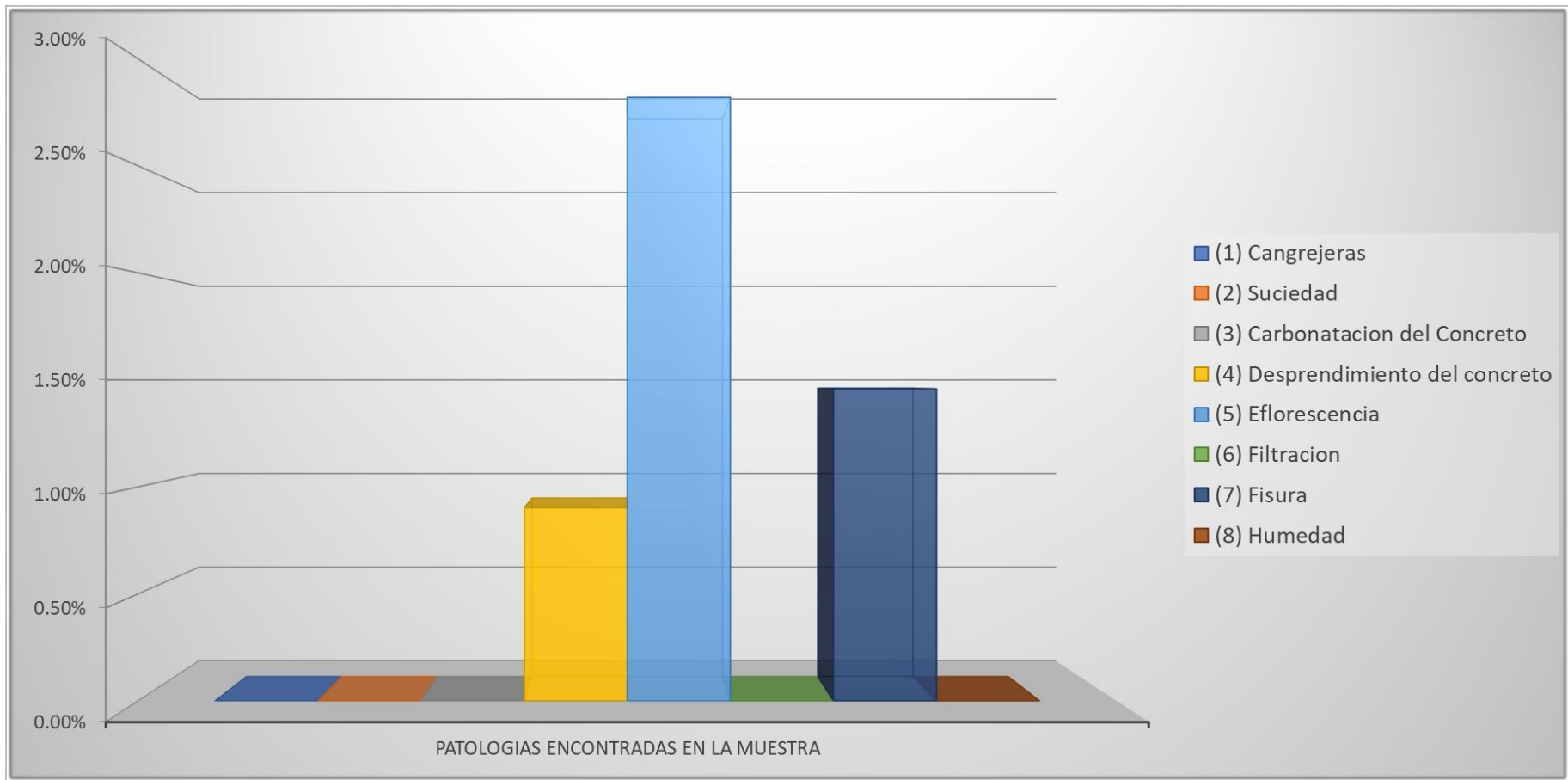
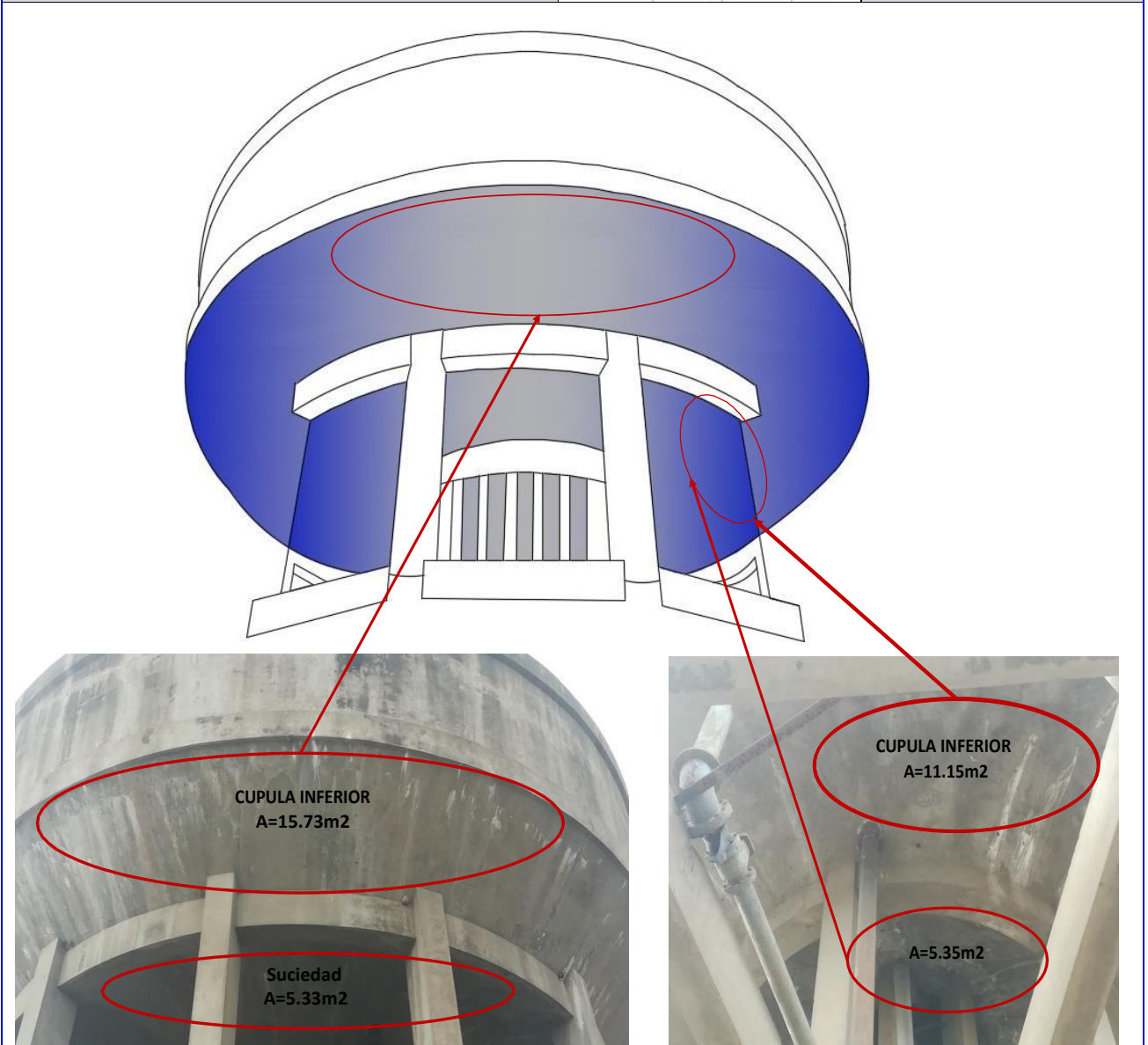



Grafico N°19: % de Patologías.

Fuente: Propia.

## UNIDAD DE MUESTRA N° 03



MUESTRA	3				AREA DE ELEMENTO	M2	122.71
ELEMENTO DE MUESTRA	CUPULA				AREA AFECTADA	M2	37.56
AREA DE ELEMENTO	122.71				AREA NO AFECTADA	%	30.61%
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	M2	85.15
	M2	%	M2	%		%	69.39%
(1) Cangrejeras		0.00%	122.71	100.00%	<b>SEVERIDAD</b> <b>SEVERO</b>		
(2) Suciedad	5.33	4.34%	117.38	95.66%		LEVE	
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	122.71	100.00%		LEVE	
(4) Desprendimiento del concreto		0.00%	122.71	100.00%		LEVE	
(5) Eflorescencia	26.88	21.91%	95.83	78.09%		MODERADO	
(6) Filtracion	5.35	4.36%	117.36	95.64%		LEVE	
(7) Fisura		0.00%	122.71	100.00%		LEVE	
(8) Humedad		0.00%	122.71	100.00%		LEVE	

**AREA INFERIOR DE CUPULA = 122.71 M2**

Tabla N°07: Eflorescencia, Suciedad y fisuras en Cúpula.

Fuente: Propia.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.							<b>Bachiller :</b> Bach. Eleazar Rimaycuna A. <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingeniería Civil <b>Ciudad :</b> Sullana - Piura	
MUESTRA	3				AREA DE ELEMENTO	M2	122.71	
ELEMENTO DE MUESTRA	CUPULA				AREA AFECTADA	M2	37.56	
AREA DE ELEMENTO	122.71				%		30.61%	
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	AREA NO AFECTADA	M2	85.15
	M2	%	M2	%		%		69.39%
					SEVERIDAD		SEVERO	
(1) Cangrejas	0	0.00%	122.71	100.00%	LEVE			
(2) Suciedad	5.33	4.34%	117.38	95.66%	LEVE			
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	122.71	100.00%	LEVE			
(4) Desprendimiento del concreto	0	0.00%	122.71	100.00%	LEVE			
(5) Eflorescencia	26.88	21.91%	95.83	78.09%	MODERADO			
(6) Filtracion	5.35	4.36%	117.36	95.64%	LEVE			
(7) Fisura	0.00	0.00%	122.71	100.00%	LEVE			
(8) Humedad	0.00	0.00%	122.71	100.00%	LEVE			

Tabla N°08: Eflorescencia, Suciedad y fisuras en Cúpula.

Fuente: Propia.

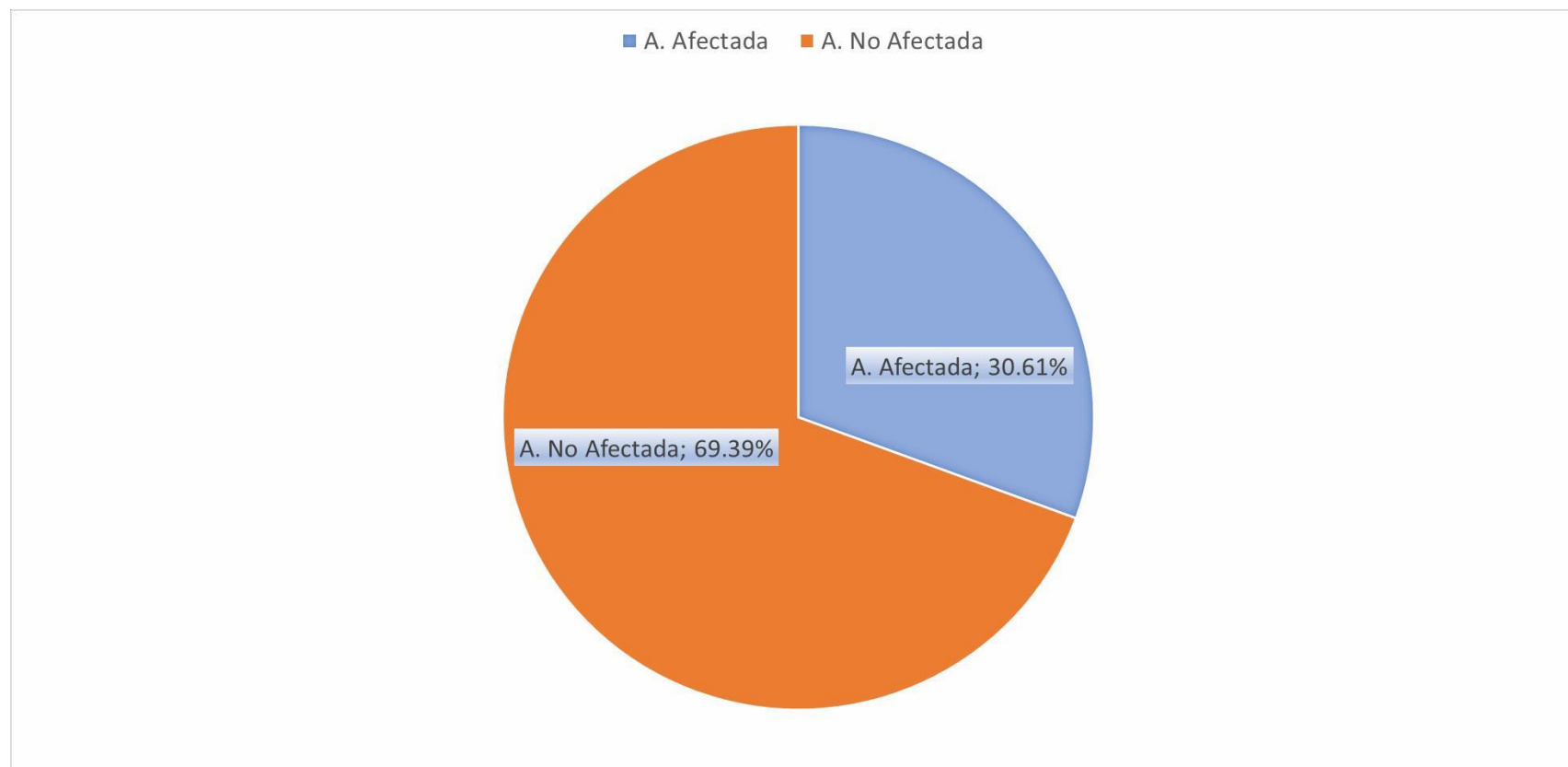


Grafico N°20: % de Áreas Afectadas y No Afectadas

Fuente: Propia.

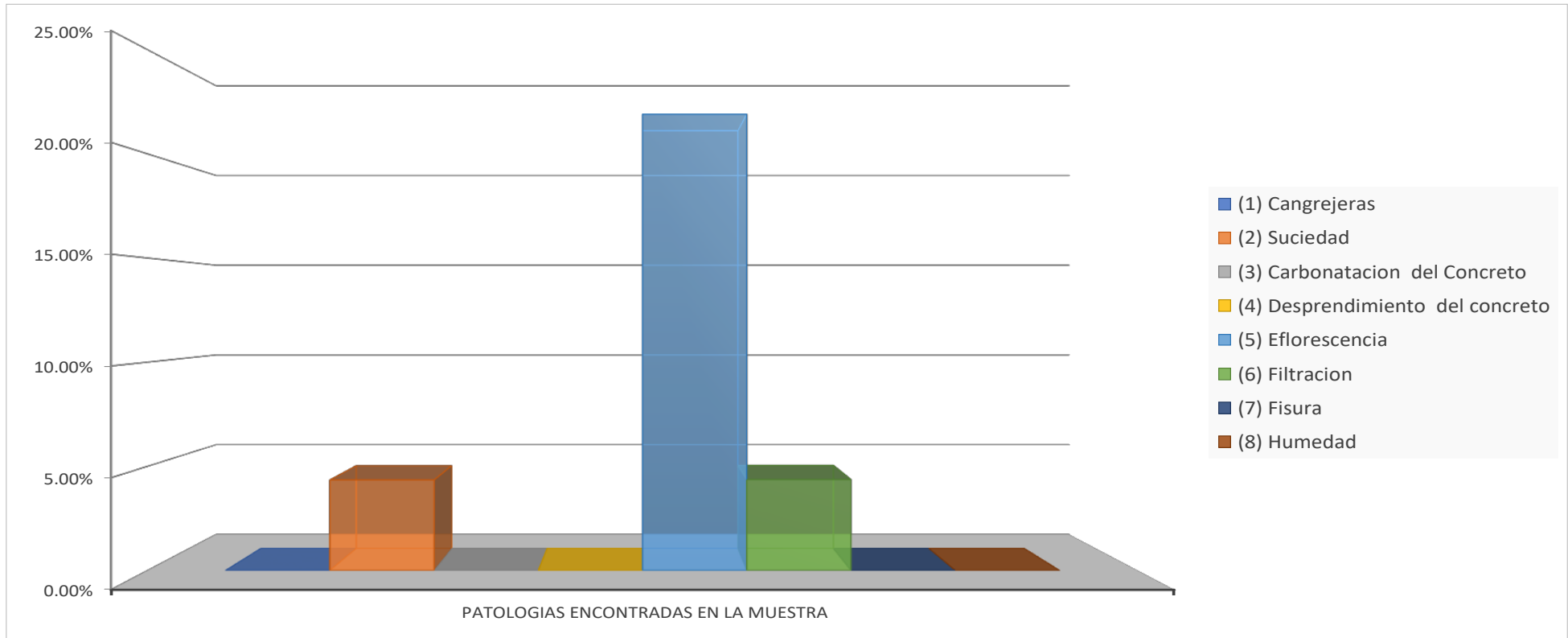
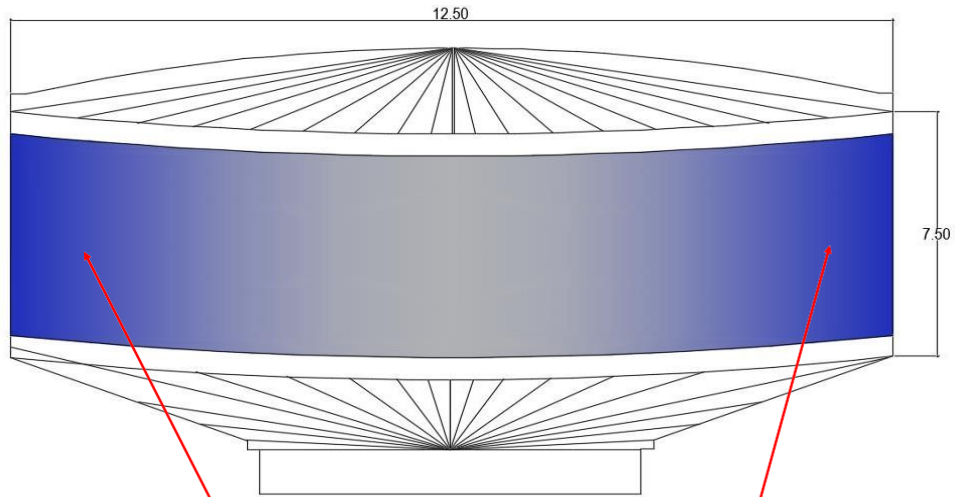


Grafico N°21: % de Patologías.

Fuente: Propia.

## UNIDAD DE MUESTRA N° 04



MUESTRA	4				AREA DE ELEMENTO	M2	294.45	
ELEMENTO DE MUESTRA	CUPULA (lateral)				AREA AFECTADA	M2	120.06	
AREA DE ELEMENTO	294.45				AREA AFECTADA	%	40.77%	
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		AREA NO AFECTADA	M2	174.39	
	M2	%	M2	%	SEVERIDAD	%	59.23%	
(1) Cangrejeras		0.00%	294.45	100.00%	SEVERIDAD	SEVERO		
(2) Suciedad	107.5	36.51%	186.95	63.49%	<p><b>AREA LATERAL DE LA CUPULA = 294.45 M2</b></p>			
(3) Carbonatacion del Concreto		0.00%	294.45	100.00%				SEVERO
(4) Desprendimiento del concreto		0.00%	294.45	100.00%				LEVE
(5) Eflorescencia	12.56	4.27%	281.89	95.73%				LEVE
(6) Filtracion		0.00%	294.45	100.00%				LEVE
(7) Fisura		0.00%	294.45	100.00%				LEVE
(8) Humedad		0.00%	294.45	100.00%				LEVE

Tabla N°09: Eflorescencia, Suciedad en Cúpula.

Fuente: Propia.




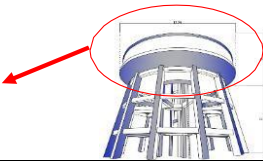

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.					 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		<b>Bachiller :</b> Bach. Eleazar Rimaycuna A. <b>Asesor :</b> Mg. Carmen Chilon <b>Carrera :</b> Ingenieria Civil <b>Ciudad :</b> Sullana - Piura	
MUESTRA	4				AREA DE ELEMENTO	M2	294.45	
ELEMENTO DE MUESTRA	CUPULA				AREA AFECTADA	M2	120.06	
AREA DE ELEMENTO	294.45				%		40.77%	
					AREA NO AFECTADA	M2	174.39	
			%		59.23%			
PATOLOGIAS	AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		SEVERIDAD	SEVERIDAD		
	M2	%	M2	%		SEVERO		
(1) Cangrejas	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			
(2) Suciedad	107.5	36.51%	186.95	63.49%	SEVERO			
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			
(4) Desprendimiento del concreto	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			
(5) Eflorescencia	12.56	4.27%	281.89	95.73%	LEVE			
(6) Filtracion	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			
(7) Fisura	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			
(8) Humedad	0	0.00%	294.45	100.00%	LEVE			

Tabla N°10: Eflorescencia, Suciedad en Cúpula.

Fuente: Propia.

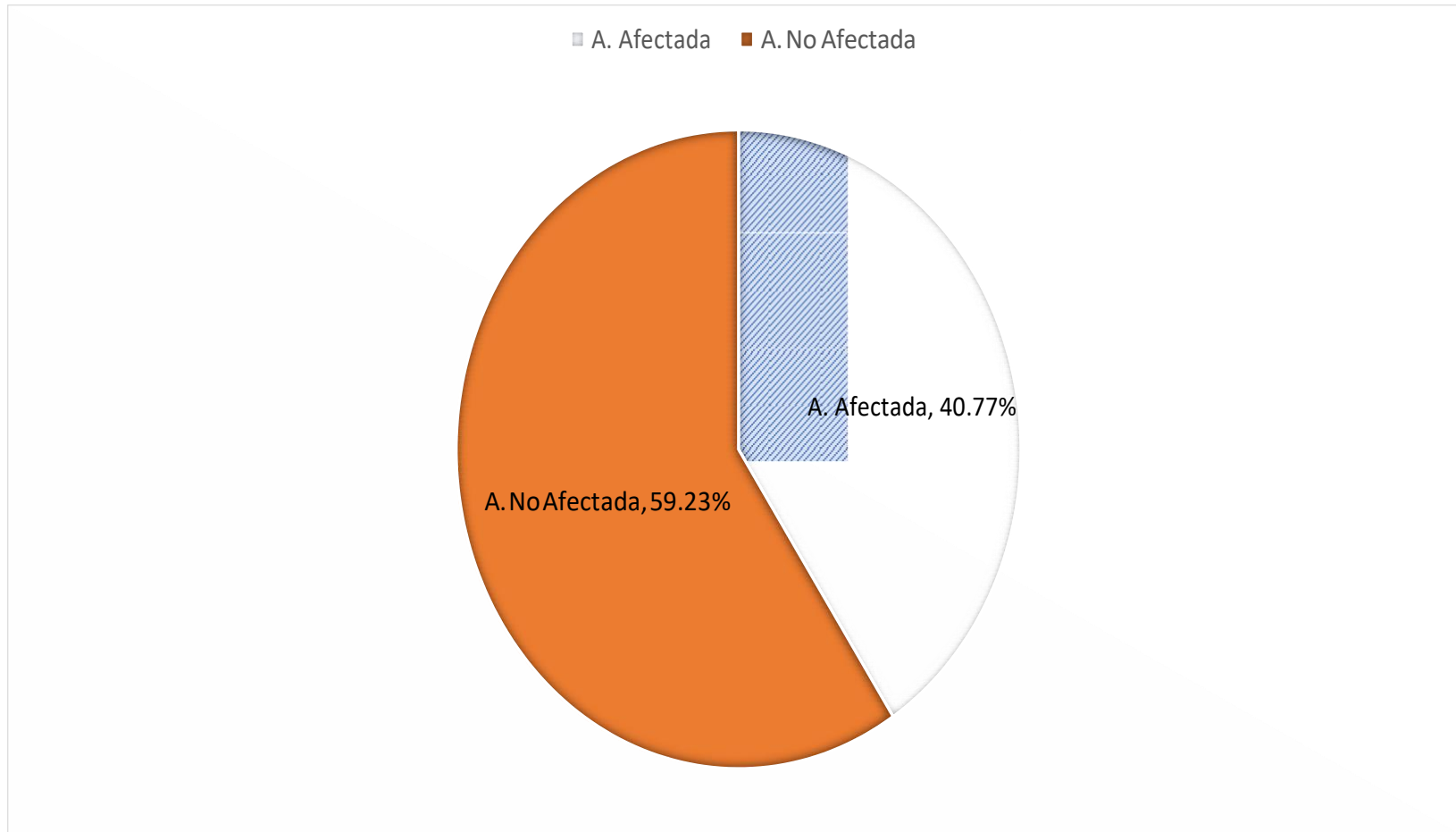


Grafico N°22: % de Áreas Afectadas y No Afectadas.

Fuente: Propia.

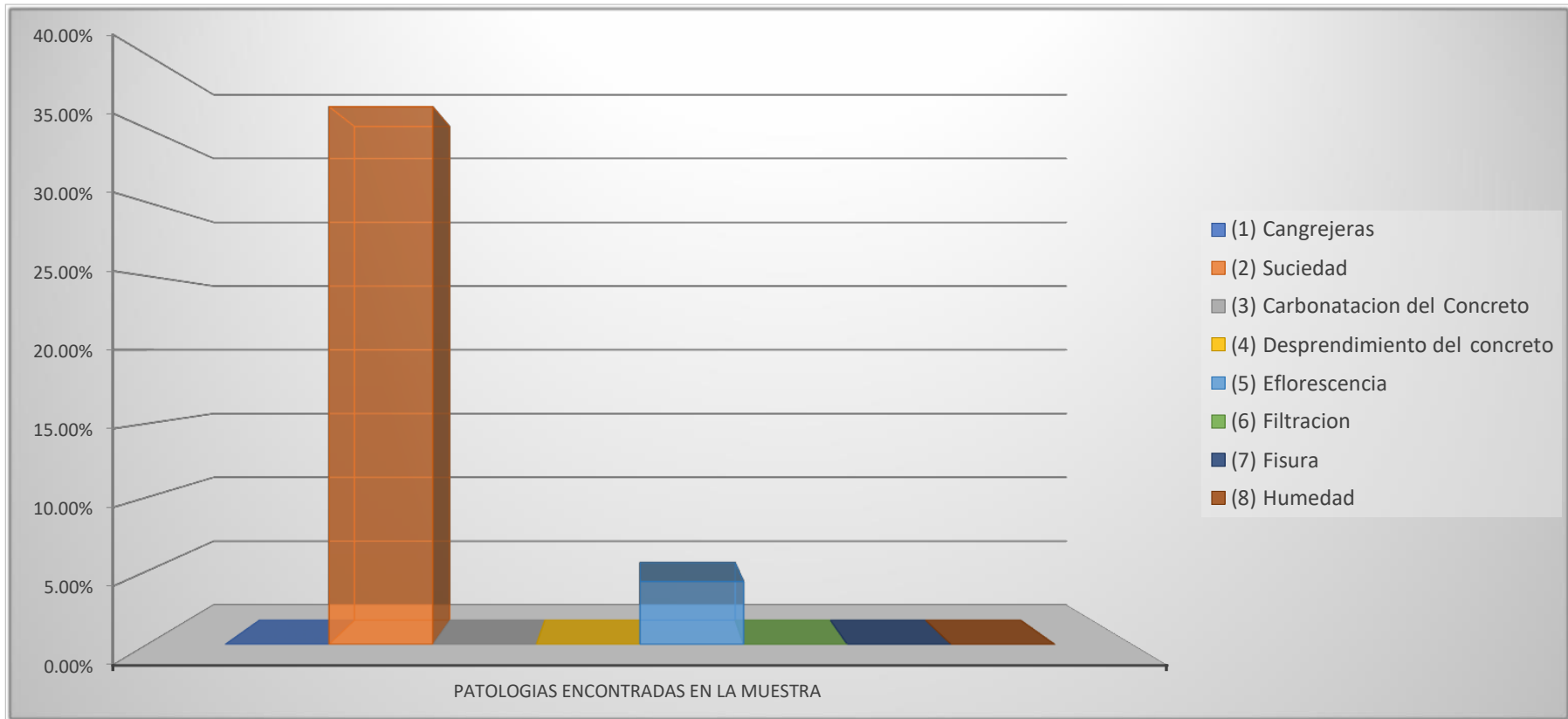


Grafico N°23: % de Patologías.

Fuente: Propia.

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.**



UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES  
CHIMBOTE

**Bachiller :** Bach. Eleazar Rimaycuna Aguilar

**Asesor :** Mg. Carmen Chilon

**Carrera :** Ingenieria Civil

**Ciudad :** Sullana - Piura

PATOLOGIAS	AREA AFECTADA				AREA NO AFECTADA				SEVERIDAD	
	ESTRUC. DE SOPORTE		CUPULA EXTERIOR Y LATERAL		ESTRUC. DE SOPORTE		CUPULA EXTERIOR Y LATE		ESTRUC. SOPORTE	CUPULA
	M2	%	M2	%	M2	%	M2	%		
(1) Cangrejeras	0	0.00%	0.00	0.00%	347.00	100.00%	417.16	100.00%	LEVE	LEVE
(2) Suciedad	0	0.00%	112.83	27.05%	347.00	100.00%	304.33	72.95%	LEVE	MODERADO
(3) Carbonatacion del Concreto	0	0.00%	0.00	0.00%	347.00	100.00%	417.16	100.00%	LEVE	LEVE
(4) Desprendimiento del Concreto	0.963	0.28%	0.00	0.00%	346.04	99.72%	417.16	100.00%	LEVE	LEVE
(5) Eflorescencia	2.352	0.68%	39.44	9.45%	344.65	99.32%	377.72	90.55%	LEVE	LEVE
(6) Filtracion	0	0.00%	5.35	1.28%	347.00	100.00%	411.81	98.72%	LEVE	LEVE
(7) Fisura	1.854	0.53%	0.00	0.00%	345.15	99.47%	417.16	100.00%	LEVE	LEVE
(8) Humedad	0	0.00%	0.00	0.00%	347.00	100.00%	417.16	100.00%	LEVE	LEVE

<b>ESTRUCTURA DE SOPORTE</b>	<b>347.00 m2</b>
<b>CUPULA</b>	<b>417.16 m2</b>
<b>AREA TOTAL DE ESTRUCTURA</b>	<b>764.16 m2</b>
AREA TOTAL AFECTADA	162.78
AREA TOTAL NO AFECTADA	601.38
% AFECTADO	21.30%
% NO AFECTADA	78.70%
<b>SEVERIDAD</b>	<b>MODERADO</b>

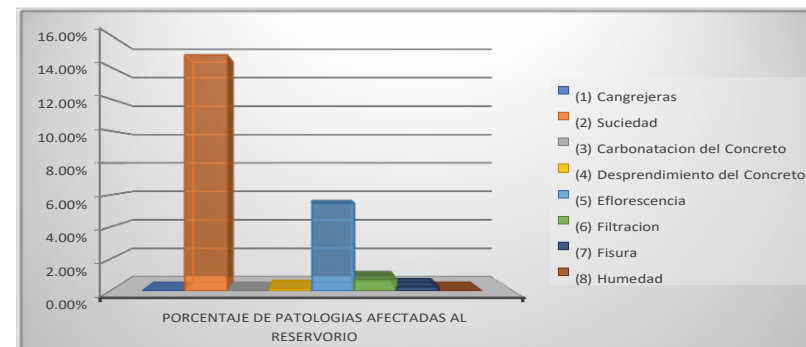
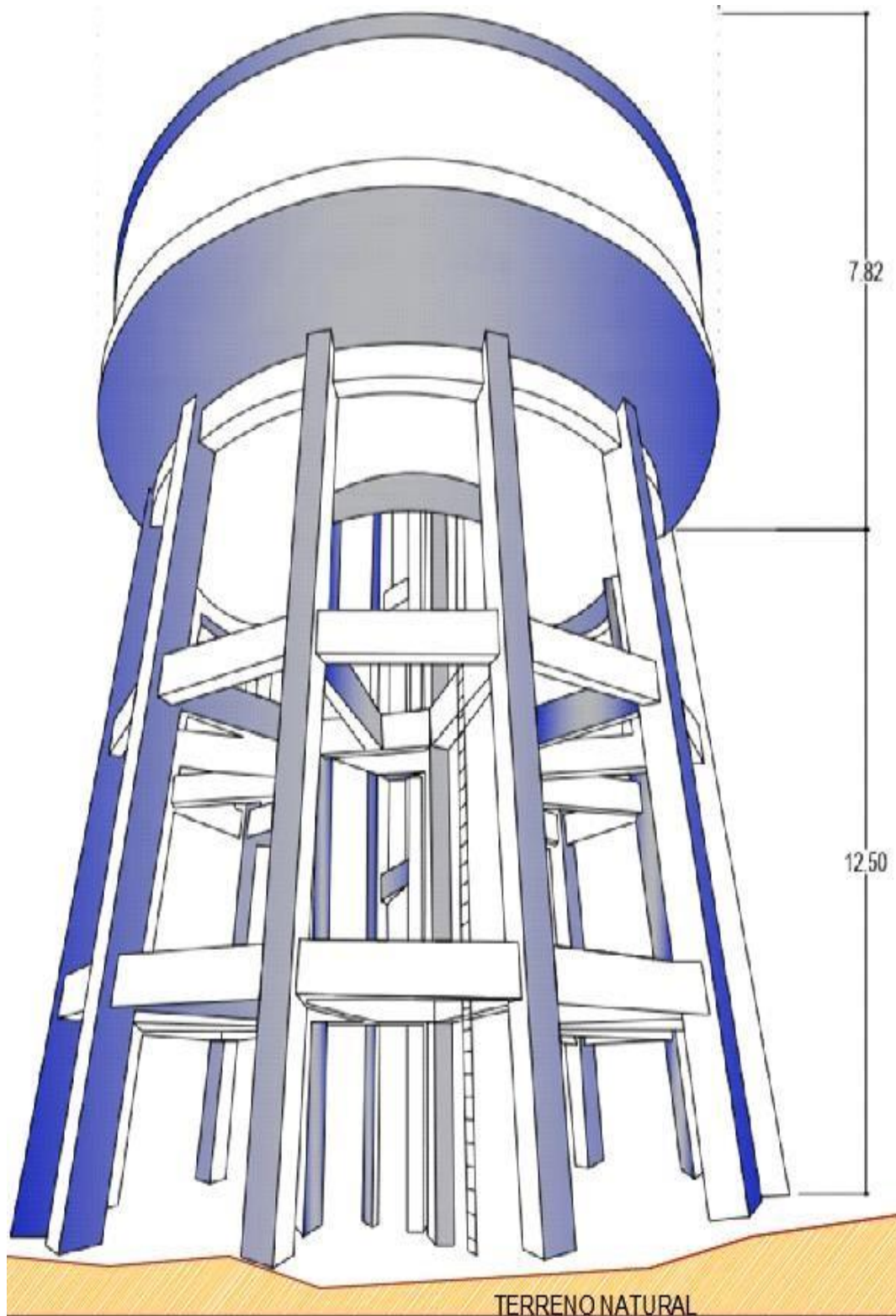


Tabla N°11: Cuadro de Resumen.

Fuente: Propia.



# RESERVORIO R-1 GRAU

Grafico N°24: RESERVORIO.

Fuente: Propia.

### 4.3 Análisis de resultados:

Luego de haber realizado el cálculo de cada una de las muestras se concluyó con el análisis de los siguientes resultados.

- La Unidad de muestra 01 posee un área 275.00 m<sup>2</sup>, de las cual se tiene una área con patología de 1.44 m<sup>2</sup> que corresponden al 0.52%; y un área sin patología de 273.56 m<sup>2</sup> que corresponden al 99.48 %; se identificaron los tipos de patologías presente en la muestra los cuales son: Desprendimiento del concreto (0.11 %), Eflorescencia (0.12 %), y Fisura (0.29 %), siendo la patologías más predominante, Fisura (0.29 %).
  
- La Unidad de muestra 02 posee un área 72.00 m<sup>2</sup>, de las cual se tiene una área con patología de 3.73 m<sup>2</sup> que corresponden al 5.18 %; y un área sin patología de 68.27 m<sup>2</sup> que corresponden al 94.82 %; se identificaron los tipos de patologías presente en la muestra los cuales son: Desprendimiento del concreto (0.90 %), Eflorescencia (2.82 %), y Fisura (1.46 %), siendo la patologías más predominante, Eflorescencia (2.82 %).
  
- La Unidad de muestra 03 posee un área 122.71 m<sup>2</sup>, de las cual se tiene una área con patología de 37.56 m<sup>2</sup> que corresponden al 30.61 %; y un área sin patología de 85.15 m<sup>2</sup> que corresponden al 69.39 %; se identificaron los tipos de patologías presente en la muestra los cuales son: Suciedad (4.34 %), Eflorescencia (21.91 %), Filtración (4.36 %), siendo la patologías más predominante, Eflorescencia (21.91 %).

La Unidad de muestra 04 posee un área 294.45 m<sup>2</sup>, de las cual se tiene una área con patología de 120.06 m<sup>2</sup> que corresponden al 40.77 %; y un área sin patología de 174.39 m<sup>2</sup> que corresponden al 59.23 %; se identificaron los tipos de patologías presente en la muestra los cuales son: Suciedad (36.51 %), Eflorescencia (4.27 %), siendo la patologías más predominante, Suciedad (36.51 %).

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. Aspectos complementarios:

Según el análisis de las evaluaciones tomadas en el Reservorio Elevado R-1 Grau, se concluye lo siguiente:

- Luego de realizar la inspección visual y empleando la ficha de evaluación. Se llegó a la conclusión que el 21.30 % de todas las muestras evaluadas del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, Capacidad de 1000 m<sup>3</sup>, tiene presencia de patología y el 78.70 % no tiene presencia de patología.
  
- Asimismo se concluye que los tipos de patologías del concreto existentes en el Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, Capacidad de 1000 m<sup>3</sup> son los siguientes: Suciedad (27.05 %); Desprendimiento del concreto (0.28 %), Eflorescencia (9.45%); fisura (0.53%); siendo las de mayor incidencia la **SUCIEDAD Y EFLORESCENCIA.**
  
- Al obtener todos los estados o niveles de severidad en los que se encuentra cada uno de los elementos se llega a la conclusión de que el grado de severidad que presenta la estructura del Reservorio Elevado R-1 Grau, Avenida Miguel Grau, Capacidad de 1000 m<sup>3</sup> es **MODERADO.**



## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar mantenimiento periódico del Reservorio Elevado R-1 Grau para evitar mayor presencia de patologías.
- En el caso de la Unidad de Muestra 04 donde se encuentra la patología más predominante con un porcentaje de área afectada del 36.51 % se recomienda hacer una limpieza a la brevedad posible con los instrumentos como es: una escoba o algo similar y detergente. Este trabajo deberá ser realizado por profesionales ya que los trabajos serán realizados en la parte exterior de la cúpula la cual está a una altura aproximada de H: 15 ml.

### 5.3. Referencias bibliográficas

1. **Flores S. Roberto (2005)** EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL TANQUE ELEVADO DE AGUA INDUSTRIAL Y POTABLE DE SIDOR UBICADO EN MATANZAS, ESTADO BOLÍVAR  
<http://ri.bib.udo.edu.ve/handle/123456789/1505?mode=full>
2. **Parra V. Carlos (2016)** ESTUDIO PATOLÓGICO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE  
<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10069/Parra2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. **Barrea C. Juan (2017)** DIAGNOSTICO, PATOLOGÍA E INTERVENCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE ACUEDUCTO INTERVEREDAL DEL MUNICIPIO DE TÁMARA DEPARTAMENTO DE CASANARE  
[http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10166/Barrerajua\\_n2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10166/Barrerajua_n2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
4. **Infante M. Danny (2017)** ANÁLISIS PATOLÓGICO DEL RESERVORIO DE CONCRETO ARMADO R4 DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1004>
5. **Johana C. Sotelo (2016)** DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO REFORZADO DEL RESERVORIO APOYADO CIRCULAR SAN BARTOLO  
<http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1450>
6. **Luis F. Tejada Diaz (2015)** DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LOS RESERVORIOS APOYADOS DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE AREQUIPA DENOMINADOS R-2 Y R-10 A CARGO DE LA E.P.S. SEDAPAR S.A., PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, JUNIO 2015. <https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/1637f6a40fc457b6?projector=1&messagePartId=0.2>

**7. Calderón P. Karen. (2018) DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R11 - MIRAFLORES, CAPACIDAD 700M<sup>3</sup> - CASTILLA, PIURA, ABRIL 2018.**

**8. Azabache R. Roberto (2018) DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R7 - PACHITEA, CAPACIDAD 2,300 M3 - PIURA, PIURA, ABRIL 2018”**

**9. EL Arenal EPS GRAU S.A (2015) EVALUACION, ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE-EL ARENAL,**  
<http://www.epsgrau.com.pe/webpage/controlador/archivos/3807.pdf>

**10. Reyes S. Edwin, Franco A. Ángel, (2011) RESERVORIOS,**  
<https://mail.google.com/mail/u/1/#inbox/163809f549541c78?projector=1&messagePartId=0.2>

**11. Norma Técnica de Edificación E.060, Concreto Armado. Reglamento Nacional de Construcciones.**

<https://es.scribd.com/doc/309175901/Resumen-Norma-e060>

**12. CÁRDENAS GSP. patología de la construcción en mampostería y hormigones. [Online].; 2007 [cited 2016 noviembre 15. Available from:**  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1633/1/T-ESPE-014821.pdf>.

**13. Vargas IMAP. ESTRUCTURAS DE LAS PATOLOGIAS. [Online].; 2008 [cited 2016 DICIEMBRE 15. Available from:**  
<http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>.

**14. Dávila C. Oscar (2001) PATOLOGIA DEL CONCRETO,**  
<https://drive.google.com/drive/folders/1FXXTNF1TN97gNuWzvh87ByuxmNSAXyzr>

**15. ENRIQUE R. DURABILIDAD Y PATOLOGIA DEL CONCRETO.**  
[Online].; 2014 [cited 2016 DICIEMBRE 8. Available from:  
<https://es.scribd.com/doc/216929690/Durabilidad-y-Patologia-del-Concreto-ENRIQUE-RIVVA-L>.

**16. Gabriela Rangel** (2004) PATOLOGIA Y EVALUACION DE ESTRUCTURA,  
<https://drive.google.com/drive/folders/1FXXTNF1TN97gNuWzvh87ByuxmNSAXyzr>

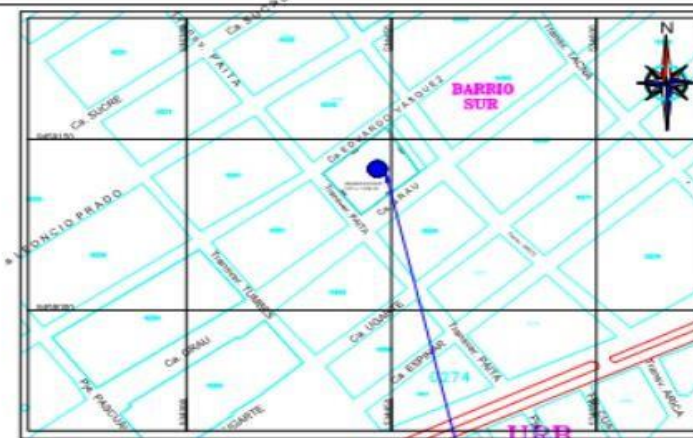
# **ANEXOS**



**Anexo 01: Foto del Reservorio Elevado R-1 Grau.**



**PLANO DE LOCALIZACIÓN**  
ESC: 1/5000



**PLANO DE UBICACIÓN**  
ESC: 1/1500

 AREA TOTAL = 2703.26 M<sup>2</sup>  
 PERIMETRO TOTAL = 210.35 M.



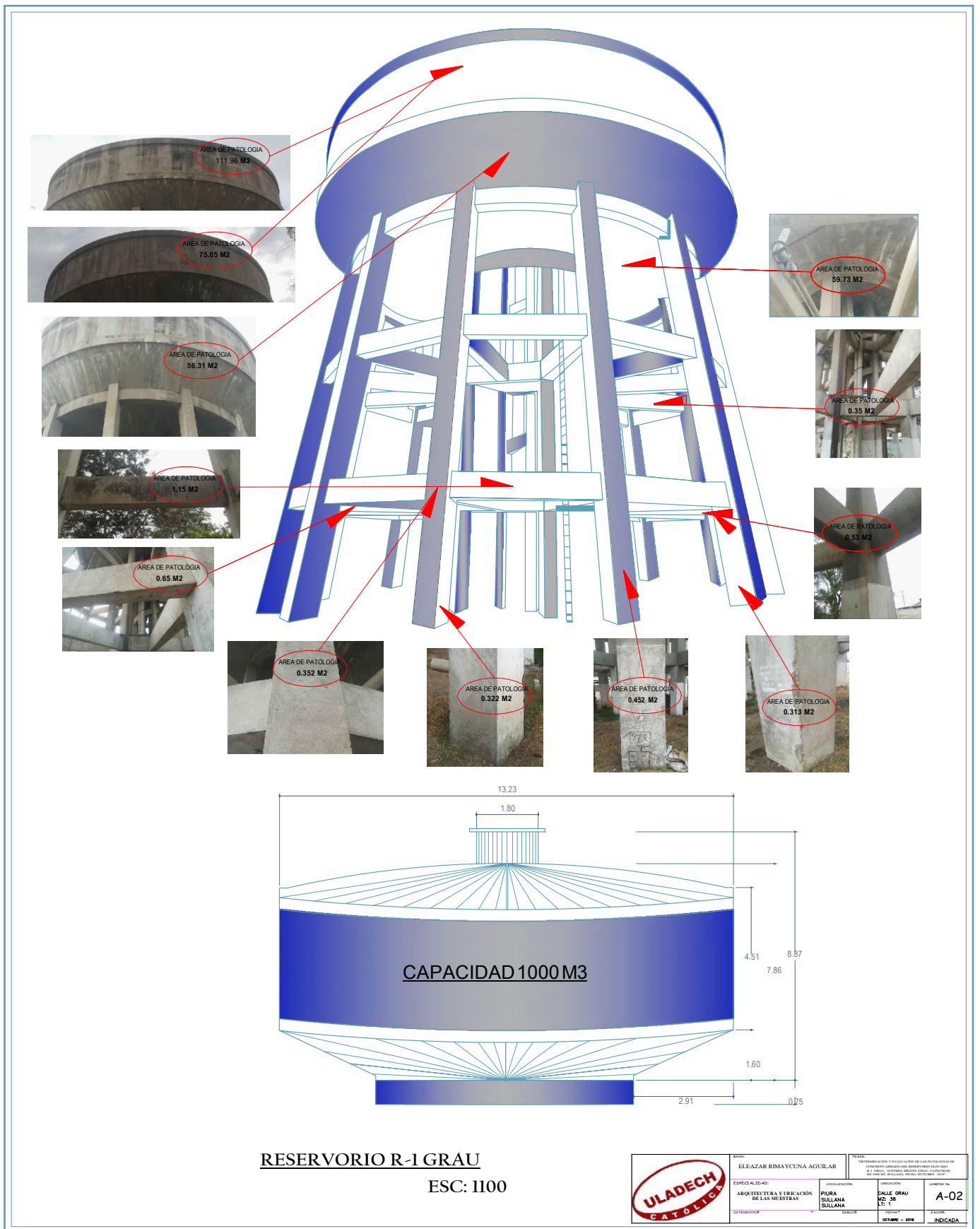
**VISTA DEL RESERVOIRIO R1 GRAU**



**MAPA DEL PERU**  
MAPA DEPARTAMENTAL

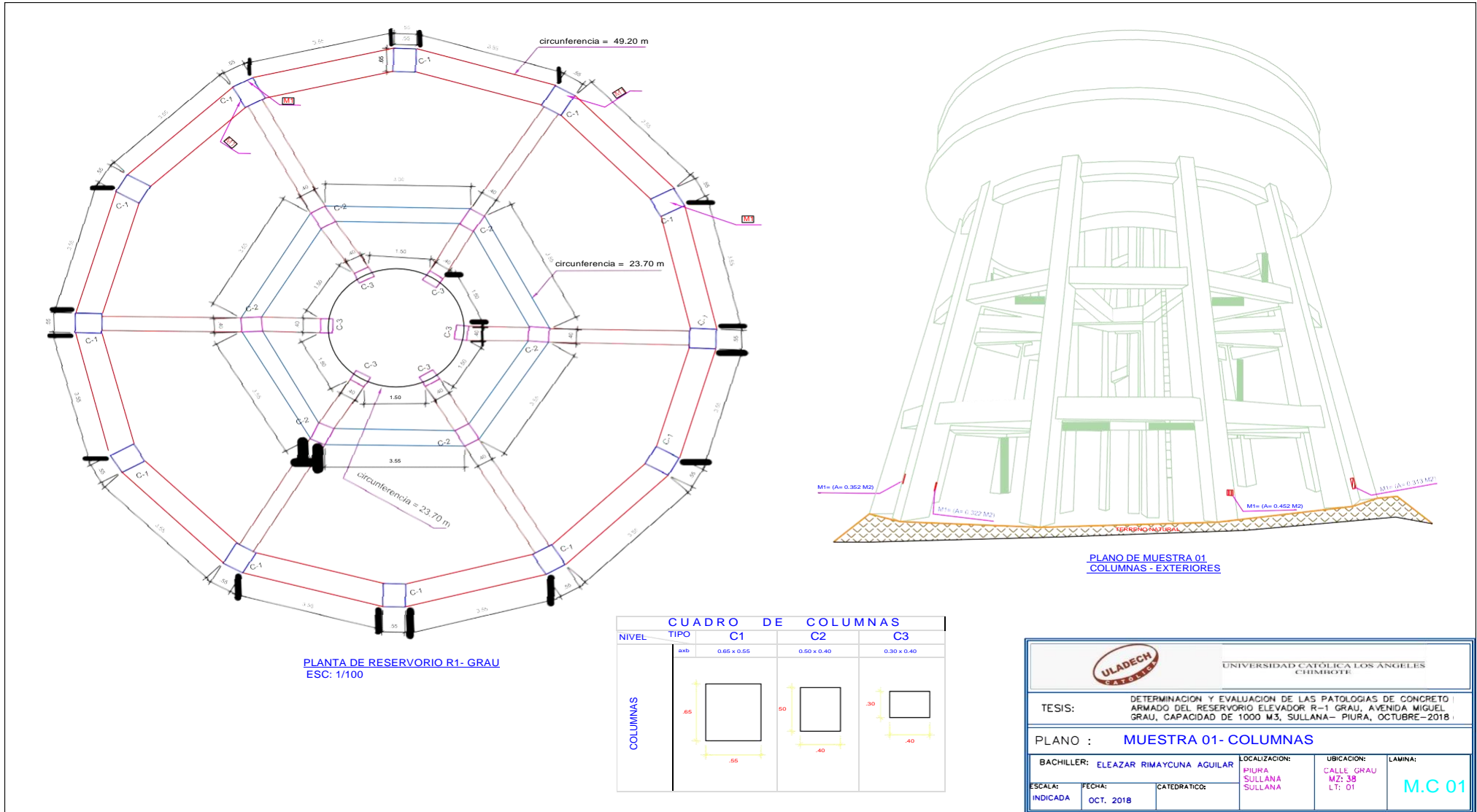
		UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	
<b>TESIS:</b> DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADOR R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M <sup>3</sup> , SULLANA- PIURA, OCTUBRE-2018			
<b>PLANO :</b> UBICACION - LOCALIZACION			
<b>BACHILLER:</b> ELEAZAR RIMAYCUNA AGUILAR	<b>LOCALIZACION:</b> PIURA, SULLANA, SULLANA	<b>UBICACION:</b> CALLE GRAU, N° 38, LT. 07	<b>LAMINA:</b> U-L 01
<b>SECCIA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> OCT. 2018	<b>CARDENADO:</b>	

**Anexo 02: Plano de Ubicación Y Localización.**

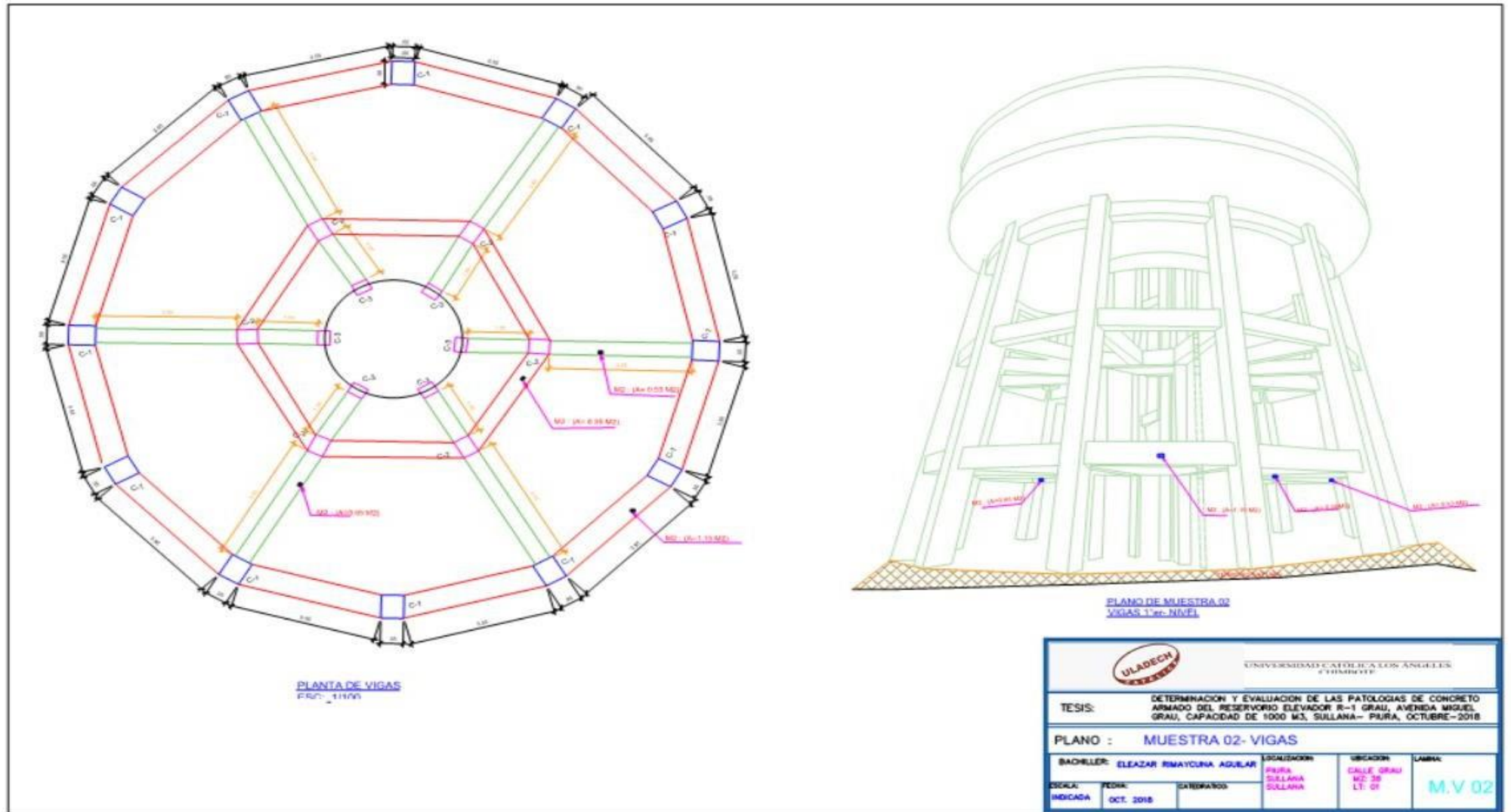


**Anexo 03: Plano de Muestras**

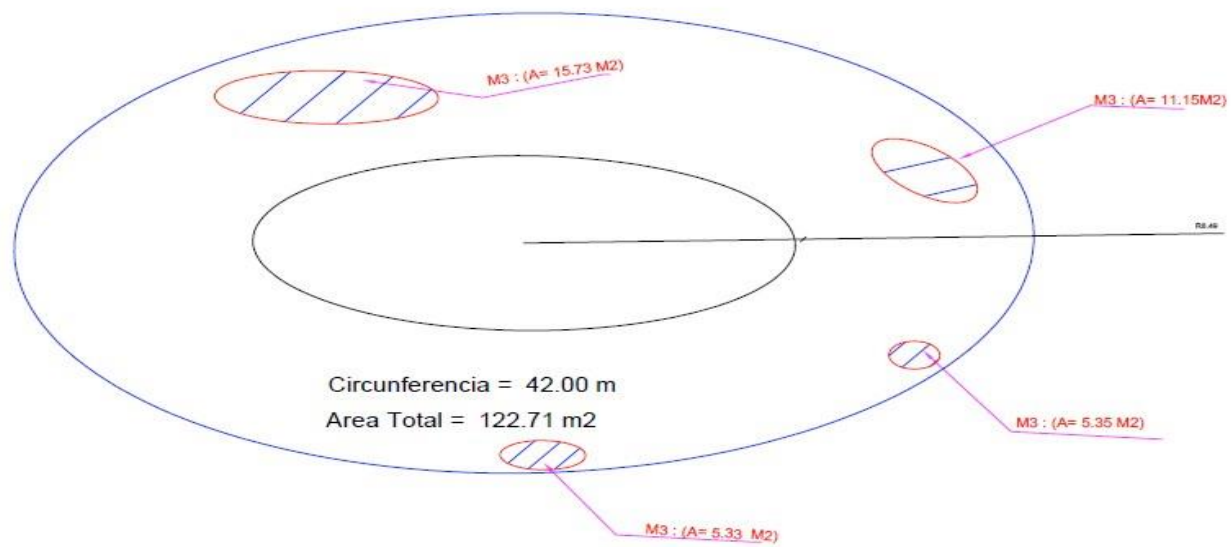




Anexo 04: Plano de Muestra 01



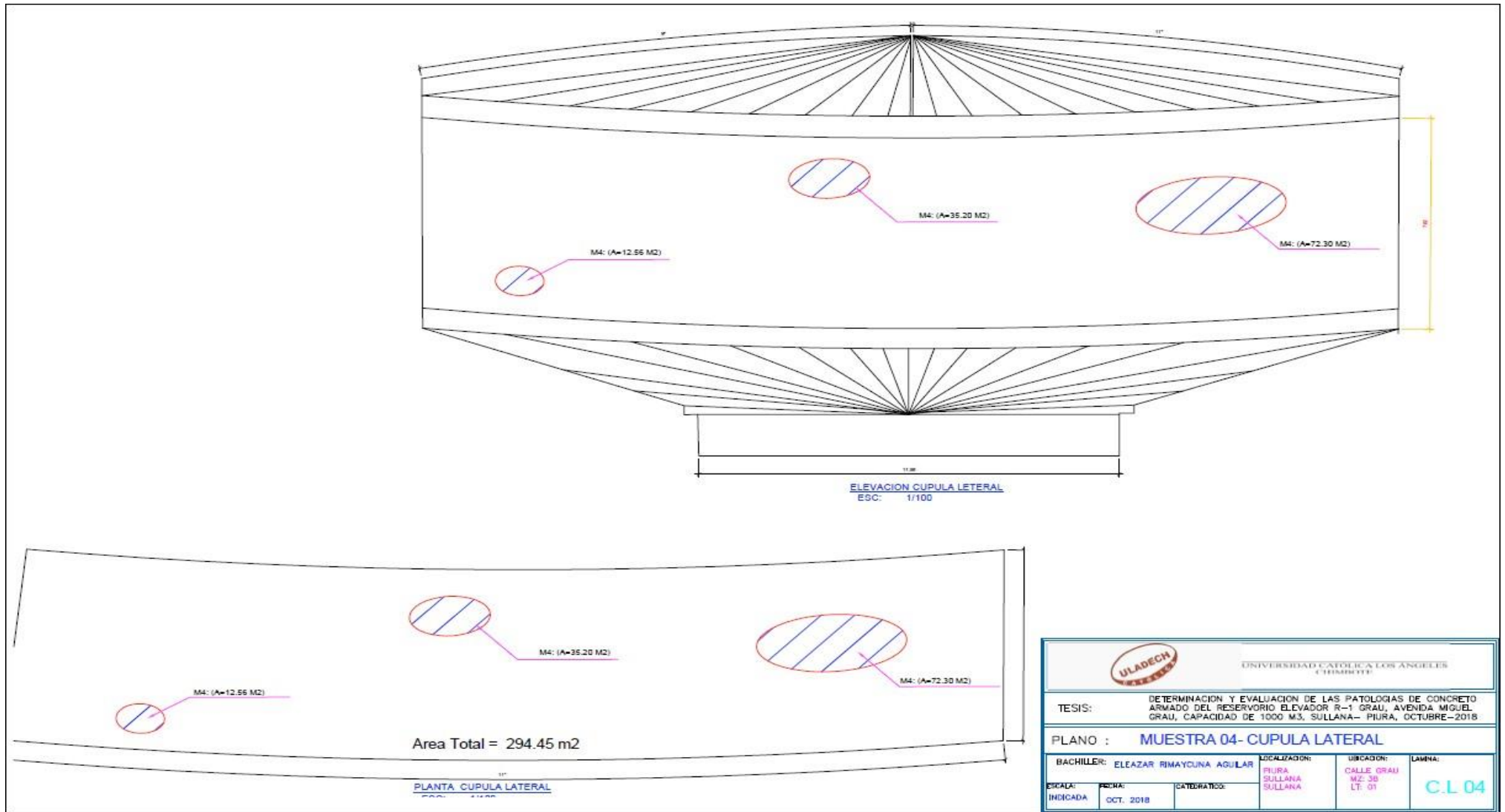
Anexo 05: Plano de Muestra 02



PLANTA DE CUPULA INFERIOR  
 ESC: 1/100


		UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	
TESIS: DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVOIRIO ELEVADOR R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M <sup>3</sup> , SULLANA- PIURA, OCTUBRE-2018			
PLANO : MUESTRA 03- CUPULA INFERIOR			
BACHILLER:	ELEAZAR RIMAYCUNA AGUILAR	LOCALIZACION:	PIURA SULLANA SULLANA
UBICACION:	CALLE GRAU Nº 38 LT. 01	LAMINA:	C.1 03
FECHA:	OCT. 2018	CATEDRATICO:	

Anexo 06: Plano de Muestra 03



Anexo 07: Plano de Muestra 04

## 08: Ficha Técnica de Evaluación

<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE CONCRETO ARMADO DEL RESERVORIO ELEVADO R-1 GRAU, AVENIDA MIGUEL GRAU, CAPACIDAD DE 1000 M3, SULLANA, PIURA, SETIEMBRE – 2018.</b>							<b>Bachiller</b> Bach. Eleazar Rimaycuna A. <b>Asesor</b> Mg. Carmen Chilon Carrera Ingeniería Civil <b>Ciudad</b> Sullana - Piura		
MUESTRA				AREA DE ELEMENTO		M2			
ELEMENTO DE MUESTRA		CUPULA		AREA AFECTADA		M2			
AREA DE ELEMENTO				AREA NO AFECTADA		%			
PATOLOGIAS		AREA AFECTADA		AREA NO AFECTADA		M2		BAJO	
		M2		M2		%			
		%		%					
(1) Cangrejeras									
(2) Corrosion									
(3) Carbonatacion del Concreto									
(4) Desprendimiento del concreto									
(5) Eflorescencia									
(6) Filtracion									
(7) Fisura									
(8) Humedad									