

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

#### **Tesis**

**Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, 2018.**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**Bach. Vásquez Onzueta, Bericht Frexs**

**Abancay - Apurímac – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis**

**Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, 2018.**

.....  
Ing. Fredy Quispe Ferrel  
Presidente del Jurado

.....  
Ing. Calixto Cañari Otero  
Primer Dictaminante

.....  
Ing. Oscar Pinedo Mendoza  
Segundo Dictaminante

**Tesis**

**Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, 2018.**

**Línea de investigación:**

**ESTRUCTURAS**

**Asesor:**

**Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer.**

## **DEDICATORIA**

A mi hermano Patrichx, sé que desde allá  
me guía y está vigilante de mis logros.

¡Gracias, por esa frase inolvidable!

**AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por guiarme en todo momento de mi vida, a mi esposa Maritza y a mis hijos Niels Johann y Lizeth Luciana por ser el motor que me impulsan para seguir escalando como persona.

A mis padres y a mi asesor Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer por su apoyo y exigencia constante para el logro de este objetivo.

A mis padrinos Ing. Manuel Jesús Ibarra Cabrera y Qf. Moraima Cabrera Aguilar por su motivación y apoyo incondicional en el momento oportuno.

## Índice general

Página del jurado.....	i
Post portada.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice general.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	xiv
Capítulo 1 Planteamiento del problema.....	<b>1</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación e identificación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación:.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Delimitación de la investigación.....	4
1.6 Limitaciones de la investigación.....	4
Capítulo 2 Marco teórico.....	<b>5</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.2 Bases teóricas.....	10
2.2.1 Tipos de albañilería.....	10
2.2.2 Infraestructura educativa.....	12
2.2.3 Patología.....	12



## Índice de tablas

Tabla 1 Ventajas y desventajas de albañilería simple .....	10
Tabla 2 ventajas y desventajas de albañilería confinada .....	11
Tabla 3 Ventajas y desventajas de la Albañilería Armada.....	11
Tabla 4 Tipos de fisuras.....	14
Tabla 5 Operacionalización de variables .....	19
Tabla 6 Lista de las instituciones educativas del distrito de Tamburco.....	26
Tabla 7 Procedimiento de muestreo .....	28
Tabla 8 Muestra de la investigación.....	29
Tabla 9 Ficha de datos I.E. “Óscar Blanco Galdós”.....	29
Tabla 10 Matrícula por periodo según grado 2004 - 2018 .....	30
Tabla 11 Ficha de datos I.E. 54036 “Señor de Exaltación”.....	31
Tabla 12 Matricula por periodo según grado 2004 - 2018 .....	32
Tabla 13 Ficha de datos I.E. “Édgar Valer Pinto”.....	32
Tabla 14 Matricula por periodo según grado 2004 - 2018 .....	33
Tabla 15 En columnas, vigas y muros de albañilería confinada .....	35
Tabla 16 Resumen de patologías en la muestra (M1) .....	38
Tabla 17 Resumen de datos de la muestra M2.....	41
Tabla 18 Datos de resumen de la muestra M3 .....	44
Tabla 19 Datos de las patologías de las instituciones educativas del distrito de Tamburco .....	47
Tabla 20 Datos de la submuestra 01 primer nivel de M1 .....	61
Tabla 21 Datos de la submuestra 02 primer nivel de M1 .....	63
Tabla 22 Datos de la submuestra 03 primer nivel de M1 .....	65
Tabla 23 Datos de la submuestra 04 primer nivel de M1 .....	67
Tabla 24 Datos de la submuestra 05 primer nivel de M1 .....	69
Tabla 25 Datos de la submuestra 06 primer nivel de M1 .....	71
Tabla 26 Datos de la submuestra 07 primer nivel de M1 .....	73
Tabla 27 Datos de la submuestra 08 primer nivel de M1 .....	75
Tabla 28 Datos de la submuestra 09 primer nivel de M1 .....	77
Tabla 29 Datos de la submuestra 10 primer nivel de M1 .....	79
Tabla 30 Datos de la submuestra 11 primer nivel de M1 .....	81
Tabla 31 Datos de la submuestra 12 primer nivel de M1 .....	83
Tabla 32 Datos de la submuestra 13 primer nivel de M1 .....	85
Tabla 33 Datos de la submuestra 14 primer nivel de M1 .....	87

Tabla 34 Datos de la submuestra 15 primer nivel de M1 .....	89
Tabla 35 Datos de la submuestra 16 primer nivel de M1 .....	91
Tabla 36 Distribución de sub muestras de la muestra (M1) I.E. “Óscar Blanco Galdós” segundo nivel .....	93
Tabla 37 Datos de la submuestra 01 segundo nivel de M1.....	94
Tabla 38 Datos de la submuestra 02 segundo nivel de M1.....	96
Tabla 39 Datos de la submuestra 03 segundo nivel de M1.....	98
Tabla 40 Datos de la submuestra 04 segundo nivel de M1.....	100
Tabla 41 Datos de la submuestra 05 segundo nivel de M1.....	102
Tabla 42 Datos de la submuestra 06 segundo nivel de M1.....	104
Tabla 43 Datos de la submuestra 07 segundo nivel de M1.....	106
Tabla 44 Datos de la submuestra 09 segundo nivel de M1.....	110
Tabla 45 Datos de la submuestra 10 segundo nivel de M1.....	112
Tabla 46 Datos de la submuestra 11 segundo nivel de M1.....	114
Tabla 47 Datos de la submuestra 12 segundo nivel de M1.....	116
Tabla 48 Datos de la submuestra 13 segundo nivel de M1.....	118
Tabla 49 Datos de la submuestra 14 segundo nivel de M1.....	120
Tabla 50 Datos de la submuestra 15 segundo nivel de M1.....	122
Tabla 51 Datos de la submuestra 16 segundo nivel de M1.....	124
Tabla 53 Datos de la submuestra 01 primer nivel de M2 .....	127
Tabla 54 Datos de la submuestra 02 primer nivel de M2 .....	129
Tabla 55 Datos de la submuestra 03 primer nivel de M2 .....	131
Tabla 56 Datos de la submuestra 04 primer nivel de M2 .....	133
Tabla 57 Datos de la submuestra 05 primer nivel de M2 .....	135
Tabla 58 Datos de la submuestra 06 primer nivel de M2 .....	137
Tabla 59 Datos de la submuestra 07 primer nivel de M2 .....	139
Tabla 60 Datos de la submuestra 08 primer nivel de M2 .....	141
Tabla 61 Datos de la submuestra 09 primer nivel de M2 .....	143
Tabla 62 Datos de la submuestra 10 primer nivel de M2 .....	145
Tabla 63 Datos de la submuestra 11 primer nivel de M2 .....	147
Tabla 64 Datos de la submuestra 12 primer nivel de M2 .....	149
Tabla 65 Datos de la submuestra 13 primer nivel de M2 .....	151
Tabla 66 Datos de la submuestra 14 primer nivel de M2 .....	153

Tabla 67 Distribución de submuestras de la muestra (M2) I.E. “Señor de Exaltación” segundo nivel .....	155
Tabla 68 Datos de la submuestra 01 segundo nivel de M2.....	156
Tabla 69 Datos de la submuestra 02 segundo nivel de M2.....	158
Tabla 70 Datos de la submuestra 03 segundo nivel de M2.....	160
Tabla 71 Datos de la submuestra 04 segundo nivel de M2.....	162
Tabla 72 Datos de la submuestra 05 segundo nivel de M2.....	164
Tabla 73 Datos de la submuestra 06 segundo nivel de M2.....	166
Tabla 74 Datos de la submuestra 07 segundo nivel de M2.....	168
Tabla 75 Datos de la submuestra 08 segundo nivel de M2.....	170
Tabla 76 Datos de la submuestra 09 segundo nivel de M2.....	172
Tabla 77 Datos de la submuestra 10 segundo nivel de M2.....	174
Tabla 78 Datos de la submuestra 11 segundo nivel de M2.....	176
Tabla 79 Datos de la submuestra 12 segundo nivel de M2.....	178
Tabla 80 Datos de la submuestra 13 segundo nivel de M2.....	180
Tabla 81 Datos de la submuestra 14 segundo nivel de M2.....	182
Tabla 83 Datos de la submuestra 01 del primer nivel de M3 .....	185
Tabla 84 Datos de la submuestra 02 del primer nivel de M3 .....	187
Tabla 85 Datos de la submuestra 03 del primer nivel de M3 .....	189
Tabla 86 Datos de la submuestra 04 del primer nivel de M3 .....	191
Tabla 87 Datos de la submuestra 05 del primer nivel de M3 .....	193
Tabla 88 Datos de la submuestra 06 del primer nivel de M3 .....	195
Tabla 89 Datos de la submuestra 07 del primer nivel de M3 .....	197
Tabla 90 Datos de la submuestra 08 del primer nivel de M3 .....	199
Tabla 91 Datos de la submuestra 09 del primer nivel de M3 .....	201
Tabla 92 Datos de la submuestra 10 del primer nivel de M3 .....	203
Tabla 93 Datos de la submuestra 11 del primer nivel de M3 .....	205
Tabla 94 Datos de la submuestra 12 del primer nivel de M3 .....	207
Tabla 95 Datos de la submuestra 13 del primer nivel de M3 .....	209
Tabla 96 Datos de la submuestra 14 del primer nivel de M3 .....	211
Tabla 97 Datos de la submuestra 15 del primer nivel de M3 .....	213
Tabla 98 Distribución de submuestras de la muestra (M3) I.E. “Édgar Valer Pinto” segundo nivel .....	215
Tabla 99 Datos de la submuestra 01 del segundo nivel de M3 .....	216

Tabla 100 Datos de la submuestra 02 del segundo nivel de M3 .....	218
Tabla 101 Datos de la submuestra 03 del segundo nivel de M3 .....	220
Tabla 102 Datos de la submuestra 04 del segundo nivel de M3 .....	222
Tabla 103 Datos de la submuestra 05 del segundo nivel de M3 .....	224
Tabla 104 Datos de la submuestra 06 del segundo nivel de M3 .....	226
Tabla 105 Datos de la submuestra 07 del segundo nivel de M3 .....	228
Tabla 106 Datos de la submuestra 08 del segundo nivel de M3 .....	230
Tabla 107 Datos de la submuestra 09 del segundo nivel de M3 .....	232
Tabla 108 Datos de la submuestra 10 del segundo nivel de M3 .....	234
Tabla 109 Datos de la submuestra 11 del segundo nivel de M3 .....	236
Tabla 110 Datos de la submuestra 12 del segundo nivel de M3 .....	238
Tabla 111 Datos de la submuestra 13 del segundo nivel de M3 .....	240
Tabla 112 Datos de la submuestra 14 del segundo nivel de M3 .....	242
Tabla 113 Datos de la submuestra 15 del segundo nivel de M3 .....	244

## Índice de figuras

Figura 1: Clasificación general de patologías en las edificaciones .....	13
Figura 2: Diseño de la investigación .....	25
Figura 3: Funciones de Excel 2016 utilizados para el muestreo .....	28
Figura 4: Resumen de patologías en la muestra (M1) .....	39
Figura 5: Porcentaje de patologías en la muestra (M1) .....	39
Figura 6: Porcentaje total de patologías en los elementos estructurales (M1) .....	40
Figura 7: Elementos estructurales con patologías en la muestra M2 .....	42
Figura 8: Porcentaje de patologías en la muestra M2.....	42
Figura 9: Porcentaje total de patologías en cada elemento estructural.....	43
Figura 10: Resumen de elementos estructurales con patologías en la muestra M3 .....	45
Figura 11: Porcentaje de patologías en la muestra M3.....	45
Figura 12: Porcentaje total de patologías en cada elemento estructural.....	46
Figura 13: Detalle del porcentaje de patologías en los elementos estructurales .....	48
Figura 14: porcentaje de patologías en las instituciones educativas.....	48
Figura 15: Porcentaje de patologías en los elementos estructurales.....	49

## Resumen

Esta investigación tiene como problema principal: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco nos permitirá conocer el estado actual de las estructuras de acuerdo a las condiciones del proceso constructivo de las mismas? y tiene como objetivo general determinar y evaluar el grado de incidencia de las patologías encontradas en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, provincia de Abancay en 2018. La metodología de acuerdo al propósito y a la naturaleza de la investigación es de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y corte transversal. La población muestral está constituida por las instituciones educativas: “Édgar Valer Pinto”, “Óscar Blanco Galdós” y “Señor de Exaltación” del distrito de Tamburco, las cuales fueron elegidas haciendo uso de un muestreo probabilístico sistemático.

Los resultados revelan que la patología con mayor incidencia en las instituciones educativas del distrito de Tamburco es la eflorescencia de sales con un porcentaje de 14.31%, seguida por la patología disgregación en un porcentaje de 8.07%; de los cuales, un 38.93% del elemento estructural columnas presentan patologías, seguida por el elemento estructural muros de albañilería en un 35.35%, mientras el elemento estructural vigas presentan patologías en un 3.82%.

**Palabras clave:** patologías, patología del concreto, columnas, vigas y muros de albañilería.

## Abstract

This research has as a problem to what extent the determination and evaluation of concrete pathologies in columns, beams and masonry walls in the infrastructure of the Educational Institutions of the Tamburco district, will allow us to know the current state of the structures according to the conditions of the construction process of the same?, and has as a general objective to determine and evaluate the degree of incidence of the pathologies found in columns, beams and walls of masonry in the infrastructure of educational institutions of the district of Tamburco, province of Abancay 2018. The methodology according to the purpose and nature of the research is descriptive, quantitative level, non-experimental design and cross section. The sample population is constituted by the educational institutions Edgar Valer Pinto, Oscar Blanco Galdós and Lord of Exaltation of the district of Tamburco, which were chosen using sampling sistematic probabilistic..

The results reveal that the pathology with greater incidence in the Educational Institutions of the District of Tamburco is the efflorescence of salts with a percentage of 14.31%, followed by the Disintegration pathology in a percentage of 8.07%; of which, 38.93% of the structural element Columns present pathologies, followed by the structural element Masonry Walls in 35.35% while the structural element Beams present pathologies in 3.82%.

**Keywords:** pathologies, pathology of concrete, columns, beams, masonry walls

## Introducción

La presente tesis, se desarrolló con el propósito de determinar y evaluar los tipos de patologías de concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco de la provincia de Abancay.

En las instituciones educativas: N° 54036 “Señor de la Exaltación” del nivel primario, “Óscar Blanco Galdós” del nivel secundario de San Antonio y “Édgar Valer Pinto” del nivel secundario, se ha observado que en su proceso constructivo prevalece la técnica estructural aporticado, que está establecido en pórticos o en placas, o albañilería confinada de muros estructurales que soportan cargas de elementos estructurales como vigas, losa aligerada y también tabiques que soportan su propio peso, cuyo empleo es solo para separar espacios dentro de la infraestructura educativa. El sistema aporticado es el que brinda mayor seguridad a la población escolar. En esta tesis, se enfatizó en la evaluación de los elementos estructurales, en los porcentajes de las distintas patologías presentes en cada uno de los elementos estructurales.

Para el desarrollo de esta tesis, se tuvo el siguiente problema: ¿En qué medida la determinación y evaluación del grado de incidencia de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las Instituciones Educativas del distrito de Tamburco permitirá conocer el estado actual de las estructuras, de acuerdo a las condiciones del proceso constructivo de las mismas?

El objetivo de la presente tesis es determinar y evaluar el grado de incidencia de las patologías del concreto en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, para conocer el estado actual de las estructuras de acuerdo a las condiciones del proceso constructivo de las mismas.

La presente tesis se justificó por la necesidad de conocer las patologías y el nivel de severidad en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco.

La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo, con nivel de investigación descriptivo de diseño no experimental transversal, de tipo de investigación básica; el universo o población está constituida por 12 instituciones educativas del distrito de Tamburco, de los cuales la muestra es 3 instituciones educativas que se obtuvieron aplicando un muestreo adecuado.

La investigación se encuentra conformada por 05 capítulos que son: capítulo I trata del planteamiento del problema; el capítulo II, del marco teórico, el capítulo III, de la metodología, el capítulo IV, de resultados y el capítulo V, de conclusiones y recomendaciones.

De las técnicas de restitución de una construcción, la evaluación y el diagnóstico constituyen el camino tal vez la más trascendental, de acuerdo con su enunciación vendrá el fallo de la intervención. Atinar en el diagnóstico, representa el triunfo de la inversión y por ende en la solución de las patologías ocasionales del inconveniente en las infraestructuras.

## **Capítulo 1**

### **Planteamiento del problema.**

#### **1.1 Descripción de la realidad problemática.**

Las instituciones educativas, objeto de estudio, se encuentran ubicadas en el distrito de Tamburco, las mismas que se encuentra a una altitud de 2602 msnm, que encierran una extensión geográfica de 54.6 km<sup>2</sup>, con una urbe estudiantil de 1502 en el año 2018.

Las infraestructuras educativas con los que cuenta este distrito son en su mayoría construcciones que datan de los años 1990 y 2000 con diferentes tipos de sistemas constructivos.

Entre los métodos constructivos que sobresalen en la zona objeto de tesis, se tiene el sistema muro portante; en el cual se realiza las zapatas, cimentación corrida, sobre cimientos, muros portantes, columnas de confinamiento, vigas de amarre y losas; las mismas que con el pasar de los años fueron deteriorándose en lo que respecta a los diferentes elementos estructurales.

El medio ambiente y los agentes externos (físicos, químicos) han sido los concluyentes con esta avería considerable en los elementos estructurales. Por tal razón, se decidió

considerar como base de estudio para la realización de esta tesis, a éstas infraestructuras educativas, para lo cual se ejecutó un reconocimiento general, tanto de forma interna como de forma externa, logrando así establecer y valorar los diferentes tipos de patologías que éstas presentan respecto a sus elementos estructurales. De esta manera, lograr estadísticas y resultados de la fase actual y condición de servicio según los tipos de patologías que se encuentren en cada elemento estructural de las instituciones educativas.

## **1.2 Formulación e identificación del problema.**

### **1.2.1 Problema general.**

¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco 2018 permitirá conocer el estado actual de las estructuras de acuerdo a las condiciones del proceso constructivo de las mismas?

### **1.2.2 Problemas específicos:**

- a. ¿Cuáles son las patologías del concreto con mayor incidencia en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas?
- b. ¿Cuáles son los porcentajes y estadísticas patológicas encontradas en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones?

## **1.3 Los objetivos de la investigación:**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Determinar y evaluar las patologías del concreto en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco 2018, para conocer el estado actual de las estructuras de acuerdo a las condiciones del proceso constructivo de las mismas.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- a. Determinar las patologías del concreto con mayor incidencia en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas.
- b. Determinar los porcentajes y estadísticas patológicas encontradas en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas.

## **1.4 Justificación de la investigación.**

De acuerdo a la problemática descrita líneas arriba, la presente investigación se justifica por la necesidad de conocer las patologías y el nivel de severidad en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, a fin de advertir posibles desdichas a causa de la ocurrencia de fenómenos naturales como sismos, lluvias, etc; teniendo en cuenta que la infraestructura de las instituciones educativas de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones, está en la clase A de construcciones fundamentales, cuya función no debería interrumpirse seguidamente después que ocurra un evento natural.

Y teniendo en conocimiento los diferentes tipologías de patologías del concreto reconocidas, se planteó iniciar una evaluación, mediante determinación de áreas afectadas en columnas, vigas y muros de albañilería, con el propósito de conseguir los porcentajes de deterioros y los niveles de severidad que presentan las infraestructuras de las instituciones educativas del distrito de Tamburco.

Además, es de conocimiento que la mayor parte de la infraestructura utilizada por las instituciones educativas del distrito de Tamburco, no tienen el mantenimiento periódico por parte de las autoridades educativas de turno y algunos de dichas infraestructuras ya cumplieron su vida útil.

La presente tesis de investigación también será ejecutado como base de datos para la toma de decisiones, la cual pudiera tener en cuenta las instituciones educativas del distrito de Tamburco.

### **1.5 Delimitación de la investigación.**

La investigación se delimitó al estudio de las patologías en elementos estructurales de la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco.

### **1.6 Limitaciones de la investigación.**

- No existe investigaciones similares en la región con respecto a patologías del concreto.
- La bibliografía con respecto al tema de investigación es limitada.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico.**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación.**

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales.**

Chávez y Unquen (2011), en su tesis de “Patologías en edificaciones de concreto armado en Valparaíso-Chile”, cuyo objetivo general fue confeccionar un método de inspección visual de patologías que afectan al concreto armado, para su posterior aplicación, y verificar los tipos de reparaciones necesarios para este tipo de edificaciones, dicha investigación fue de enfoque cuantitativo de nivel descriptivo, de diseño no experimental longitudinal y de tipo de investigación básica y dejó en claro como conclusión que el concreto armado puede sufrir diversas clases de lesiones y/o fallas, las que provendrán del actuar del medio ambiente o el de las personas involucradas en el proceso de diseño, confección y mantención de este material, además se establecieron que las patologías más preponderantes en la ciudad de Punta Arenas tienen relación con las humedades, y las fisuras encontradas en la estructura no mostraron modificación a través de las inspecciones, lo que revela su estado inactivo, indicando que no son un riesgo para la capacidad portante de la estructura.

Avendaño (2006) en su tesis “Detección, tratamientos y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial”, cuyo objetivo fue desarrollar un procedimiento para la detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural y realizar su aplicación a un caso de estudio en infraestructura industrial, la investigación fue de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, de diseño no experimental transversal y de tipo de investigación básica, y concluyó que el profesional debe tener en cuenta que la estructura interactúa con el medio ambiente circundante, por lo que el diseño no solo debe considerar aspectos de resistencia estructural; debe conocer que existen acciones químicas, físicas, mecánicas y biológicas que se deben contemplar, por otro lado, el concreto sufre patologías provocadas por agentes que forman parte de su composición. Las patologías producidas por agentes internos son: reacción álcali – agregado (RAA), formación de etringita diferida (FED) y contracción por secado, además las patologías del concreto tienen su origen no solamente en la etapa de operación, además pueden generarse en la etapa de diseño y construcción de la obra.

Monroy (2007), en su tesis “Patologías en estructuras de concreto armado aplicado a marquesina del parque Saval, Valdivia – Chile”, cuyo objetivo fue identificar y analizar las posibles patologías en edificio de concreto armado, el cual fue de diseño no experimental transversal de nivel aplicativo con un enfoque de investigación cuantitativa, concluyó que el edificio podría estar en mejores condiciones con un mínimo mantenimiento y recomienda un tratamiento superficial, con algún tipo de mortero sellante (Sika) y pintura para proteger el concreto, por otro lado, el edificio en general presentó un estado de conservación aceptable para las intenciones de ser remodelado para cualquier uso que se le quiera dar, sobre todo el edificio en sí, es decir, excluyendo el sector de la marquesina, además, el edificio presentaba patologías en un 20% de su totalidad, además, el edificio en sí, sólo necesitaba de reparaciones menores a excepción de algunas zonas puntuales donde existe corrosión localizada, lo que ha producido en este tensiones internas que son causales de fisuras o descascaramiento en el concreto.

Velasco (2014), en su tesis “Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las

patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y Puente Nacional del departamento de Santander”, cuyo objetivo general fue diagnosticar el estado de la estructura de la edificación del Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco de Paula Santander del municipio de Puente Nacional y del Colegio Interamericano del Municipio de Barbosa Santander, el mismo que fue de diseño no experimental transversal de nivel descriptivo con un enfoque de investigación cuantitativa; en dicha investigación llegó a las siguientes conclusiones de que la edificación de aulas y administrativo de los colegios Instituto Técnico Industrial Francisco de Paula Santander (Puente Nacional) y Colegio Evangélico Interamericano (Barbosa) los cuales fueron objeto del presente estudio, presentan un riesgo latente para la comunidad debido a que tienen una estructura que en cuanto a su configuración estructural no es adecuada para resistir fuerzas horizontales en la eventualidad de un sismo de diseño debido a que el sistema estructural es aporticado en dos dimensiones.

Herrera (2016), en su tesis “Estudio de las patologías en elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en la ciudad de Guayaquil”, la misma que tuvo como objetivo general aplicar criterios técnicos para controlar, regular e inclusive evitar patologías en los elementos constructivos elaborados en un sistema de albañilería estructural o portante, fue de enfoque cualitativo, de nivel explicativo y de tipo de investigación aplicada; y tuvo como conclusiones que el conocimiento de las patologías constructivas como son (ampollado, asentamiento, eflorescencia, fisura miento y grietas) por ser de diferentes características su aparición, debido a la clase de material que es atacado: suelos, madera, piedra natural y artificial, concreto simple o armado, acero, acabados, material para instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, debe ser de continua actualización por parte de los constructores, por otro lado, la probable solución que el constructor decida proporcionar al tipo de patología surgida, corresponderá además a condicionantes estéticas, económicas y de seguridad. Sin embargo, no escatimará ningún esfuerzo para que la solución resulte la apropiada por resistencia y duración, además, a la magnitud del problema a resolver: leve, moderado o grave, le corresponderá siempre una solución de baja, mediana o alta complejidad.

### 2.1.2 Antecedentes nacionales.

Peña (2016), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la institución educativa 607443 Enry Herve Linares Soto, distrito de Belen, provincia de Maynas, región Loreto, Marzo – 2016”, dicha investigación fue de nivel descriptivo, con enfoque cualitativo, de tipo básico, de diseño no experimental transversal; en cuya investigación concluyó que el 5.53% de todo el cerco perimétrico tiene presencia de patología y el 94.47 % no tiene presencia de patología; además, las patologías que más se presentan en la infraestructura del cerco perimétrico eran la eflorescencia (3.64 %); fisuras (1.30 %); distorsión (0.25 %); erosión (0.23 %); grietas (0.11%) y, la evaluación se encontraba con un nivel de severidad leve.

López y López (2014), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito San Juan Bautista, provincia de Huamanga Ayacucho”, dicha investigación tuvo como objetivo, determinar el tipo de patologías del concreto que existen en las pistas de todas y cada una de las calles del distrito de San Juan Bautista de enfoque cualitativo, de nivel descriptivo, de tipo no experimental transversal; en el mismo que concluyó que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos del cercado del distrito de la provincia de Huamanga, fueron grietas lineales con un porcentaje de 40.65% , pulimientos de agregados 29.00% , grietas de esquina 22.77% , escala de 7.11%.

Quispe (2016), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimiento y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico del depósito de comercio de la manzana 13-14, lote 1 del Pueblo Joven Miraflores Alto Tercera Zona, distrito de Chimbote, provincia de Santa, región Áncash - marzo, 2016”, dicha investigación tuvo como objetivo, determinar y evaluar las patologías del concreto en columnas, muros, vigas y sobrecimiento de albañilería confinada del cerco perimétrico del depósito de comercio de la manzana 13-14, lote 1 del Pueblo Joven Miraflores Alto Tercera Zona, distrito Chimbote, provincia Santa, Región Áncash – marzo, 2016, la misma que fue de enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y de tipo básico de diseño no experimental de corte transversal y concluyó que el 8.46% de todas las muestras evaluadas tenían presencia de patologías y el 91.54% no tiene

ninguna presencia patológica, además, los tipos de patologías encontrados en la estructura de albañilería confinada, fueron desintegración con un área afectada de 3.37 M<sup>2</sup> y un porcentaje afectado de 6.01%, grieta con un área afectada de 16.30 M<sup>2</sup> y un porcentaje afectado de 29.07%, fisura con un área afectada de 6.55 M<sup>2</sup> y un porcentaje afectado de 11.68%, de laminación con un área afectada de 25.23 M<sup>2</sup> y un porcentaje afectado de 44.99% y eflorescencia con un área afectada de 4.63 M<sup>2</sup> y un porcentaje afectado de 8.26%.

Cusipoma (2016), es su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto de albañilería confinada del cerco perimétrico de la institución educativa inicial Simón Bolívar 104, distrito de Jesús Nazarenas, provincia de Huamanga, región Ayacucho, Abril – 2016”, la misma que tuvo como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto de albañilería confinada de la institución educativa inicial 104, Simón Bolívar, distrito de Jesús Nazarenas, provincia de Huamanga, región Ayacucho, a partir de la determinación y la evaluación de las patologías del mismo, dicha investigación fue de enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y de tipo básico, con diseño no experimental de corte transversal, tuvo como conclusión que el 16.00% de todas la muestras evaluadas del cerco perimétrico tiene presencia de patología y el 84.00% no tenían presencia de patología; además los tipos de patologías del concreto existentes en el cerco perimétrico, fueron distorsión (5.25%), disgregación (6.18%), grieta (1.98%), fisura (1.27%), erosión (0.80 %) y corrosión (0.53 %).

Alvarado (2011), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías en muros de albañilería de instituciones educativas sector oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura 2011”, la misma que tuvo como objetivo determinar y evaluar el grado de incidencia de las patologías encontradas en la infraestructura en albañilería de las instituciones educativas del Sector Oeste, específicamente en Las Urbanizaciones: La Urb. Alborada, Urb. Piura, (la 14007, la López Albújar, la 14009 Selmira de Varona, la 15011 Francisco Cruz Sandoval), I.E N° 021 en la Urb. los Ficus la I.E. Jorge Basadre del A.H Santa Rosa, y fue de enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y de tipo básico de diseño no experimental de corte transversal, y tuvo como conclusión que el 88.52 % (incluida ambientes y cercos), de las 7 instituciones educativas evaluadas y ubicadas en una parte del Sector Oeste se encuentran a nivel ningún/muy leve en lo que respecta a eflorescencia de salitre, por otro lado el 2.84 %

(incluido ambientes y cercos) de las 7 instituciones educativas, ubicadas en una parte del Sector Oeste de la ciudad de Piura distrito de Piura, se encuentran en el nivel leve en la falla de eflorescencia de salitre, además, el 5.40 % (incluido ambientes y cercos) de las 7 Instituciones Educativa, ubicadas en una parte del Sector Oeste de la ciudad de Piura distrito de Piura, se encuentran en el nivel moderado en la patología de eflorescencia de salitre.

Saldaña (2016), en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro de albañilería del Mercado Buenos Aires, distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, 2016”, la misma que tuvo como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto en vigas, columnas y muros de albañilería del mercado buenos aires, distrito de nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, septiembre 2016, para establecer el nivel de severidad de la edificación, la investigación fue de enfoque cualitativo, de nivel descriptivo y de tipo básico de diseño no experimental de corte transversal; y concluyó que en vigas, columnas y muros de albañilería de la edificación, la erosión presenta el 0.77% del área total observada, las grietas el 2.12%, las fisuras el 1.66%, el desprendimiento el 1.29%, la eflorescencia el 20.47 % y la corrosión 0.98%, además, obtuvo que la patología predominante es la eflorescencia con un 20.47% con un nivel de severidad media; por otro lado, el nivel de severidad de la muestra que comprenden vigas, columnas y muros de albañilería confinada era de nivel media, siendo la patología más perjudicial a corto plazo la corrosión en el caso de vigas estructurales, y a largo plazo la eflorescencia, en las columnas la patología más perjudicial es la corrosión, y en el muro de albañilería la patología más perjudicial es la eflorescencia; también logró identificar que el área afectada tiene un total de 27.28%, mientras que el área no afectada fue de 72.72%; Así mismo identificó 6 patologías del concreto, erosión, grietas, fisuras, desprendimiento, eflorescencia y corrosión.

## 2.2 Bases teóricas.

### 2.2.1 Tipos de albañilería.

#### Albañilería simple.

“Se le conoce también como no reforzada y es la construcción que no tiene dirección técnica, tanto en el diseño como en la construcción de la edificación, absorbiendo los muros las limitadas cargas de la estructura. Su fabricación de la albañilería simple es artesanal y se construye con ladrillos cocidos o adobes o piedra” (Villareal, 2013, pág. 07).

Las ventajas y desventajas de la albañilería simple son las siguientes:

Tabla 1  
*Ventajas y desventajas de albañilería simple.*

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Gran capacidad de aislamiento auditivo y térmico.	Poca resistencia ante las cargas adyacentes de sismo
Costo económico de construcción por material de la zona y mano de obra ganga	El proceso constructivo es lento
	La construcción es muy pesada

Fuente: Albañilería sismorresistente de Villareal.

#### Albañilería confinada.

Es una metodología de construcción de una vivienda con perímetros de concreto armado.

“Es aquella reforzada con confinamientos, es decir, un conjunto de elementos con refuerzos horizontales y verticales, cuya función es la de transmitir las cargas al terreno de fundación. Estos muros están enmarcados por columnas y vigas de refuerzo en sus cuatro lados. Las edificaciones de albañilería confinada se construyen con ladrillos cerámicos o sílico-calceos más concreto” (Villareal, 2013, pág. 07)

Se puede afirmar que esta técnica es la más empleada en el medio, puesto que es un proceso constructivo que brinda las garantías de seguridad.

Las ventajas y desventajas son las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 2  
*ventajas y desventajas de albañilería confinada.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alta resistencia al ímpetu, porque se usa materiales tratados.	El espesor del muro quita área a los ambientes
Es la técnica más utilizada en el medio	No se podrán realizar modificaciones futuras como nuevos vanos y otros.
Fácil de conseguir la mano de obra que conozca el sistema.	No se puede alzar muros más de 1.20 m de altura por día
Posee buenas propiedades térmicas y auditivas	
Es muy resistente a sismos, pudiéndose construir hasta 5 pisos.	

Fuente: Albañilería sismorresistente de Villareal.

### **Albañilería armada.**

“Es la albañilería reforzada con varillas de acero incorporadas, de tal manera que ambos materiales actúan conjuntamente para resistir los esfuerzos. Se construye con bloques de concreto” (Villareal, 2013, pág. 07).

Tabla 3  
*Ventajas y desventajas de la albañilería armada.*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alta resistencia al fuego, porque usa materiales incombustibles	Gran espesor del muro, lo cual quita área a los ambientes.
No requiere encofrados	No se podrán realizar modificaciones futuras en los muros de carga
Requiere poco mortero.	Requiere mano de obra calificada
Requiere herramientas convencionales.	Requiere mayor control de obra
Es muy resistente ante sismos.	

Fuente: Albañilería sismorresistente de Villareal (2013)

### **2.2.2 Infraestructura educativa.**

Es la parte física de la prestación educativa y está compuesto por construcciones, instalaciones eléctricas, sanitarias, mobiliario y equipamiento.

“Se denomina edificación de uso educativo a toda construcción destinada a prestar servicios de capacitación y educación y sus actividades complementarias” (RNE, 2015, pág. 374).

### **2.2.3 Patología**

Las patologías son las enfermedades que puede sufrir el concreto, a consecuencia de factores externos como internos.

La palabra patología etimológicamente, procede de las raíces griegas pathos y logos, y se podría definir, en términos generales, como el estudio de las enfermedades. Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución (Broto, 2006, pág. 31).

Así como se define el autor, la patología es la ciencia que estudia a las deficiencias que están presentes en las infraestructuras de concreto.

Las patologías afectan el confort de los seres humanos, alterando de cierta manera, la calidad de vida. Al iniciar la inspección ocular por la aparición de patologías, los síntomas más habituales que nos indican la existencia de las mismas son la presencia de: rugosidades, ampollas, cambios de coloración como por ejemplo manchas de color ferroso, grietas, fisuras, desprendimientos y en casos más extremos la existencia de exfoliación (Loustaunau, 2013, pág. 02).

Una forma simple de catalogar las patologías que se muestran en las construcciones, es subdividir las según su origen. Según ello, las patologías pueden surgir por tres motivaciones: defectos, daños o deterioro.

Las patologías de concreto que surgen por defectos, son aquellas afines con las características internas del elemento estructural, son los efectos que salen en la construcción fruto de un diseño errado, una equivocada disposición estructural, una construcción mal ejecutada, o una aplicación de materiales defectuosos o inadecuados en la obra. Para prevenir los desperfectos en las construcciones, es necesaria la

mediación de personal competente y honesto durante la manufactura y realización del proyecto. Es decir, estas patologías deben ser evitadas, inspeccionadas y rectificadas por individuos expertos en el tema.

Por otra parte las patologías originadas por daños son las que se exteriorizan durante y/o luego del suceso de una fuerza o agente exterior a la construcción. Los daños pueden ser fruto de la ocurrencia de un suceso natural, como un sismo, una avenida, un derrumbe, u otros. Pero también, pueden aparecer daños en los elementos estructurales originados por el uso impropio de las mismas, por ejemplo, el caso en el que la construcción es obligada a aguantar un peso superior al que fue pensado primeramente (sobrecarga). Los daños muchas veces son inevitables, pero se pueden reducir; no podemos frenar que ocurra un evento natural, pero sí podemos hacer que éste no se convierta en una catástrofe.

Otro origen de las patologías, puede ser el deterioro de la construcción. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el pasar del tiempo, la estructura va mostrando expresiones que deben ser atendidas con urgencia.

“Por esta razón, es de vital importancia para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayuda a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo” (Astorga y Rivero, 2009, pág. 02).

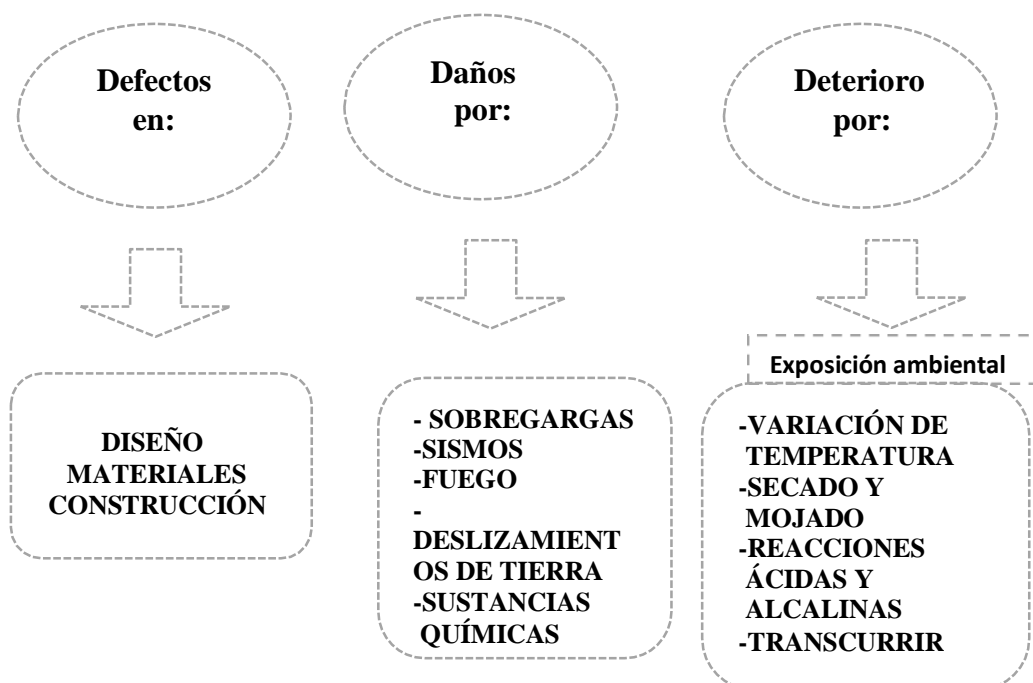


Figura 1: Clasificación general de patologías en las edificaciones.

### Tipología del proceso patológico.

Patologías físicas son todas aquellas que se generan a causa de fenómenos físicos como heladas y condensaciones. Las causas físicas más frecuentes son: humedad, erosión y suciedad, por otro lado, las patologías mecánicas son aquellas en la que prepondera un componente mecánico que incita movimientos, deterioro, grietas, separaciones de materiales; podemos fraccionar este tipo de lesiones en cinco apartados diferenciados: deformaciones, grietas, fisuras, desprendimiento y erosiones mecánicas, y patologías químicas son las lesiones que se originan a partir de un proceso patológico de carácter químico, es decir, por la aparición de sales, ácidos que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad. Se denominan eflorescencias, oxidaciones o corrosiones (Enciclopedia Broto, 2006, pág. 51)

#### a. Fisura

“Se denomina fisura a la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad” (Muñoz, 2001, pág. 11).

Las categorías de los anchos según ACI son los siguientes:

Tabla 4  
*Tipos de fisuras*

<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Fina	Menores de 1 mm
Media	Entre 1 y 2 mm
Ancha	Mas de 2 mm

Fuente: Evaluación de patologías según Muñoz (2001).

#### Fisuración del concreto en estado plástico.

La fisuración por retracción plástica ocurre cuando está subyugado a una pérdida de humedad muy rápida incitada por una mezcla de elementos que contienen las temperaturas del aire y el concreto, la humedad relativa y la velocidad del viento

en la superficie del concreto. Estos factores pueden combinarse de manera de provocar niveles altos de evaporación superficial tanto en clima caluroso como en clima frío y la fisuración por precipitación de los agregados sucede luego de su distribución inicial, vibrado y el acabado, puesto que el concreto tiende a prolongar consolidándose. Durante esta fase el concreto plástico puede estar restringido por las armaduras o por los encofrados. Estas restricciones delimitadas pueden provocar vacíos y/o fisuras adyacentes al elemento que impone la restricción (Barlow y Barth, 1993, pág. 02)

### **Fisuración del concreto endurecido.**

#### **Retracción por secado.**

Una causa usual de la fisuración del concreto es la restricción de la retracción por secado. La retracción por secado es incitada por la pérdida de humedad de la pasta cementicia, la cual se puede contraer hasta un 1%. Por fortuna los agregados suministran una restricción interna que disminuye la dimensión de este cambio de volumen a cerca de 0.06%. Cuando se humedece el concreto tiende a incrementar su volumen. Estos cambios volumétricos inducidos por los cambios de humedad son una característica propia del concreto (Barlow y Barth, 1993, pág. 03)

#### **Tensiones de origen térmico.**

Las variaciones de temperatura dentro de una estructura de concreto pueden ser incitadas por porciones de la estructura que disipan calor de hidratación a desiguales velocidades, o por contextos climáticas que enfrían o calientan una parte de la estructura hasta una mayor temperatura o con una mayor velocidad que otra. Estas variaciones de temperatura generan cambios volumétricos diferenciales. Si las tensiones de tracción generadas por los cambios volumétricos diferenciales superan la capacidad de deformación por tracción del concreto, éste se fisurará (Barlow y Barth, 1993, pág. 04).

#### **Reacciones químicas.**

Algunas reacciones químicas pueden provocar la fisuración del concreto. Estas reacciones pueden ser fruto de los materiales utilizados para preparar el concreto, o de los materiales que están en contacto con el concreto una vez endurecido, por ejemplo, el agua usada para el curado, el nivel freático, las soluciones

alcalinas almacenadas o empleadas en la estructura terminada (Barlow y Barth, 1993, pág. 06)

### **Prácticas constructivas inadecuadas.**

Existe una gran diversidad de prácticas constructivas impropias cuyo secuela puede ser la fisuración del concreto. Entre ellas la más usual es la costumbre de añadir agua al concreto para mejorar su trabajabilidad. El agua añadida reduce la resistencia, acrecienta el asentamiento y aumenta la retracción por secado.

La falta de curado aumentará el grado de fisuración de una estructura de concreto.

#### **Métodos de reparación de fisuras:**

- Inyección de resinas epoxi.
- Perfilado y sellado.
- Costura de fisuras.
- Llenado con mortero.

### **b. Eflorescencia**

La eflorescencia es un tipo de patología que tiene origen en la humedad en contacto con el concreto.

Se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material (Broto (2006) pág. 34)

La eflorescencia es un fenómeno que sucede cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto y migra a la superficie a través de la acción capilar. Cuando estas sales llegan a la superficie, reaccionan con el CO<sub>2</sub> en el aire y al evaporarse dejan un depósito mineral que es el de carbonato de calcio. La eflorescencia puede ser inducida por la lluvia, agua estancada, aspersores, bajas temperaturas de condensación, rocío, el agua que se añade a la superficie del concreto fresco para facilitar el acabado, en fin cualquier humedad sobre la superficie, porque el agua provoca la reacción para producir la eflorescencia (Euclid Group Toxement, 2017, pág. 02).

### c. Corrosión

La corrosión es una patología que se origina a consecuencia de fisuras en el concreto que permiten el acceso de la humedad, oxígeno; además, genera la pérdida de sección transversal del acero disminuyendo la resistencia a la tracción.

La corrosión de un metal es un proceso electroquímico que demanda un agente oxidante, humedad y flujo de electrones dentro del metal; se producen una serie de reacciones químicas en la superficie del metal y cerca de la misma.

La clave para proteger un metal contra la corrosión es la (protección catódica).

“Las fisuras permiten que el oxígeno, la humedad y los cloruros ingresen fácilmente; por lo tanto, las pequeñas fisuras radiales pueden crear una condición que acelerará la corrosión y la fisuración” (Barlow y Barth, 1993, pág. 06)

La corrosión es la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades; para el acero embebido en el concreto, la corrosión da como resultado la formación de óxido que tiene 2 a 4 veces el volumen del acero original y la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas. La corrosión produce además descascaramiento y vacíos en la superficie del acero de refuerzo, reduciendo la capacidad resistente como resultado de la reducción de la sección transversal (National Ready Mixed Concrete Association, 2018, pág. 01)

#### ¿Cómo prevenir la corrosión?

Este tipo de patología es muy perjudicial cuando no se controla en su debido momento, puesto que reduce progresivamente la sección del acero.

“La primera defensa contra la corrosión del acero en el concreto es la calidad del concreto y un recubrimiento suficiente alrededor de las barras de refuerzo. El concreto de calidad tiene una relación agua/material cementante (A/C) que es lo suficientemente baja para disminuir la penetración de las sales de cloruro y el desarrollo de la carbonatación. La relación A/C debe ser menor de 0.5 para reducir el ritmo de carbonatación y menor de 0.4 para minimizar la penetración de los cloruros” (National Ready Mixed Concrete Association, 2018, pág. 03).

Los concretos con bajas relaciones a/c pueden ser producidos mediante:

- El incremento del contenido de cemento.
- La reducción del contenido de agua utilizando aditivos reductores de agua y superplastificantes.
- El uso de mayores cantidades de cenizas volantes, escorias u otros materiales cementantes.

Otro ingrediente para la buena calidad del concreto es el aire incorporado, es necesario proteger al concreto de los daños por ciclos de hielo y deshielo, el aire incorporado reduce también la exudación y el incremento de la permeabilidad debido a los canales del agua de exudación.

El concreto debe estar adecuadamente compactado y curado. Se necesita un curado húmedo mínimo de 7 días a 21°C para el concreto con relación A/C de 0.4. Numerosos estudios muestran que la porosidad del concreto se reduce significativamente con el incremento del tiempo de curado y por ende se mejora la resistencia a la corrosión.

Se puede lograr una mayor resistencia a la corrosión mediante la utilización de aditivos para el concreto. La microsílíce(humo de sílice), las cenizas volantes y las escorias de alto horno, reducen la permeabilidad del concreto a la penetración de los iones cloruro.

#### **d. Delaminación**

La delaminación, es un tipo de patología que se presenta en el concreto, cuando no hay buena adherencia, una inadecuada dosificación de la mezcla y a consecuencia del curado deficiente.

Las delaminaciones de la superficie de una losa pueden variar desde algunas pulgadas cuadradas (o  $\text{cm}^2$ ) hasta un área de bastantes pies cuadrados (o  $\text{M}^2$ ) y pueden ser detectadas por un sonido hueco cuando se golpea con un martillo o con una pesada cadena de arrastre. Este tipo de superficies también pueden mostrar agrietamiento y diferencias de color debido al rápido secado de la superficie fina durante el curado.

Las delaminaciones se forman en la última fase durante el proceso de acabado, después de la nivelación y después del primer alisado.

La evaporación rápida del agua de exudación (sangrado) debido al secado de la superficie (por el viento, el sol o una baja humedad) hace que la superficie parezca estar lista para el acabado con llana, mientras que el concreto subyacente está en estado

plástico y puede aún exudar o liberar aire (National Ready Mixed Concrete Association, 2018, pág. 01).

#### e. Disgregación

Las disgregaciones son roturas que se producen desde el interior del concreto por esfuerzos internos, que produzcan fuertes tracciones, que el concreto no puede resistir.

Las disgregaciones pueden producirse por causas muy diversas. Así la corrosión de armaduras o las deformaciones muy fuertes, que producen disgregación al helarse agua que haya podido penetrar en cavidades internas.

#### f. Grieta

Este tipo de patología ocurre cuando la fisura inicial, logra traspasar al elemento estructural o no estructural de un lado a otro.

Grieta es una abertura longitudinal, con ancho mínimo de 1mm, que se produce en un cuerpo sólido debido a diferentes circunstancias tales como acciones exteriores o interiores.

Una grieta es aquella que alcanza todo el espesor de un elemento constructivo debilitándolo en su función estructural y no estructural, ya sea en columnas, vigas, viguetas, tabiques y revestimientos (Astorga y Rivero, 2009, pág. 42).

### 2.4 Operacionalización de variables e indicadores.

*Tabla 5*  
*Operacionalización de variables.*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>
Patologías del concreto	La determinación o establecimiento de las patologías encontradas en las columnas, vigas y muros de albañilería confinada en la infraestructura de las	o fisuras, grieta, corrosión, delaminación , eflorescencia,	Variabilidad en grado de afectación	Área con patología área de falla Nivel de severidad leve moderado

---

instituciones educativas disgregación, severo  
del distrito de Tamburco,  
provincia de Abancay,  
Región Apurímac.

---

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Definición de términos básicos.

### **Albañilería**

“Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido” (RNE, 2015, pág. 502).

### **Acabados**

Materiales que se instalan en una edificación y que se encuentran integrados a ella, con el fin de darles condiciones de uso a los ambientes que la conforman. Son acabados los pisos, cielorrasos, recubrimientos de paredes y techos, carpintería, vidrios y cerrajería, pintura, aparatos sanitarios y grifería (Empresa Editora Macro, 2015, pág. 17).

### **Edificación**

“Obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella” (Empresa Editora Macro, 2015, pág. 18).

### **Unidad de albañilería.**

“Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular” (Empresa Editora Macro, 2015, pág. 503).

### **Cimentación**

“Es el elemento estructural que transmite las cargas de la estructura al terreno de fundación, pudiendo ser zapata aislada: centrada, excéntrica y esquinada, zapata

combinada, zapata conectada, cimiento corrido, platea de cimentación y pilotes” (Villareal, 2013, pág. 16).

### **Suelos**

“Agregados naturales de partículas minerales granulares y cohesivas separables por medios mecánicos de poca energía o por agitación de agua” (Empresa Editora Macro, 2015, pág. 107).

## **Capítulo 3**

### **Metodología**

#### **3.1 Método de la investigación.**

La investigación que se desarrolló de acuerdo al enfoque es cuantitativo – deductivo, puesto que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación, la recolección de los datos se fundamenta en la medición (Hernandez Sampieri, 2014, pág. 05).

#### **3.2 Diseño de la investigación.**

“Diseño, plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (Hernandez Sampieri, 2014, pág. 128).

- Es no experimental, porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio, además no se manipulan las variables.
- Es de corte transeccional o transversal, porque se está recolectando las muestras de cada institución educativa en un único momento.

“Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en

forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables” (Hernandez Sampieri, 2014, pág. 158).

### 3.3 Tipo y nivel de la investigación.

La investigación desarrollada fue de tipo básica, con enfoque cuantitativo y tomando como referencia a Hernández Sampieri, el nivel de investigación de descriptivo puesto que consta de una sola variable.

- Es de nivel descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla.

La metodología aplicada para el cumplimiento de los objetivos propuestos para la investigación se detalla a continuación:

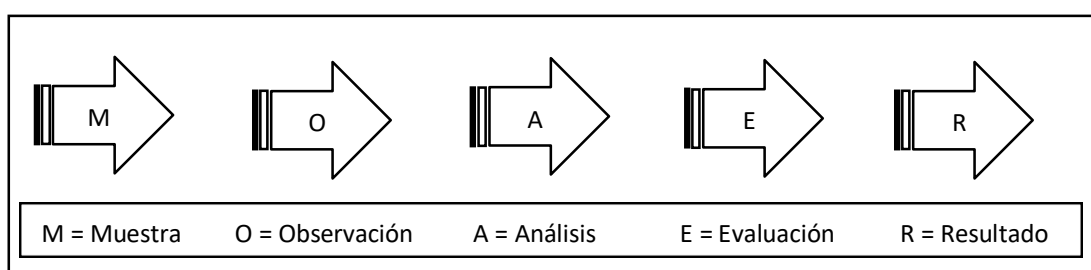


Figura 2. Diseño de la Investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Población, muestra de la investigación y muestreo.

#### 3.4.1 Universo o población.

Los criterios de selección de una población son:

- **Homogeneidad:** Que todo miembro de la población tengan las mismas características según las variables que vayan a considerar en el estudio o investigación.
- **Tiempo:** Se refiere al periodo del tiempo donde se ubicaría la población de interés. Determinar si el estudio es del momento o si se van a entrevistar personas de diferentes generaciones.
- **Espacio:** Se refiere al lugar donde se ubica la población de interés.
- **Cantidad:** Se refiere al tamaño de la población. El tamaño de la población es sumamente importante porque ello determina o afecta el tamaño de la muestra que se va seleccionar (Wong y Gamarra, 2016, pág. 136).

La presente investigación fue ejecutada en el distrito de Tamburco, la misma que fue seleccionado por el autor tomando las siguientes consideraciones:

- Facilidad de acceso.
- Lugar de residencia del autor.
- Problemática de las patologías presentes en las infraestructuras educativas.

En tal sentido, nuestro universo está conformado por doce (12) instituciones educativas (I.E.) del distrito de Tamburco, estas instituciones comprenden el nivel inicial, primario y secundario, así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

*Lista de las instituciones educativas del distrito de Tamburco*

<b>Nro</b>	<b>Código modular</b>	<b>Nombre de IE</b>	<b>Nivel / Modalidad</b>	<b>Dirección de IE</b>
1	753921	208 “Micaela Bastidas Puyucagua”	Inicial - Jardín	Calle Coronel Gonzales s/n
2	753855	155	Inicial - Jardín	Carretera Bancapata
3	507806	“Édgar Valer Pinto”	Secundaria	Avenida Garcilaso
4	237719	54076	Primaria	Maucacalle s/n
5	237339	54038	Primaria	Carretera San Antonio
6	237321	54037	Primaria	Avenida Coronel Gonzales
7	237313	54036 “Señor de la Exaltación”	Primaria	Avenida “Túpac Amaru” 129
8	1581073	1117	Inicial - Jardín	Víctor Acosta Ríos
9	701755	“Micaela Bastidas Puyucagua”	Secundaria	Avenida Coronel Gonzales s/n
10	724898	102 Adamariz Figueroa Yábar	Inicial - Jardín	Maucacalle
11	1581123	54036 “Señor de Exaltación”	Inicial - Jardín	Avenida Túpac Amaru 129
12	671446	“Óscar Blanco Galdos”	Secundaria	Carretera San Antonio

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

### 3.4.2 Muestra

La muestra estará conformada por las instituciones educativas del distrito de Tamburco, las mismas que tienen la probabilidad de ser escogidos.

“Muestra es el subconjunto de la población; para que un sector de la población sea considerada como muestra, se requiere que todos los elementos de ella pertenezcan

a la población. No serán muestras cuando algunos sujetos de la muestra no pertenecen a la población” (Wong y Gamarra, 2016, pág. 138).

### 3.4.3 Muestreo

De acuerdo a la cantidad de población y basado en la teoría del muestreo, el tipo de muestreo a aplicar es probabilístico de tipo sistemático.

Según Wong y Gamarra (2016) “el muestreo probabilístico sistemático es una técnica en la cual se requiere, listados de los sujetos que pueden estar identificados por sus nombres o por sus códigos numéricos” (pág. 142).

Por tanto, se conoce el tamaño de la población ( $P = 12$ ), y el tamaño de la muestra ( $m = 3$ ), que de acuerdo al tipo de muestreo que se utiliza, este es a criterio del investigador.

El procedimiento es como sigue:

Se tiene una población de 12 sujetos y se quiere seleccionar una muestra de 03 sujetos, por tanto, dividimos la población por el tamaño de la muestra, esto es:

$$k = \frac{P}{m} = \frac{12}{3} = 4 \dots\dots\dots(1)$$

El tamaño de los intervalos que vamos a seleccionar es 4, es decir, que tendremos 3 intervalos de tamaño 4 cada uno.

Seleccionamos un número al azar de 1 al 4 que en este caso resultó el número 2.

Seguidamente, se aplica la constante a partir del número 2, es decir, los otros elementos de la muestra se obtienen sumando  $k = 4$  al anterior, esto es:

$$\begin{aligned} M_1 &= 2 \\ M_2 &= M_1 + k = 2 + 4 = 6 \\ M_3 &= M_2 + k = 6 + 4 = 10 \end{aligned}$$

La tabla siguiente muestra la codificación de las instituciones educativas del distrito de Tamburco y en la columna derecha se procedió a utilizar funciones aleatorio sin repetición y jerarquía del Microsoft Excel 2016.

	Nro	Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Dirección de IE	Numeración aleatorio
0.557811036	1	753921	208 MICAELA BASTIDAS PUYUCAHUA	Inicial - Jardín	CALLE CORONEL GONZA	=JERARQUIA(A4;A\$4:A\$15)
0.333824248	2	753855	155	Inicial - Jardín	CARRETERA BANCAPATA	JERARQUIA(número; referencia; [orden])

Figura 3. Funciones de Excel 2016 utilizados para el muestreo.

Tabla 7

Procedimiento de muestreo.

Nro	Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Dirección de IE	Numeración aleatorio
1	753921	208 “Micaela Bastidas Puyucahua”	Inicial Jardín	Calle Coronel Gonzales s/n	3
2	753855	155	Inicial Jardín	Carretera Bancapata	8
3	507806	“Édgar Valer Pinto”	Secundaria	Avenida Garcilaso	10
4	237719	54076	Primaria	Maucacalle s/n	11
5	237339	54038	Primaria	Carretera san Antonio	5
6	237321	54037	Primaria	Avenida Coronel Gonzales	9
7	237313	54036 “Señor de Exaltación”	Primaria	Avenida Túpac Amaru 129	6
8	1581073	1117	Inicial Jardín	Víctor Acosta Ríos	7
9	701755	Micaela Bastidas Puyucahua	Secundaria	Avenida Coronel Gonzales s/n	4
10	724898	102 Adamariz Figueroa Yábar	Inicial Jardín	- Maucacalle	1

11	1581123	54036	“Señor de Inicial Jardín	-	Avenida Amaru 129	Túpac	12
12	671446	“Óscar Blanco Galdós”	Secundaria		Carretera Antonio	San	2

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, la muestra en estudio conformada por tres (3) instituciones educativas del distrito de Tamburco que son:

Tabla 8  
*Muestra de la investigación.*

<b>Código modular</b>	<b>Nombre de IE</b>	<b>Nivel / Modalidad</b>	<b>Dirección de IE</b>	<b>MUESTRA</b>
0671446	“Óscar Blanco Galdos”	Secundaria	Carretera San Antonio	M1
0237313	54036 “Señor de Exaltación”	Primaria	Avenida Túpac Amaru 129	M2
0507806	“Édgar Valer Pinto”	Secundaria	Avenida Garcilaso	M3

Fuente: Resultado del muestreo probabilístico sistemático.

### **Ficha de datos de cada institución educativa.**

- a. Institución Educativa “Óscar Blanco Galdós”

Tabla 9  
*Ficha de datos I.E. “Óscar Blanco Galdós”*

<b>Código modular</b>	<b>0671446</b>	<b>Dirección</b>	<b>Carretera San Antonio</b>
Anexo	0	Localidad	SALINAS
Código de local	044508	Centro poblado	SAN ANTONIO
Nivel/modalidad	Secundaria	Área censal (500 habitantes)	Rural

Forma	Escolarizado	Distrito	Tamburco
Género	Mixto	Provincia	Abancay
Tipo de gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Apurímac
Gestión / Dependencia	Pública - Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	030001
Director(a)	Tapia Fuentes, Tulio	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Abancay
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2018)	No Aplica
Correo electrónico		Latitud	-13.6069
Página web		Longitud	-72.8566
Turno	Continuo solo en la mañana		
Tipo de programa			
Estado	Activo		

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

Tabla 10  
*Matricula por periodo según grado 2004 – 2018.*

	2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Total</b>	127	96	97	103	91	85	86	61		43	50	49	48	56	55
<b>1° Grado</b>	36	17	32	33	11	16	14	13		6	13	8	5	14	9
<b>2° Grado</b>	26	18	12	29	30	12	16	11		10	8	13	10	8	16
<b>3° Grado</b>	23	16	17	11	22	28	9	11		8	13	8	12	11	9
<b>4° Grado</b>	18	28	17	18	12	18	26	7		8	9	12	12	14	10
<b>5° Grado</b>	24	17	19	12	16	11	21	19		11	7	8	9	9	11

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

## b. Institución Educativa 54036 “Señor de Exaltación”.

Tabla 11

Ficha de datos I.E. 54036 “Señor de Exaltación”.

<b>Código</b>	<b>0237313</b>	<b>Dirección</b>	<b>Avenida Túpac Amaru 129</b>
<b>modular</b>			
Anexo	0	Localidad	
Código de local	044481	Centro Poblado	Tamburco
Nivel/modalidad	Primaria	Área Censal (500 Habitantes)	Urbana
Forma	Escolarizado	Distrito	Tamburco
Género	Mixto	Provincia	Abancay
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Apurímac
Gestión / Dependencia	Pública - Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	030001
Director(a)	Ponce Valer, Nalda Clara	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Abancay
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2018)	Polidocente completo
Correo electrónico		Latitud	-13.6238
Página web		Longitud	-72.873
Turno	Continuo solo en la mañana		
Tipo de programa			
Estado	Activo		

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

Tabla 12  
Matrícula por periodo según grado 2004 – 2018.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Total</b>	418	408	377	318	292	253	276	277	273	245	236	249	249	242	240
<b>1°</b>	55	61	51	40	49	36	47	46	27	26	39	40	39	40	38
<b>Grado</b>															
<b>2°</b>	59	55	52	45	50	41	44	47	55	30	29	35	43	43	38
<b>Grado</b>															
<b>3°</b>	77	63	59	50	38	49	51	45	47	55	34	38	36	44	45
<b>Grado</b>															
<b>4°</b>	91	78	56	51	51	36	46	50	40	42	48	38	35	37	49
<b>Grado</b>															
<b>5°</b>	61	88	75	62	52	50	38	49	49	43	43	49	44	34	34
<b>Grado</b>															
<b>6°</b>	75	63	84	70	52	41	50	40	55	49	43	49	52	44	36
<b>Grado</b>															

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

c. Institución Educativa “Édgar Valer Pinto”.

Tabla 13  
Ficha de datos I.E. “Édgar Valer Pinto”

<b>Código modular</b>	<b>0507806</b>	<b>Dirección</b>	<b>Avenida Garcilaso</b>
Anexo	0	Localidad	Tamburco
Código de local	044546	Centro Poblado	Tamburco
Nivel/modalidad	Secundaria	Área Censal (500 Habitantes)	Urbana
Forma	Escolarizado	Distrito	Tamburco
Género	Varones	Provincia	Abancay
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Apurímac
Gestión /	Pública - Sector	Código de DRE	030001
Dependencia	Educación	o UGEL que supervisa el S. E.	
Director(a)	Monzón Sequeiros Edwing	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Abancay

Teléfono	Característica	No aplica
	(Censo Educativo 2018)	
Correo electrónico	Latitud	-13.6209
Página web	Longitud	-72.8762
Turno	Continuo solo en la mañana	
Tipo de programa		
Estado	Activo	

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

Tabla 14  
*Matrícula por periodo según grado 2004 – 2018.*

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Total</b>	397	333	292	276	278	286	232	213	158	130	122	112	133	118	123
<b>1° Grado</b>	96	84	59	80	65	69	57	40	32	30	28	21	32	18	24
<b>2° Grado</b>	81	74	77	46	81	63	50	53	31	26	28	26	27	31	21
<b>3° Grado</b>	80	73	60	70	36	68	47	36	38	28	25	19	28	23	35
<b>4° Grado</b>	75	52	54	40	59	45	47	43	32	24	25	22	24	22	21
<b>5° Grado</b>	65	50	42	40	37	41	31	41	25	22	16	24	22	24	22

Fuente: Ministerio de Educación – ESCALE.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

La técnica empleada en esta investigación fue la técnica para la investigación de campo y la observación, que comprende recoger datos, registrar y elaborar datos, construir los elementos para recolectar la información; además fue necesario hacer uso de las técnicas métricas que sirven para efectuar las mediciones.

“Las técnicas son procedimientos que el investigador emplea para la recolección de los datos” (Silvestre y Huamán , 2019, pág. 344).

#### Instrumentos

“Es un recurso material que utiliza el investigador como medio para registrar la información o datos sobre las variables del estudio, con lo cual podrá responder a la



- Las tres instituciones educativas fueron enumeradas como M1, M2 y M3; a las cuales se subdividió de acuerdo a su complejidad en submuestras para poder obtener datos de las patologías con mayor exactitud y con el menor error, aplicando la ficha técnica de recolección de datos, la recolección de datos fue del tipo visual descriptiva y personalizada.
- El procesamiento de la información se efectuó haciendo uso de Microsoft Excel y la estadística descriptiva para luego evaluar el nivel de severidad de las patologías en columnas, vigas y muros de albañilería de cada una de las instituciones educativas o muestras materia de investigación.

Tabla 15

*En columnas, vigas y muros de albañilería confinada.*

<b>Nivel de patología</b>		<b>Descripción del nivel de daño.</b>	
<b>Daño</b>			
Leve	Grieta	Criterios	Patologías que no exceden el 33.3% del área total del elemento estructural.
	Fisura		Fisuras con anchuras entre 0.2 y 1 mm.
Moderado	Corrosión		Patologías que exceden el 33.3% del área total del elemento estructural.
	Delaminación		Fisuras con anchuras entre 1 mm y 2 mm.
Severo	Eflorescencia		Patologías que exceden el 66.6% del área total del elemento estructural.
	Disgregación		Expulsión de material.  Fisuras más anchas, deterioro de las unidades de albañilería.

Fuente: Elaboración propia.

El criterio aplicado para el nivel de daño o severidad se tomó de acuerdo a investigaciones similares, en función al área afectada por la patología en la muestra, es decir, la superficie total de la muestra se considera como el 100% y se procede a dividir en tres partes que adoptan los niveles de severidad, respectivamente.

## **Capítulo 4**

### **Resultados y discusiones.**

#### **4.1 Resultados**

Las patologías encontradas en columnas, vigas y muros de albañilería de las infraestructuras educativas del distrito de Tamburco fueron grietas, fisuras, delaminación, eflorescencia y disgregación con un nivel de severidad como se detalla a continuación: fisura, delaminación, eflorescencia y disgregación con un nivel de severidad leve, al mismo tiempo, las patologías en los elementos estructurales de columnas y muros de albañilería representan un nivel de severidad de moderado y el elemento estructural de viga representa un nivel de severidad de leve.

- a. Las patologías con mayor incidencia en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco son: En el elemento estructural columna la patología con mayor incidencia es la eflorescencia de sales con 21.86%; en el elemento estructural de viga la patología con mayor incidencia es fisuras con 2.37% y en el elemento estructural de muros de albañilería la patología con mayor incidencia es la eflorescencia de sales con 20.16%, así como se muestran en la fig. 14.
- b. Los porcentajes y estadísticas patológicas encontradas en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas son:

eflorescencia de sales en un 14.31%, seguida por la patología de disgregación con un porcentaje total de 8.07%, la patología de fisura en un 2.83%, la patología de delaminación en un 1.18% y las patologías de grieta y corrosión no tienen presencia. Los resultados por elemento estructural son las siguientes: el elemento estructural de columnas presentan patologías, en un porcentaje de 38.93%, seguida por el elemento estructural de muros de albañilería con un porcentaje de 35.35% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 3.82%. Así como se muestran en la fig. 15



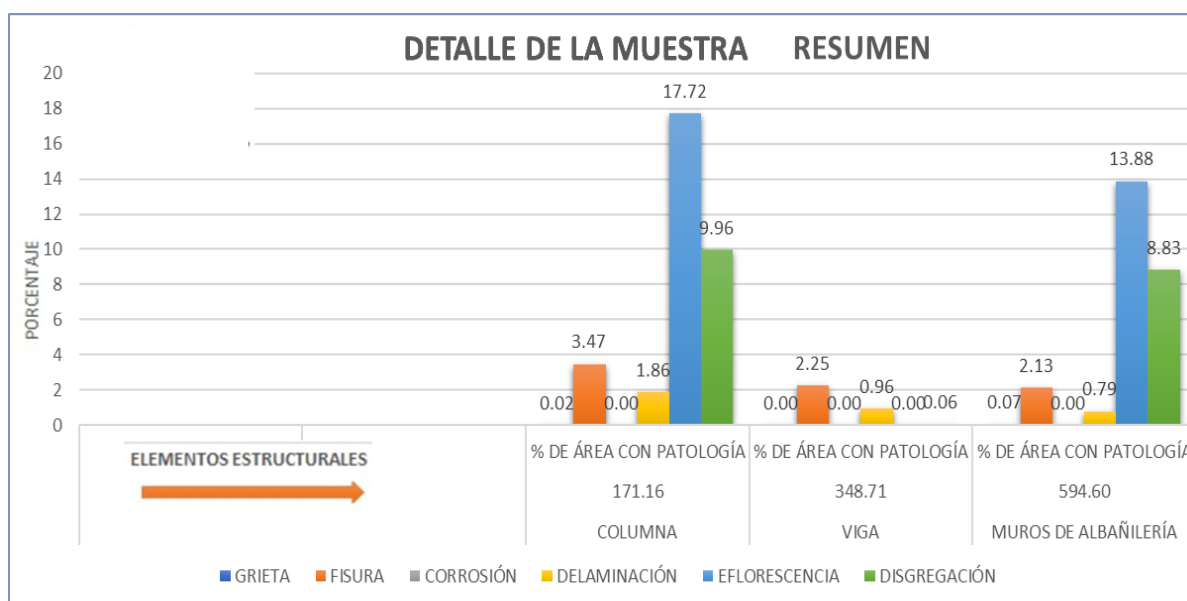


Figura 5. Resumen de patologías en la muestra (M1).

La figura 5 nos muestra que las columnas de la institución educativa “Óscar Blanco Galdós” (M1) presenta la patología de eflorescencia de sales con mayor incidencia de 17.72%, seguida por la misma patología en muros de albañilería en un porcentaje de 13.88% y, la patología de disgregación en columnas con presencia de 9.96% y en los muros de albañilería con un porcentaje de 8.83%; además, nos muestra que las patologías de fisuras, delaminación, grieta y corrosión no tienen mayores incidencias.

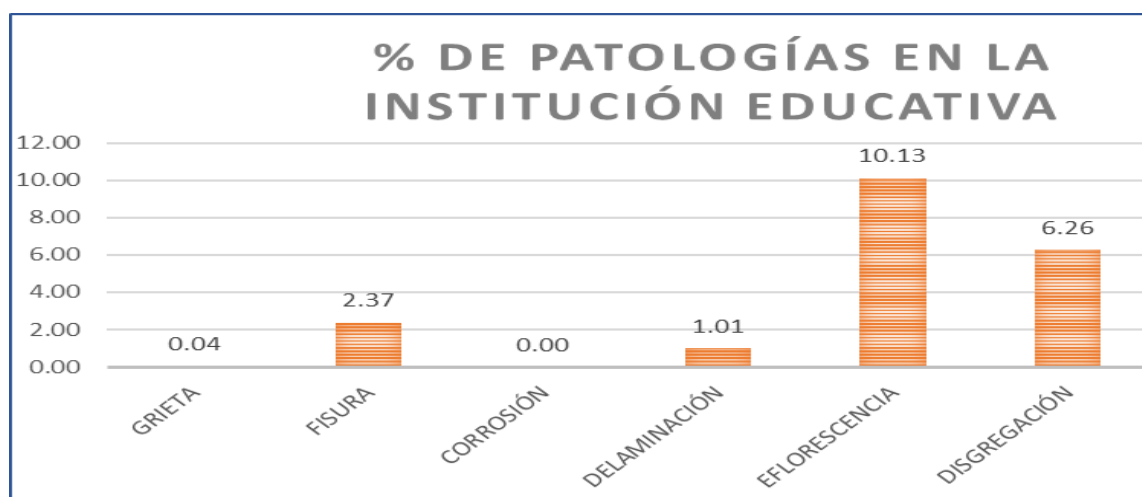
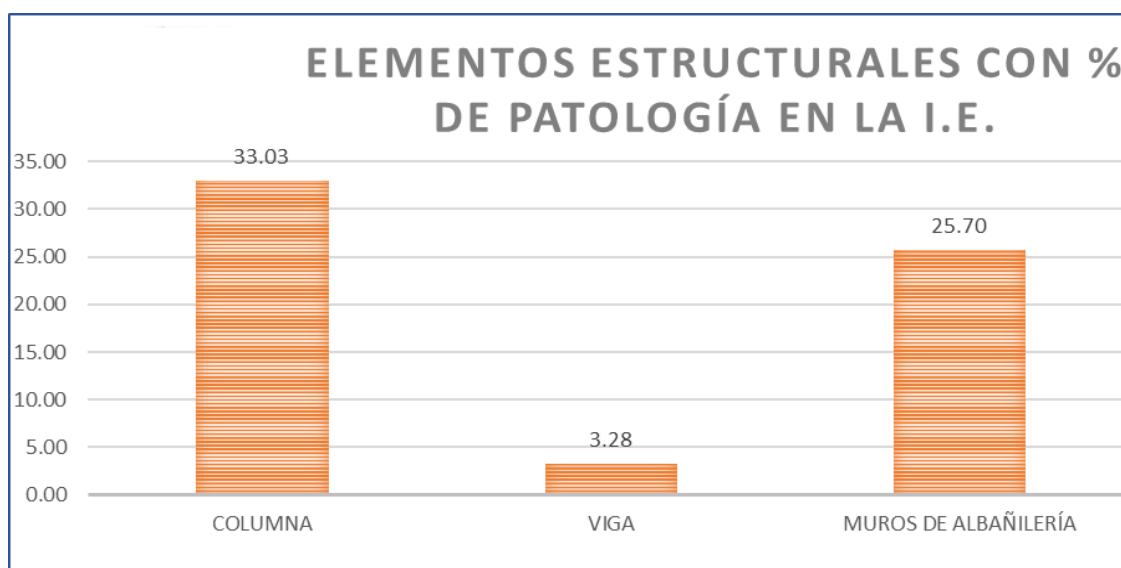


Figura 6. Porcentaje de patologías en la muestra (M1).

La Figura 6, nos muestra que la institución educativa “Óscar Blanco Galdós” (M1) en conjunto, presenta la patología de eflorescencia de sales en un 10.13%, seguida por la

patología de disgregación con un porcentaje total de 6.26% y las patologías de grieta, fisura, corrosión y delaminación no superan el 3.38%.





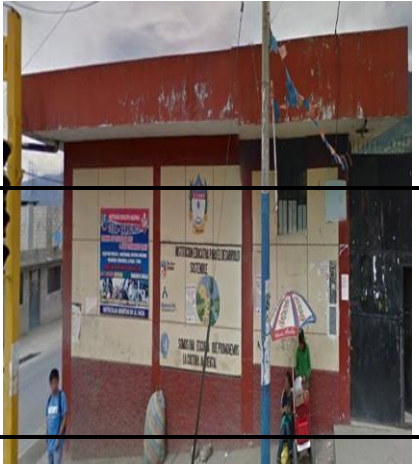


*Figura 7.* Porcentaje total de patologías en los elementos estructurales (M1).

La Figura 7 muestra que la institución educativa “Óscar Blanco Galdós” (M1) en su conjunto, presenta el elemento estructural columna con mayor presencia de patologías, con un porcentaje de 33.03%, seguida por el elemento estructural de muros de albañilería con un porcentaje de 25.70% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 3.28%.

Tabla 17

Resumen de datos de la muestra M2.

FICHA DE INSPECCION - RESUMEN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA													
		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO EN COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA DE ABANCAY, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC 2018"											
AUTOR		BACH. BERICHT FREXS VASQUEZ ONZUETA			I.E.		54036 SEÑOR DE LA EXALTACION						
ASESOR		ING. HUGO VIRGILIO ACOSTA VALER			FECHA		01/10/2018	MUESTRA	RESUMEN				
MANUAL DE PATOLOGÍA													
A	GRIETA												
B	FISURA												
C	CORROSIÓN												
D	DELAMINACION												
E	EFLORESCENCIA												
F	DISGREGACIÓN												
NIVEL DE SEVERIDAD													
LEVE		1											
MODERADO		2											
SEVERO		3											
IMAGEN DE LA MUESTRA													
ELEMENTOS	COLUMNA		VIGA		MUROS DE ALBANILERÍA		TOTAL(%)	NIVEL DE SEVERIDAD					
	ÁREA:	290.96	ÁREA:	607.05	ÁREA:	569.38							
PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA							
GRIETA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0					
FISURA	5.93	2.04	11.77	1.94	16.52	2.90	2.33	1					
CORROSIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0					
DELAMINACIÓN	4.71	1.62	5.22	0.86	5.06	0.89	1.02	1					
EFLORESCENCIA	64.73	22.25	1.76	0.29	139.85	24.56	14.06	1					
DISGREGACIÓN	29.62	10.18	1.76	0.29	69.64	12.23	6.88	1					
TOTAL	104.99	36.08	20.50	3.38	231.06	40.58							
NIVEL DE SEVERIDAD		2		1		2							
Fuente: Adecuación del Autor, tomando investigaciones similares													

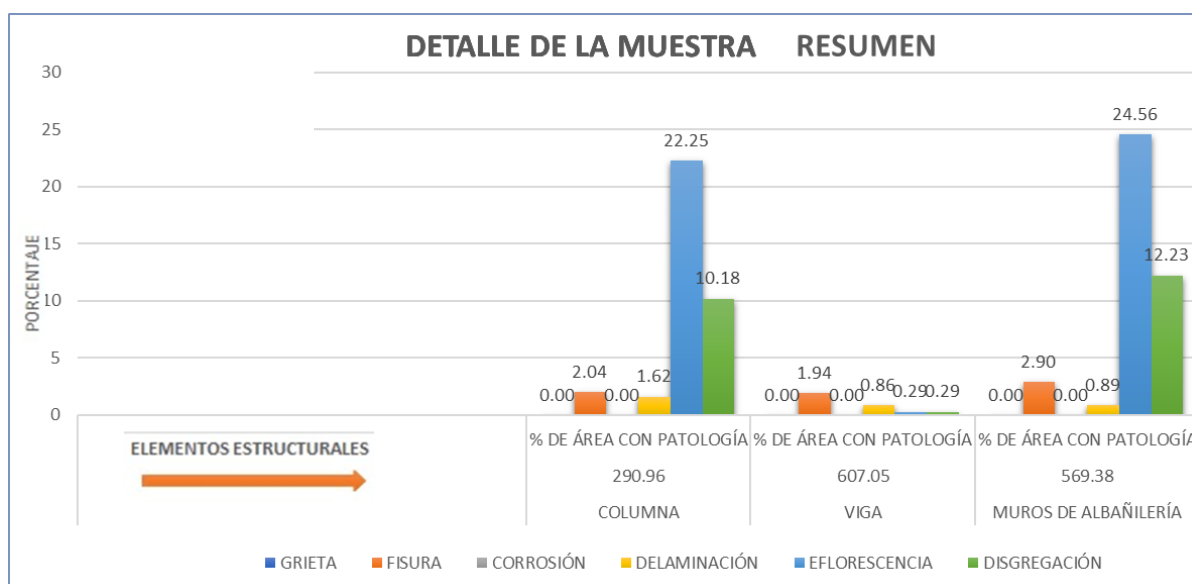


Figura 8. Elementos estructurales con patologías en la muestra M2.

La Figura 8 muestra que los muros de albañilería de la institución educativa 54036 “Señor de Exaltación” (M2) presenta la patología de eflorescencia de sales con mayor incidencia de 24.56%, seguida por la misma patología en el elemento estructural de columna en un porcentaje de 22.25% y, la patología de disgregación en muros de albañilería con presencia de 12.23% y en el elemento estructural de columna con un porcentaje de 10.18%; además, nos muestra que la patología de fisuras se presenta en muros de albañilería en un porcentaje de 2.90%, en el elemento estructural de columna en un 2.04% y en el elemento estructural de vigas se presenta en un 1.94%; por otro lado las patologías de delaminación, grieta y corrosión no tienen mayores incidencias.

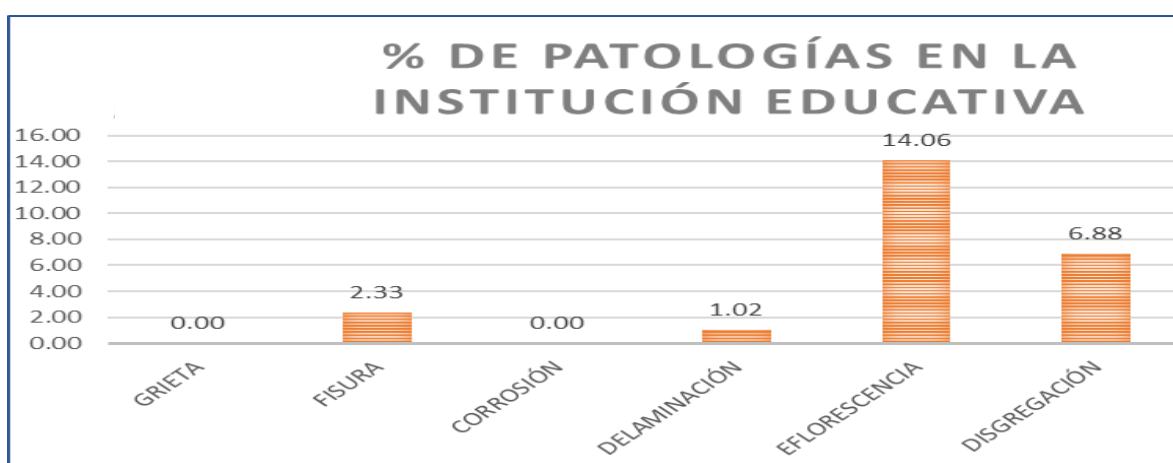
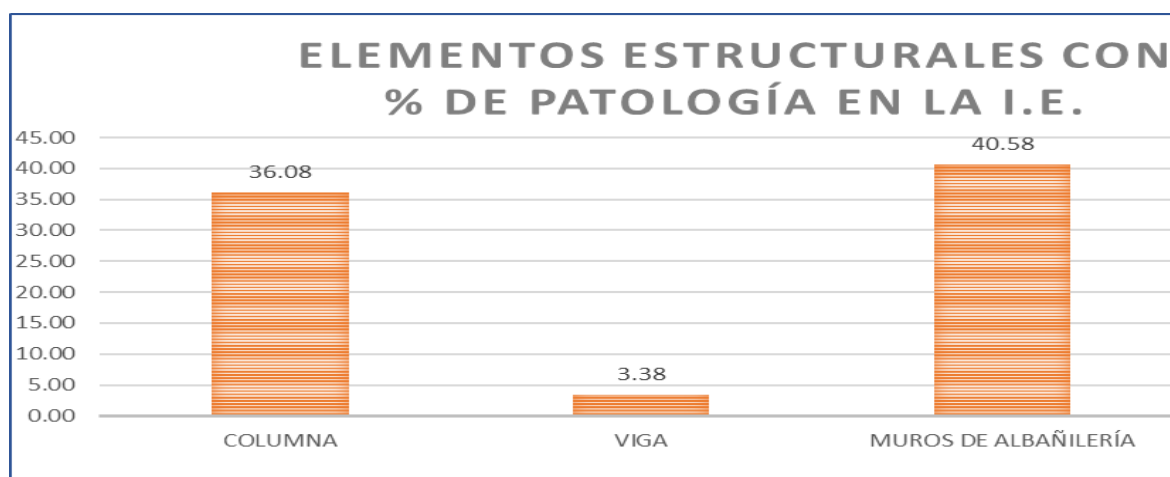


Figura 9. Porcentaje de patologías en la muestra M2.

La Figura 9 muestra que la institución educativa 54036 “Señor de Exaltación” (M2) en conjunto, presenta la patología de eflorescencia de sales en un 14.06%, seguida por la patología de disgregación con un porcentaje total de 6.88% , la patología de fisura en un 2.33%, la patología de delaminación en un 1.02% y las patologías de grieta y corrosión no tienen presencia.







*Figura 10.* Porcentaje total de patologías en cada elemento estructural.

La Figura 10 muestra que la institución educativa 54036 “Señor de Exaltación” (M2) en su conjunto, presenta a muros de albañilería con mayor presencia de patologías, con un porcentaje de 40.58%, seguida por el elemento estructural de columnas con un porcentaje de 36.08% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 3.38%.

Tabla 18

Datos de resumen de la muestra M3

FICHA DE INSPECCION - RESUMEN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA																	
		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO EN COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA DE ABANCAY, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC 2018"															
AUTOR		BACH. BERICHT FREXS VASQUEZ ONZUETA			I.E.		EDGAR VALER PINTO										
ASESOR		ING. HUGO VIRGILIO ACOSTA VALER			FECHA		01/10/2018	MUESTRA	RESUMEN								
<b>MANUAL DE PATOLOGÍA</b>																	
A	GRIETA																
B	FISURA																
C	CORROSION																
D	DELAMINACION																
E	EFLORESCENCIA																
F	DISGREGACIÓN																
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>																	
LEVE		1															
MODERADO		2															
SEVERO		3															
<b>IMAGEN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b>																	
ELEMENTOS	COLUMNA		VIGA		MUROS DE ALBAÑILERÍA		TOTAL (%)	NIVEL DE SEVERIDAD									
	ÁREA:	328.00	ÁREA:	339.86	ÁREA:	639.36											
PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA											
GRIETA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0									
FISURA	16.58	5.05	11.05	3.25	22.82	3.57	3.86	1									
CORROSIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0									
DELAMINACIÓN	7.00	2.13	6.48	1.91	6.41	1.00	1.52	1									
EFLORESCENCIA	77.67	23.68	0.00	0.00	164.23	25.69	18.50	1									
DISGREGACIÓN	44.85	13.67	0.00	0.00	100.73	15.76	11.14	1									
<b>TOTAL</b>	146.09	44.54	17.53	5.16	294.19	46.01											
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>2</b>		<b>1</b>		<b>2</b>											
<b>IMAGEN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA</b>																	

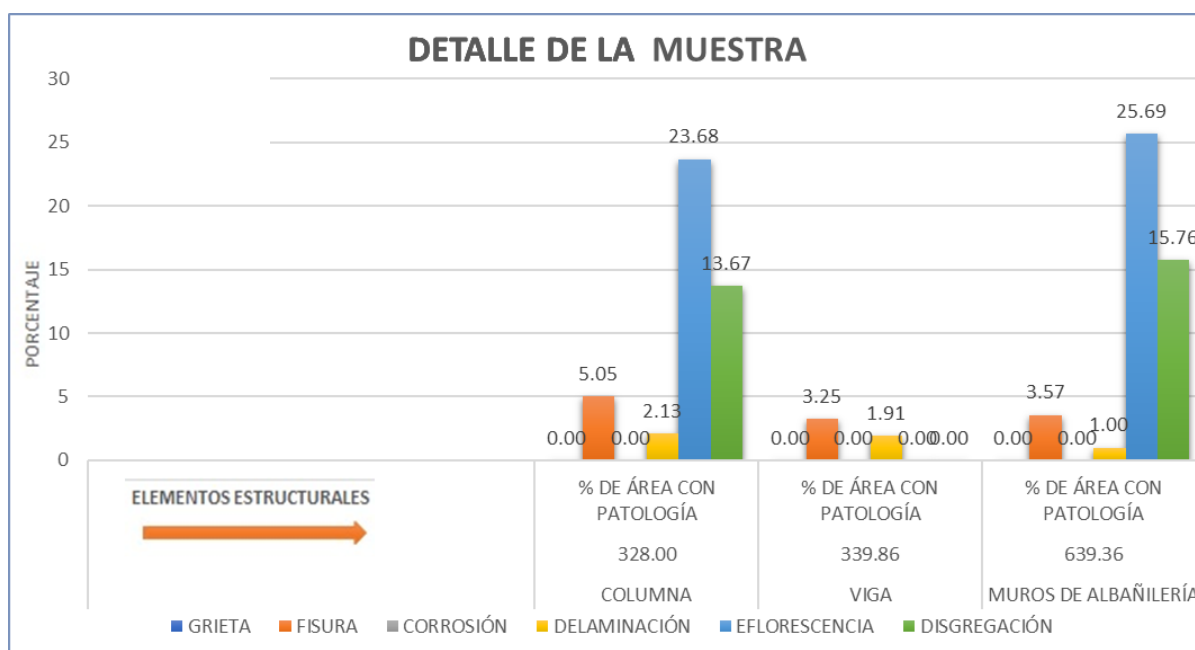


Figura 11. Resumen de elementos estructurales con patologías en la muestra M3.

La Figura 11 muestra que los muros de albañilería de la institución educativa “Edgar Valer Pinto” (M3) presenta la patología de eflorescencia de sales con mayor incidencia de 25.69%, seguida por la misma patología en el elemento estructural de columna en un porcentaje de 23.68% y, la patología de disgregación en muros de albañilería con presencia de 15.76% y en el elemento estructural de columna con un porcentaje de 13.67%; además, nos muestra que la patología de fisuras se presenta en muros de albañilería en un porcentaje de 3.57%, en el elemento estructural de columna en un 5.05% y en el elemento estructural de vigas se presenta en un 3.25%; por otro lado las patologías de delaminación, grieta y corrosión no tienen mayores incidencias.

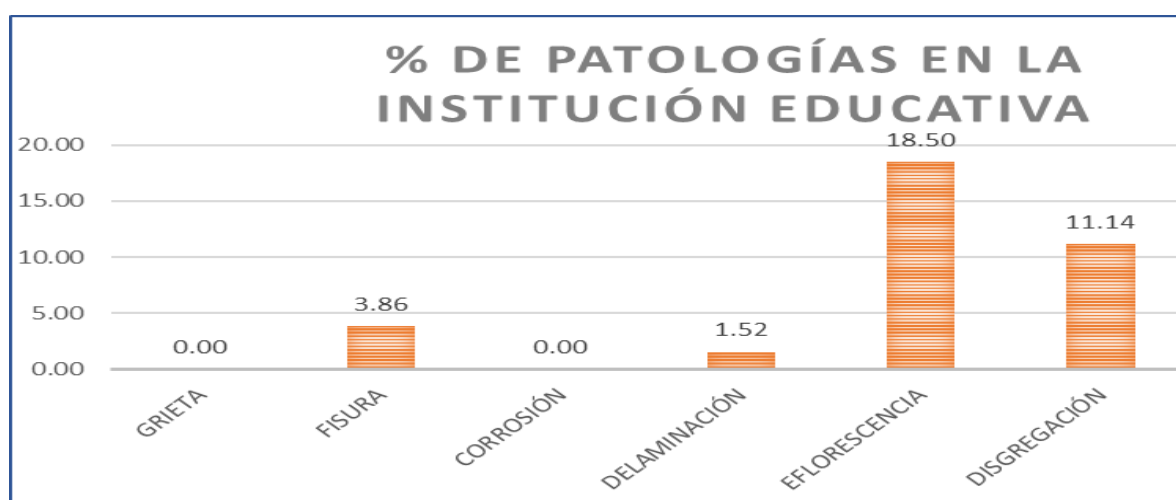
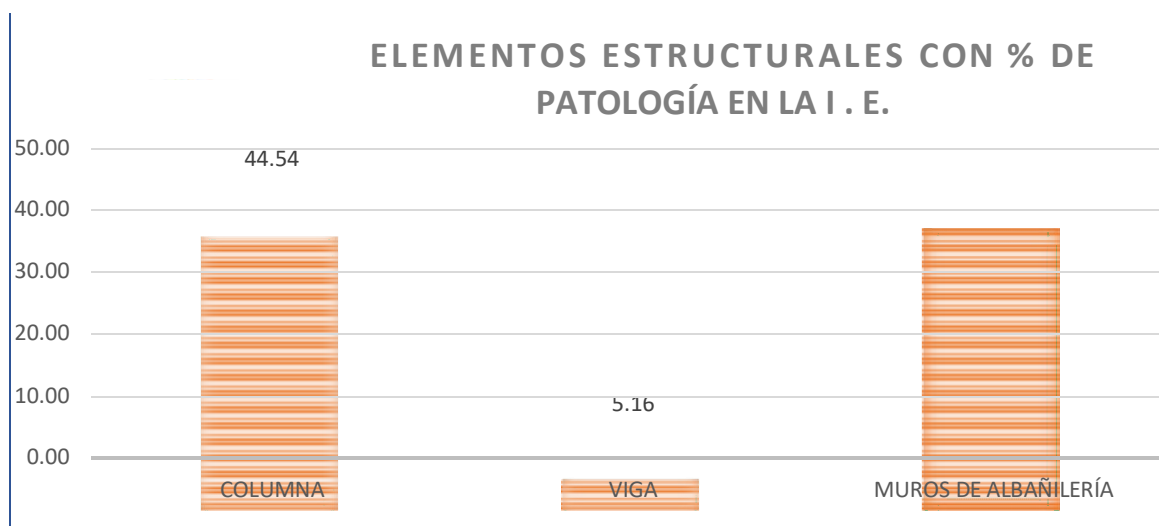


Figura 12. Porcentaje de patologías en la muestra M3.

La Figura 12 muestra que la institución educativa “Edgar Valer Pinto” (M3) en conjunto, presenta la patología de eflorescencia de sales en un 18.50%, seguida por la patología de disgregación con un porcentaje total de 11.14%, la patología de fisura en un 3.86%, la patología de delaminación en un 1.52% y las patologías de grieta y corrosión no tienen presencia.







*Figura 13.* Porcentaje total de patologías en cada elemento estructural.

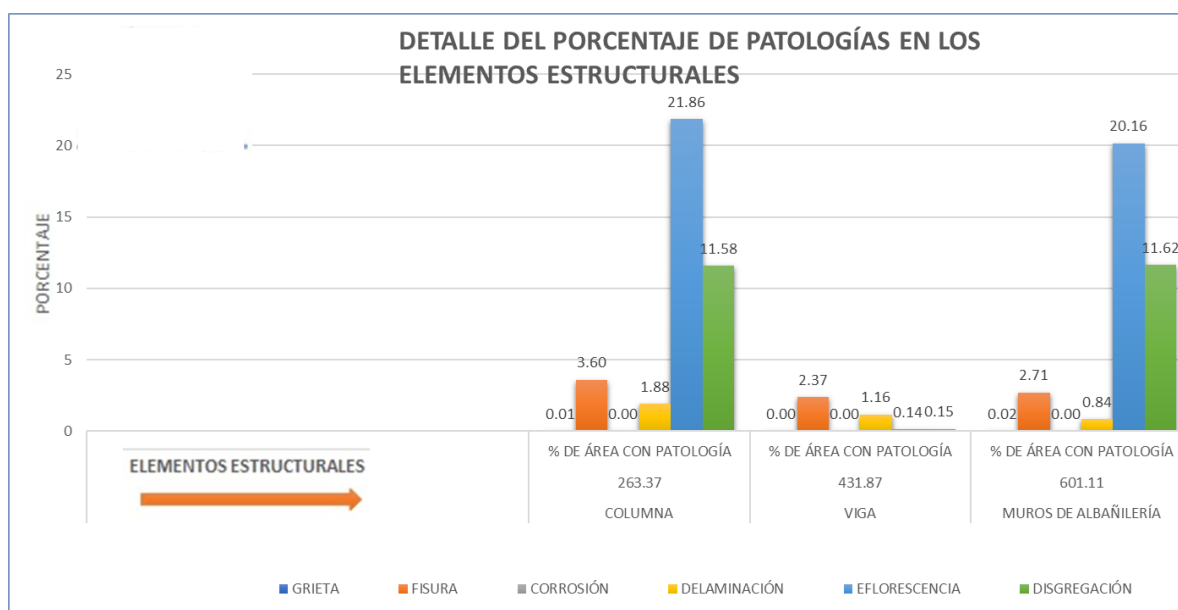
La Figura 13 muestra que la institución educativa “Édgar Valer Pinto” (M3) en su conjunto, presenta a muros de albañilería con mayor presencia de patologías, con un porcentaje de 46.01%, seguida por el elemento estructural de columnas con un porcentaje de 44.54% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 5.16%.

Tabla 19

Datos de las patologías de las instituciones educativas del distrito de Tamburco.

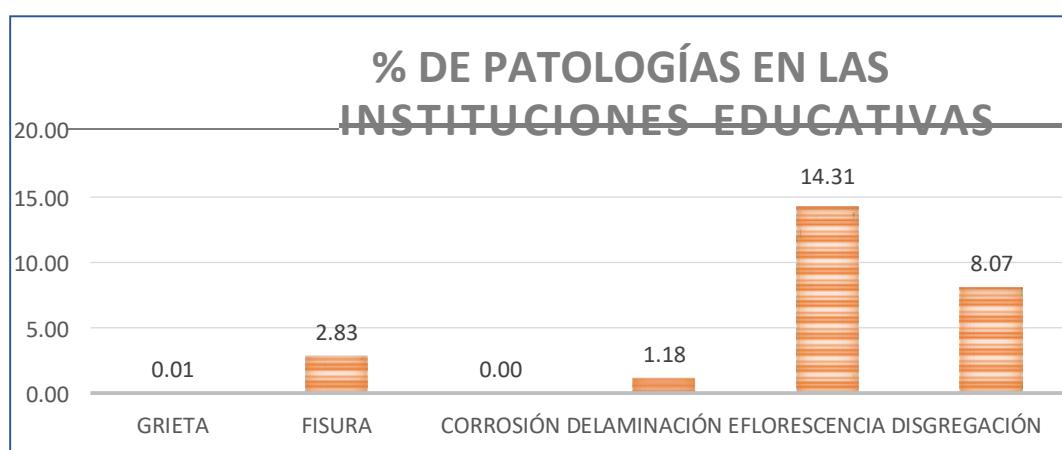
FICHA DE INSPECCION - RESUMEN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA										
		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO EN COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE ALBAÑILERÍA EN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE TAMBURCO, PROVINCIA DE ABANCAY, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC 2018"								
AUTOR		BACH. BERICHT FREXS VASQUEZ ONZUETA			I.E.		MUESTRA			
ASESOR		ING. HUGO VIRGILIO ACOSTA VALER			FECHA		01/10/2018		MUESTRA	RESUMEN
MANUAL DE PATOLOGÍA										
A	GRIETA									
B	FISURA									
C	CORROSION									
D	DELAMINACION									
E	EFLORESCENCIA									
F	DISGREGACIÓN									
NIVEL DE SEVERIDAD										
LEVE		1								
MODERADO		2								
SEVERO		3								
IMAGEN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA										
ELEMENTOS	COLUMNA		VIGA		MUROS DE ALBANILERIA		TOTAL (%)	NIVEL DE SEVERIDAD		
	ÁREA:	263.37	ÁREA:	431.87	ÁREA:	601.11				
PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA	ÁREA CON PATOLOGÍA (M2)	% DE ÁREA CON PATOLOGÍA				
GRIETA	0.01	0.01	0.00	0.00	0.14	0.02	0.01	0		
FISURA	9.48	3.60	10.22	2.37	17.34	2.71	2.83	1		
CORROSIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0		
DELAMINACIÓN	4.96	1.88	5.02	1.16	5.38	0.84	1.18	1		
EFLORESCENCIA	57.57	21.86	0.59	0.14	128.87	20.16	14.31	1		
DISGREGACIÓN	30.50	11.58	0.66	0.15	74.29	11.62	8.07	1		
TOTAL	102.54	38.93	16.48	3.82	226.02	35.35				
NIVEL DE SEVERIDAD		2		1		2				
										
										

Fuente: Elaboración propia.



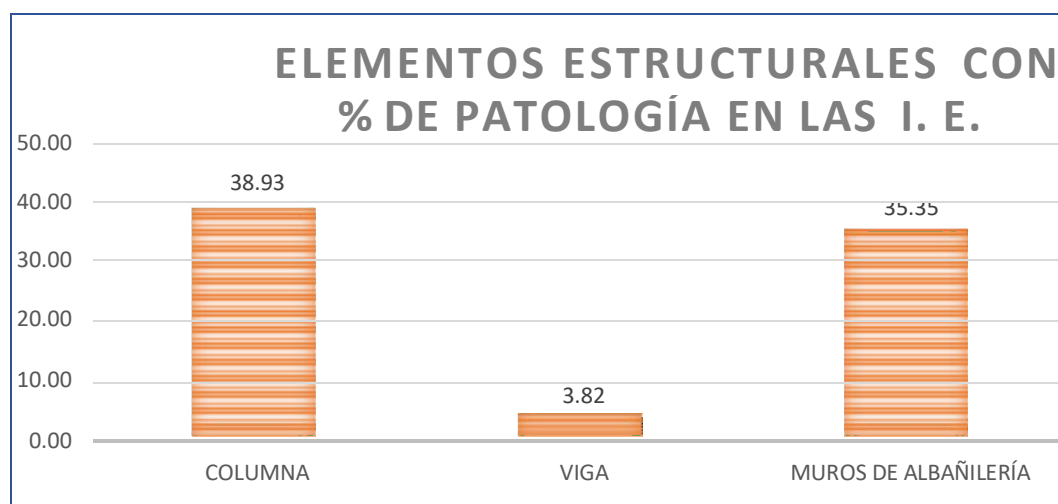
*Figura 14.* Detalle del porcentaje de patologías en los elementos estructurales.

La Figura 14 muestra que el elemento estructural columna de las instituciones educativas estudiadas presentan la patología de eflorescencia de sales con mayor incidencia de 21.86%, seguida por la misma patología en muros de albañilería en un porcentaje de 20.16% y, la patología de disgregación en muros de albañilería con presencia de 11.62% y en el elemento estructural de columna con un porcentaje de 11.58%; además, nos muestra que la patología de fisuras se presenta en muros de albañilería en un porcentaje de 2.71%, en el elemento estructural de columna en un 3.60% y en el elemento estructural de vigas se presenta en un 2.37%; por otro lado las patologías de delaminación, grieta y corrosión no tienen mayores incidencias.



*Figura 15.* Porcentaje de patologías en las instituciones educativas.

La Figura 15 muestra que las instituciones educativas objeto de la presente investigación en conjunto, presentan la patología de eflorescencia de sales en un 14.31%, seguida por la patología de disgregación con un porcentaje total de 8.07%, la patología de fisura en un 2.83%, la patología de delaminación en un 1.18% y las patologías de grieta y corrosión no tienen presencia.



*Figura 16.* Porcentaje de patologías en los elementos estructurales.

La Figura 16 muestra que las instituciones educativas, objeto de la presente investigación en su conjunto, presenta a las columnas con mayor presencia de patologías, con un porcentaje de 38.93%, seguida por el elemento estructural de muros de albañilería con un porcentaje de 35.35% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 3.82%.

## 4.2 Discusión de resultados.

Las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco fueron grietas, fisuras, delaminación, eflorescencia y disgregación con un nivel de severidad como se detalla a continuación: fisura, delaminación, eflorescencia y disgregación con un nivel de severidad leve, al mismo tiempo, las patologías en los elementos estructurales de columnas y muros de albañilería representan un nivel de severidad de moderado y el elemento estructural de viga representa un nivel de severidad de leve. Por otro lado, Peña (2016) encontró que las patologías presentes en el cerco perimétrico fueron eflorescencia, fisuras, distorsión, erosión y grietas con un nivel de severidad de leve, por tanto, las infraestructuras de las instituciones educativas del distrito de Tamburco presentan similares patologías y con nivel de severidad idéntico.

- a. Las patologías con mayor incidencia en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco fueron: el elemento estructural columna presenta la patología de eflorescencia de sales con mayor incidencia de 21.86%, seguida por la misma patología en muros de albañilería en un porcentaje de 20.16% y, en el elemento estructural de vigas, la patología con mayor presencia son las fisuras que representan un 2.37%; sin embargo, Cusipoma (2016) en su investigación determinó que la patología con mayor incidencia fue disgregación con un porcentaje de 6.18%, esto debido a que en dicha investigación, su unidad de análisis que es cerco perimétrico tuvo solo una dimensión.
- b. Los porcentajes y estadísticas patológicas encontradas en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas son: eflorescencia de sales en un 14.31%, seguida por la patología de disgregación con un porcentaje total de 8.07%, la patología de fisura en un 2.83%, la patología de delaminación en un 1.18% y las patologías de grieta y corrosión no tienen presencia. Los resultados por elemento estructural son las columnas que presentan patologías, en un porcentaje de 38.93%, seguida por el elemento estructural de muros de albañilería con un porcentaje de 35.35% y el elemento estructural de viga en general, presenta patologías en un 3.82%. Por otro lado, Saldaña (2016), en su tesis obtuvo que en vigas, columnas y muros de albañilería de la edificación, la erosión presenta el 0.77% del área total observada, las grietas el 2.12%, las fisuras el 1.66%, el desprendimiento el 1.29%, la eflorescencia el 20.47 % y la corrosión 0.98%, estos resultados son similares debido a que las dimensiones que usó para su unidad de análisis son iguales.

## **Conclusiones y recomendaciones.**

### **5.2 Conclusiones**

Luego de realizar la inspección técnica, la visita de estudio, las mediciones necesarias y el procesamiento de datos en gabinete, se llegó a determinar y evaluar las patologías del concreto en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, las mismas que se detallan en las siguientes conclusiones:

- a. En relación al primer objetivo específico, la investigación permitió determinar las patologías del concreto con mayor incidencia, en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas materia de estudio, como se detalla a continuación: eflorescencia de sales con un 14.31%, seguido por disgregación con un 8.07%. Así como se detalla en la fig. 15
  
- b. Al mismo tiempo, en relación al segundo objetivo específico, la investigación permitió determinar los porcentajes y estadísticas patológicas encontradas en columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas del distrito de Tamburco, las mismas que se detallan a continuación:  
El elemento estructural columna presenta patologías en un 38.93% de su área superficial, de los cuales el 21.86% es eflorescencia de sales, 11.58% es

disgregación, 3.60% son fisuras y el 1.88% es delaminación. Así como se detalla en la tabla 19.

El elemento estructural muros de albañilería presenta patologías en un 35.35% de su área superficial, de los cuales el 20.16% es eflorescencia de sales, 11.62% es disgregación, el 2.71% presenta fisuras y el 0.84% es delaminación. Así como se detalla en la tabla 19.

El elemento estructural vigas presenta patologías en un 3.82% de su área superficial, de los cuales el 2.37% son fisuras, 1.16% es delaminación, 0.14% es eflorescencia y el 0.15% es disgregación. Así como se detalla en la tabla 19.

### **5.3 Recomendaciones**

En las Instituciones Educativas con presencia de eflorescencia en muros y columnas, se recomienda realizar el mantenimiento con un técnico especialista quien previa limpieza del área afectada con un aditivo limpiador de superficies antisalitre, procederá a aplicar un impermeabilizante superficial tipo pintura para eflorescencias en vigas del segundo nivel; a causa de filtración por fisuras en losa aligerada, se recomienda realizar el mantenimiento con un aditivo Techo Elastic tipo pintura, lo cual sellará las fisuras y evitará por completo las filtraciones. Además, se debe realizar la limpieza y habilitación de cunetas de evacuación de aguas pluviales para evitar que llegue en contacto con el sobrecimiento de la infraestructura. Y en el caso de la patología disgregación en las instituciones educativas, se recomienda realizar el cambio total de los tarrajes con cemento arena, teniendo un importante cuidado en el curado del tarrajeo y su respectiva dosificación:

- a. Con respecto a las patologías del concreto con mayor incidencia en columnas, vigas y muros de albañilería, las mismas que son la eflorescencia por la presencia de sales en los agregados, dañan a las infraestructuras en el proceso constructivo de obras similares, es decir, infraestructura educativa se debe tener un especial cuidado en seleccionar los agregados, las mismas que deben estar libres de sales dañinas al concreto.
- b. En relación con los porcentajes y estadísticas patológicas en las columnas, vigas y muros de albañilería en la infraestructura de las instituciones educativas de distrito de Tamburco, las mismas que presentan a algunas patologías con alto índice de porcentaje,

se recomienda a realizar el mantenimiento permanente de las infraestructuras educativas, aplicando las nuevas tecnologías o productos innovadores para mantener en buenas condiciones y al servicio de la población estudiantil del distrito de Tamburco.

### Referencias bibliográficas:

- Alvarado Rodríguez, N. (2011). *Determinacion y evaluacion de las patologias en muros de albañileria de instituciones educativas sector Oeste de Piura, distrito, provincia y departamento de Piura 2011*. Tesis, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2085>
- Astorga , A., y Rivero, P. (2009). Patologías en las edificaciones. *Centro de investigación en gestión integral de riesgos*, 44.
- Avendaño, R. E. (2006). *Detección, tratamiento y prevención de patologías en sistemas de concreto estructural utilizados en infraestructura industrial*. Tesis, Universidad de Costa Rica, San José - Costa Rica. Obtenido de: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/936>
- Barlow, P., y Barth, F. (1993). Causa, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de concreto. *Comité ACI 224*, 24.
- Barreiro, P. D. (2014). *Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia*. Bogotá: Fondo Editorial Pontificia Universidad Javeriana .
- Brocken, H., y Nijland, T. G. (2004). White efflorescence on brick masonry and concrete masonry blocks, with special emphasis on sulfate efflorescence on concrete blocks. *Construction and Building Materials*, 9.
- Chávez Godoy, a., y Unquen Villanueva, a. (2011). *Método de evaluación de patologías en edificaciones de concreto armado en Punta Arenas*. Valparaiso: Fondo Editorial Universidad de Magallanes.
- Cusipoma Choque, J. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto de albañilería confinada del cerco perimétrico de la Institución Educativa Inicial Simón Bolívar 104, distrito de Jesús Nazarenas, provincia de Huamanga, Región Ayacucho, Abril – 2016*. Tesis, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Huamanga. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/326>
- Empresa Editora Macro. (2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Séptima ed.). Lima, Perú: Macro.
- Enciclopedia Broto. (2006). *Patologías de la construcción*. Barcelona: Structure.
- Euclid Group Toxement. (2017). Eflorescencias del concreto. *Construyendo mejores proyectos*, 4.

- Guerra, G. (2019). Instrumentos de recolección de datos. En I. Silvestre, & C. Huamán, *Pasos para Elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: San Marcos.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de investigación* (Sexta ed.). México, México, México: Editorial Mexicana.
- Herrera Valdivieso, J. (2016). *Estudio de las patologías en los elementos constructivos de albañilería estructural, aplicado en un proyecto específico y recomendaciones para controlar, regular y evitar los procesos físicos en las edificaciones que se desarrollan en ciudad - Guayaquil*. Tesis, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12001/1/Arq.%20Julieta%20Herrera.pdf>
- López Huamán, C. A., y López Huamán, R. M. (2014). *B. Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito San Juan Bautista, provincia de Huamanga - Ayacucho*. Huancavelica: Fondo Editorial Universidad Nacional de Huancavelica.
- Monroy Martín, R. (2007). *Patologías en estructuras de concreto armado aplicado a Marquesina del Parque Saval, Valdivia – Chile*. Tesis, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Obtenido de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcim753p/doc/bmfcim753p.pdf>
- Muñoz Muñoz, h. A. (2001). *Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto*. Bogotá: Fondo Editorial del Instituto del Concreto Asocreto.
- National Ready Mixed Concrete Association. (2018). El concreto en la práctica. *NRMCA*, 2.
- Paz Vera, R. (2013). *C. Evaluación de las patologías más comunes en las viviendas de material noble de la UPS Villa San Luis I y II etapa, de nuevo Chimbote – 2013*. Chimbote: Fondo Editorial Universidad César Vallejo.
- Peña Tuesta, C. H. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico de la Institución Educativa 607443 Enry Herve Linares Soto, distrito de Belén, provincia de Maynas, Región Loreto, marzo*. Chimbote: Fondo Editorial Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.
- Quispe Pari, W. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas, sobrecimiento y muros de albañilería confinada del cerco perimétrico del depósito de comercio de la Manzana 13 Lote 1 del Pueblo Joven Miraflores Alto del distrito de Chimbote*. Tesis, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Áncash, Chimbote. Obtenido de:

[http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/322/Patolog%C3%ADa\\_en\\_alba%C3%B1iler%C3%ADa\\_confinada\\_severidad\\_de\\_da%C3%B1o\\_Quispe\\_Pari\\_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/322/Patolog%C3%ADa_en_alba%C3%B1iler%C3%ADa_confinada_severidad_de_da%C3%B1o_Quispe_Pari_Wilfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Saldaña Cortez, E. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en vigas, columnas y muro de albañilería del Mercado Buenos Aires, distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, Región Áncash, 2016*. Tesis, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Áncash, Áncash. Obtenido de:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6632/1/Trabajo%20de%20grado%20determinacion%20y%20evaluacion%20del%20nivel%20de%20incidencias%20de%20las%20patologias%20del%20concreto%20en%20edificaciones%20de%20los%20municipios%20de%20barbosa%20y%20p>
- Silvestre Miraya, I., & Huamán Nahula, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria* (Primera ed.). Lima: San Marcos.
- Sonia Loustaunau, T. P. (2013). Patologías en estructuras de concreto armado. IX *International Congress on Pathology and Repair of Structures*, 02-03.
- Velasco Gonzales, E. (2014). *Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en edificaciones de los municipios de Barbosa y Puente Nacional del departamento de Santander*. Tesis, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Obtenido de:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6632/1/trabajo%20de%20grado%20determinacion%20y%20evaluacion%20del%20nivel%20de%20incidencias%20de%20las%20patologias%20del%20concreto%20en%20edificaciones%20de%20los%20municipios%20de%20barbosa%20y%20p>
- Villareal Castro, G. (2013). *Ingeniería sismo resistente*. Lima: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L.
- Wong Cabanillas, F. J., & Gamarra Astuhuamán, G. (2016). *Estadística e investigación con aplicaciones de SPSS*. Lima: San Marcos.

## Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia.....	57
Anexo 2A: zonificación de submuestras de la muestra M1 .....	59
Anexo 2B: Ficha de inspección de la muestra M1.....	60
Anexo 2C: Zonificación de submuestras de la muestra (M1) segundo nivel.....	92
Anexo 2D: Ficha de inspección de las submuestras de la muestra (M1) segundo nivel....	93
Anexo 2E: Zonificación de submuestras de la muestra (M2) .....	125
Anexo 2F: Ficha de inspección de submuestras de la muestra (M2) .....	126
Anexo 2G: Zonificación de submuestras de la muestra (M2) segundo nivel .....	154
Anexo 2H: Ficha de inspección de las sub muestras de la muestra (M2) segundo nivel .....	155
Anexo 2I: Zonificación de submuestras de la muestra (M3) .....	183
Anexo 2J: Ficha de inspección de las submuestras de la muestra (M3) .....	184
Anexo 2K: Zonificación de submuestras de la muestra (M3) segundo nivel.....	214
Anexo 2L: Ficha de inspección de las submuestras de la muestra (M3) segundo nivel.....	215

Los anexos y otros documentos están resguardados en los archivos de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.