



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
DE CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS  
EN SISTEMA APORTICADO: COLUMNAS Y VIGAS, DEL  
PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “GRAN  
MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA” DEL DISTRITO  
DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH-2017.

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

**AUTOR:**

BACH. RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX

**ASESOR:**

MGTR. CANTU PRADO VICTOR HUGO

**HUARAZ-PERÚ**

2017

## **1. Título del Proyecto**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN  
SISTEMA APORTICADO: COLUMNAS Y VIGAS, DEL  
PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “GRAN  
MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA” DEL DISTRITO DE  
INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ,  
DEPARTAMENTO DE ANCASH-2017.**

## **2. Jurado Evaluador de Tesis**

---

**Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**

**Presidenta**

---

**Dr. CERNA CHAVEZ RIGOBERTO**

**Miembro**

---

**Ing. DOLORES ANAYA DANTE**

**Miembro**

### **3. Agradecimiento y/o dedicatoria**

#### **3.1. Agradecimiento.**

En primer lugar doy gracias a Dios por haberme bendecido con la salud; en segundo lugar agradecer a mi Padre, Zacarías Rodríguez A., a mi Madre, Mercedes Lauret Ch., a mis hermanos(as) y en especial a mi hermano Víctor y a mi hermana Úrsula, por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me ha ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. A mis hijas Kelly y Nallely quienes son la motivación constante para seguir adelante. Por último agradecer a mis asesores: Ing. Alegre Meza Silvia y Cantu Prado Víctor, quienes me brindaron sus orientaciones en todo momento.

### **3.2. Dedicatoria.**

Dedico a quienes han velado por mi bienestar y educación, brindándome apoyo en todo momento: mis padres. Han depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad. A mis hermanos, por el aliento y apoyo que siempre me han brindado para hacer posible mi anhelo de ser profesional.

## **4. Resumen y abstract**

### **4.1. Resumen**

La línea de investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote está orientada a las líneas constructivas-patologías del concreto en el área de estructuras clase estructuras aporticados, En el presente tesis asume dicha línea de investigación en los tipos columnas y vigas y en el rubro de análisis estructural concreto armado, teniendo como patologías: fisuras, manchas y desintegraciones; la cual está aplicada al pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash en el periodo del mes de Octubre 2017.

Preciso como objetivo principal determinar y evaluar las patologías en elementos estructurales: columnas y vigas, estableciendo su incidencia en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. El planteamiento del problema fue ¿En qué medida la determinación y la evaluación de patologías en sistema aporticado: columnas y vigas, incide en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash? La metodología de acuerdo al propósito y a la naturaleza de la investigación, fue de tipo descriptivo, no experimental de corte transversal; de nivel mixto. El perímetro de estudio es de 138.46ml y una área total de 471.21 m<sup>2</sup>. Fue necesario un conocimiento básico de la patología en edificaciones, sus fuentes, clases de inspección, diagnóstico, clasificación, patologías más comunes, causas y control de fisuración, severidad, sistema de control, y método de reparación.

Mediante la aplicación de una ficha técnica de inspección se determinó las patologías presentes en la estructura. Luego del recojo de la información, el procesamiento de datos con la ayuda del software (Excel); con la interpretación y el análisis se evaluaron las patologías, obteniendo los siguientes resultados afectados por patologías según el muestreo: 13.7% de columnas afectadas por patologías y 0% en vigas. Lo cual me permite manifestar que el estado de servicio del pabellón B es BUENO, dado que la incidencia de patología en columnas principalmente es LEVE porque sólo afectan el acabado de las columnas.

En conclusión del total de la muestra (columnas del Pabellón B) sólo el 2.76% es afectada por patología y el 97.24% no presenta patología, por lo tanto el estado de servicio del pabellón B es Bueno; pero, cabe la recomendación el mantenimiento correctivo de la estructura.

**Palabras clave:** patología, concreto, edificación, reparación

## 4.2. Abstract

Chimbote's Ángeles Catholic University research line is line-oriented constructive-pathologies of the concrete in the area of class structures structures framed, in this thesis assumes that line of research in types columns and beams and in the field of concrete structural analysis reinforced, having as pathologies: cracks, stains and breakups; which is applied to the Pavilion B of the "Gran Mariscal Luzuriaga Toribio" educational institution of the District of Independencia, Huaraz province, Department of Ancash in the period of the month of October 2017.

Accurate as main objective to determine and evaluate the pathologies in structural elements: columns and beams, establishing its incidence in the condition of service of Pavilion B of the "Gran Mariscal Luzuriaga Toribio" educational institution of the District of Independencia, Huaraz province, Ancash Department. The approach to the problem was what measure the determination and evaluation of pathologies in breached system: columns and beams, has an impact on the service status of the Pavilion B of the "Gran Mariscal Luzuriaga Toribio" educational institution of the District of? Independence, province of Huaraz, Ancash Department?. The methodology according to the purpose and the nature of the investigation, was descriptive, non-experimental type of cross-section. mixed level. The perimeter of study is of 138.46 ml and a total area of 471.21 m<sup>2</sup>. A basic knowledge of pathology in constructions, their sources, kinds of inspection, diagnosis, classification, most common pathologies, causes and control of cracking, severity, control system, and method of repair was necessary.

Through the application of a sheet inspection determined the pathologies present in the structure. After the pick up information, the processing of data with the help of

software (Excel); interpretation and analysis were evaluated pathologies, obtaining the following results affected by diseases according to the sampling: 13.7% of columns affected by pathologies and 0% in beams. Allowing me to say that the State of service of the B flag is good, since the incidence of disease in columns mainly is slight because they only affect the finish of the columns.

In conclusion of the total sample (columns of Pavilion B) only the 2.76% is affected by pathology and the 97.24% show no pathology, therefore the State of service of the B flag is good; but, the recommendation corrective maintenance of the structure is.

**Keywords:** pathology, concrete, construction, repair

## 5. Contenido

I.	<b>Introducción</b> .....	1
II.	<b>Revisión de la Literatura</b> .....	3
2.1.	<b>Antecedentes</b> .....	3
2.1.1.	<b>Internacional</b> .....	3
2.1.2.	<b>Nacional</b> .....	5
2.1.3.	<b>Local</b> .....	7
2.2.	<b>Bases Teórica</b> .....	8
2.2.1.	Sistema estructural aporricado.....	8
2.2.2.	Comportamiento Sísmico de Locales Educativos.....	9
2.2.3.	Patología.....	12
2.2.4.	Procesos patológicos.....	12
2.2.5.	Lesiones patológicas.....	13
2.2.6.	Estudio patológico (Diagnóstico).....	13
2.2.7.	Clases de inspección de patologías.....	13
2.2.8.	Clasificación de las patologías.....	13
2.2.8.1.	Según su origen.....	13
2.2.8.2.	según el área afectada o procedencia.....	14
2.2.9.	Patologías en las edificaciones.....	16
2.2.9.1.	Causas de Patologías en las edificaciones.....	16
2.2.9.2.	Patologías más comunes en una edificación.....	17
2.2.10.	Algunas patologías en morteros monocapas.....	20
2.2.11.	Fisuras.....	28
2.2.11.1.	concepto.....	28
2.2.11.2.	clasificación de fisuras.....	29
2.2.11.3.	evaluación de fisuras.....	32
2.2.11.4.	causas y control de la fisuración.....	33
2.2.11.4.1.	fisuración del hormigón en estado plástico.....	33
2.2.11.4.2.	fisuración del hormigón endurecido.....	34
2.2.12.	Nivel de severidad de las fisuras.....	41
2.2.13.	Sistema de control de grietas y fisuras.....	42
2.2.14.	Métodos de reparar fisuras.....	47
2.2.15.	Humedad.....	53
2.2.15.1.	Reparación de la humedad.....	54
2.2.15.2.	Tipos de protección contra la humedad.....	55
III.	<b>Metodología</b> .....	56
3.1.	<b>Diseño de investigación</b> .....	56

3.2.	<b>El universo y población</b> .....	57
3.3.	<b>Definición y operacionalización de las variables</b> .....	57
3.4.	<b>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</b> .....	58
3.5.	<b>Plan de Análisis</b> .....	59
3.6.	<b>Matriz de Consistencia</b> .....	59
3.7.	<b>Principios éticos</b> .....	60
IV.	<b>Resultados</b> .....	62
4.1.	<b>Resultados</b> .....	62
4.2.	<b>Análisis de Resultado.</b> .....	86
V.	<b>Conclusiones</b> .....	87
	<b>Recomendaciones.</b> .....	88
	<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	89
	<b>Anexos</b> .....	92

## 6. Índice de tablas y gráficos

### Lista de Tablas

Tabla 1 Resumen de las columnas afectadas.....	84
Tabla 2 Resultado de todo el pabellón B.....	85

### Lista de Gráficos

Gráfico 1 Porcentaje de patologías del muestreo 1 (1er nivel) .....	63
Gráfico 2 Porcentaje de patologías del muestreo 2 (1er nivel) .....	65
Gráfico 3 Porcentaje de patologías del muestreo 3 (1er nivel) .....	67
Gráfico 4 Porcentaje de patologías del muestreo 4 (2do nivel).....	69
Gráfico 5 Porcentaje de patologías del muestreo 5 (2do nivel).....	71
Gráfico 6 Porcentaje de patologías del muestreo 6 (2do nivel).....	73
Gráfico 7 Porcentaje de patologías del muestreo 7 (2do nivel).....	75
Gráfico 8 Porcentaje de patologías del muestreo 8 (2do nivel).....	77
Gráfico 9 Porcentaje de patologías del muestreo 9 (2do nivel).....	79
Gráfico 10 Porcentaje de patologías del muestreo 10 (2da Nivel) .....	81
Gráfico 11 Porcentaje de patologías del muestreo 11 (2do nivel).....	83
Gráfico 12 Resumen de columnas afectadas .....	84
Gráfico 13 Porcentaje de nivel de severidad de la muestra.....	85

## I. Introducción

El pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” fue construido hace 20 años aproximadamente con un sistema aporticado, en un área de 471.21 m<sup>2</sup>; actualmente presenta patologías, principalmente en columnas. Lo cual me conllevó a realizar un proyecto de investigación cuyo título fue: ““Determinación y Evaluación de Patologías en Sistema Aporticado: Columnas y Vigas, del Pabellón B de la Institución Educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash 2017””.

Inicié mi proyecto con el planteamiento, según lineamientos establecidos por la Universidad, luego enuncié el problema de la investigación: ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del sistema aporticado: columna y vigas, incide en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash 2017?.

Para dar respuesta, mi objetivo general fue: Determinar y evaluar las patologías en elementos estructurales: columnas y vigas, estableciendo su incidencia en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

Esta investigación se justificó por contribuir a la sociedad académica como antecedente para futuras investigaciones; a la vez sirvió a la institución y a la

población interesada para la solución del problema y por último; como futuro profesional me permitió tomar decisiones para enfrentar situaciones similares.

El marco teórico conceptual incluyó antecedentes relacionados con la investigación; además, un contenido temático sobre patologías: definición, origen, causas, tipos, efectos y soluciones,

La investigación fue de tipo descriptivo, de nivel mixto y de diseño no experimental de corte transversal; para recolección de datos, se hizo uso de la técnica de observación; y como instrumentos de evaluación, una ficha de inspección técnica. El procedimiento de datos e información recolectada se hizo de acuerdo al plan de análisis preestablecido. Finalmente se arribó a importantes conclusiones y recomendaciones.

## II. **Revisión de la Literatura**

### 2.1. **Antecedentes**

#### 2.1.1. **Internacional.**

2.1.1.1. “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 (2014)” (1).

“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” (1).

“Los materiales utilizados en la edificación son de baja resistencia debido a que el concreto presentó resistencia de 2000 psi lo cual lo convierte en un material muy vulnerable ya que adicional a su baja resistencia, esta misma condición lo convierte en un material poroso siendo proclive al ingreso de fluidos...” (1).

2.1.1.2. “PROTOCOLO PARA LOS ESTUDIOS DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO EN COLOMBIA (2014)” (2).

Este trabajo de investigación planteó como objetivo “Elaborar un protocolo para los estudios de patología de la construcción que permitan dar un diagnóstico y evaluación estructural en las edificaciones de concreto reforzado.”

La metodología de investigación consistió en un proceso que se desarrolló en cinco fases: “Antecedentes y estado del arte, Metodología y Recolección de datos, definición del protocolo, aplicación del método a un estudio de caso y Guía para la evaluación y diagnóstico en un estudio de patología de la Construcción” (2).

Así mismo, esta investigación presenta como una de sus conclusiones ““El Protocolo Para Los Estudios De Patología De La Construcción En Edificaciones De Concreto Reforzado contempla el diseño y construcción de una “Guía para un Estudio de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado de Mediana Altura” con sus respectivos formatos e instrumento computacional que permite otorgar una calificación de la estructura antes de su intervención en grado; bueno, regular o malo, como lo establece el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente Nsr-10 y aportar un diagnóstico conclusivo adecuado.”...”” (2).

2.1.1.3. “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS CASAS COLONIALES UBICADAS EN EL BARRIO DE SAN DIEGO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA (2015)” (3).

En este trabajo se llega a la conclusión de que “El estado patológico juega un papel importante a la hora de realizar un análisis de vulnerabilidad, por tal razón al caracterizar y localizar detalladamente las enfermedades que fustigan la edificación, tales como la presencia de humedad, eflorescencia, grietas, corrosión,

picaduras y goteras, se establece un índice que determina el estado de conservación de la estructura” (3).

2.1.1.4. “EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO PATOLÓGICO DE LA CASA CURAL DE LA IGLESIA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO DE CARTAGENA DE INDIAS (2013)” (4).

En ésta investigación se ha identificado “...los daños que presentan los elementos estructurales, alertar sobre los elementos que debían ser demolidos y en general evaluar las condiciones actuales a nivel estructural de la Casa Cural de la Iglesia de Santo Toribio de Mogrovejo. Es necesario realizar un proceso de rehabilitación urgente de la estructura, de hecho se registró la demolición de las losas de las habitaciones del párroco y desmonte de cubierta en la zona del pasillo del segundo piso” (4).

2.1.2. **Nacional.**

2.1.2.1. “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DEL CERCO PERIMÉTRICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 342 MICAELA BASTIDAS, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, REGIÓN LORETO, ABRIL – 2016” (5).

En este trabajo se muestra la metodología utilizada en forma manual consistente en: “Recopilación de antecedentes preliminares, para lo cual se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y toda la información necesaria que ayudó a cumplir los objetivos de la investigación” (5).

2.1.2.2. “EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LAS VIVIENDAS DEL SECTOR FILA ALTA• JAÉN” (6).

Presenta una metodología de investigación con características de “...investigación aplicada, Cuantitativo, descriptiva comparativa y no experimental” (6).

2.1.2.3. “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO DEL CENTRO EDUCATIVO PRIVADO SANTA ANGELA, UBICADO EN LA ORGANIZACIÓN SANTA VICTORIA, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - FEBRERO 2015” (7).

“La presente tesis tiene por objetivo realizar una evaluación cualitativa y diagnóstico patológico, es decir se va describir la realidad del estado actual de los muros de albañilería, columnas y vigas de concreto del Centro Educativo Privado Santa Ángela, ubicado en la urbanización Santa Victoria distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, realizado en el mes de febrero del año 2015. La importancia de este estudio radica en la necesidad de evaluar y determinar de las patologías de los muros de albañilería, columnas y vigas de concreto y así obtener el nivel de severidad para que las autoridades correspondientes tomen las acciones correspondientes. Se hizo una revisión bibliográfica de las patologías de los elementos a considerar, para luego realizar

una inspección visual y detallada mediante un archivo fotográfico bien detallado. Las patologías nos dan un diagnóstico real durante el tiempo-espacio que se encuentra las estructuras y una relación de unidad estructural. Las patologías surgen por diferentes motivos o manifestaciones como por ejemplo: el mal proceso constructivo, la no consideración de estudios de suelos, no hubo un buen análisis estructural, la falta de análisis de los agregados, también el medio ambiente agresivo genera patologías, el no mantenimiento periódico, eventos de la naturaleza como sismos y otros. Por lo mencionado son causas que no se toman en cuenta que hace que se genere en corto tiempo la vulnerabilidad de las estructuras. En tal sentido es muy importante determinar y evaluar las patologías existentes del Centro educativo Privado Santa Ángela. La presente tesis se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de los muros de albañilería, columnas y vigas de concreto del Centro Educativo Privado Santa Ángela, ubicado en la urbanización Santa Victoria distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. La presente tesis queda a disposición de la de la universidad católica Los Ángeles de Chimbote, como material de referencia para alumnos profesores y público en general. El estado actual de los 3 pabellones analizado tiene un nivel de severidad de MODERADO...” (7).

### 2.1.3. **Local.**

#### 2.1.3.1. “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, SEPTIEMBRE 2016” (8).

“Se analizó las patologías en vigas, columnas y muros de albañilería de la edificación obteniendo como resultados que 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%. De lo anterior se obtuve que la patología predominante es la eflorescencia con un 20.47% con un nivel de severidad media” (8) .

## 2.2. Bases Teórica

### 2.2.1. Sistema estructural aporticado.

“Este sistema está conformado por vigas y columnas de hormigón armado las cuales están conectadas entre sí por medio de nudos rígidos que permiten la transferencia de los momentos flectores y cargas axiales hacia las columnas.

Para el relleno de los pórticos se utiliza mampostería de bloque o ladrillo.

Entre las ventajas que posee éste sistema se pueden mencionar las siguientes:

- Es versátil y bastante bondadoso con la distribución de ambientes.
- Al ser estructuras muy flexibles las solicitaciones sísmicas son pequeñas.

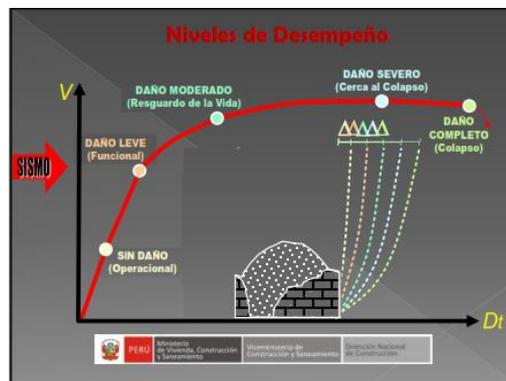
Y entre las desventajas presentadas, se puede mencionar las siguientes:

- En general, el sistema presenta baja resistencia y rigidez a cargas laterales.
- Su gran flexibilidad permite grandes desplazamientos, los cuales producen daños en elementos no estructurales.
- Se dificulta mantener las derivas bajo los límites posibles.

- El uso de este sistema queda limitado a edificaciones de baja y mediana altura, ya que mientras mayores sean los niveles del edificio, mayores tendrían que ser las dimensiones de las columnas, y esto implicaría tener proyectos económicos y arquitectónicamente no viable” (9).

### 2.2.2. Comportamiento Sísmico de Locales Educativos.

“En los últimos 130 años, en el Perú han ocurrido sólo terremotos moderados, que han mostrado lo vulnerables que son las edificaciones educativas peruanas” (10).



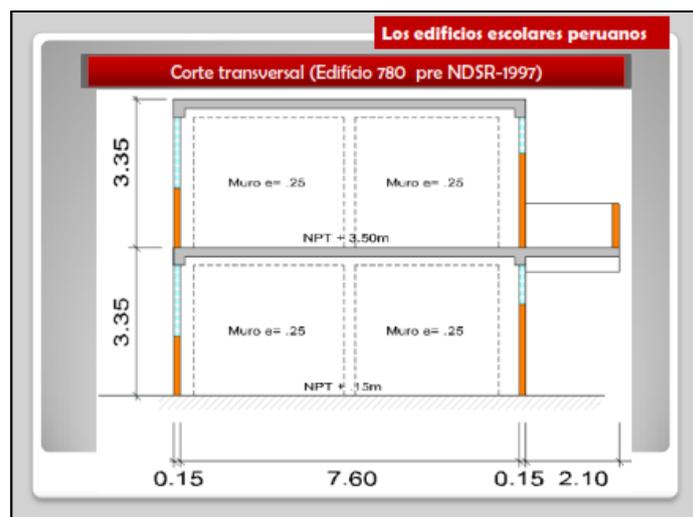
“Con la información proporcionada por INFES, se identificaron cuatro tipos de edificios como los más representativos a nivel nacional” (10).



“Edificios de Gran Unidad Escolar. Se construyeron en la década de los 50. Tienen dos o tres niveles con aulas de aprox. 10m de largo” (10).

“Edificios 780 pre NDSR-1997. Se construyeron edificios de este tipo antes de 1997. Arquitectónicamente este edificio típico, es similar al edificio 780 actual”

(10). En el plano de planta a simple vista no se distingue la presencia de las juntas de expansión.



El pabellón B, es un prototipo del INFES, ha sido estructurado y diseñado de manera tal de lograr un buen comportamiento frente a los sismos. Siguiendo los lineamientos establecidos en las Normas Técnicas de Edificación del Reglamento de Construcciones vigentes: E.030 y E.060

a) “Antecedentes” (10):

“Sismos ocurridos en Sur del Perú:” (10)

12 Nov. 1996 (Nasca-Ica)

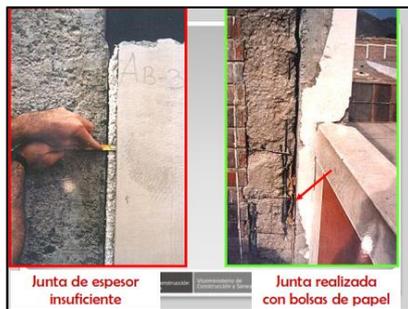
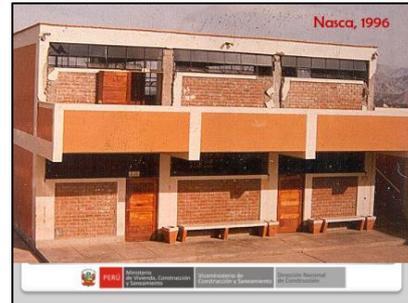
23 Jun. 2001 (Atico-Arequipa)

15 Ag. 2007 (Pisco-Ica)

“Afectaron muchos locales de Centros Educativos de diversa antigüedad” (10).

En la mayoría de los casos el problema fue el fenómeno de “Columnas Cortas”.

Como se muestra en las siguientes fotografías:



**b) “Problemas” (10).**

El problema es que existe una diferencia de rigidez, lo que probablemente ocasione el esfuerzo de torsión a la estructura y en el eje X-X, el fenómeno de columnas cortas.



**2.2.3. Patología.**

Etimológicamente la palabra patología tiene sus raíces griegas: “pathos”, que quiere decir enfermedad o afección y “logos” que significa estudio o tratamiento. Si nos remitimos al Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, las primeras acepciones están relacionadas con la medicina, específicamente, sobre trastornos físicos o mentales de las personas. Más adelante, adaptando este vocablo al campo de la construcción, el término patología se define como “...el estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y los elementos constructivos...” (11).

**2.2.4. Procesos patológicos.**

Son procesos “que puedan acarrear la ruina del edificio comprometiendo directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio: cimentación, soportes, vigas, forjados y muros de carga” (12).

#### 2.2.5. **Lesiones patológicas.**

“Es la manifestación visible de un proceso patológico que tiene: una causa (inicial), un desarrollo (evolutivo) y un resultado (final)” (12).

#### 2.2.6. **Estudio patológico (Diagnóstico).**

“Análisis exhaustivo del proceso patológico recorriéndose en sentido inverso, hasta llegar a su origen y causa: Observación, toma de datos, análisis del proceso, conclusiones (diagnóstico) y propuesta de reparación” (12).

#### 2.2.7. **Clases de inspección de patologías.**

Según los propósitos o el alcance que pretende una investigación se puede distinguir diferentes clases de inspección las cuales son: “Inspección Preliminar, Inspección Detallada, Inspección Especial e Inspección Rutinaria o de mantenimiento” (13).

A su vez la Inspección Detallada agrupa un conjunto de acciones programadas en forma secuencial, las cuales son: “Investigación Documental, Inspección visual detallada, Levantamiento gráfico de daños, Recuento fotográfico, Planeamiento y definición de ensayos, Diagnóstico de Patologías, Informe de la Inspección” (13).

#### 2.2.8. **Clasificación de las patologías.**

##### 2.2.8.1. *Según su origen.*

##### a) Lesiones químicas

Esta denominación se da cuando hubo una exposición de los materiales a sustancias corrosivas provenientes del exterior o del interior. La corrosión.

b) Lesiones físicas

Los fenómenos naturales como la lluvia, la lluvia ácida, el viento, el calor, los rayos ultra violetas, la nieve etc. causan las lesiones físicas dando como resultado por ej. "...la humedad, la suciedad, la erosión, la dilatación, la deformación, la rigidización, la fragilidad, el resecamiento, la criptoflorescencia o aumento de volumen por absorción de humedad" (14).

c) Lesiones Mecánicas

Son las grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos y otros similares ocasionados "...por acción de tensiones no estabilizadas, por falta de coordinación de las obras civiles" (14).

d) Lesiones orgánicas

Son aquellas propiciadas por los ataques de insectos y parásitos.

e) Lesiones sonoras

Se refiere a la contaminación sonora concerniente a la contaminación ambiental, teniendo como efecto la reverberación.

La consecuencia se manifiesta en el aspecto de la obra, ya que "...destruyen los pulidos, altera los colores, generan manchas, afectan las secciones de los metales e incluso los elimina, disminuyen las resistencias, destruyen la estanqueidad, generan sustancias contaminantes, y perjudican la salud" (14).

**2.2.8.2. según el área afectada o procedencia.**

a) Patologías de acabados o lesiones menores

Se refieren a los daños en los revestidos, maderas, pinturas, pisos, revoques, etc. "Pueden provenir estas patologías de los sustratos, estructuras o muros, así como también originarse por causas propias a los materiales de acabados, como por

ejemplo la mala colocación de los mismos, por no conocer las especificaciones técnicas del material, o por causas externas como por ejemplo la acción de los agentes climáticos” (14).

#### b) Patología en las instalaciones

Precisamente relativo a los desperfectos en las instalaciones y que traen consecuencias negativas en los acabados.

#### c) Patología de los elementos estructurales o lesiones mayores

Son los daños en las estructuras. Se presentan como: fisuras, grietas, deformaciones, desprendimientos, coqueas, rotura por presión negativa, debilitamiento de armaduras, colapso.

Otra manera sencilla de clasificar las patologías en edificaciones, es mediante una subdivisión atendiendo a su causa de origen como por: Defectos, Daños o Deterioro.

“Las patologías que aparecen por **Defectos**, son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra” (15).

“Las patologías causadas por **Daños**, son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación” (15).

Y las patologías por el **Deterioro** de la edificación se presentan en el debilitamiento de la estructura como consecuencia de la exposición al medio ambiente, a los periodos continuos de lluvia y sol o por el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno, durante su

periodo de vida útil.

### 2.2.9. **Patologías en las edificaciones.**

Si, se refiere específicamente a patologías en las edificaciones, se debe tener en cuenta “la concepción de edificio” y así dar una definición más acorde a nuestro campo, entendiendo, “...como el estudio de las lesiones o problemas que se presentan en un edificio y que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento o sea las relativas a funcionalidad seguridad o habitabilidad” (11).

Un edificio está construido para cumplir una función de utilidad a la sociedad y en su estructura se combinan “materiales de diversos orígenes y clases naturales, artificiales, orgánicas, minerales. Como es lógico estos materiales son susceptibles a sufrir una serie de **patologías** por acciones de diversas causas naturales, como la acción del tiempo el intemperismo, agentes físicos, agentes mecánicos y agentes químicos” (11).

Una edificación de estructura de Hormigón Armado es susceptible a patologías ocasionados por diferentes factores: Se denominan factores directos “cuando se trata de agentes físicos, agentes químicos o esfuerzos mecánicos y son factores indirectos cuando se refieren a “criterios de diseño, ejecución, elección de materiales correctos, entre otros” (16).

#### 2.2.9.1. *Causas de Patologías en las edificaciones*

“Directas: mecánicas (cargas, empujes, impactos, rozamiento), físicas (lluvia, viento, heladas. Cambios térmicos) y químicas (humedad, contaminación, organismos)” (12).

“Indirectas: errores del proyecto, errores de ejecución, defectos en los materiales y errores de uso y mantenimiento” (12).

“Las estadísticas indican: Errores en fase de proyecto 40-50%, errores en fase de ejecución 25-35%, errores debido a los materiales 10-15% y errores de uso y mantenimiento 5-10%” (12).

#### 2.2.9.2. *Patologías más comunes en una edificación.*

##### a) *fisura.*

“Aberturas incontroladas que sólo afectan a la superficie del elemento constructivo (son de menor espesor que las grietas” (12).

“Grietas, aberturas incontroladas que afectan todo el espesor de un elemento constructivo” (12).

“El Instituto Americano del Concreto [ACI 308R-90, 1992] define grieta como la separación total o parcial del concreto en dos o más partes. Ocurre agrietamiento del concreto siempre que los esfuerzos internos de tensión a los que se vea sujeto excedan su resistencia, la cual varía con la edad y con la velocidad de aplicación de las cargas. Existen tres mecanismos básicos que pueden dar origen a esfuerzos internos de tensión tanto en el concreto fresco como en el concreto endurecido” (17).

- Movimientos generados dentro del mismo concreto tales como: contracción y asentamiento plástico, contracción por secado, y expansión o contracción térmicas. Estos movimientos pueden provocar esfuerzos internos de tensión solamente si están restringidos. La restricción puede ser local, como la

proporcionada por el acero de refuerzo, o global como el caso de un elemento restringido por los otros con los cuales se une.

- Expansión de materiales embebidos en el concreto como la derivada de la corrosión del acero de refuerzo.

- Solicitaciones mecánicas externas como la actuación de cargas o deformaciones impuestas por asentamientos diferenciales de la cimentación.

Los dos primeros mecanismos generan grietas Intrínsecas o no estructurales, mientras que el tercero genera grietas extrínsecas al concreto o estructurales.

*b) desintegración.*

“Deterioro en pequeños fragmentos o partículas por causa de algún deterioro” (13).

*c) distorsión.*

“Cualquier deformación anormal de su forma original” (13).

*d) eflorescencia.*

“Depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies” (13).

*e) incrustaciones.*

“Costra o películas generalmente dura que se forma en la superficie de concreto o de la mampostería” (13).

*f) picaduras.*

“Desarrollo de cavidades relativamente pequeñas en la superficie debido a fenómenos tales como la corrosión o cavitación o desintegración localizada” (13).

*g) cráteres.*

“Salida explosiva de pequeñas porciones de la superficie de concreto debido a presiones internas en el concreto que permite en la superficie la formación típicamente cónica” (13).

*h) escamas.*

“Presencia de escamas cerca de la superficie del concreto o mortero” (13).

*i) estalactita.*

“Formación hacia debajo de materiales provenientes del interior del concreto” (13).

*j) estalagmita.*

“Formación hacia arriba de materiales provenientes del interior del concreto” (13).

*k) corrosión.*

“Desintegración o deterioro del concreto o del refuerzo por el fenómeno electroquímico de la corrosión” (13).

*l) manchas.*

“Las manchas comúnmente son de origen externo, debido a la polución ambiental, o por condensación superficial. Generalmente se debe a la formación de hongos o musgos” (14).

El moho, es la consecuencia visible de la proliferación de colonias de hongos. Se manifiesta a menudo con manchas ennegrecidas. El moho crece en lugares con mucha humedad, como cerca a lugares donde hay goteras (ya sea en el techo, una ventana o una tubería) y en sitios donde ha habido inundaciones.

### 2.2.10. *Algunas patologías en morteros monocapas.*

#### a) “*Microfisuras*” (18)

##### *Descripción del fenómeno*

El revestimiento endurecido presenta microfisuras (inferiores a 1 mm) dispuestas en forma de “tela de araña” o “red”, y que normalmente no son visibles a distancia a simple vista. Se hacen evidentes al humedecer el revestimiento afectado.

##### *Causas/origen*

Estas microfisuras se crean durante el endurecimiento del revestimiento por una retracción excesiva. Las contracciones de retracción del revestimiento son superiores a la cohesión interna del mismo en la fase plástica. Esta elevada retracción puede estar provocada por varios motivos:

- Por un exceso de agua de mezclado.
- Por un secado muy rápido del revestimiento (mucho calor, soporte muy absorbente, etc.).
- Elevado espesor de la pasta.
- Enfoscado de base pobre de cemento.

##### *Solución y reparación*

- Verificar la buena cohesión del revestimiento y su adherencia al soporte.
- Aplicar una segunda capa sobre el revestimiento afectado (de 5 a 7 mm de espesor)
- Aplicar un revestimiento sintético en capa gruesa (tipo mortero acrílico).
- Repicar la zona afectada y rehacer.
- Aplicar un hidrófugo de superficie (enmascara las microfisuras al no mojarse el revestimiento).

### *Recomendaciones*

- Seguir siempre las recomendaciones del fabricante, respetando en cada amasado, la proporción de agua indicada y el tiempo de mezcla del producto.
- Con fuerte calor o viento seco, humedecer previamente los soportes.
- Con soportes muy absorbentes, humedecer previamente las superficies de aplicación.
- Respetar los espesores máximos o aplicar en varias pasadas para conseguir el espesor deseado.
- Si es necesario enfoscar, utilizar el mismo mortero monocapa o en su defecto un mortero de análogas resistencias (relación cemento: arena 1:4 como mínimo)

#### *b) “Grietas” (18)*

##### *Descripción del fenómeno:*

En general las fisuras son visibles a distancia (superiores a 2 mm).

Además, están localizadas en los puntos singulares del edificio (encuentros entre diferentes materiales, ángulos de ventanas, etc.).

Las grietas van desde el interior hacia el exterior; es decir, desde el soporte al revestimiento.

##### *Causas, origen:*

Se producen en el soporte del revestimiento, y por movimientos estructurales del edificio, asentamientos del terreno, alabeos del cerramiento, refuerzos estructurales mal calculados, por dilatación térmica diferencial, etc.

También suelen producirse por:

- Encuentros entre diferentes materiales.
- Enfoscado pobre de cemento.

- Exceso de espesor.
- Cambios térmicos.

*Solución y reparación:*

No existe solución rápida si la concepción del edificio o estructura está mal realizada. La única solución es repicar la zona afectada y rehacer. La mejor solución pasa por prevenir esta posible patología, preparando adecuadamente el soporte, utilizando malla en los puntos singulares del edificio y empleando morteros monocapa de bajo módulo de elasticidad. En el caso de que la fisura sea inferior a 2 mm y esté estabilizada, se podría realizar un tratamiento con una pintura elastomérica.

*Recomendaciones:*

- Controlar exhaustivamente la ejecución de la obra.
- Prevenir la fisuración con el diseño de la obra.
- Diseñar soportes homogéneos para el revestimiento.
- Tratar los puntos singulares con malla de fibra de vidrio de 10 x 10 mm.

“Cuando se presentan grietas con aberturas significativas, inducidas por actuación directa de cargas, casi siempre serán síntoma que los cálculos de los estados límite últimos fueron incorrectos” (17).

*Aberturas máximas de grietas*

“En la región de las grietas, debe evitarse la despasivación de acero de refuerzo. El valor absoluto de la abertura de las grietas en el rango normal de 0.4 mm es de menor importancia comparado con la calidad del recubrimiento de concreto, es decir, su espesor y su impermeabilidad. Se ha comprobado que los requerimientos del Comité ACI-316, 1995. En cuanto al detallado del acero de refuerzo para

control del agrietamiento inducido por solicitaciones de flexión con base en las investigaciones de Gergely y Lutz resultan en aberturas de grietas menores de 0.4 mm. Por lo que respecta a la aceptación estética de las grietas, se ha sugerido que aberturas hasta 0.3 mm parecen ser aceptables” (17).

“Se han realizado varios intentos para establecer lo que constituye una grieta aceptable desde el punto de vista estético, pero hasta el momento no existe una base racional sobre este tema La objeción estética de las grietas puede resumirse como sigue:” (17)

- Las grietas causan alarma acerca de la seguridad de la estructura;
- Las grietas disminuyen la aceptación visual de la estructura al modificar las texturas de la superficie mermando el efecto visual deseado por el diseñador, y dando una apariencia de baja calidad y ejecución pobre.

“La respuesta de cualquier individuo a un patrón de grietas dependerá de la posición que la persona tenga en relación con la estructura. La aceptación de una grieta observada por un ingeniero puede ser muy diferente de la aceptación por parte del dueño del edificio o por el usuario que lo renta” (17).

“Es de mayor importancia el suministro de una cantidad mínima de acero de refuerzo en el caso de deformaciones restringidas para evitar grietas extremadamente abiertas. En el caso de condiciones ambientales severas como el ataque severo de cloruros sobre superficies horizontales de concreto, pueden ocurrir altos niveles de corrosión en la región de las grietas” (17).

“Nuevamente, la limitación de la abertura de las grietas no es suficiente para evitar el ataque en el refuerzo de acero. En tales casos deben tomarse medidas

protectoras especiales tales como sellar la superficie de concreto o utilizar refuerzo recubierto con resinas epóxicas” (17).

c) “*Fisuración en tela araña*” (18).

*Descripción del fenómeno:*

Las fisuras son visibles a distancia (superiores a 2 mm.) en forma de red o de tela de araña. El revestimiento puede “sonar a hueco”, indicando su falta de adherencia al soporte. Pueden coincidir con desprendimientos localizados del revestimiento.

*Causas, origen:*

El origen de las fisuras en tela de araña puede ser debido a diversas causas:

- Problemas del soporte: poca cohesión superficial de soporte o bien aplicación del mortero monocapa sobre enfoscados poco resistentes (poco contenido en cemento).

- Problemas de aplicación: excesivo grosor de la capa de revestimiento, falta de adherencia del revestimiento a su soporte, al aplicar sin malla en los puntos singulares.

- Problemas de material (defecto de fabricación).

*Solución y reparación:*

No existe solución rápida si la concepción del edificio o estructura está mal realizada. La única solución es repicar la zona afectada y rehacer.

La mejor solución pasa por prevenir esta posible patología, preparando adecuadamente el soporte, utilizando malla en los puntos singulares del edificio y empleando morteros monocapa de bajo módulo de elasticidad.

En el caso de que la fisura sea inferior a 2 mm y esté estabilizada, se podría realizar un tratamiento con una pintura elastomérica.

*Recomendaciones:*

- Controlar exhaustivamente la ejecución de la obra.
- Prevenir la fisuración con el diseño de la obra.
- Diseñar soportes homogéneos para el revestimiento
- Tratar los puntos singulares con malla de fibra de vidrio de 10 x 10 mm.

d) “Desprendimiento” (18)

*Descripción del fenómeno:*

El revestimiento endurecido presenta fisuras superiores a 1 mm, y a su alrededor el mortero monocapa está hueco, está mal adherido y en algún caso tiende a desprenderse.

*Causas, origen:*

Las tensiones provocadas por retracción del mortero y sus variaciones higrotérmicas y volumétricas son superiores a la fuerza de adherencia que éste ejerce sobre el soporte.

Esto provoca una ruptura del revestimiento, desprendiéndolo de su soporte.

También se producen porque la adherencia inicial del revestimiento a su soporte es muy débil por varias causas:

- Una superficie del soporte lisa, helada, o con presencia de hidrofugantes, aceites, grasas, etc.
- Poca cohesión superficial del soporte.
- Un espesor por capa excesivo de material.

- Una deficiencia de ligante en el producto (cemento o polímeros) o de retenedor de agua.
- Deshidratación de la capa de regularización de mortero monocapa.

#### *Solución y reparación*

- Eliminar el revestimiento despegado picándolo.
- Limpiar bien el soporte, ya sea con agua a presión o si es necesario con algún limpiador ácido.
- Utilizar un puente de adherencia.
- Aplicar de nuevo el revestimiento.

#### *Recomendaciones:*

- Verificar el estado de los soportes: absorción, cohesión superficial, resistencia, adherencia. En soportes poco cohesivos, preparar la superficie con una imprimación endurecedora.
- Eliminar todas las partículas polvorientas del soporte y, sobre hormigón los restos de desencofrantes.
- No aplicar nunca espesores continuos superiores a 15 mm., en una sola capa (ver las indicaciones del fabricante).

#### *e) “Manchas de escorrentía” (18)*

##### *Descripción del fenómeno:*

El revestimiento monocapa presenta, pasado cierto tiempo, manchas y diferencias de color. Además, se localizan claramente las zonas en las que, debido a la lluvia, la fachada está en contacto directamente con el agua.

La polución ambiental se fija en la superficie del revestimiento, efecto que se ve favorecido por una humedad ambiente alta y la lluvia.

*Causas, origen:*

Los depósitos de sales o suciedad en ambientes con mucha polución se depositan en la superficie del revestimiento.

- En el edificio no hay protecciones contra la lluvia (vierteaguas, cornisas, voladizos) que eviten que el agua circule directamente sobre la fachada.
- Utilización de morteros monocapa de alta capilaridad, aspecto que favorece la fijación de suciedad y polución ambiental.
- La capilaridad del revestimiento puede aumentar por un exceso de agua de amasado, o también por una deshidratación del mortero monocapa.

*Solución y reparación:*

- Limpiar el revestimiento con agua a presión y con jabones neutros.
- En algún caso se puede utilizar un limpiador ácido.

*Recomendaciones:*

- En ambientes con elevada polución ambiental proteger la fachada con un hidrofugantes de superficie.
- Seguir siempre las recomendaciones del fabricante respetando, en cada amasado, la proporción de agua indicada y el tiempo de mezcla del producto.
- Evitar realizar un acabado muy rugoso en zonas de alta polución ambiental.
- Diseñar el edificio con elementos de protección (goterones, canalones, aleros, etc.).
- No aplicar morteros monocapa sobre superficies inclinadas menos de 45 grados.
- Utilizar materiales de baja capilaridad.

f) “*Desarrollo de microorganismos*” (18).

*Descripción del fenómeno:*

Con el paso del tiempo, la superficie de las fachadas expuestas a la intemperie, en zonas con un índice de humedad muy elevado, se van cubriendo de manchas formadas por microorganismos (musgo, algas y/o bacterias).

Este efecto es más acentuado en las fachadas orientadas al Norte.

También puede producirse en zonas expuestas al salpiqueo del agua de lluvia (zócalos) o al riego de jardines.

*Causas, origen:*

Este fenómeno se ve favorecido por un revestimiento de textura muy rugosa o con una capilaridad muy elevada.

Los microorganismos del ambiente se fijan gracias a esta rugosidad y crecen gracias a la humedad existente.

La reproducción de estos microorganismos se ve favorecida por los ambientes muy húmedos.

*Solución y reparación*

- Limpiar el revestimiento con agua a presión y con jabones neutros.

-En algún caso se puede utilizar un limpiador ácido

*Recomendaciones:*

- En ambientes muy húmedos proteger la fachada con un hidrofugante de superficie.

### **2.2.11. Fisuras.**

#### **2.2.11.1.concepto.**

Según Harold Muñoz se denomina "...fisura a la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas..." (13) lo cual se identifica "...según su

dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Los rangos de los anchos de acuerdo con el ACI son los siguientes” (13).

<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Fina	Menos de 1mm.
Media	Entre 1 y 2 mm.
Ancha	Más de 2 mm.

#### *2.2.11.2. clasificación de fisuras.*

a) Las fisuras de acuerdo a su origen se clasifica en:

- Fisuras no estructurales, “son los que producen los materiales constituyentes del hormigón. Se puede genera durante el estados plástico, endurecimiento, o después de éste” (16).
- Fisuras estructurales, “...son debidas a cargas externas, que generan esfuerzos de tracción o compresión, o por deformaciones del hormigón. Se produce en el hormigón endurecido” (16).
- “Fallo de los cimientos” (12).
  - Asientos diferenciales.
- “Fallo de la estructura” (12).
  - Intrínsecas, inevitables en su mayoría, debido al proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón: Asentamiento plástico (subida agua a la superficie), retracción plástica (aforado) desecación superficial y retracción hidráulica

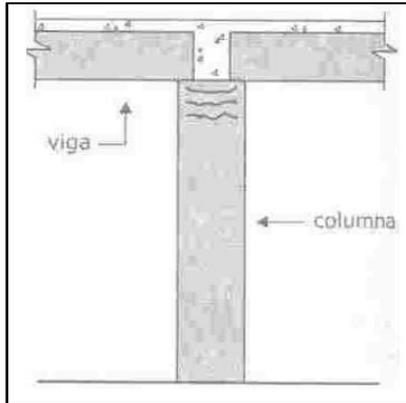
(perdida de agua).

- Extrínsecas, intervienen acciones ajenas: cargas, empujes del terreno, viento, sismos, dilataciones térmicas. Pueden ser producidas por: Esfuerzos de compresión, momento flector, esfuerzo cortante, esfuerzo torsor, punzonamiento, mala disposición de las armaduras, corrosión, exceso de deformación, asiento diferenciales, desagregación (ataque químico), disgregación y segregación.

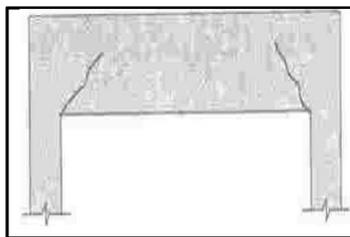
b) “Según su momento de aparición en:

- Fisuras originadas en estado plástico
  - Fisuras originadas por la contracción plástica.
    - Retracción hidráulica durante el fraguado (contracción plástica).
    - Exceso de vibración. Exceso de llana.
  - Fisuras originadas por asentamiento plástico.
    - Acomodamiento.
    - Poco recubrimiento y excesivos diámetros en el acero.
    - Cambios de consistencias en vaciados continuos.
    - Desplazamiento del encofrado.
    - Deformación del terreno de sustentación.
- Fisuras originadas en estado endurecimiento.
  - Fisuras originadas por movimientos espontáneos.
    - Retracción hidráulica (contracción por secado).
    - Contracción por carbonatación.

- Retracción térmica.
  - Entumecimientos por dilatación térmica.
  - Entumecimientos por oxidación del acero de refuerzo
  - Entumecimientos por exceso de expansivos del cemento
  - Reacción álcalis-agregados.
  - Fisuras producidas por cargas que originan esfuerzos
    - Compresión.
    - Tracción.
    - Flexión.
    - Cortante.
    - Torsión” (16).
- c) “Fisuras Intrínsecas: inherentes a los procesos constructivos, son inevitables(microfisuras)
- d) “Fisuras Extrínsecas: impuestas por acciones externas y que necesitan más atención. Pueden ser debido a: asentos, expansión del suelo y sobrecargas” (12).
- e) “Otros tipos de fisura” (19).
- Fisuras horizontales. Son fisuras de asentamiento plástico, aparecen en columnas sobre el acero muy próximo a la superficie superior.



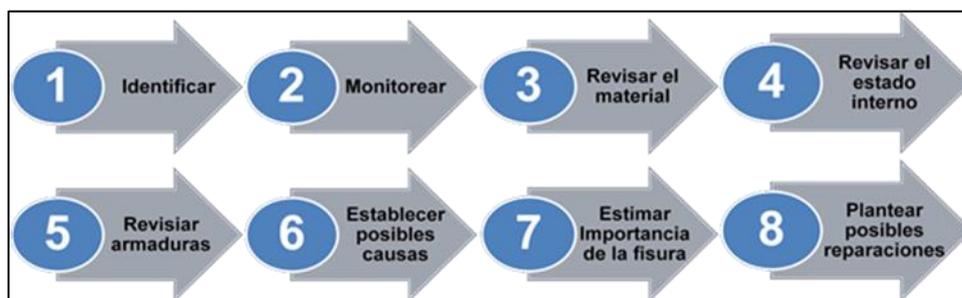
- Fisura inclinada. Son las fisuras de corte.



- f) En cuanto a su comportamiento en: “Fisuras vivas, cuando continua en movimiento expandiéndose, abriéndose o cerrándose y fisuras muertas, cuando ya han dejado de crecer no se mueven. También se les llama estabilizados” (15).

**2.2.11.3. evaluación de fisuras.**

Para la evaluación de fisuras y grietas se realiza los siguientes pasos según muestra el esquema de Astorga Ariana (15)



#### *2.2.11.4. causas y control de la fisuración.*

##### *2.2.11.4.1. fisuración del hormigón en estado plástico.*

###### *a) fisuración por retracción plástica.*

En la figura que mostramos en la parte inferior (figura 1.1) se observa la fisuración por retracción plástica, lo que sucede por la vertiginosa pérdida de humedad ocasionada por la combinación de las temperaturas del aire y el hormigón, también la humedad relativa y la velocidad del viento en la superficie del hormigón. Factores que al combinarse provocan una evaporación superficial en el clima caluroso y en el clima frío.

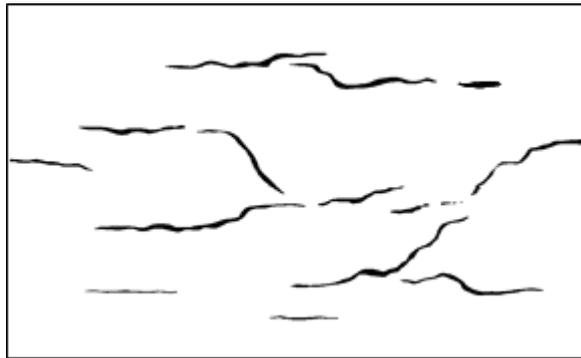


Fig. 1.1 – “Típica fisuración por retracción plástica (Price, 1982)”  
(20).

###### *b) fisuración por precipitación de los agregados*

“Luego de su colocación inicial, vibrado y el acabado, el hormigón tiende a continuar consolidándose. Durante este período el hormigón plástico puede estar restringido por las armaduras, por una colada previa de hormigón o por los encofrados. Estas restricciones localizadas pueden provocar vacíos y/o fisuras adyacentes al elemento que

impone la restricción (Figura 1.2). Si está relacionado con las armaduras, la fisuración por asentamiento de los agregados aumenta a medida que aumenta el tamaño de las barras, que aumenta el asentamiento del hormigón y disminuye el recubrimiento” (20).

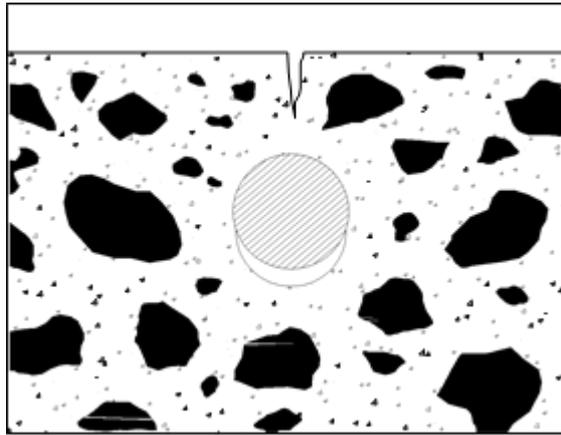


Fig. 1.2 – Fisura formada debido a una precipitación obstruida (Price, 1982)

#### 2.2.11.4.2. *fisuración del hormigón endurecido.*

##### a) *retracción por secado.*

“Una causa habitual de la fisuración del hormigón es la restricción de la retracción por secado. La retracción por secado es provocada por la pérdida de humedad de la pasta cementicia, la cual se puede contraer hasta un 1%. Por fortuna, los agregados proveen una restricción interna que reduce la magnitud de este cambio de volumen a aproximadamente 0.06%. Cuando se humedece el hormigón tiende a expandirse” (20).

##### b) *tensiones de origen térmico.*

“Las diferencias de temperatura dentro de una estructura de hormigón pueden ser provocadas por partes de la estructura que pierden

calor de hidratación a diferentes velocidades, o por condiciones climáticas que enfrían o calientan una parte de la estructura hasta una mayor temperatura o con una mayor velocidad que otra” (20). A su vez las diferencias de temperatura producen fisuras ocasionadas por la deformación por tracción del hormigón.

La variación de temperatura ocasionado por disipación del calor de hidratación del cemento, regularmente sólo afectan al hormigón masivo; es decir, a las columnas, estribos, vigas y zapatas, además de presas; en cambio la temperatura variable que se origina por cambios de la temperatura ambiente es posible que pueda afectar a cualquier estructura.

*c) reacciones químicas.*

La fisuración del hormigón puede ser ocasionada por ciertas reacciones químicas, las cuales pueden ser el resultado de los materiales usados en la preparación del hormigón o de aquellos materiales que se pusieron en contacto con el hormigón endurecido.

Al pasar el tiempo el hormigón puede presentar fisura por las reacciones expansivas lentas producidas entre los agregados “... que contienen sílice activa y los álcalis derivados de la hidratación del cemento, aditivos o fuentes externas (por ejemplo, el agua usada para el curado, el agua freática, las soluciones alcalinas almacenadas o empleadas en la estructura terminada)” (20).

Esta reacción de álcali y sílice forma un gel expansivo que extrae el agua de otras partes del hormigón provocando a la vez esparcimientos

locales junto con las correspondientes tensiones de tracción, y en forma casual puede provocar deterioro de toda la estructura. Frente a ello están las medidas de control como: la acertada elección de los agregados, medida que puede impedir la ocurrencia del problema; otras medidas son: utilizar cementos con bajo contenido de álcalis y el uso de puzolanas que contienen sílices muy finas y altamente activas, las cuales tienden a reducir la relación entre álcalis y sílice reactiva, provocando la formación de un silicato de calcio alcalino no expansivo.

“Ciertas rocas carbonatadas participan en reacciones con los álcalis; en algunos casos estas reacciones producen expansión y fisuración. Estas reacciones álcali-carbonato perjudiciales generalmente están asociadas con calizas dolomíticas y arcillosas que tienen una estructura granular muy fina. El hormigón afectado se caracteriza por un patrón de fisuración en red. Esta reacción se distingue de la reacción álcali-sílice por la ausencia de depósitos superficiales de gel de sílice en las fisuras. El problema se puede minimizar evitando los agregados reactivos, diluyendo con agregados no reactivos, utilizando un menor tamaño máximo de agregado y utilizando cemento de bajo contenido de álcalis” (20).

Desde el punto de vista de su durabilidad “... las aguas sulfatadas representan un problema para el hormigón; esto es cuando los sulfatos que penetran en la pasta cementicia hidratada entran en contacto con el aluminato de calcio hidratado. Se forma un sulfoaluminato de calcio, con el consiguiente aumento de volumen, que provoca elevadas

tensiones de tracción localizadas, que a su vez provocan el desarrollo de fisuras poco separadas y un deterioro generalizado del hormigón. Los cementos portland de bajo contenido de aluminato tricálcico pueden reducir la gravedad del problema” (20).

“El hidróxido de calcio de la pasta cementicia hidratada se combinará con el dióxido de carbono del aire para formar carbonato de calcio. Debido a que el carbonato de calcio tiene menor volumen que el hidróxido de calcio, habrá retracción (habitualmente conocida como retracción por carbonatación). Esta situación puede provocar un importante grado de fisuración irregular en las superficies de hormigón, y puede ser particularmente grave en el caso de superficies frescas recién colocadas durante las primeras 24 horas si se usan calentadores sin ventilación adecuada para mantener el hormigón tibio durante los meses invernales” (20).

*d) meteorización.*

Los procesos de meteorización como el congelamiento, deshielo, humedecimiento, secado, calentamiento y enfriamiento pueden provocar fisuración. Esta meteorización es conspicua, y puede dar la apariencia de que el hormigón está por desintegrarse, inclusive cuando debajo de la superficie, el deterioro no haya progresado notablemente.

*e) corrosión de las armaduras.*

Es el deterioro de un metal por un agente oxidante, humedad y flujo de electrones dentro del metal; ocasionan una variedad de reacciones

químicas tanto en la superficie del metal y a su entorno. “(ACI 201.2R)” (20).

Para evitar la corrosión de un metal, detenerlo o invertir las reacciones químicas se podrían cortar los suministros de oxígeno o humedad. Esto se puede lograr suprimiendo los suministros de oxígeno o humedad, o suministrando un exceso de electrones en los ánodos para detener la formación de los iones metálicos (protección catódica).

“El acero de las armaduras del hormigón generalmente no se corroe ya que en el ambiente altamente alcalino se forma un recubrimiento de óxido protector, fuertemente adherido al acero. Esto se conoce como protección pasiva” (20).

“Sin embargo, el acero de las armaduras se puede corroer si la alcalinidad del hormigón se reduce por carbonatación o si la pasividad de este acero es destruida por iones agresivos (generalmente cloruros). La corrosión del acero produce óxidos e hidróxidos de hierro, cuyo volumen es mucho mayor que el del hierro metálico original (Verbeck, 1975). Este aumento de volumen provoca tensiones radiales de estallido alrededor de las barras de armadura, y la consiguiente aparición de fisuras radiales localizadas. Estas fisuras radiales se pueden propagar a lo largo de la barra, provocando la formación de fisuras longitudinales” (20).

*f) prácticas constructivas inadecuadas.*

“Existe una gran variedad de prácticas constructivas inadecuadas cuyo resultado puede ser la fisuración del hormigón. Entre ellas la más habitual es la costumbre de agregarle agua al hormigón para

mejorar su trabajabilidad. El agua agregada reduce la resistencia, aumenta el asentamiento y aumenta la retracción por secado. Si esta práctica se combina con el uso de un mayor contenido de cemento para contrarrestar la reducción de la resistencia, el aumento del contenido de agua significará un aumento del diferencial de temperatura entre el interior y el exterior de la estructura, cuyo resultado será un aumento de las tensiones térmicas y posiblemente, fisuración. Si se agrega cemento, aun manteniendo constante la relación agua-cemento, habrá más retracción porque aumentará el volumen relativo de pasta” (20).

El grado de fisuración de una estructura de hormigón aumenta ante la falta de curado. Si el curado se termina antes de tiempo posibilita mayor retracción cuando el hormigón todavía tiene una baja resistencia.

Algunos problemas de construcción que pueden causar fisuración se presentan al usar apoyos inadecuados para los encofrados o una compactación inadecuada; los cuales pueden provocar el asentamiento y la fisuración del hormigón antes que éste haya desarrollado resistencia suficiente para soportar su propio peso, otro problema es la colocación de juntas de contracción en puntos de tensión elevada, la cual va provocar abertura precisamente en los puntos de tensión elevada de las juntas.

*g) Sobrecargas durante la construcción.*

“Sobrecargas durante la construcción, a menudo las cargas inducidas durante la construcción pueden ser mucho más severas que las que soportará la estructura en servicio. Desafortunadamente, estas

condiciones se pueden dar a edades tempranas cuando el hormigón es más susceptible de ser dañado y con frecuencia originan fisuras permanentes” (20).

*h) errores de diseño y detallado.*

Estos errores pueden provocar fisuración absurda que “...incluyen el uso de ángulos reentrantes mal detallados en las esquinas de muros, elementos y losas premoldeados, la incorrecta selección y/o detallado de las armaduras, la restricción de elementos sujetos a cambios de volumen provocados por variaciones de temperatura y humedad, la falta de juntas de contracción adecuadas y el incorrecto diseño de las fundaciones, que provoca movimientos diferenciales dentro de la estructura” (20).

*i) cargas aplicadas externamente.*

“Se sabe que las tensiones de tracción inducidas por las cargas provocan la fisuración de los elementos de hormigón. Este hecho es reconocido y aceptado por todos los involucrados en el diseño del hormigón. Los procedimientos de diseño actuales (ACI 318 y las Especificaciones Normalizadas para Puentes Carreteros de AASHTO) utilizan armaduras no sólo para tomar las fuerzas de tracción sino también para lograr una adecuada distribución de las fisuras e imponer un límite razonable al ancho de las mismas” (20).

La mejor protección contra la fisuración no deseada se logra con la distribución adecuada de las armaduras; además usando la mayor

cantidad de armaduras se puede reducir la tensión en el acero a la vez que reduce la fisura.

### 2.2.12. Nivel de severidad de las fisuras.

El nivel de severidad es resultado de un conjunto de experiencias y estudios recopilados y la que más credibilidad tiene es la que se presenta en la Cuadro 1.

**Cuadro 1. “Clasificación del daño y habitabilidad de la edificación” (21).**

Elemento y/o condición estudiada	DAÑOS	Clasificación global del daño y habitabilidad				
		HABITABLE (VERDE)	USO RESTRINGIDO (AMARILLO)	NO HABITABLE (NARANJA)	PELIGRO DE COLAPSO (ROJO)	
ESTADO GENERAL DE LA EDIFICACIÓN	1. Existe colapso (1.Si 2.No 3.No se pudo determinar)	1	1	2	2 a 3	
	2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrepiso. (1.Si 2.No 3.No se pudo determinar)	2	2	3	1	
	3. Falla o asentamiento de la cimentación (1.Si 2.No 3.No se pudo determinar)	2	2	3	1	
	Comentarios	No existe colapso, inclinación de la edificación o fallas en su cimentación	Inclinación o colapso puntual de algunos elementos que no representan peligro para la estabilidad de la edificación	Edificios con colapso parcial interior al 50% del área, donde la parte colapsada no está sobrecargada la estructura. Existen dudas sobre posibles fallas de la cimentación.	Edificios que han alcanzado estados, últimos, con colapso total o parcial superior al 50% del área, notablemente inclinado o con entrepisos desplomados. Hundimiento o asentamiento de la cimentación	
DAÑOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Niveles de daño Se evalúa en el piso de mayor afectación y los porcentajes se toman de los elementos esenciales de acuerdo al sistema estructural	1. Ninguno				
		2. Leve	<30%	>30%		
		3. Moderado	No hay daños	<30%	30 a 60%	>60%
		4. Fuerte	No hay daños	<10%	10 a 30%	>30%
		5. Severo	No hay daños	<5%	5 a 15%	>15%
		Comentarios	Daños muy leves y muy puntuales o que no evidencian ningún tipo de daño estructural	Los daños estructurales son tan puntuales que no reducen su capacidad global de resistencia ni ponen en peligro la estabilidad.	Disminución de la capacidad de resistir cargas verticales u horizontales pero no existe inestabilidad	Disminución significativa de la capacidad para resistir cargas verticales o laterales en tal proporción que existe inestabilidad potencial
DAÑOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Niveles de daño Percepción global de los daños en la edificación verificando principalmente aquellos elementos que representan mayor peligro	1. Ninguno				
		2. Leve	<30%			
		3. Moderado	<30%	30 a 60%	>60%	
		4. Fuerte				
		5. Severo				
		Comentarios	Los daños son leves y muy puntuales y no ofrecen peligro para la integridad de las personas	Peligro puntual de falla o caída de objetos, en zonas diferentes a los accesos y escaleras Se pueden remover fácilmente	Daños generalizados Problemas en escaleras y accesos o en fachadas, balcones, cielo rasos que están en peligro de caer.	
PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	11.Falla en talud o movimientos en masa 12.Asentamientos, subsidencia o licuación (1,No 2,Parcial 3,Total)	1	1	2	3	
	Comentarios	Fuera de la zona de influencia del fenómeno geotécnico y no existe ninguna posibilidad de reactividad	La edificación no se encuentra localizada en el área directa de influencia del fenómeno	El fenómeno es puntual pero sugiere una disminución significativa de la capacidad del suelo a resistir cargas La edificación se encuentra dentro del área de influencia o de reactivación del fenómeno	La edificación se encuentra localizada sobre o muy cerca al área de influencia del fenómeno y el potencial de reactivación es inminente o muy probable,	

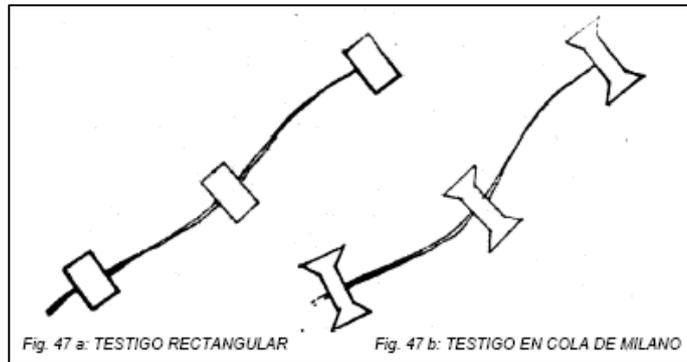
**Cuadro 2. Condición de servicio y nivel de severidad.**

Elemento y/o condición estudiada	DAÑOS		Condición de Servicio			
			Bueno	Regular	Malo	Muy malo
DAÑOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Niveles de daño Se evalúa en el piso de mayor afectación y los porcentajes se toman de los elementos esenciales de acuerdo al sistema estructural	1. Leve	<30%	>30%		
		2. Moderado	No hay daños	<30%	30 a 60%	>60%
		3. Severo	No hay daños	<5%	5 a 15%	>15%
	Comentarios	Daños muy leves y muy puntuales o que no evidencia ningún tipo de daño estructural	Los daños estructurales son tan puntuales que no reducen su capacidad global de resistencia ni ponen en peligro la estabilidad.	Disminución de la capacidad de resistir cargas verticales u horizontales pero no existe inestabilidad	Disminución significativa de la capacidad para resistir cargas verticales o laterales en tal proporción que existe inestabilidad potencial	
DAÑOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Niveles de daño Percepción global de los daños en la edificación verificando principalmente aquellos elementos que representan mayor peligro	1. Leve	<30%			
		2. Moderado	<30%	30 a 60%	>60%	
		3. Severo				
	Comentarios	Los daños son leves y muy puntuales y no ofrecen peligro para la integridad de las personas	Peligro puntual de falla o caída de objetos, en zonas diferentes a los accesos y escaleras Se pueden remover fácilmente	Daños generalizados Problemas en escaleras y accesos o en fachadas, balcones, cielo rasos que están en peligro de caer.		

**2.2.13. Sistema de control de grietas y fisuras.**

*a) testigo del yeso.*

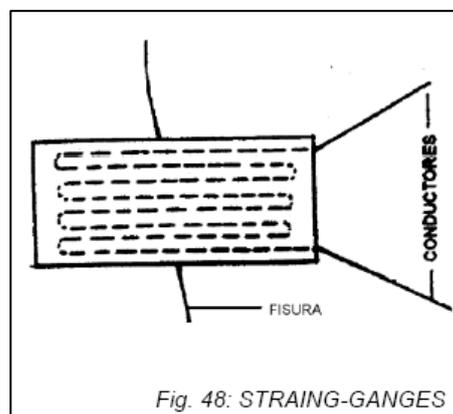
“Hay varios sistemas para controlar las grietas y fisuras. El más usual en edificación, con diferencia, es el **testigo del yeso**. Se trata de colocación de tarjetones de yeso de unos 70x40mm. y 6 mm., de espesor que haya que colocar, al menos uno en el arranque de la grieta, otro en el centro y otro en cola; fecharlos numerarlos y llevarlos y en el estadiillo para la inspección y comprobación de al menos una vez por mes(Fig. 47 a). También se puede sustituir el tarjetón rectangular, por el de doble cola de milano (Fig. 47 b), colocados en los mismos lugares que el anterior” (11).



“Tradicionalmente en edificios de sistemas constructivos clásicos, se estima que una fisura se abra 1mm., en 1 año no es peligrosa, pero si puede empezar a serlo si se abre 1mm., cada mes, lo que nos obligaría a tomar medidas de apeo para contención de la patología que haya producido la grieta” (11).

*b) los Strain-Ganges.*

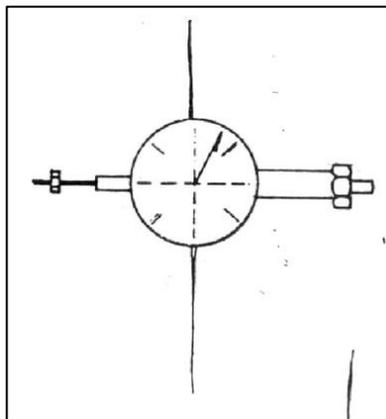
“Otro sistema son los **Strain-Ganges**, se emplean para deformaciones de materiales metálicos o de hormigón, en realidad miden y sirven para estudiar deformaciones. Consisten en unas cápsulas planas, normalmente de plástico y de doble pared, que llevan en su interior un circuito impreso de un conductor eléctrico muy sensible conectado en sus extremos a un medidor tipo. (Fig. 48)” (11).



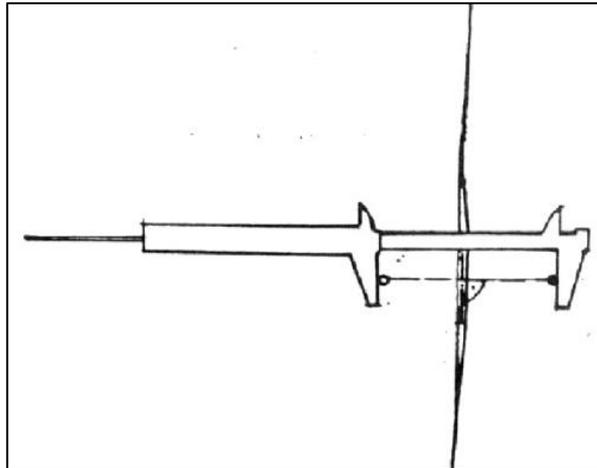
“El S.G. se pega sobre la fisura, si hay deformación queda registrada, se debe emplear en grietas de tracción no en compresión. El alargamiento o acortamiento total de esa dimensión es la “Deformación total” y el cociente de este por la longitud original de la pieza es la deformación unitaria y los SG miden siempre deformaciones unitarias” (11).

c) *el comparador mecánico.*

“Otro procedimiento, para medir grietas con precisión, es el **comparador mecánico**, que se fija ambos lados de la fisura, y nos permite dibujar la gráfica: Tiempo/incremento de deformaciones, también podemos observar la incidencia de la temperatura, al objeto de descontar esta variable dentro de los incrementos totales medios” (11).

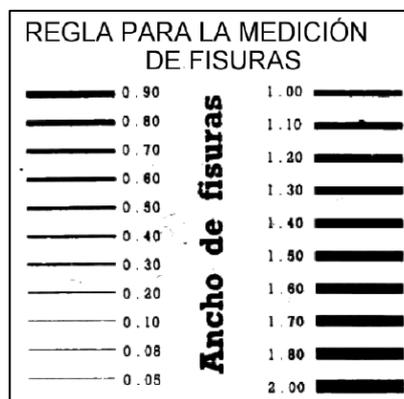


“Otro procedimiento consiste en trazar una línea perpendicular a la fisura y sobre ella anclar a pistola, sendos clavos de cada lado después con un calibrador se puede realizar la medición. La precisión es del orden de 0,1mm., suficiente en general para nuestro trabajo” (11).



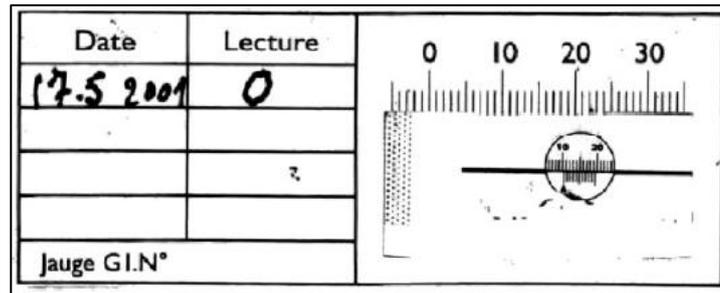
d) *las plantillas.*

“Se trata de una tarjeta de plástico transparente en la que se encuentran grabadas diferentes gruesos de líneas normalmente entre 0,05 mm. hasta 2,00 mm. se trata simplemente de hacer coincidir la línea representada con el grueso de la fisura o la grieta que queremos medir (ver figura adjunta)” (11).



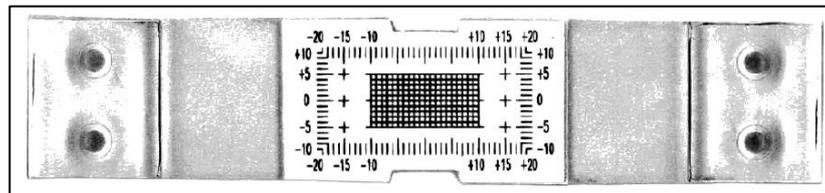
e) *los fisurómetros.*

“Los fisurómetros son medidores de grietas bastante generalizados. Los hay del tipo que nos dan la lectura en mm. y las décimas por medio de un nonius, son de cartulina o plástico y se adhieren a la base del material donde se ha formado la grieta” (11).



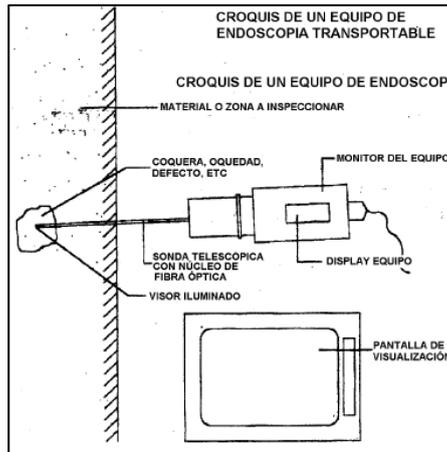
f) *los de cristal.*

“Otro tipo son los de cristal, conformados con dos placas con una cuadrícula central en la que se puede observar el grosor de la grieta y su dirección” (11).



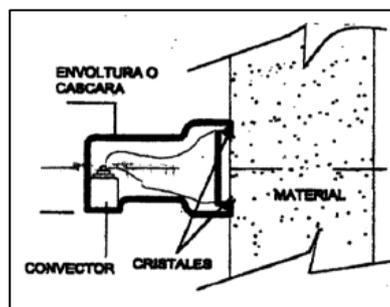
g) *endoscopia.*

“**Endoscopia**, se trata de un sistema óptico de observación en lugares totalmente inaccesibles mediante visor iluminado y una sonda de longitud variable con un núcleo de fibra óptica, pudiéndose acceder a grietas, oquedades o perforaciones muy pequeñas hasta profundidades importantes de hasta 3m. ó más se puede visualizar la imagen en una pantalla directamente, e incluso es posible la incorporación de un micrófono para tener una mayor información en un determinado momento” (11).



*h) ultrasonidos.*

“**Ultrasonidos**, Loas ondas ultrasónicas, son oscilaciones mecánicas cuyas frecuencias están por encima del nivel audible (el límite entre el sonido audible y el sonido ultrasónico se da normalmente a la frecuencia de 20 KHz = 20000 Hz) ósea 20 000 oscilaciones por segundo), y depende de cada material en el hormigón por ejemplo se da entre 45KHz-54KHz, en metales 15 KHz” (11).



**2.2.14. Métodos de reparar fisuras**

*a) inyección de resina epoxi.*

“Mediante la inyección de resinas epoxi se pueden adherir fisuras de muy poca abertura, hasta 0,05 mm. La técnica generalmente consiste en establecer bocas de entrada y venteo a intervalos poco espaciados a lo

largo de las fisuras, sellar la fisura en las superficies expuestas e inyectar la resina epoxi a presión” (20).

“A excepción de ciertos materiales epoxídicos que toleran el agua, esta técnica no es aplicable si las fisuras tienen fugas activas y no se pueden secar. Las fisuras húmedas se pueden inyectar usando materiales que toleren la humedad, pero los contaminantes presentes en las fisuras (incluyendo material fino y agua) pueden reducir la efectividad del material epoxídico para reparar las fisuras estructuralmente. Los siguientes son los procedimientos generales involucrados en la inyección de resinas epoxi (ACI 503R)” (20).

- Limpiar las fisuras.
- Sellar las superficies.
- Instalar las bocas de entrada y venteo. Hay tres métodos de uso generalizado:
  - Accesorios insertados en orificios perforados
  - Accesorios adheridos a ras.
  - Interrupción del sellado.
- Mezclar la resina epoxi.
- Inyectar la resina epoxi.
- Retirar el sellado superficial.
- Procedimiento alternativo.

“Un procedimiento alternativo para las estructuras masivas consiste en practicar una serie de perforaciones [generalmente entre 20 a

100 mm de diámetro] que intersequen la fisura en varias ubicaciones. Típicamente las perforaciones se practican a intervalos de 1,5 m” (20).

“Otro método que se está utilizando recientemente es un método al vacío o por asistencia de succión. Existen dos técnicas: una consiste en encerrar totalmente el elemento fisurado en una bolsa e introducir el adhesivo líquido en el fondo y luego aplicar vacío en la parte superior. La otra técnica consiste en inyectar las fisuras desde un lado y aplicar vacío desde el otro. En general se usan resinas epoxi; sin embargo, también se han usado acrílicos y poliésteres de manera exitosa” (20).

*b) perfilado y sellado.*

“El perfilado y sellado de fisuras se puede aplicar en condiciones que requieren una reparación inmediata y cuando no es necesario efectuar una reparación estructural. Este método consiste en agrandar la fisura a lo largo de su cara expuesta y llenarla y sellarla con un sellador adecuado (Figura 3.1). El procedimiento se adapta mejor a superficies aproximadamente planas y horizontales tales como pisos o pavimentos. Sin embargo, también se pueden perfilar y sellar fisuras sobre superficies verticales (utilizando un sellador no fluido) y superficies curvas (tubos, pilas y postes)” (20).

“El perfilado y sellado se usa para tratar tanto fisuras de patrón irregular como fisuras aisladas de mayor tamaño. Un uso habitual y efectivo es la impermeabilización mediante sellado de las fisuras en superficies de hormigón en contacto con el agua o expuestas a presión hidrostática. Este tratamiento reduce la posibilidad de que la humedad

llegue a las armaduras o atraviese el hormigón, provocando manchas superficiales u otros problemas” (20).

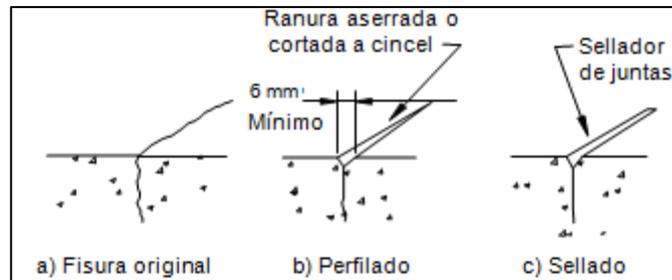


Figura 3.1 Reparación de una fisura mediante perfilado y sellado (Johnson, 1965)

*c) costura de fisuras.*

“Coser una fisura consiste en perforar orificios a ambos lados de la fisura, insertar unidades metálicas en forma de U de patas cortas (grampas o bridas de costura) y asegurarlas con mortero como se ilustra en la Figura 3.3 (Johnson, 1965). Se pueden utilizar costuras cuando es necesario restablecer resistencia a la tracción en fisuras importantes (Hoskins, 1991). Al coser una fisura la estructura tiende a volverse más rígida, y esta rigidez puede aumentar la restricción global de la estructura provocando fisuración en otras partes del hormigón. Por lo tanto, puede ser necesario reforzar la sección o las secciones adyacentes. Debido a que la concentración de tensiones es frecuente, puede ser necesario emplear este método conjuntamente con otros” (20).

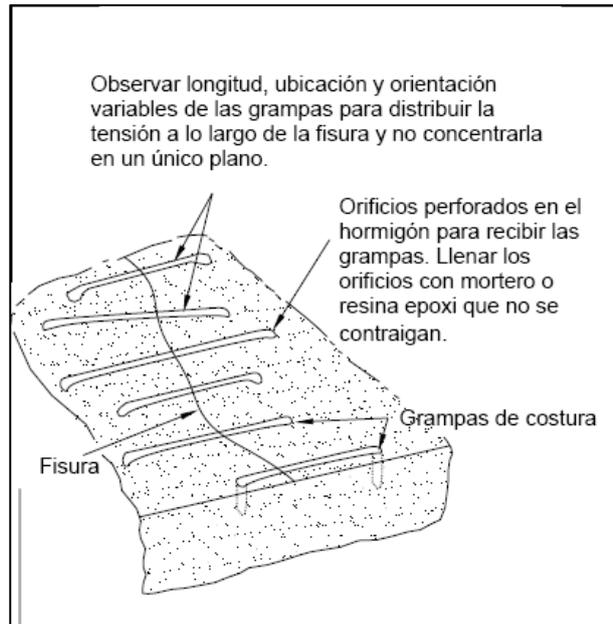


Fig. 3.3 – Costura de una fisura (Johnson, 1965)

d) *armadura adicional.*

- **Armadura convencional**

“Esta técnica consiste en sellar la fisura, perforar orificios que intersequen el plano de fisuración aproximadamente a 90 grados (Figura 3.4), inyectar adhesivo epoxi en el orificio y la fisura hasta llenarlos y colocar una barra de armadura en el orificio perforado” (20).

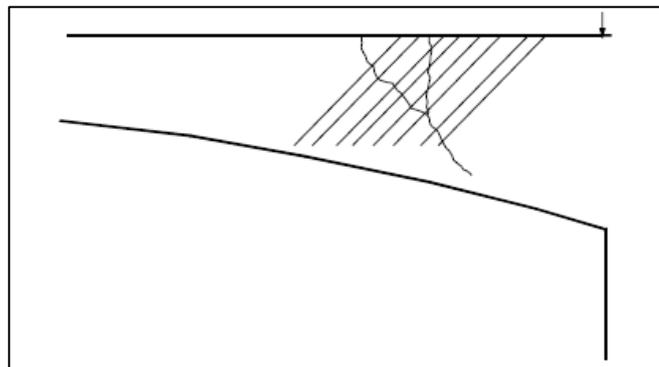


Fig. 3.4 – Orientación de las barras de armadura utilizadas para reparar fisuras (Stratton et al., 1978)

- **Llenado por gravedad**

“Se pueden usar monómeros y resinas de baja viscosidad para sellar fisuras con anchos superficiales de entre 0,03 a 2 mm, aplicándolos por el método del llenado por gravedad (Rodler et al., 1989). También se han utilizado exitosamente los metacrilatos de alto peso molecular, uretanos y algunas resinas epoxi de baja viscosidad. Cuanto menor sea la viscosidad, más finas serán las fisuras que se pueden llenar” (20).

*e) Reparaciones superficiales.*

“En las reparaciones de superficies de hormigón en una edificación, se puede clasificar en dos tipos de tratamiento: a través de aplicación manual y de mortero proyectado” (16).

*Aplicación manual.*

“Esta clase de reparaciones se efectúan a fallas de reducido espesor las cuales van desde los milímetros hasta los 5 cm, aprox. Estas fallas deben afectar a la superficie del hormigón o el recubrimiento de armaduras.” (16).

Para la reparación por éste medio se debe tener presente el siguiente procedimiento;

- En primer lugar se definirán bordes con controlador angular.
- Eliminar por picado toda clase de hormigón defectuoso que pueda presentar inconvenientes al momento de efectuar la reparación.
- Procurar obtener la forma geométrica adecuada.
- Limpiar con aire y/o agua.
- Aplicar cuidadosamente con brocha, la lechada de adherencia.

- Preparar el mortero de hormigón, con una relación de 1:3 con arena gruesa de tamaño máximo 5 mm o de 1/3 del espesor a rellenar; teniendo consistencia semiplástica aditivo expansor.
- Proyectar manualmente por medio de espátula, compactar y alizar con platacho.
- Finalmente, mantener húmedo por siete días.

#### 2.2.15. **Humedad.**

“Patología relativa a la estanqueidad y aislamiento del edificio” (12).

Las humedades pueden ser por:

- *Penetración directa del agua:*

- *Humedad por capilaridad.*

“la humedad por capilaridad es aquella provocada por la ascensión del agua proveniente del terreno, a través de los cimientos y muros de una edificación la cual se encuentra en contacto con el suelo. Esta humedad sube por poros y capilares evaporándose a la atmósfera” (16).

- *Humedad de filtración.*

“Se entiende como humedad de filtración a aquella provocada por el agua que llega desde el exterior de una edificación y penetra en el interior de éste por medio de los elementos constructivos. El agua de la lluvia es el principal agente que puede desencadenar humedades por filtraciones, la cual se suele dividir en tres grupos: los provocados por la absorción, por la filtración y por la penetración” (16).

- *Roturas de instalaciones.*

- *Humedad por condensación.* “Esta clase de humedad se origina cuando la condensación del aire puede dar lugar a la formación de gotas que cuando se van agrandando forman núcleos húmedos. Este fenómeno se puede producir tanto en el exterior como en el interior de la edificación” (16).

- *Proviene del ambiente.*

- *Por humedad añadida a la obra,* durante la ejecución y no se ha secado.

- *Humedad accidental.*

“Son aquellas clases de humedades provenientes de accidentes desde una edificación, tales como rotura de tuberías, inundaciones, vertidos o derrames. Por medio de esta clase de humedad se puede originar otras humedades como son las provenientes por capilaridad y filtración” (16).

#### **2.2.15.1.Reparación de la humedad.**

“A modo de sugerencia, para realizar una eventual impermeabilización en un elemento de Hormigón Armado de forma completa o tan solo la zona afectada. Se debe estar seguro de que la humedad no se propagará a los lugares que queden sin protección. Es por esta razón, si se comienza con esta clase de trabajo, es recomendable impermeabilizar el elemento completo, con la finalidad de asegurarse de una correcta reparación y protección al hormigón” (16).

Los pasos a seguir serán los siguientes:

- Limpieza general. Raspar con espátula la totalidad de los hongos, pintura o eflorescencia. Luego pasar con escobilla de carpintero.
- Lavado del elemento a reparar. Lavar con una mezcla de agua con cloro, en una proporción de lleno de balde de 1:3. Se mojará una escobilla con

cerdas de nailon y se refregará el elemento hasta erradicar de forma total las impurezas. Se recomienda el uso de guantes y mascarilla.

- Reparación del elemento.
- Lijar la superficie. Usar lija fina
- Impermeabilización del elemento. El tipo de impermeabilizante a utilizar dependerá de cierta medida, del tipo de humedad y el nivel de daño que este haya provocado.

#### ***2.2.15.2. Tipos de protección contra la humedad.***

- a) Impermeabilizante incoloro. Se aplica después del pintado o revestido
- b) Impermeabilizante con color. Se aplica antes del pintado o revestido, se puede mantener como el color final a utilizar.
- c) Hidrorepelente. Se aplica después del pintado. Tiene gran poder cubridor y excelente resistencia. Es absorbido completamente por el elemento no forma película tampoco altera el aspecto natural la superficie.
- d) Bloqueador de humedad. Antes del pintado. Forma una capa densa y pastosa, revistiendo con una capa impermeable. recomendable aplicar es superficies porosas.
- e) Oleo o esmalte sintético. Se usa generalmente en zonas interiores de cocina o baño. Forma una capa de pintura protectora a diferencia de los anteriores no permite la salida de vapor o humedad desde el elemento.

### III. Metodología

#### 3.1. Diseño de investigación

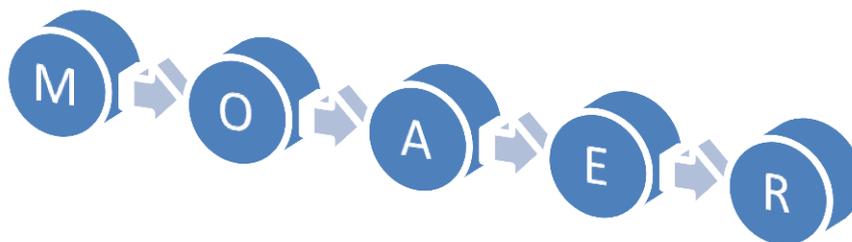
El diseño de la investigación, fue no experimental de tipo transversal

- La investigación fue desarrollada, con la ayuda de planos, fotos y muestras facilitando la aplicación de métodos como cálculos de áreas, siendo posible utilizar software para facilitar el procesamiento de datos y reducir errores en las evaluaciones de los estudios realizados.
- La metodología que se utilizó para el desarrollo del proyecto de tesis fue:

Recopilación de antecedentes preliminares, etapa en la cual se procedió a realizar la búsqueda de información, observación, toma de datos para la evaluación y validación de los ya existentes. De forma que dicha información fue necesario para cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto.

En el presente estudio de aplicación para la determinación y evaluación los diferentes tipos de patologías, estuvieron basados mediante muestras.

Este diseño se graficó de la siguiente manera:



Fuente de elaboración propia

Donde:

**M = Muestra**

**O = Observación**

**A = Análisis**

**E = Evaluación**

**R = Resultados**

### 3.2. El universo y población

El universo y población debido a la dimensión de la estructura fue el pabellón B.

#### **Muestra**

La muestra sistemática que se tomó en el proyecto, comprendió en su conjunto los elementos estructurales: columnas y vigas, del pabellón B tomadas por ejes.

#### **Muestreo**

Se seleccionó en función de los ejes.

Cuadro 3. *Muestreo*

Unidad de Muestra	Nivel	Ejes	Columna
M01	1er	DD-22 y DD-55	C-01 Y C12
M02	1er	EE-22	C-02
M03	1er	JJ-22	C-03 Y C13
M04	2do	EE-22	C-04
M05	2do	FF-22	C-05
M06	2do	GG-22	C-06
M07	2do	HH-22	C-07
M08	2do	II-22	C-08
M09	2do	MM-22	C-09
M10	2do	OO-22	C-10
M11	2do	QQ-22	C-11

### 3.3. Definición y operacionalización de las variables

Cuadro 4. *Operacionalización de variables*

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Patología del concreto armado	Son lesiones que generan problemas de resistencia y durabilidad al concreto armado	Las dimensiones de las patologías se dan en: - Físicas - Mecánicas - Químicas	A través de una inspección preliminar y luego de una inspección detallada y con la ayuda de la ficha técnica se determinará las patologías en las columnas y vigas del pabellón B de la I.E “Mariscal Luzuriaga”	Clase de patología
				Forma de patología
				Área afectada
				Nivel de Severidad (1) Leve < 30% (2) Moderado > 30% < 60% (3) Severo > 60%

Fuente: proyecto tesis de Contreras Robles Olmedo (2016)

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizó la evaluación visual y toma de datos a través de la ficha de inspección como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo.

La evaluación de la condición incluyó los siguientes aspectos:

- Cámara fotográfica, la cual me permitió detallar las diferentes patologías encontradas con el fin de tener mejores perspectivas de las áreas comprometidas que están en estudio.
- Wincha para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla, una cinta métrica para establecer las profundidades de las grietas

- Cuaderno de apuntes o tablas de ingreso de datos para la evaluación, muy necesario para mantener un orden adecuado en el proceso
- Libros y/o manuales de referencia, que me permitió conocer los diferentes tipos de patologías y otros en sistema aporticado.

### 3.5. Plan de Análisis

El plan de análisis que se adoptó, estuvo comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área de estudio.
- Se evaluó de manera general, tanto la parte interna como la parte externa de toda la infraestructura del pabellón B, pudiendo determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello se realizó los cuadros de evaluación.
- El procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías.
- Cuadro de ámbito de investigación.

### 3.6. Matriz de Consistencia

Determinación y Evaluación de Patologías en Sistema Aporticado: Columnas y Vigas, del Pabellón B en el Institución Educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz Departamento de Ancash-2017				
Caracterización del Problema	Objetivos de la Investigación. Objetivo General.	Marco Teórico y Conceptual. Antecedentes.	Metodología.	Bibliografía
<i>Caracterización del Problema:</i> El pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga”, presenta	<i>Objetivo general:</i> Determinar y evaluar las patologías de elementos estructurales: columnas y vigas,	Utilice el internet, para recopilar información sobre: Antecedentes	<i>Tipo de investigación:</i> Fue de tipo descriptivo.	1. Ve lasco Gonzalez EH.

<p>una serie de patologías principalmente fisuras, fue construida por el INFES es una construcción aporticado, en su vida útil, tuvo reparaciones principalmente de algunos muros. Actualmente se encuentra en funcionamiento con más de 20 años.</p>	<p>estableciendo su incidencia en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.</p>	<p>(internacionales, nacionales y locales), y las bases teóricas propiamente dichas (Patología, patología en las edificaciones, fuentes de las patologías, clases de inspección, diagnóstico de patologías, clasificación de patologías, patologías más comunes en la edificación, causas y control de la fisuración, Nivel de severidad, sistema de control de grietas y fisuras, y métodos de reparación de fisuras.</p>	<p><b>Nivel de investigación:</b> El nivel de investigación fue mixto es decir, cualitativo y cuantitativo.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Planteamiento del problema:</b> ¿En qué medida la determinación y evaluación de patologías del sistema aporticado: columnas y vigas, incide en la condición de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash-2017?.</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> Identificar las patológicas que presenta la estructura del pabellón “B”, institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” del distrito de Independencia provincia de Huaraz del departamento de Ancash. b) Analizar la cuantificación y clasificación del nivel de incidencia de las patologías, mediante datos estadísticos. c) Obtener mediante los resultados de evaluación el estado actual y la severidad de las patologías sobre la condición de servicio.</p>	<p>edifición, causas y control de la fisuración, Nivel de severidad, sistema de control de grietas y fisuras, y métodos de reparación de fisuras.</p>	<p><b>Diseño de investigación:</b> M-O-A-E-R Muestra Observación Análisis Evaluación Resultado <b>Población:</b> Pabellón B de la I.E. “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” <b>Muestra:</b> Columnas y vigas</p>	<p>Tesis de Grado. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia- FAEDIS. Programa de Ingeniería Civil; 2014. 2. ....</p>

### 3.7. Principios éticos

Las bases de los principios éticos están en el código de ética ontológico del colegio de ingeniero.

- Ética para el inicio de la evaluación
  - Se obtuvo de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos antes de acudir al campo.
  - Obtuvo la aprobación del proyecto de investigación.
  - Se solicitó los permisos correspondientes y explicó de manera clara y precisa los objetivos y justificación de nuestra investigación.
- Ética en la recolección de datos:
  - Se cumplió responsablemente y siendo veraces cuando se realizó la toma de datos en la zona de investigación.
- Ética para la solución de análisis:
  - Se tuvo en conocimiento los daños por los cuales haya sido afectados los elementos estudiados.
  - Se tuvo en cuenta y se proyectó las consideraciones futuras del área afectada.
- Ética en la solución de resultados:
  - Se obtuvo los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas (los tipos de daños que la afectan).
  - Se verificó a criterio si los cálculos de las evaluaciones concordaban con la realidad.

## IV. Resultados

### 4.1. Resultados.

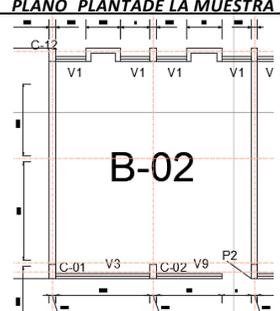
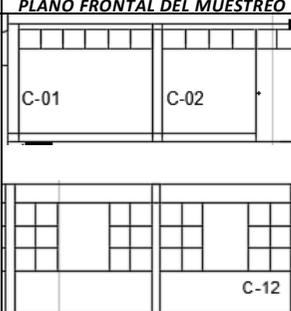
<b>FICHA DE INSPECCIÓN</b>																								
""DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"".																								
<b>INSPECTOR:</b> RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX			<b>ASESOR:</b> ING. CANTU PRADO Víctor			<b>NIVEL: PRIMER</b>																		
<b>BARRIO:</b> CENTENARIO	<b>DISTRITO:</b> INDEPEND	<b>PROVINCIA:</b> HUARAZ	<b>DEPTO:</b> ANCASH	<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b> 14/10/17	<b>ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:</b> 21 AÑOS																			
<b>TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:</b>												<b>NIVELES DE SEVERIDAD</b>												
[A] Fisura	[D] Eflorescencia	[G] Cráteres	[J] Estalagmita								Leve	Moderado	Severo											
[B] Desintegración	[E] Incrustaciones	[H] Escamas	[K] Corrosión								(1)	(2)	(3)											
[C] Distorsión	[F] Picaduras	[I] Estalactita	[L] Manchas																					
<b>PLANO PLANTADE LA MUESTRA</b>			<b>PLANO FRONTAL DEL MUESTREO</b>			<b>FOTO FRONTAL DEL MUESTREO</b>			<b>FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS</b>															
																								
<b>TABLA DE PATOLOGÍAS</b>																								
<b>ÁREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m<sup>2</sup></b>			<b>LADO: FRONTAL Y POSTERIOR EXTERIOR</b>												<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>									
MUESTRO	ELEMENTOS	AREA (m <sup>2</sup> )	PATOLOGÍAS ENCONTRADAS (AREA m <sup>2</sup> )												Σ AREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	Σ AREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD
			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]										
DD-22	Columna C1	3.74	X												0.65	3.09	17.44	82.56	Les. Mecan.	Fina	0.4	Estruc.	04	1
DD-55	Columna C12	7.51												X	1.21	6.3	16.18	83.82	Les. Físicas				05	1
<b>Σ TOTAL</b>		<b>11.25</b>													<b>1.86</b>	<b>9.39</b>	<b>16.53</b>	<b>83.47</b>						

Gráfico 1 Porcentaje de patologías del muestreo 1 (1er nivel)

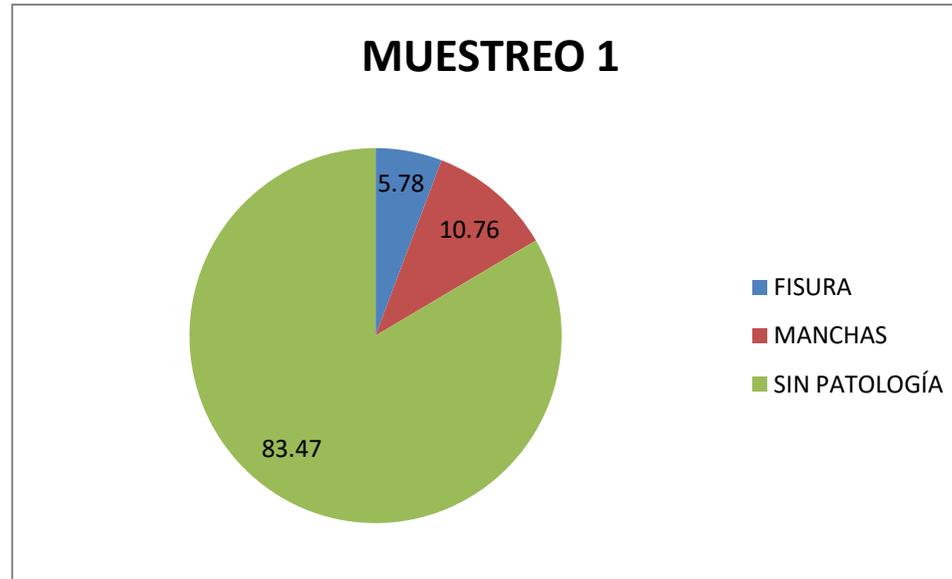




Gráfico 2 Porcentaje de patologías del muestreo 2 (1er nivel)



FICHA DE INSPECCIÓN																									
<p align="center"><b>“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA” DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017”.</b></p>																									
INSPECTOR:		RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX				ASESOR:		ING. CANTU PRADO Victor			NIVEL: PRIMER														
BARRIO:	CENTENARIO	DISTRITO:	INDEPEND	PROVINCIA:	HUARAZ	DEPTO:	ANCASH	FECHA DE INSPECCIÓN:	14/10/17	ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:	21 AÑOS														
<p align="center"><b>TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:</b></p>										<p align="center"><b>NIVELES DE SEVERIDAD</b></p>															
[A] Fisura	[B] Desintegración	[C] Distorsión	[D] Eflorescencia	[E] Incrustaciones	[F] Picaduras	[G] Cráteres	[H] Escamas	[I] Estalactita	[J] Estalagmita	[K] Corrosión	[L] Manchas	Leve	Moderado	Severo											
												(1)	(2)	(3)											
PLANO PLANTADE LA MUESTRA		PLANO FRONTAL DEL MUESTREO			FOTO FRONTAL DEL MUESTREO				FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS																
TABLA DE PATOLOGÍAS																									
AREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m2			LADO: FRONTAL Y POSTERIOR EXTERIOR				Σ AREA AFECTADA (m2)	Σ AREA NO AFECTADA (m2)	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD									
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m2)	[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]											
JJ-22	Columna C3	3.40	X												0,48		2.92	14.10	85.90	Les. mecánicas	Fina	0.5	Estruc.	07	1
JJ-55	Columna C13	3.38		X											0.17		3.21	5.12	94.88	Les. físicas				08	1
Σ TOTAL		6.78													0.65	6.13	8.11	90.41							

Gráfico 3 Porcentaje de patologías del muestreo 3 (1er nivel)

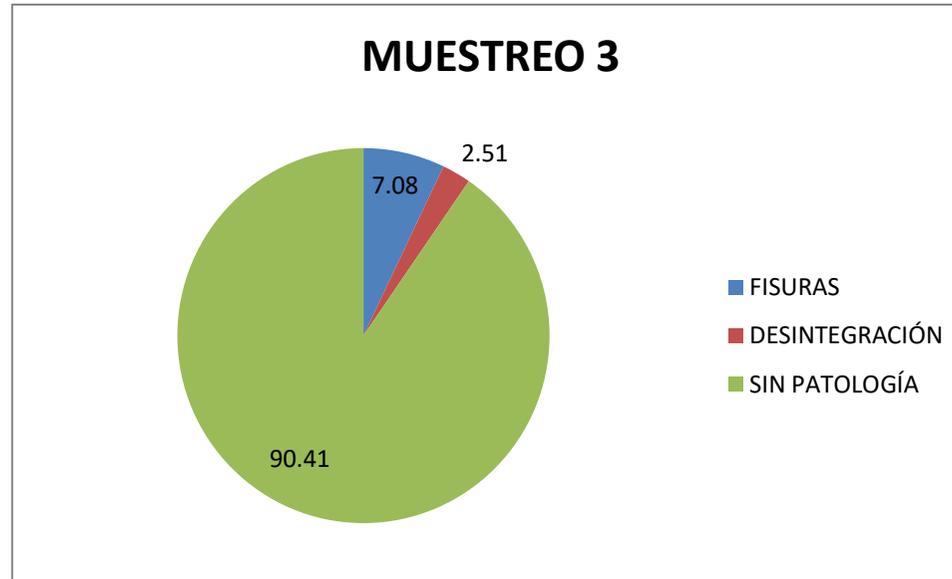




Gráfico 4 Porcentaje de patologías del muestreo 4 (2do nivel)

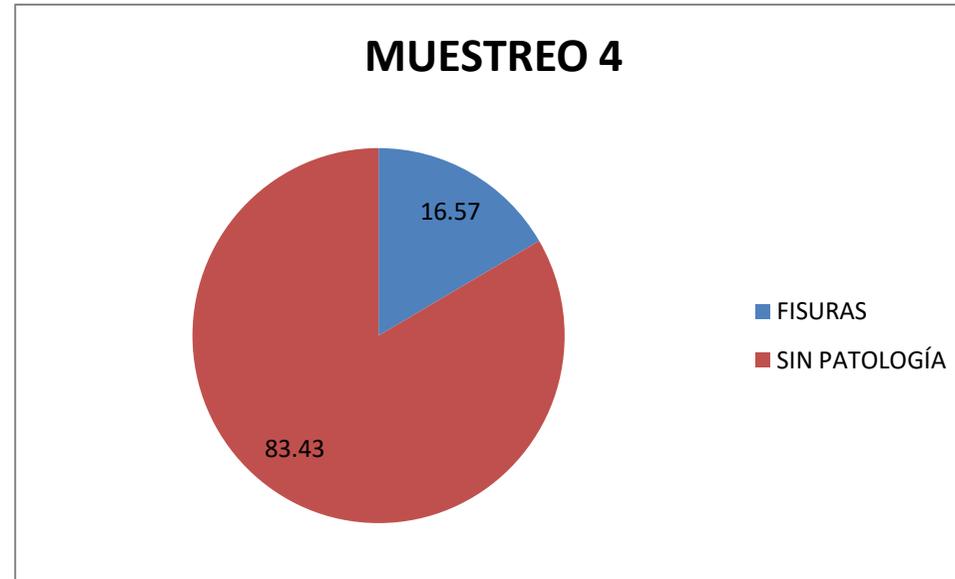
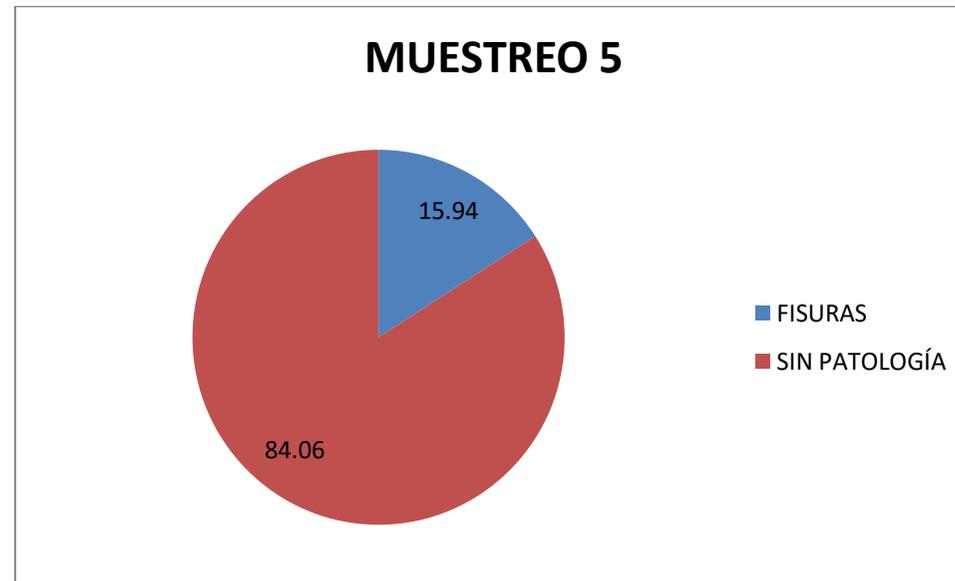




Gráfico 5 Porcentaje de patologías del muestreo 5 (2do nivel)



**FICHA DE INSPECCIÓN**

""DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"".

**INSPECTOR:** RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX      **ASESOR:** ING. CANTU PRADO Víctor      **NIVEL: SEGUNDO**  
**BARRIO:** CENTENARIO      **DISTRITO:** INDEPEND      **PROVINCIA:** HUARAZ      **DEPTO:** ANCASH      **FECHA DE INSPECCIÓN:** 14/10/17      **ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:** 21 AÑOS

**TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:**

- |                    |                    |                 |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| [A] Fisura         | [D] Eflorescencia  | [G] Cráteres    | [J] Estalagmita |
| [B] Desintegración | [E] Incrustaciones | [H] Escamas     | [K] Corrosión   |
| [C] Distorsión     | [F] Picaduras      | [I] Estalactita | [L] Manchas     |

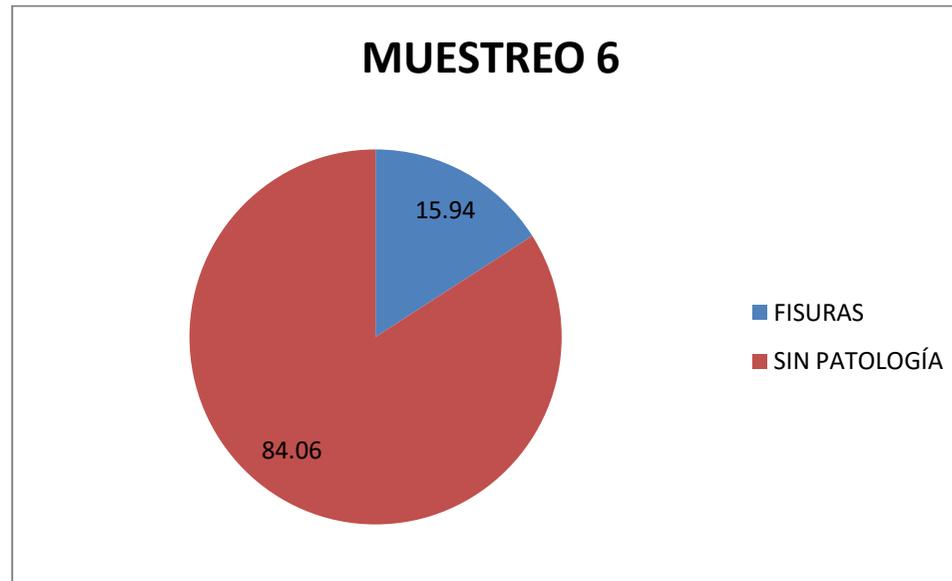
NIVELES DE SEVERIDAD		
Leve	Moderado	Severo
(1)	(2)	(3)

PLANO PLANTADE LA MUESTRA	PLANO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS

**TABLA DE PATOLOGÍAS**

AREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m2			LADO: FRONTAL EXTERIOR												Σ AREA AFECTADA (m2)	Σ AREA NO AFECTADA (m2)	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m2)	[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]										
GG-22	Columna C6	3.45	X												0.55	2.90	15.94	84.06	Les. mecánicas	Fina	0.68	Estruc.	12	1
<b>Σ TOTAL</b>		<b>3.45</b>													<b>0.55</b>	<b>2.90</b>	<b>15.94</b>	<b>84.06</b>						

Gráfico 6 Porcentaje de patologías del muestreo 6 (2do nivel)



**FICHA DE INSPECCIÓN**

""DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"".

**INSPECTOR:** RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX      **ASESOR:** ING. CANTU PRADO Víctor      **NIVEL: SEGUNDO**  
**BARRIO:** CENTENARIO      **DISTRITO:** INDEPEND      **PROVINCIA:** HUARAZ      **DEPTO:** ANCASH      **FECHA DE INSPECCIÓN:** 14/10/17      **ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:** 21 AÑOS

**TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:**

- |                    |                    |                 |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| [A] Fisura         | [D] Eflorescencia  | [G] Cráteres    | [J] Estalagmita |
| [B] Desintegración | [E] Incrustaciones | [H] Escamas     | [K] Corrosión   |
| [C] Distorsión     | [F] Picaduras      | [I] Estalactita | [L] Manchas     |

**NIVELES DE SEVERIDAD**

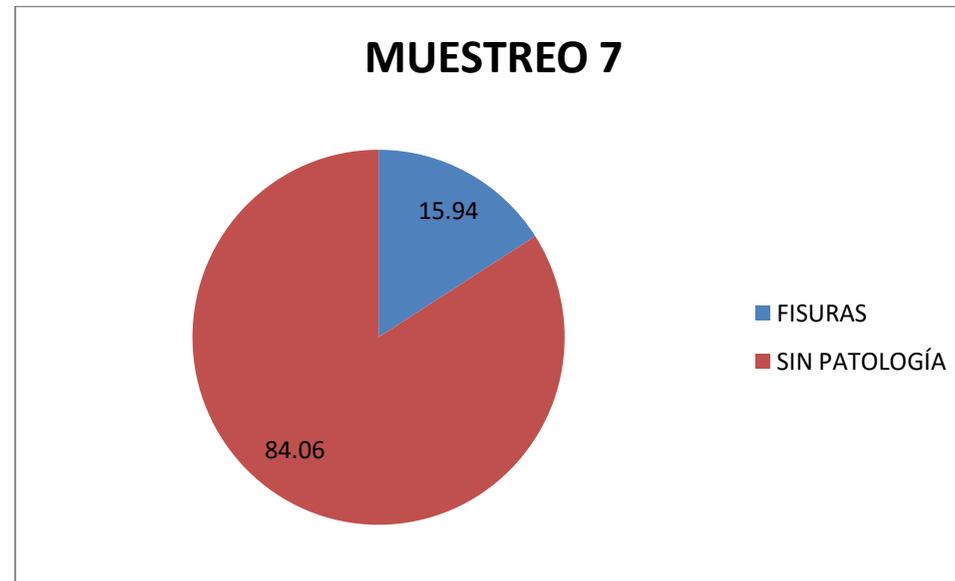
Leve	Moderado	Severo
(1)	(2)	(3)

PLANO PLANTADE LA MUESTRA	PLANO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS

**TABLA DE PATOLOGÍAS**

AREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m2			LADO: FRONTAL EXTERIOR											Σ AREA AFECTADA (m2)	Σ AREA NO AFECTADA (m2)	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD	
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m2)	[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]										
HH-22	Columna C7	3.45	X												0.55	2.90	15.94	84.06	Les. mecánicas	Media	1.2	Estruc.	13	1
<b>Σ TOTAL</b>		<b>3.45</b>													<b>0.55</b>	<b>2.90</b>	<b>15.94</b>	<b>84.06</b>						

Gráfico 7 Porcentaje de patologías del muestreo 7 (2do nivel)



**FICHA DE INSPECCIÓN**

""DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"".

**INSPECTOR:** RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX      **ASESOR:** ING. CANTU PRADO Víctor      **NIVEL: SEGUNDO**  
**BARRIO:** CENTENARIO      **DISTRITO:** INDEPEND      **PROVINCIA:** HUARAZ      **DEPTO:** ANCASH      **FECHA DE INSPECCIÓN:** 14/10/17      **ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:** 21 AÑOS

**TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:**

- |                    |                    |                 |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| [A] Fisura         | [D] Eflorescencia  | [G] Cráteres    | [J] Estalagmita |
| [B] Desintegración | [E] Incrustaciones | [H] Escamas     | [K] Corrosión   |
| [C] Distorsión     | [F] Picaduras      | [I] Estalactita | [L] Manchas     |

**NIVELES DE SEVERIDAD**

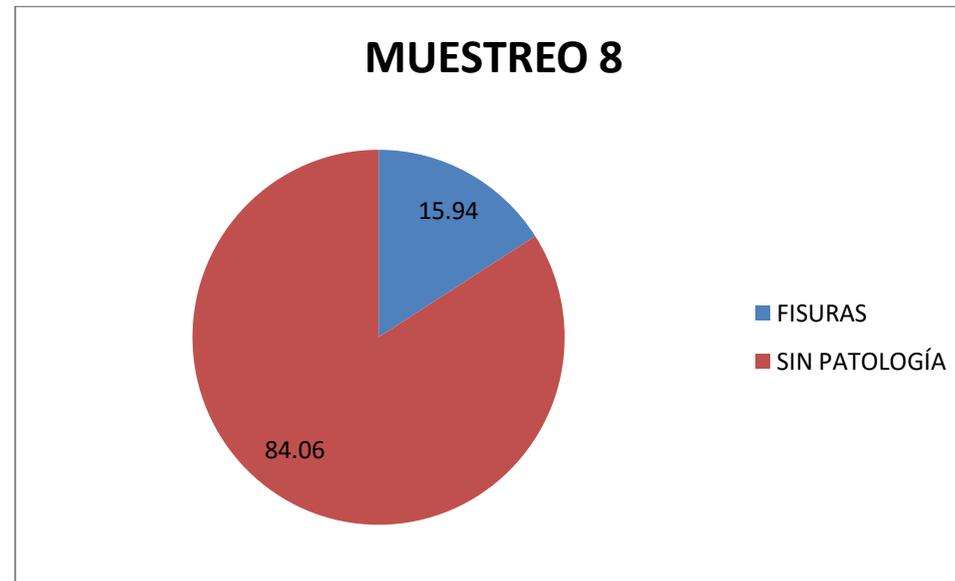
Leve	Moderado	Severo
(1)	(2)	(3)

<b>PLANO PLANTADE LA MUESTRA</b> 	<b>PLANO FRONTAL DEL MUESTREO</b> 	<b>FOTO FRONTAL DEL MUESTREO</b> 	<b>FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS</b> 
--------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

**TABLA DE PATOLOGÍAS**

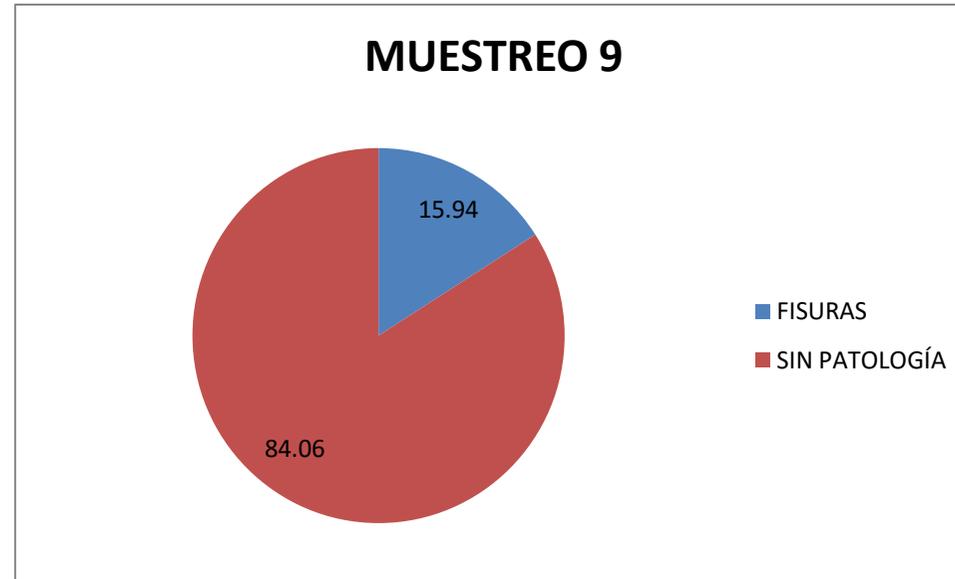
AREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m <sup>2</sup>			LADO: FRONTAL EXTERIOR											Σ AREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	Σ AREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD	
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m <sup>2</sup> )	PATOLOGÍAS ENCONTRADAS (AREA m <sup>2</sup> )																					
			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]										
II-22	Columna C8	3.45	X												0.55	2.90	15.94	84.06	Les. mecánicas	Media	1.35	Estruc.	14	1
<b>Σ TOTAL</b>		<b>3.45</b>													<b>0.55</b>	<b>2.90</b>	<b>15.94</b>	<b>84.06</b>						

Gráfico 8 Porcentaje de patologías del muestreo 8 (2do nivel)



FICHA DE INSPECCIÓN																									
<p align="center">"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"</p>																									
INSPECTOR:		RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX				ASESOR:		ING. CANTU PRADO Víctor				NIVEL: SEGUNDO													
BARRIO:	CENTENARIO	DISTRITO:	INDEPEND	PROVINCIA:	HUARAZ	DEPTO:	ANCASH	FECHA DE INSPECCIÓN:	14/10/17	ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:	21 AÑOS														
<p align="center"><b>TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:</b></p>										<p align="center"><b>NIVELES DE SEVERIDAD</b></p>															
[A] Fisura	[B] Desintegración	[C] Distorsión	[D] Eflorescencia	[E] Incrustaciones	[F] Picaduras	[G] Cráteres	[H] Escamas	[I] Estalactita	[J] Estalagmita	[K] Corrosión	[L] Manchas	Leve	Moderado	Severo											
												(1)	(2)	(3)											
PLANO PLANTADE LA MUESTRA		PLANO FRONTAL DEL MUESTREO				FOTO FRONTAL DEL MUESTREO				FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS															
TABLA DE PATOLOGÍAS																									
ÁREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m <sup>2</sup>			LADO: FRONTAL EXTERIOR								Σ AREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	Σ AREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD					
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m <sup>2</sup> )	PATOLOGÍAS ENCONTRADAS (AREA m <sup>2</sup> )																						
09			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]											
MM-22	Columna C9	3.45	X												0.55	2.90	15.94	84.06	Les. mecánicas	Fina	0.8	Estruc..	16	1	
	Σ TOTAL	3.45													0.55	2.90	15.94	84.06							

Gráfico 9 Porcentaje de patologías del muestreo 9 (2do nivel)



**FICHA DE INSPECCIÓN**

"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA " GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA" DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"

**INSPECTOR:** RODRÍGUEZ LAURET ROSARIO FÉLIX      **ASESOR:** ING. CANTU PRADO Víctor      **NIVEL: SEGUNDO**  
**BARRIO:** CENTENARIO      **DISTRITO:** INDEPEND      **PROVINCIA:** HUARAZ      **DEPTO:** ANCASH      **FECHA DE INSPECCIÓN:** 14/10/17      **ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:** 21 AÑOS

**TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:**

- |                    |                    |                 |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| [A] Fisura         | [D] Eflorescencia  | [G] Cráteres    | [J] Estalagmita |
| [B] Desintegración | [E] Incrustaciones | [H] Escamas     | [K] Corrosión   |
| [C] Distorsión     | [F] Picaduras      | [I] Estalactita | [L] Manchas     |

NIVELES DE SEVERIDAD		
Leve	Moderado	Severo
(1)	(2)	(3)

PLANO PLANTADE LA MUESTRA	PLANO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTO FRONTAL DEL MUESTREO	FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS
<p align="center"><b>B-13</b></p>	<p align="center">C-10</p>		

**TABLA DE PATOLOGÍAS**

ÁREA TOTAL DE LA MUESTRA: 274.04 m <sup>2</sup>			LADO: FRONTAL EXTERIOR											Σ AREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )	Σ AREA NO AFECTADA (m <sup>2</sup> )	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD	
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m <sup>2</sup> )	PATOLOGÍAS ENCONTRADAS (AREA m <sup>2</sup> )																					
			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]										
00-22	Columna C10	3.45	X												0.55	2.90	15.94	84.06	Les. mecánicas	Fina	0.55	Estruc.	18	1
<b>Σ TOTAL</b>		<b>3.45</b>													<b>0.55</b>	<b>2.90</b>	<b>15.94</b>	<b>84.06</b>						

Gráfico 10 Porcentaje de patologías del muestreo 10 (2da Nivel)

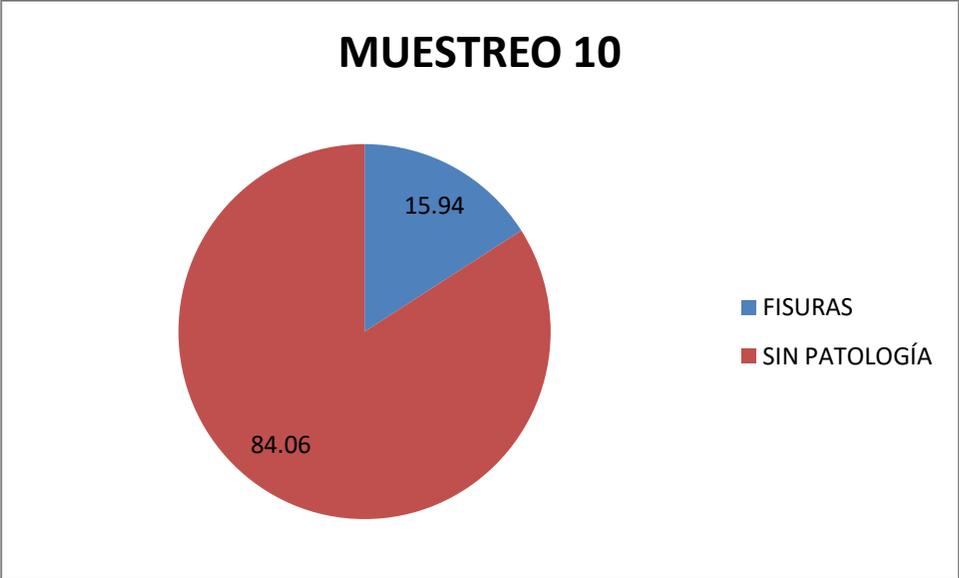




Gráfico 11 Porcentaje de patologías del muestreo 11 (2do nivel)

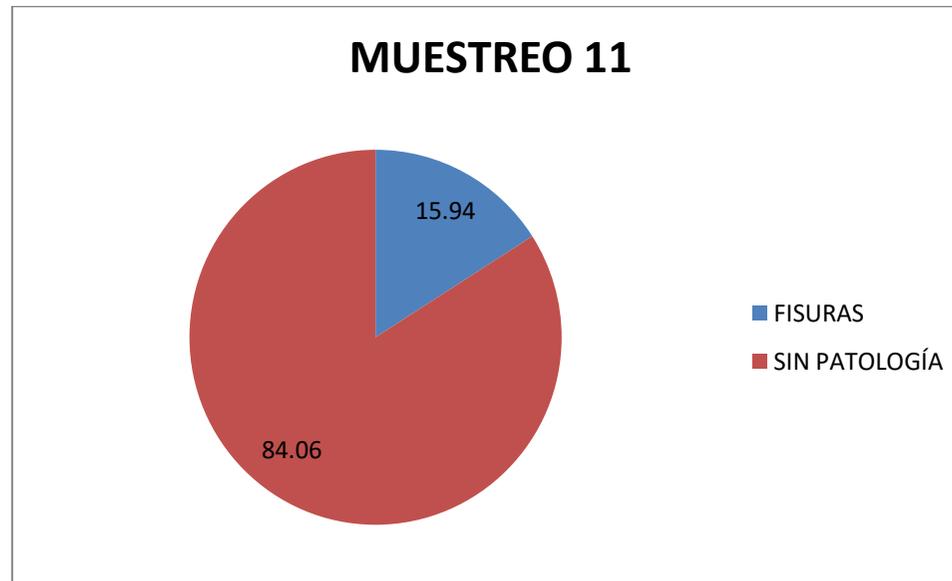


Tabla 1 Resumen de las columnas afectadas

RESUMEN DE LAS COLUMNAS AFECTADAS		
PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA	PORCENTAJE
FISURA	6.18	11.20
MANCHAS	1.21	2.19
DESINTEGRACIÓN	0.17	0.31
SIN PATOLOGÍA	47.61	86.30
TOTAL	55.17	100.00

Gráfico 12 Resumen de columnas afectadas

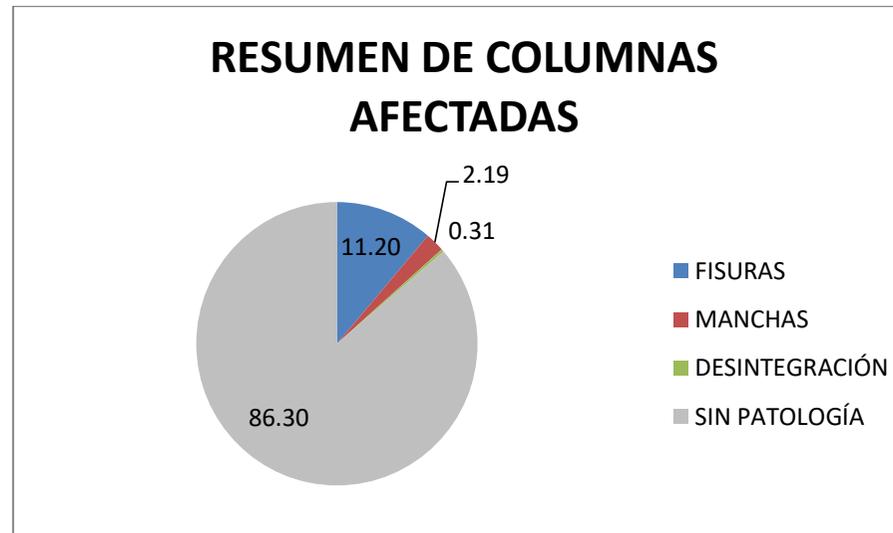


Tabla 2 Resultado de todo el pabellón B

RESULTADO TOTAL DE LA MUESTRA		
PATOLOGÍAS	ÁREA AFECTADA	PORCENTAJE
CON PATOLOGÍA	7.56	2.76
SIN PATOLOGÍA	266.48	97.24
TOTAL	274.04	100.00

Gráfico 13 Porcentaje de nivel de severidad de la muestra



#### 4.2. **Análisis de Resultado.**

Por inspección preliminar, aparentemente el pabellón B era de sistema aporticado; sin embargo, con una inspección detallada se define que es de construcción mixta; es decir, aporticado y de albañilería confinada, éste último sistema en los ejes DD, FF, HH, JJ, LL, NN, PP, RR, 55-AA, 55-BB, 55CC, 11-AA, 11-BB y 11-CC, tanto en el primer nivel como en el segundo.

Después de haber realizado el estudio teórico sobre las patologías y de la inspección preliminar y detallada, del sistema aporticado de la Institución Educativa “Toribio de Luzuriaga” Pabellón “B” ubicada en el barrio de Centenario en la Av. Centenario del distrito de Independencia de la provincia de Huaraz, región de Ancash, se determinó, según las fichas de inspección, la presencia de patologías: fisuras, manchas y desintegración; siendo la de mayor incidencia las fisuras en las columnas, como se puede observar en el gráfico del resumen: Llegando solo a un 11.20% del total. Lo cual me permite asegurar que la condición de servicio de dicho pabellón es BUENA en sentido general, dado que el nivel de severidad es LEVE. En cambio, las vigas se encuentran en un BUEN ESTADO; pues, no se encontró patología alguna.

Asumo que las patologías en columnas se debe a prácticas constructivas inadecuadas, donde las juntas de expansión o apoyos móviles no cumplen su función debidamente; es por ello que presentan fisuras pronunciadas en el acabado de las columnas, ocasionados por movimientos sísmicos que a su vez producen movimientos del elemento estructural. Cabe puntualizar que el acabado es considerado un elemento no estructural.

## V. Conclusiones

Luego de realizado la investigación descriptiva de las estructuras del Pabellón “B” con la ayuda de la Ficha de Inspección se concluye lo siguiente:

1. Se ha identificado en las columnas lesiones en forma de: fisuras, manchas y desintegración. La mayoría de las fisuras verticales se ubican en el acabado de las columnas frontales de la segunda planta del pabellón B, especialmente en las columnas al medio de las aulas; mas, en las vigas no se ha determinado patologías.
2. Las patologías determinadas son patologías de acabado, por lo que se consideran lesiones menores. Las fisuras, por la ubicación, longitud y dirección, pudo afirmar que las juntas de expansión no están trabajando.
3. De toda la muestra el 97.24% no presenta patología y 2.76% presentan patologías en el acabado de las columnas, por lo que califica como el nivel de incidencia de severidad LEVE. Estas son de tipo de patología: de fisuras (2.26%), manchas (0.44%) y desintegración (0.06%): siendo la patología con más incidencia, la Fisura de tipo fina.
4. Los resultados de evaluación indican que el estado actual de servicio del pabellón B de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga” es BUENO.

## **Recomendaciones.**

- Se recomienda el mantenimiento correctivo por personal especializado un ingeniero civil patólogo- terapeuta para la reparación de los elementos que poseen lesiones patológicas especialmente las fisuras ya que a través de ellas es muy probable que ingresen sustancias químicas agresivas del medio ambiente los que perjudicarían al acero, además requiere mejorar el aspecto estético.
- Retirar el mortero de las juntas de expansión y rellenar con un material adecuado (caucho sintético NEOPRENO) que permitir el desplazamiento del elemento estructural, sin generar fisura alguna. De esta manera se estará previniendo a la vez, el fenómeno de las columnas cortas frente a un eventual sismo de considerable intensidad.
- Para evitar la patología manchas presentes en la columna 12 del eje DD-55, reparar las instalaciones pluviales, luego realizar la reparación del acabado de la columna con los procedimiento pertinentes.
- Finalmente se recomienda cumplir fielmente con el Reglamento Nacional de Edificaciones, en las construcciones de similares de mucha importancia.

## Referencias Bibliográficas.

1. Velasco Gonzalez EH. 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 de Grado. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia-FAEDIS. Programa de Ingeniería Civil; 2014.
2. Díaz Barreiro P. Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia. Maestría en Ingeniería. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Facultad de Ingeniería; 2014.
3. Barrera Ramos OE, Nieves Corredor OD. Determinación de la Vulnerabilidad en las Casas Coloniales Ubicadas en el Barrio de San Diego de la Ciudad de Cartagena. Tesis de grado de título. Cartagena: Universidad Cartagena, Escuela Ingeniería Civil; 2015.
4. Varela Ramirez EA, Zetien Silva ID. Evaluación y Diagnóstico Patológico de la Casa Cural de la Iglesia Santo Toribio de Mogrovejo de Cartagena de Indias. Tesis para optar el título profesional. Cartagena D. T. y C: Universidad de Cartagena, Facultad de Ingeniería-Programa de Ingeniería Civil; 2013.
5. Sifuentes Chota MM. Determinación y Evaluación de Patologías del Concreto en las Estructuras de Albañilería Confinada del Cerco Perimétrico de la Institución Educativa 342 Micaela Bastidas, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto, Abril – 2016. Tesis para optar título profesional. Chimbote: ULADECH, Facultad de Ingeniería-Esvuela profesional Ingeniería Civil; 2016.
6. Shaquihuanga Ayala DL. Evaluación del Estado Actual de los Muros de Albañilería Confinada en las Viviendas del Sector Fila Alta • Jaén. Tesis para optar el título profesional. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería-Escuela profesional Ingeniería Civil; 2014.
7. Narváez Esquivel DO. Determinación y Evaluación de las Patologías de los Muros de Albañilería, Columnas y Vigas de Concreto del Centro Educativo Privado Santa Ángela, Ubicado en la Urbanización Santa Victoria, Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lamba. Tesis para el título profesional. Chiclayo: ULADECH, Facultad de Ingeniería-Escuela Profesional de Ingeniería Civil; 2015.
8. Saldaña Cortez EA. 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, Septiembre 2016. Tesis para Optar el título profesional. Chimbote: ULADECH, Facultad de Ingeniería-Escuela Profesional Ingeniería Civil; 2016.

9. Barros Bastidas M, Peñafiel Plazarte MJ. bibdigital.epn.edu.ec. [Online].; 2015 [cited 2017 Agosto 31. Available from: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10314/3/CD-6143.pdf>.
10. Silva Berrios E. vivienda.gob.pe. [Online].; 2012 [cited 2017 Noviembre 22. Available from: <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/TOTAL/10.%20Criterios%20T%C3%A9cnicos%20para%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20Edificaciones%20Sismorresistentes.pdf>.
11. Lopez Rodríguez F, Rodríguez Rodríguez V, Santa Cruz Astorqui J, Torreño Gomez I, Ubeda De Mingo P. edificacion.upm.es. [Online].; 2004 [cited 2017 Abril 22. Available from: [https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion\\_Tomo-2.pdf](https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-2.pdf).
12. Poves Ferre F. Activatie.org. [Online].; 2015 [cited 2017 setiembre 21. Available from: <https://www.activatie.org/publicacion.php?id=268>.
13. Muñoz M. HA. Instituto construir. [Online].; 2001 [cited 2017 Junio 20. Available from: [http://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion\\_patologias\\_estructuras.pdf](http://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion_patologias_estructuras.pdf).
14. Florentín Saldaña M, Granada Rojas R. cevuna.una. [Online].; 2009 [cited 2017 Julio 23. Available from: <http://www.cevuna.una.py/inovacion/articulos/05.pdf>.
15. Astorga A, Rivero P. Chacao. [Online].; 2009 [cited 2017 Junio 11. Available from: [http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf).
16. Chávez Godoy A, Unquén Villanueva A. Umag.cl. [Online].; 2011 [cited 2017 Mayo 16. Available from: [http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/chavez\\_godoy\\_2011.pdf](http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/chavez_godoy_2011.pdf).
17. Treviño Treviño EL. eprints. [Online].; 1998 [cited 2017 Octubre 4. Available from: <http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>.
18. Pérez Navarro J, Alvarez Sandoval A, Burrull Preixens J, Sarabia J. carm. [Online].; 2007 [cited 2017 Octubre 2. Available from: [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9698&IDTIPO=246&RASTRO=c2205\\$36284,36303](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=9698&IDTIPO=246&RASTRO=c2205$36284,36303).
19. Gómez Echevarría J, Palacios Ramírez EE. repository.udem. [Online].; 2011 [cited 2017 junio 20. Available from: <http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1113/Principales%20causas%20y%20posibles%20soluciones%20de%20las%20reclamaciones%20a%20nivel%20pato>

[l%C3%B3gico%20en%20sistemas%20de%20edificaciones%20aportadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.](#)

20. Comité ACI 224. Inti.gob.ar. [Online].; 1993 [cited 2017 Mayo 2. Available from:  
[https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Causas\\_evaluacion\\_reparacion.pdf](https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Causas_evaluacion_reparacion.pdf).
21. Farbiarz Farbiarz J, Campos Garcia A, Arango Tobón JH, Cardona A. OD. el espectador. [Online].; 2011 [cited 2017 Julio 8. Available from:  
[http://www.elespectador.com/files/pdf\\_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf](http://www.elespectador.com/files/pdf_files/f938a83978ecae571b3713873fad1224.pdf).
22. Ocaña Zerga A. bvpad.indeci. [Online].; 2002 [cited 2017 Agosto 28. Available from:  
[http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Ancash/ancash/huaraz.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Ancash/ancash/huaraz.pdf).
23. Rosas G. Resumen\_Santa. [Online].; 2009 [cited 2017 Agosto 28. Available from:  
[file:///C:/Users/usuario/Downloads/Resumen\\_Santa%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Resumen_Santa%20(1).pdf).
24. Barros Bastidas LM, Peñafiel Plazarte MJ. bibdigital.epn.edu.ec. [Online].; 2015 [cited 2017 Agosto 31. Available from:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10314/3/CD-6143.pdf>.
25. Barrera Ramos, Omar Enrique; Nieves Corredor, Oscar David. Determinación de la Vulnerabilidad en las Casas Coloniales Ubicadas en el Barrio de San Diego de la Ciudad de Cartagena. Tesis de grado de título. Cartagena: Universidad Cartagena, Escuela Ingeniería Civil; 2015.

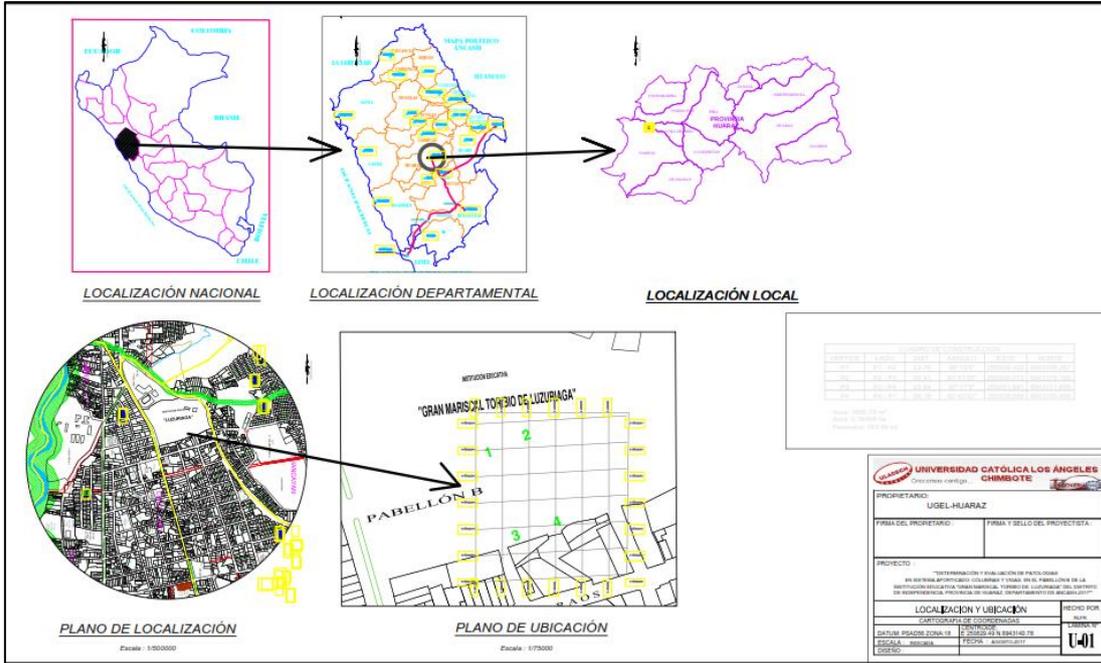
## Anexos.

### Ficha de Inspección

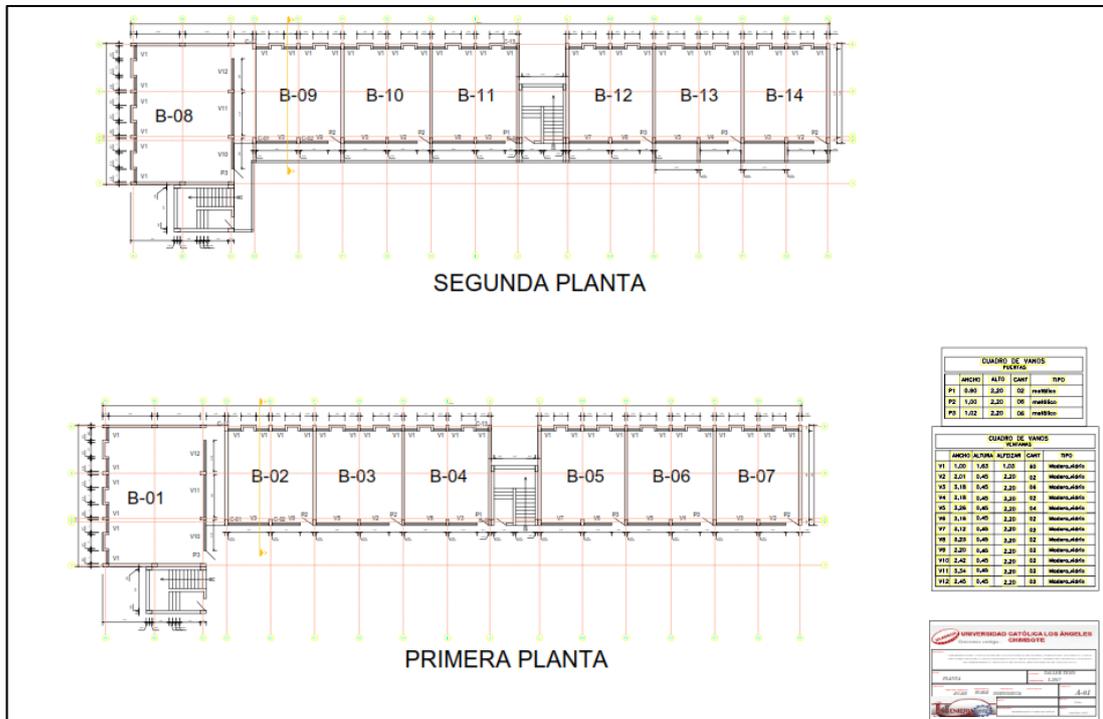
FICHA DE INSPECCIÓN																							
INSPECTOR:					ASESOR:					NIVEL:													
BARRIO:			DISTRITO:		PROVINCIA:		DPTO:		FECHA DE INSPECCIÓN:			ANTIGÜEDAD DE ESTRUCTURA:											
TIPOS DE PATOLOGÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS EN ESTRUCTURAS APORTICADAS DE CONCRETO:										NIVELES DE SEVERIDAD													
[A] Fisura			[D] Eflorescencia			[G] Cráteres			[J] Estalagmita			Leve		Moderado	Severo								
[B] Desintegración			[E] Incrustaciones			[H] Escamas			[K] Corrosión			(1)	(2)	(3)									
[C] Distorsión			[F] Picaduras			[I] Estalactita			[L] Manchas														
PLANO PLANTADE LA MUESTRA			PLANO FRONTAL DEL MUESTREO			FOTO FRONTAL DEL MUESTREO			FOTOGRAFÍA DE PATOLOGÍAS														
TABLA DE PATOLOGÍAS																							
ÁREA TOTAL DE LA MUESTRA:			LADO: FRONTAL Y POSTERIOR EXTERIOR										∑ AREA AFECTADA (m2)	∑ AREA NO AFECTADA (m2)	% ÁREA AFECTADA	% ÁREA NO AFECTADA	Origen de la patología	Tipo de fisura	Espesor(mm)	Clase de fisura	Foto N°	NIVEL DE SEVERIDAD	
MUESTREO	ELEMENTOS	AREA (m2)	PATOLOGÍAS ENCONTRADAS (AREA m2)												AFECTADA (m2)	NO AFECTADA (m2)	AFECTADA	NO AFECTADA					
			[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]									

Fuente mejorada basada en el autor. Rodríguez Meléndez Miguel A.

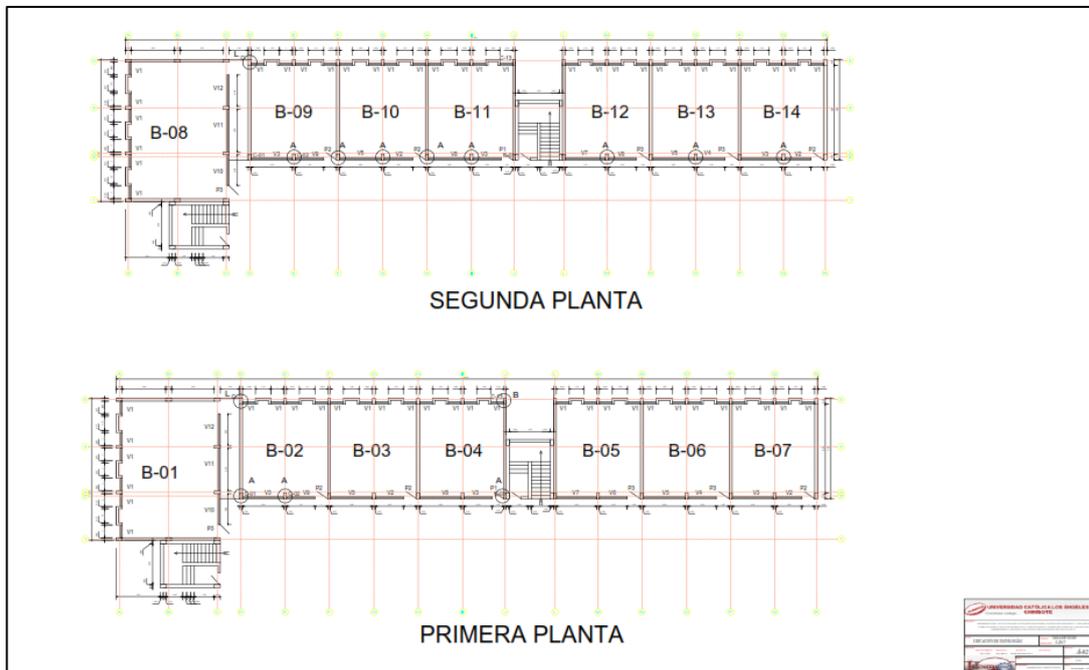
## Plano de Ubicación



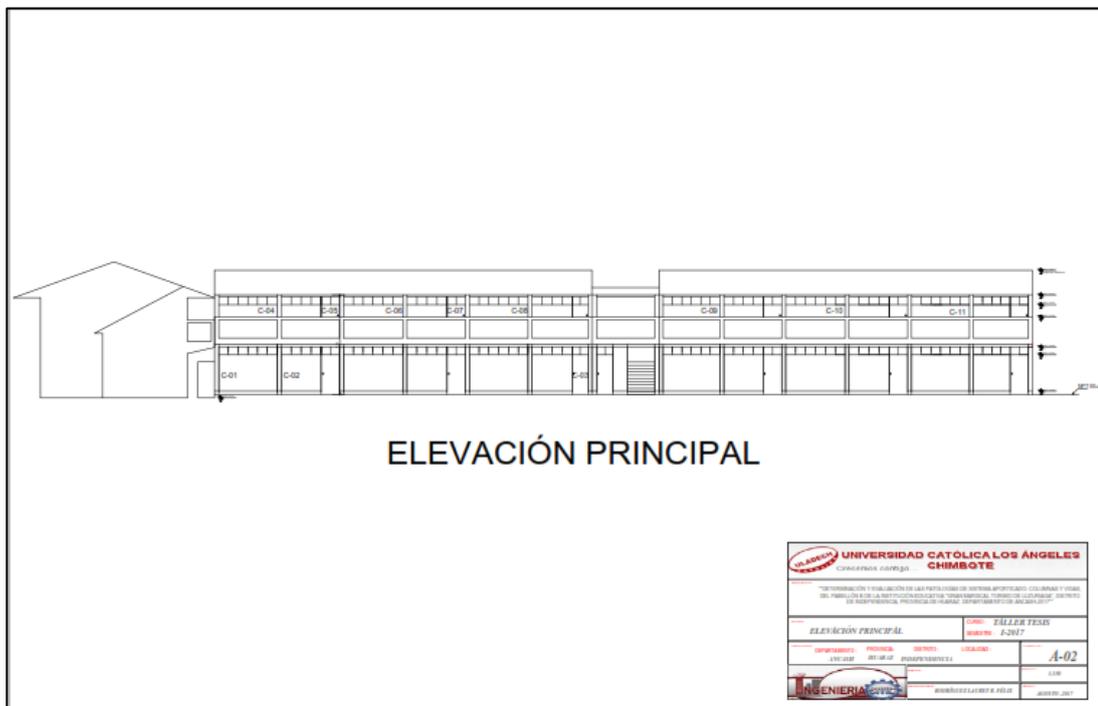
## Plano de Planta



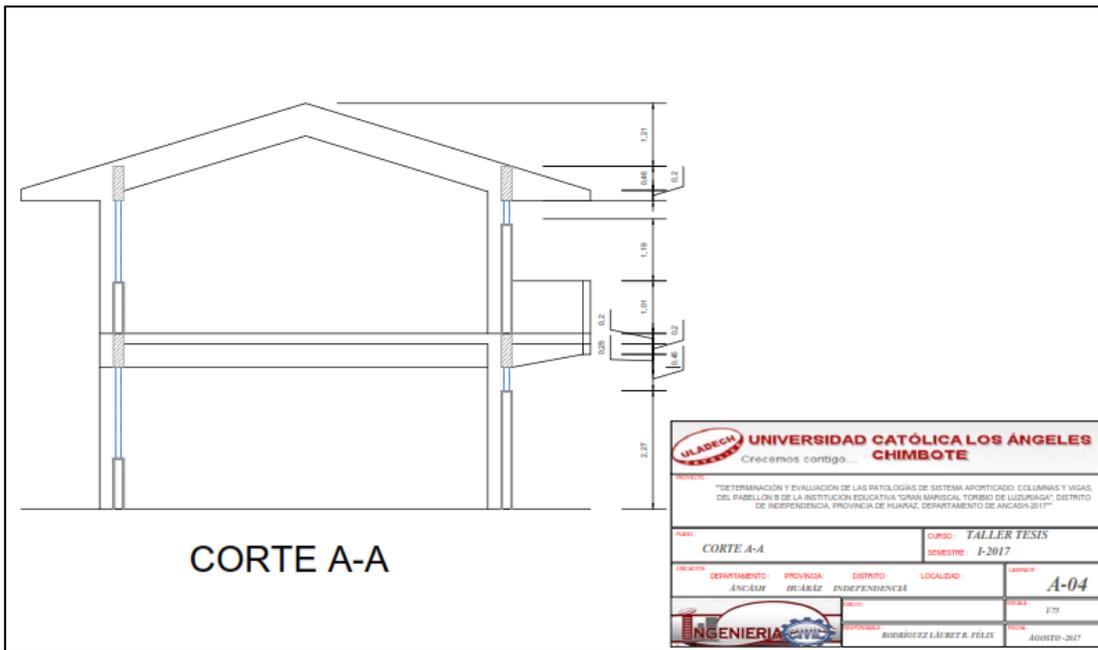
## Plano de ubicación de patologías



## Plano de Elevación

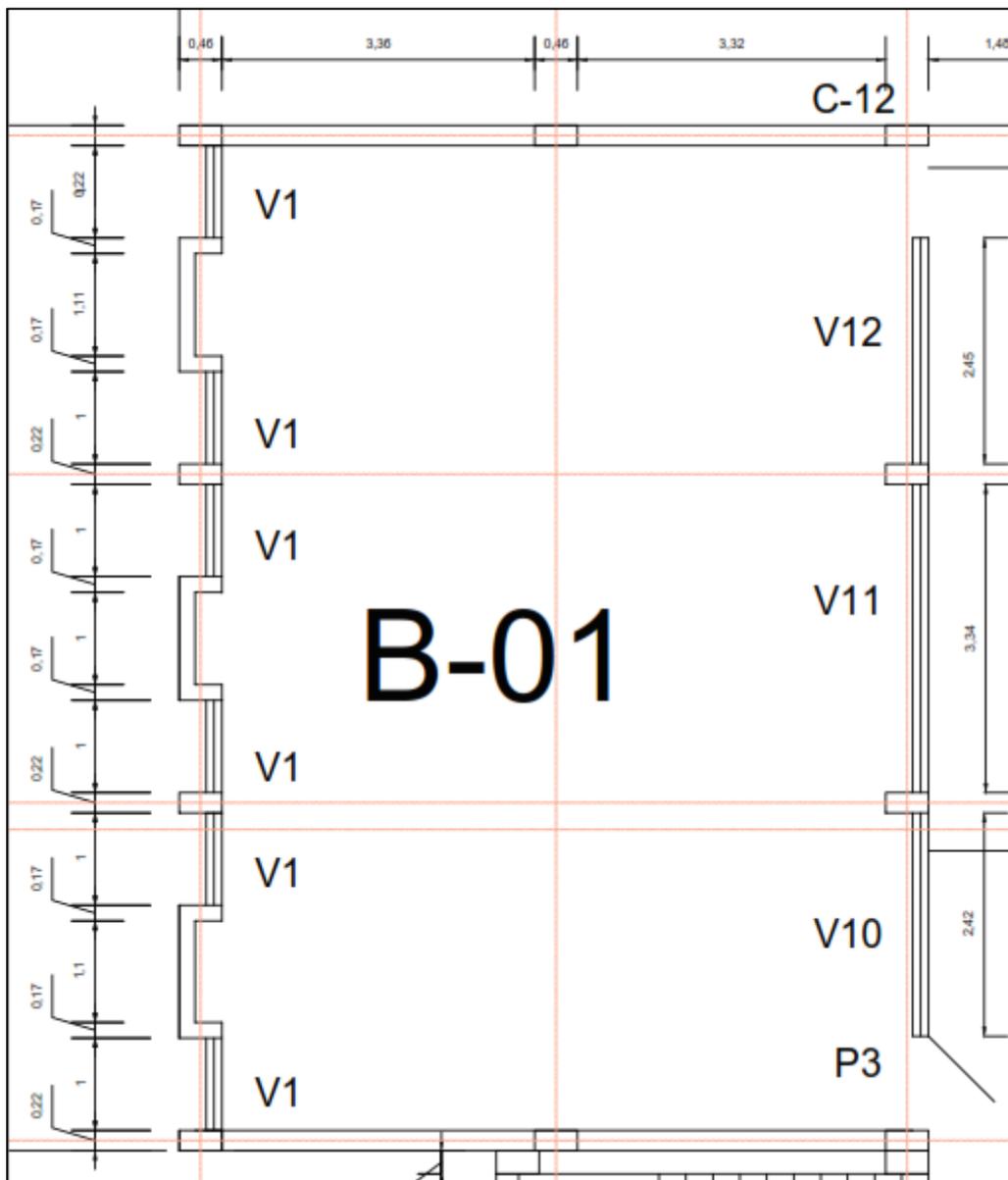


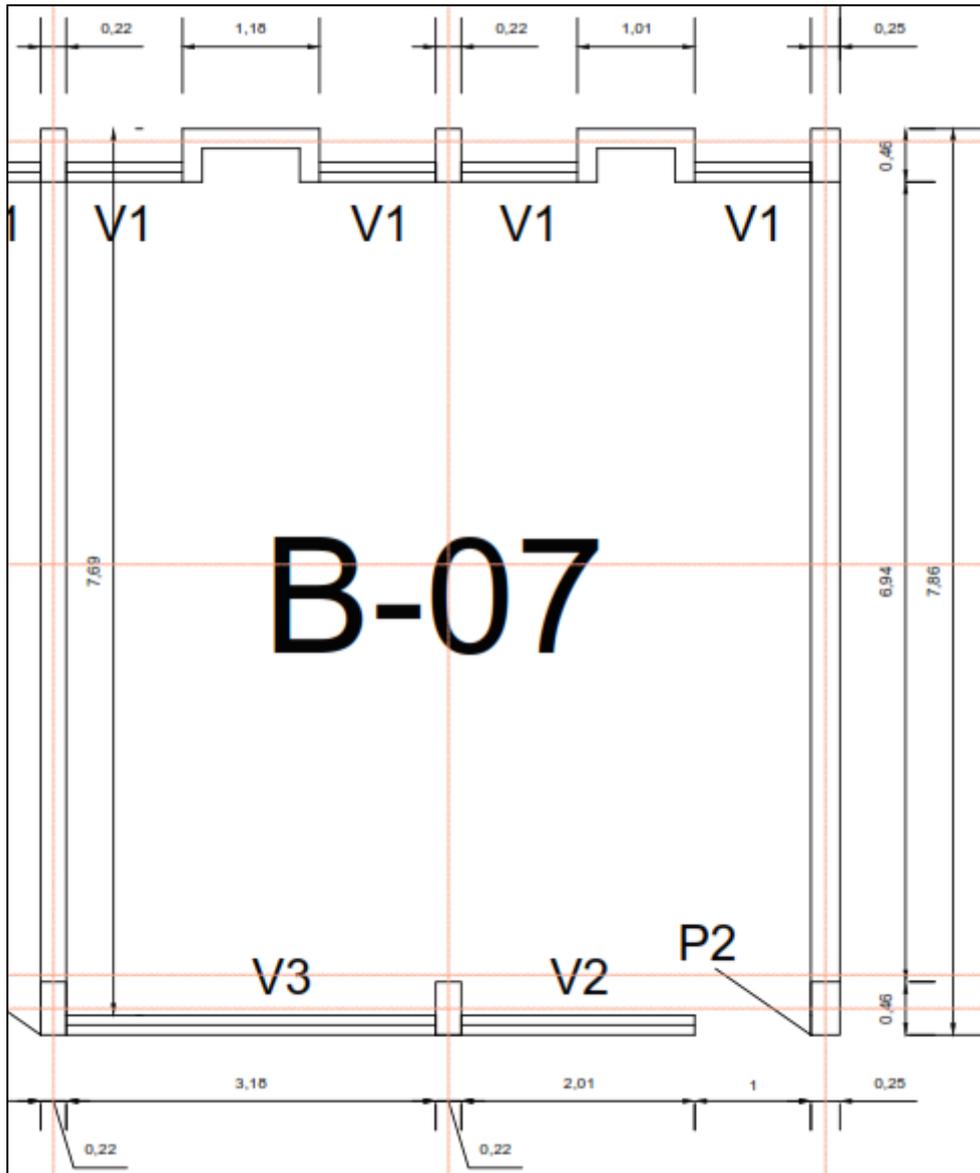
# Plano de Corte



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b> Crecemos contigo...			
<small>"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE SISTEMA APORTICADO: COLUMNAS Y VIGAS, DEL PABELLÓN B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUJANAGA", DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH 2017"</small>			
<small>TÍTULO:</small> <b>CORTE A-A</b>		<small>CURSO:</small> TALLER TESIS <small>SEMESTRE:</small> I-2017	
<small>UBICACIÓN:</small> <small>DEPARTAMENTO:</small> ANCASH <small>PROVINCIA:</small> HUARAZ <small>DISTRITO:</small> INDEPENDENCIA	<small>LOCALIDAD:</small> <b>A-04</b>	<small>PÁGINA N.º:</small> 179	
<small>INGENIERÍA:</small> CIVIL		<small>RESPONSABLE:</small> RODRIGUEZ LAURET R. FÉLIX	<small>FECHA:</small> AGOSTO-2017

Dimensión Aulas





Panel Fotográfico

FOTO 01 Puerta principal de la Institución Educativa "Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga"



FOTO02 Vista Frontal del Pabellón B



FOTO 03 Vista Posterior del Pabellón B



Foto 04 Eje DD-22 Columna 1-Patología fisura



Foto 05 Eje DD-55 Columna 12-Patología manchas



Foto 06 Eje EE-22 Columna 2-Patología fisura



Foto 07 Eje JJ-22, columna 3 – Patología: Fisuras



Foto 08 Eje JJ-22, columna 13 – Patología: Desintegración



Foto 09 Eje EE-22, columna 4 – Patología: Fisuras



Foto 10 Eje EE-22, columna 4 – Patología: Fisuras(recorrido de la fisura)



Foto 11 Eje FF-22, columna 5 – Patología: Fisuras



Foto 12 Eje GG-22, columna 6 – Patología: Fisura



Foto 13 Eje HH-22, columna 7 – Patología: Fisuras



Foto 14 Eje II-22, columna 8 – Patología: Fisuras



Foto 15 Eje II-22, columna 8 – Patología: Fisuras (recorrido de la fisura)



Foto 16 Eje MM-22, columna 9 – Patología: Fisuras



Foto 17 Eje MM-22, columna 9 – Patología: Fisuras (recorrido de la fisura)



Foto 18 Eje OO-22, columna 10 – Patología: Fisuras



Foto 19 Eje OO-22, columna 10 – Patología: Fisuras (recorrido de la fisura)



Foto 20 Eje QQ-22, columna 11 – Patología: Fisuras (recorrido de la fisura)



Foto 21 Eje QQ-22, columna 11 – Patología: Fisuras (recorrido de la fisura)



Foto 22 Eje II-22, columna 8 – Patología: Fisuras (Interior)



Foto 23 Eje OO-22, columna 10 – Patología: Fisuras (interior)



Foto 24 Viga horizontal del primer nivel y viga de dos aguas segundo nivel



Anexo N° 8 Tabulación de datos.

*DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL SISTEMA APORTICADO: COLUMNAS Y VIGAS DEL PABELLÓN B DE LA I.E. GRAN MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH- 2017																		
RECOPIACIÓN DE DATOS INDEPENDENCIA, 14 DE OCTUBRE DEL 2007																		
Muestreo	Eje	ELEMENTO	Fisura o Grieta				Área del elemento								Área afectada			
			ESPESOR(mm)	PROFUNDIDAD(mm)	LONGITUD(m)	a(m)	h				b				Área total	l(m)	a(m)	Área
							l(m)	a(m)	Área parc.	n	l(m)	a(m)	Área parc.	n				
M01	DD-22	C-01	0.4		2.27	0.24	2.72	0.24	0.6528	2	2.65	0.46	1.219	2	3.7436	2.72	0.24	0.6528
	DD-55	C-12			5.52	0.22	5.52	0.22	1.2144	2	5.52	0.46	2.5392	2	7.5072	5.52	0.22	1.2144
M02	EE-22	C-02	0.85	21.4	2.27	0.23	2.72	0.23	0.6256	2	2.65	0.46	1.219	2	3.6892	2.72	0.23	0.6256
M03	JJ-22	C-03	0.5		2.2	0.19	2.52	0.19	0.4788	2	2.65	0.46	1.219	2	3.3956	2.52	0.19	0.4788
		C13			2.2	0.19	2.72	0.19	0.5168	2	2.55	0.46	1.173	2	3.3796	0.91	0.19	0.1729
M04	EE-22	C-04	0.7	0.22	2.2	0.23	2.52	0.23	0.5796	2	2.55	0.46	1.173	2	3.5052	2.52	0.23	0.5796
M05	FF-22	C-05	0.25		2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M06	GG-22	C-06	0.68	15	2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M07	HH-22	C-07	1.2	13.15	2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M08	II-22	C-08	1.35	1.15	2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M09	MM-22	C-09	0.8		2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M10	OO-22	C-10	0.55	15.1	2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544
M11	QQ-22	C-11	2.68	1.15	2.2	0.22	2.52	0.22	0.5544	2	2.55	0.46	1.173	2	3.4548	2.52	0.22	0.5544

MUESTREO 1		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURA	0.65	5.78
MANCHAS	1.21	10.76
SIN PATOLOGÍA	9.39	83.47
TOTAL	11.25	100.00

MUUESTREO 2		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.62	16.80
SIN PATOLOGÍA	3.07	83.20
TOTAL	3.69	100.00

MUESTREO 3		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.48	7.08
DESINTEGRACIÓN	0.17	2.51
SIN PATOLOGÍA	6.13	90.41
TOTAL	6.78	100.00

MUESTREO 4		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.58	16.57
SIN PATOLOGÍA	2.92	83.43
TOTAL	3.5	100.00

MUESTREO 5		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 6		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 7		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 8		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 9		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 10		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

MUESTREO 11		
PATOLOGIAS	AREA	PORCENTAJE
FISURAS	0.55	15.94
SIN PATOLOGÍA	2.9	84.06
TOTAL	3.45	100.00

Anexo N° 9 Noticias.

The screenshot shows a news article from 'Ancash Noticias' with the headline 'Áncash: Hasta 14 sismos han sido registrados en lo que va del año'. The article text states that 14 seismic movements have been recorded in the coastal zone of Ancash, with 12 in the coastal zone and 2 in the sierra. It also mentions that 231 earthquakes were recorded in the country up to that date, with 14 in the region. The article is dated September 7, 2017, and is authored by 'Redacción AN'. The website interface includes social media sharing buttons, a sidebar with other news items, and a Windows taskbar at the bottom.

## HUARAZ: COLEGIOS CONSTRUIDOS POR ALBERTO FUJIMORI SE CAEN A PEDAZOS

SEP 19, 2013 COMENTARIOS DESACTIVADOS EN HUARAZ: COLEGIOS CONSTRUIDOS POR ALBERTO FUJIMORI SE CAEN A PEDAZOS 788



Los colegios construidos por el ex presidente de la República, Alberto Fujimori se caen a pedazos. Esta mañana

los directivos del Colegio Mariscal Toribio de Luzuriaga pusieron sobre alerta sobre el peligro que se cierne en un pabellón de aulas construidas a través del programa de Infraestructura básica para el sector educación y salud (INFES) que se ejecutaron en el año 2 mil.

Las resquebrajaduras en la unión de paredes y columnas es evidente, al contacto con el muro este se mueve peligrosamente poniendo en riesgo de los alumnos de la institución educativa, quienes fueron evacuados a otros salones y cerrando el pasadizo para mayor seguridad.

Fueron convocados los supervisores de defensa civil de la municipalidad de Independencia y el Gobierno Regional de Ancash para la evaluación de los daños y riesgos. Son un total de 7 aulas afectadas en el segundo piso y similar número en el primer piso, según normas de construcción civil este tipo de infraestructuras deben tener una garantía no menos de 20 años, sin embargo no ha transcurrido ni la mitad del periodo de uso y ya se caen a pedazos

<http://huarazinforma.pe/2013/09/huaraz-colegios-construidos-por-alberto-fujimori-se-caen-a-pedazos/>