

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON LA  
CALIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN  
LA CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE  
SAN MARTÍN – 2019”**

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

**ASESOR:**

**M. Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas**

**CO-ASESOR:**

**M. Sc. Ing. Ricardo Lenin Becerra Guevara**

**AUTOR:**

**PÉREZ TAPIA, Miler**

**PAREDES CHILCON, Johnny Reynhold**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2019**

# DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos a nuestro padre celestial., quien supo guiarnos por el buen camino, darnos fuerzas para seguir adelante y habernos permitido culminar esta tesis.

El Autor:

Pérez Tapia, Miler

# AGRADECIMIENTO

La elaboración de este trabajo de tesis se lo debemos en gran medida a nuestro asesor, el M. Sc. Ing. Caleb Ríos Vargas. Muy agradecidos ingeniero por su tiempo, sus enseñanzas, su experiencia, su estímulo y por su constante asesoramiento que nos brindó durante el proceso de la elaboración de nuestra tesis.

Agradecemos a nuestras familias por la motivación constante y apoyarnos en todo el tiempo invertido en la elaboración de este trabajo. Asimismo, no podemos dejar de reconocer el apoyo incondicional de nuestros amigos quienes nos ayudaron de una manera directa o indirecta a realizar este trabajo investigativo.

El Autor:

Paredes Chilcon, Johnny Reynhold

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

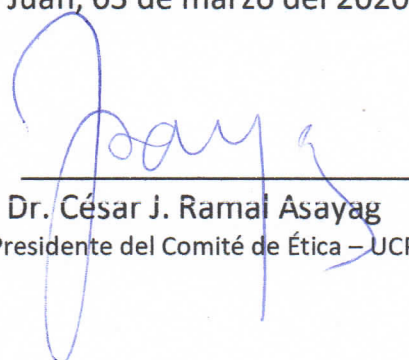
La Tesis titulada:

**"ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LAS  
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO,  
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019".**

De los alumnos: **MILER PÉREZ TAPIA Y JOHNNY REYNHOLD PAREDES  
CHILCON**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la  
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **3% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que  
estime conveniente.

San Juan, 03 de marzo del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** UCP\_ING.CIVIL\_2020\_T\_MILERPERES\_V1.pdf (D64735813)  
**Submitted:** 3/2/2020 8:16:00 PM  
**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

<https://docplayer.es/55186391-Facultad-de-ingenieria-escuela-profesional-de-ingenieria-civil.html>

### Instances where selected sources appear:

7

“Año de la Universalización de la Salud”  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

Con Resolución Decanal N° 744-2019-UCP-FCEI del 19 de setiembre de 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc. Presidente
- Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. Miembro
- Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M. Sc. Miembro

Como Asesor: **Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 21:00 horas del día 08 de Julio del 2020, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019”**.

Presentado por los sustentantes:

**MILER PÉREZ TAPIA y JOHNNY REYNHOLD PAREDES CHILCON**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**  
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA ( 14 )**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

# APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 08 de Julio a las 9.00 pm Del 2020



---

**M. Sc. ING. VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA**  
PRESIDENTE DEL JURADO



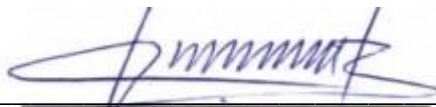
---

**M. Sc. ING. JOEL PADILLA MALDONADO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**ING. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTÍNEZ QUIROZ**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**ING. CALEB RÍOS VARGAS**  
ASESOR

# INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>APROBACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
Título:.....	11
Área y Línea de investigación:.....	11
Planteamiento del Problema .....	11
Problema general.....	14
Problemas específicos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos específicos .....	14
Antecedentes del estudio: .....	15
Bases Teóricas .....	19
VIDA ÚTIL.....	19
VIDA RESIDUAL.....	19
OCURRENCIA DE DAÑOS EN EL CONCRETO .....	21
PERIODOS DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL.....	23
PRINCIPALES ATAQUES PRODUCIDOS EN EL CONCRETO.....	26
Definición de términos básicos.....	37
Hipótesis:.....	40
HIPÓTESIS GENERAL.....	40
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	40
Variables:.....	40
Variable Independiente .....	40
Variable Dependiente.....	40
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	41
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN .....	42
2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	42



<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	43
3.1. RESULTADOS:.....	43
3.2. EXPLICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS FICHAS DE INSPECCION .	71
3.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y CUADROS.....	71
3.4. INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	91
<b>CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	92
4.1. CONCLUSIONES:.....	92
4.2. RECOMENDACIONES:.....	93
<b>CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	95
<b>CAPÍTULO VI: ANEXOS</b> .....	96

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: se puede apreciar una fisura con tendencia de convertirse en grieta, en una vivienda de los alrededores de la ciudad de Tarapoto. ....	12
Ilustración 2: se puede apreciar una fisura y el desprendimiento de la pintura por humedad, en otra vivienda de los alrededores de Tarapoto. ....	12
Ilustración 3: Fotografía de un conjunto de columnas que soportan una losa. ....	20
Ilustración 4: Concepto de vida útil de las estructuras de concreto en función del Fenómeno de la corrosión del refuerzo. ....	23
Ilustración 5: Concepto de vida útil de las estructuras de concreto en función del fenómeno de la corrosión del refuerzo. ....	25
Ilustración 6: Ataque por congelamiento de una losa. ....	26
Ilustración 7: Pérdida de sección de acero útil. ....	28
Ilustración 8: Pérdida de sección de acero útil. ....	29
Ilustración 9: Estado de una estructura después de sufrir un incendio. ....	36
Ilustración 10: Resumen del Cuadro de Daños. ....	73
Ilustración 11: Resumen del cuadro de edades de las viviendas. ....	74
Ilustración 12: Cuadro de existencia de Humedad y Fisuras. ....	75
Ilustración 13: Elementos Dañados. ....	76
Ilustración 14: Resumen del Cuadro de Daños de las Viviendas. ....	78
Ilustración 15: Resumen del Cuadro de Edades de las Viviendas. ....	79
Ilustración 16: Resumen de Existencia de Humedad. ....	80
Ilustración 17: Resumen del Cuadro Elementos Dañados de Viviendas. ....	81
Ilustración 18: Edades de las Viviendas Zona III. ....	84
Ilustración 19: Resumen de Existencia de Humedad en las Viviendas. ....	85
Ilustración 20: Resumen de Elementos Dañados. ....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de Inspección Visual Zona I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes.....	72
Tabla 2: Cuadro de Daño de las Viviendas Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes. ....	73
Tabla 3: Cuadro de edades de las Viviendas.....	74
Tabla 4: Cuadro de Existencia de humedad.....	75
Tabla 5: Cuadro de Elementos Dañados.....	76
Tabla 6: Resumen de Inspección Visual, Zona II: Jr. Juan Vargas. ....	77
Tabla 7: Cuadro de Daños Zona II. ....	78
Tabla 8: Cuadro de Edades de las Viviendas Zona II. ....	79
Tabla 9: Cuadro de Existencia de Humedad y Fisuras.....	80
Tabla 10: Cuadro de elementos Dañados.....	81
Tabla 11: Resumen de inspección Visual en la Zona III: Jr. José Olaya y Jr. Jorge Chávez.....	82
Tabla 12: Cuadro de Daños Zona III. ....	83
Tabla 13: Resumen del Cuadro del daño las Viviendas. ....	83
Tabla 14: Edades de las Viviendas Zona III. ....	84
Tabla 15: Cuadro de Existencia de Humedad y Fisuras. ....	85
Tabla 16: Cuadro Elementos Dañados.....	86
Tabla 17: Comparativo del Cuadro de Daños en las Viviendas de Las 3 Zonas. ....	87
Tabla 18: Comparativo Del Cuadro De Edades De Las Viviendas En Las 3 Zonas.....	88
Tabla 19: Comparativo Del Cuadro De Existencia de Humedad En Las Viviendas en las 3 Zonas de Estudio. ....	89
Tabla 20: Comparativo Del Cuadro De Elementos Dañados en Las Viviendas en las 3 Zonas de Estudio. ....	90

# RESUMEN

La investigación que nos ocupa en esta oportunidad, está básicamente dirigida al estudio de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, teniendo en cuenta los daños que se producen en las mismas, que vienen a ser síntomas de las patologías que se producen en una edificación.

En el primer capítulo, en los antecedentes, se mencionan algunos estudios similares realizados a nivel internacional y nacional. Asimismo, se presenta las bases teóricas de la investigación, relacionadas a las patologías en las edificaciones y su relación con los elementos de las edificaciones.

En el segundo capítulo materiales y métodos, se describe la aplicación de fichas de inspección visual de daños, referencias fotográficas, entrevista a los propietarios de las edificaciones a fin de conocer algunos detalles respecto a la antigüedad de la edificación, como se elaboró el proyecto y quien lo ejecutó, toda la metodología para recabar la información necesaria para el procesamiento.

En el tercer capítulo, presentamos los resultados a través de tablas y gráficos y la interpretación de los resultados, los que nos van a servir de base para nuestras conclusiones.

Finalmente, concluimos que las patologías, tienen relación significativa con la calidad de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, ya que afectan tres aspectos fundamentales de su vida útil, la seguridad, la funcionalidad y la estética. Además, se indica que no han participado profesionales en la elaboración del proyecto ni en la construcción, por consiguiente, no se aplicaron las normas técnicas ni los controles de calidad respectivos.

**Palabras claves: Patologías, vida útil, corrosión.**

# ABSTRACT

The research that concerns us this time, is basically aimed at the study of reinforced concrete buildings in the city of Tarapoto, taking into account the damages that occur in them, which become symptoms of the pathologies that occur in a building.

In the first chapter, in the background, some similar studies carried out at international and national level are mentioned. Likewise, the theoretical bases of the research, related to the pathologies in the buildings and their relationship with the elements of the buildings, are presented.

In the second chapter, materials and methods, the application of visual damage inspection sheets, photographic references, interviews with the owners of the buildings are described in order to know some details regarding the age of the building, how the project was developed and who executed it, all the methodology to gather the necessary information for the processing.

In the third chapter, we present the results through tables and graphs and the interpretation of the results, which will serve as the basis for our conclusions.

Finally, we conclude that the pathologies have a significant relationship with the quality of reinforced concrete buildings in the city of Tarapoto, since they affect three fundamental aspects of their useful life, safety, functionality and aesthetics. In addition, it is indicated that no professionals have participated in the elaboration of the project or in the construction, therefore, the respective technical norms and quality controls were not applied.

**Keywords: Pathologies, shelf life, corrosion.**

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **Título:**

“ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - 2019”

### **Área y Línea de investigación:**

#### **Área:**

Estructura – Construcción

#### **Línea:**

Estructura

### **Planteamiento del Problema**

Según investigaciones realizadas en nuestro país, el problema de los daños que sufren las edificaciones de concreto armado, se puede apreciar en todo el territorio nacional en mayor o menor grado, esto sin duda afecta la calidad de las edificaciones y por ende el confort de sus habitantes.

En nuestro departamento de San Martín, igualmente se presentan casos de daños estructurales a las edificaciones, las que se han visto incrementadas por efecto de los últimos sismos presentados en la zona. El presente trabajo está enmarcado en realizar una inspección visual primeramente de los principales daños que sufren las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, específicamente en la zona del Barrio Huayco de donde sacamos nuestras muestras para proceder al análisis de las mismas.

De acuerdo a un recorrido realizado por varias viviendas de la zona de análisis, se ha podido verificar que todas las viviendas presentan algún daño en su estructura, debido a esto se puede deducir que afectan la seguridad de las viviendas, en algunos casos la funcionalidad y en mayor proporción la estética.

En Tarapoto encontramos problemas de patologías y calidad en estructuras de concreto armado, edificaciones – viviendas, con mayor presencia en los jirones del Barrio Huayco de Tarapoto. Dichas estructuras no están respondiendo a las cualidades y propiedades de funcionalidad y vida útil.

En las viviendas contiguas a la ciudad de Tarapoto, también podemos observar daños en las edificaciones de concreto armado, que no hacen más que confirmar los resultados de investigaciones anteriores respecto al tema.



Fuente Propia

**Ilustración 1: se puede apreciar una fisura con tendencia de convertirse en grieta, en una vivienda de los alrededores de la ciudad de Tarapoto.**



Fuente propia

**Ilustración 2: se puede apreciar una fisura y el desprendimiento de la pintura por humedad, en otra vivienda de los alrededores de Tarapoto.**

Orientándolas a un estado de vulnerabilidad a las estructuras, a la economía y al bienestar social (como las vidas humanas). Para comprender el concepto de las patologías y calidad de una estructura, se debe considerar agentes internos, externos y la calidad de los agregados.

Se ha observado que el 100% de las edificaciones visitadas se encuentran con daños que van desde lo más elemental a lo más complicado, esto se ve reflejado en el deterioro de las estructuras de las edificaciones.

En la ciudad de Tarapoto, encontramos estructuras en mal estado, por lo cual la evaluación de la investigación se realizará mediante un muestreo y una inspección en el propio lugar.



## Problema general

¿Cuáles serán las patologías y su relación con la calidad de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín - 2019?

## Problemas específicos

- ¿Cómo influyen los malos procesos constructivos en la aparición de patologías en las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín - 2019?
- ¿Cómo influyen la falta de aplicación de la normativa de construcción y calidad de materiales en la aparición de las patologías, en edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín - 2019?

## Objetivo General

Determinar las patologías y su relación con la calidad de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín - 2019.

## Objetivos específicos

- Identificar los malos procesos constructivos y su relación con la aparición de patologías en las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín – 2019.
- Determinar si aplicaron la normativa de construcción y calidad de materiales y su relación con la aparición de las patologías, en edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín – 2019.

## Antecedentes del estudio:

### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES:**

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad de Cuenca – Ecuador, de la tesis con sus Autores: *Cabrera Rodríguez Tatiana Paola y Plaza Cantos Raúl Eduardo*, Titulada: **“Propuesta De Rehabilitación Estructural Constructiva Para La Vivienda De La Familia Plaza Avendaño, 2014”**, que llegan a las siguientes conclusiones:

Una vez finalizado el proyecto se ha podido valorar, desde la práctica, lo complejo que resulta diagnosticar y rehabilitar tanto constructiva como estructuralmente una edificación o vivienda, más aún si se trata de propiedades patrimoniales, las cuales se rigen a la conservación de los materiales que constituyen las estructuras, y requieren de soluciones que conserven las dimensiones de las mismas.

En el proceso de diagnóstico y tratamiento de las patologías, sea cual sea la estructura a tratar, es importante considerar todas las etapas de inspección, pruebas no destructivas, búsqueda de los agentes causales, propuestas de tratamiento y evaluación de la estructura, pues con ello, el criterio técnico que se emita, tendrá el mínimo de errores y brindará las soluciones más adecuadas, no sólo con la finalidad de reparar una lesión, sino de atacar su origen y detener un proceso patológico que en el peor de los casos, puede inhabilitar una estructura.

La elaboración de fichas debe realizarse con el mayor detalle posible (ubicación, esquemas, fotografías, etc.), de tal manera que resulte una base confiable para el técnico, que posteriormente analizará la información y propondrá su criterio

Además, tenemos conocimiento de la Tesis del autor: *Marcela Alejandra Muñoz Ojeda*, titulada: **“Patologías en la Edificación de Viviendas sociales, especialmente con la humedad”**, de la **Universidad Austral de Chile - 2004**, presenta las siguientes conclusiones:

En la actualidad, las poblaciones han ido quedando atrás, hoy se construyen viviendas sociales en condominios y villas; concepto que implica vivir en común, compartir espacios comunes, compartir desde la caja de escala al patio, al jardín, a la plaza, generándose una serie de deberes y obligaciones para responder a una vida en sociedad. Para una familia ya no basta con que la casa sea grata, sino que al salir al espacio circundante o al exterior de esta, debe sentir agrado o apego absoluto al lugar. Por ello es que se debe exigir y preparar a los futuros propietarios a vivir en comunidad concienciándolos de los deberes y obligaciones que esto arrastra.

Una familia que adquiere una Vivienda Básica debe asumir que esta, como cualquiera otra, sufre un proceso de deterioro paulatino o pronunciado dependiendo de las condiciones a las cuales sea sometida, a su construcción, materiales e instalaciones ejecutadas en ella. El Minvu, año tras año, ha buscado mejorar las políticas habitacionales referidas a las Viviendas Básicas pero, sin duda que ha incrementado su interés por algunos lineamientos, tales como: promover la industrialización de viviendas sociales, mejorar la calidad con relación a una serie de estándares (terminaciones, tamaño, diversidad, materiales), certificación de calidad de las obras y de los materiales pero, sin otorgar énfasis a temas como la inspección de las edificaciones y el mantenimiento constante, cuando la vivienda ha superado un período de vida útil.

## **ANTECEDENTES NACIONALES:**

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote – Chimbote - Perú, de la tesis con su Autor: *Eduardo Antonio Saldaña Cortez*, Titulada: **“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”**, que llegan a las siguientes conclusiones:

Partiendo de los tres objetivos específicos se concluye lo siguiente.

1) Se identificó que el área afectada tiene un total de 27.28%, mientras que el área no afectada fue de 72.72%. Así mismo se identificó 6 patologías del concreto, erosión, grietas, fisuras, desprendimiento, eflorescencia y corrosión.

2) 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.

3) El nivel de severidad de la muestra que comprenden vigas, columnas y muros de albañilería confinada es de nivel media, siendo la patología más perjudicial a corto plazo la corrosión en el caso de vigas estructurales, y a largo plazo la eflorescencia en las vigas estructurales, en las columnas la patología más perjudicial es la corrosión, y en el muro de albañilería la patología más perjudicial es la eflorescencia. Así mismo la ficha 5, 7, 18, 19, 20, 21 y 22 presentan corrosión el cual es una patología que debilita la resistencia de la estructura.

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos una Tesis de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote – Chimbote - Perú, de la tesis con su Autor: *Tulio Enrique Espinoza Ordinola*, Titulada: “**Determinación y Evaluación Del Nivel De Incidencia De Las Patologías Del Concreto En Los Pavimentos Rígidos De La Provincia De Huancabamba, Departamento De Piura- 2010**”, que llegan a las siguientes conclusiones:

- Se puede concluir que el Índice Promedio de Condición del Pavimento, del Distrito de la Provincia de Huancabamba es de 50% correspondiendo a un nivel de regular o estado regular.
- Se concluye que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución y la calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo y que el suelo tiene bastante responsabilidad en dichas grietas.
- Se concluye que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos de la provincia de Huancabamba es:

**GRIETAS LINEALES 40.65%.**

**PULIMENTO DE AGREGADOS 29.00%.**

**GRIETAS DE ESQUINA 22.77%.**

**ESCALERAS 7.11%.**

### **VIDA ÚTIL**

El concepto de vida útil de una estructura, que propone el reporte de la Red Temática DURAR indica: “Período en el que la estructura conserva los requisitos del proyecto sobre seguridad, funcionalidad y estética, sin costos inesperados de mantenimiento”. En otras palabras, si la estructura careciera de cualquiera de estas tres propiedades (seguridad, funcionalidad y estética), ésta ya sobrepasó el período de su vida útil.

**Cabe resaltar que se puede manifestar dos tipos de vida útil:**

**Vida Útil de Diseño**, que puede ser proyectada específicamente para una obra en particular (éste es usualmente el caso de estructuras muy especiales) o si se siguen las especificaciones de las Normas y Códigos.

**Vida Útil Real**, se manifiesta cuando se ha alcanzado un nivel crítico o inaceptable de deterioro en la estructura, tal que hace a esta inservible para el propósito para el que fue proyectada o diseñada.

Se dice que una estructura es Durable cuando la Vida Útil Real iguala o supera a la Vida Útil de Diseño, aplicando un razonable esfuerzo de mantenimiento.

La Vida Útil Real puede prolongarse si se aplican providencias de mantenimiento preventivas o reparaciones curativas, hasta que éstas se hacen muy costosas o porque cambian los requisitos de servicio de la estructura, momento en que la estructura debe ser reemplazada.

### **VIDA RESIDUAL**

El reporte de DURAR manifiesta que “Se entiende por vida residual al tiempo a partir del momento en que la estructura alcanza el anterior límite aceptable (fin de la vida útil)”. La vida residual es el período en el que la estructura necesitaría reparación, remodelación o completa renovación para que

regrese a su estado de servicio original; esto es que sea segura, funcional y estética.

En pocas palabras, la etapa de vida residual es el tiempo que tiene el dueño de la estructura, o elemento estructural, para repararla antes que la degradación avance hasta el límite de posible colapso.

En el siguiente gráfico, se presenta unas estructuras de concreto que presentan desprendimiento notorio del recubrimiento, producido por la corrosión severa de la varilla de refuerzo. Se puede indicar, que las columnas indicadas se encuentran más allá de su vida útil, ya que la degradación que presentan no es una mancha de óxido o grieta. Este proceso de degradación inclusive puede ser suficiente para producir una falla local en las columnas del puente. Para que no se produzca un colapso inminente de las columnas sería adecuado realizar una reparación general.



**Ilustración 3: Fotografía de un conjunto de columnas que soportan una losa. Se pueden observar grietas producto de la corrosión del acero.**

## **OCURRENCIA DE DAÑOS EN EL CONCRETO**

Diferentes factores actúan durante la vida útil de cualquier obra de concreto, afectando de algún modo sus características de durabilidad. Estas condicionantes

Pueden depender tanto de la acción del entorno o medio ambiente, como de las propiedades intrínsecas del concreto.

El diseño global de la obra, su interrelación con el suelo, diseño de los elementos constructivos y su posterior elaboración con la adecuada selección de los materiales componentes y colocación en obra, juegan también un rol importantísimo.

Para entender más las causales de ocurrencia de daños, podemos dividirlos en dos partes.

### **Causas Internas:**

Se definen como causas internas aquellas que se relacionan con cambios volumétricos que ocurren dentro del concreto. La reacción química del cemento con el agua, conocida como hidratación, genera distintas reacciones químicas que pueden llegar a producir daños severos al concreto por el efecto de aumentos de volumen. Esta misma reacción química genera un fuerte aumento en la temperatura del concreto, el cual, al comenzar a enfriarse puede producir grietas de consideración. La eventual reacción de álcalis libres con áridos de alto contenido de sílice es iniciadora de una reacción incontrolable que también induce a un aumento interno de esfuerzos.

La pérdida del agua de mezclado produce cambios físicos conocidos como retracción de secado, pudiendo iniciarse desde muy temprana edad.

En este caso se producen fisuras superficiales. Si se generan con el tiempo, las fisuras pueden alcanzar todo el espesor del elemento.



### **Causas Externas:**

Otras causas actúan externamente sobre la estructura. Las más típicas se refieren a las acciones de las cargas, ya sean estáticas o dinámicas, la acción del fuego, sismos, temperatura y viento extremo, asentamientos diferenciales, etc. Éstas inciden con esfuerzos de toda índole sobre el elemento, bastando que se sobrepasen las respectivas resistencias características del concreto para que ocurra un daño.

Sobre la superficie del concreto existe, debido al uso, un desgaste mecánico, abrasión e impacto, y, actuando sobre el recubrimiento del concreto se encuentran una serie de agentes nocivos, como el CO<sub>2</sub> - carbonatación, cloruros – sales descongelantes, aguas con sulfatos, ciclos hielo/deshielo, y otros líquidos y gases agresivos. Este último tipo de causales puede llevar a la oxidación de la varilla, iniciando un nuevo tipo de daño con aparición de grietas y desprendimientos.

Fallas constructivas también fomentan la generación de daños, como el hecho de excesos de vibrado - segregación, mala colocación de mallas - inducción de grietas sobre la superficie, desplazamiento de moldes en acabados superficiales.

En resumen, durante la vida útil del concreto es “normal” la aparición de fisuras, las cuales pueden y deben ser reparadas, de acuerdo al uso que tenga la respectiva estructura, pero de aquí en adelante, si se produce procesos más fuertes que debilitan a la estructura, es punto de partida de estudio.

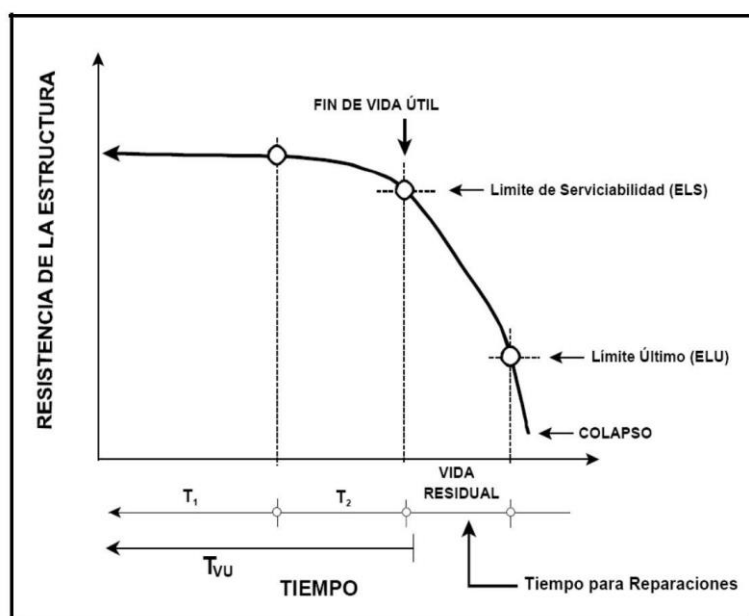
## PERIODOS DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL.

### Norma Mexicana

Los estados límites de una estructura, llamados también valores mínimos de servicio (o valores máximos aceptables de degradación), se indican a continuación:

El Estado Límite de Servicio (ELS) corresponde al punto en el tiempo el cual la estructura ha llegado a su vida útil, es decir, “es el estado en el cual los requerimientos de servicio de una estructura o elemento estructural (seguridad, funcionalidad y estética) ya no se cumplen.”

El Estado Límite Último (ELU), es el estado en que la estructura o elemento estructural “se encuentra asociado con colapso u otra forma similar de falla estructural.” El reporte DURAR indica que el ELU es el tiempo en el cual la estructura llega a un estado de degradación inaceptable antes de que sufra un colapso inminente, cumpliéndose:  $ELU < TIEMPO DE COLAPSO$ .



**Ilustración 4: Concepto de vida útil de las estructuras de concreto en función del Fenómeno de la corrosión del refuerzo.**

## **Probabilidad de Falla**

La probabilidad de falla se podría definir como la probabilidad de exceder cierto estado límite, ya sea el ELS o el ELU. El término, falla por durabilidad es usado cuando existe una falla por degradación del material en una estructura o elemento estructural, en comparación de “falla mecánica”, la cual es causada por cargas mecánicas externas.

## **Norma ACI Colombia**

En el caso de deterioro de la estructura por corrosión de la armadura, se puede distinguir por lo menos tres situaciones:

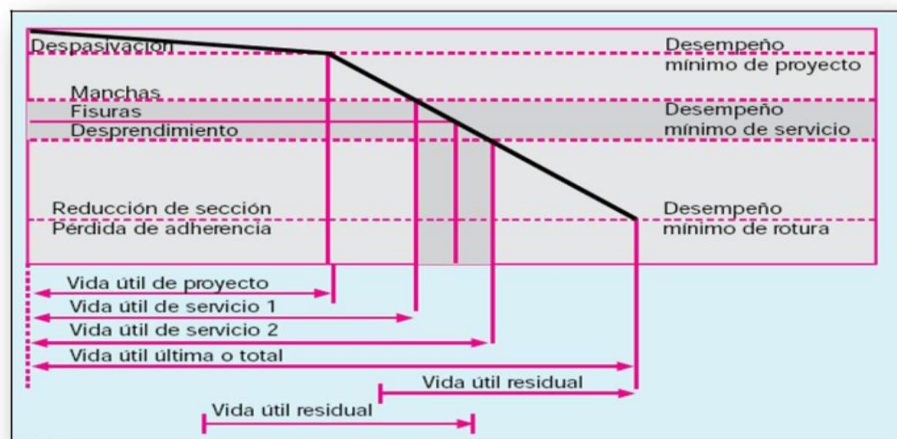
- a) Un período de tiempo que va hasta la despasivación de la armadura, el cual se denomina, normalmente, período de iniciación. A este período de tiempo se puede asociar la llamada vida útil de proyecto. Normalmente corresponde al período necesario para que el frente de carbonatación o el frente de cloruros alcancen la varilla. Por frente de carbonatación se entiende la posición de la interface entre una región carbonatada, de baja alcalinidad por acción del gas carbónico sobre los productos alcalinos de la hidratación del cemento y una región contigua no carbonatada y por consiguiente de alto pH.

Por frente de cloruros se entiende la posición de la interface entre una región contaminada por un cierto nivel de cloruros, suficiente para despasivar la varilla en aquella condición específica y una región contigua donde el nivel de cloruros todavía no alcanza el nivel suficiente para despasivar. Este contenido de cloruros varía en función de varios condicionantes entre el 0,05 y el 1% del peso del cemento.

El hecho de que el frente de carbonatación o un cierto nivel de cloruros hayan alcanzado la varilla y teóricamente la haya despasivado, no significa necesariamente que a partir de ese momento habrá corrosión importante. Ese período de tiempo, no

obstante, es un período que debe ser tenido en cuenta al proyectar la estructura, en aras de la seguridad.

- b) Un período de tiempo que va desde el momento en que aparecen manchas en la superficie del concreto, u ocurren fisuras en el concreto de recubrimiento, hasta cuando se presenta el desprendimiento del recubrimiento. A este período se asocia la vida útil de servicio o de utilización de la estructura. Este período es muy variable y depende de cada caso en especial, pues ocurre que, en ciertas construcciones, es inadmisibles que la estructura presente manchas de corrosión o fisuras. En otros casos sólo la caída de pedazos de concreto, que ponga en peligro la integridad de las personas, puede ser considerada como el momento a partir del cual se debe considerar cumplida la vida útil de servicio de la estructura.
- c) Un período de tiempo que va hasta la ruptura o colapso parcial o total de la estructura. A este período de tiempo se asocia la llamada vida útil última o total. Corresponde al período de tiempo para el cual habrá una reducción significativa de secciones resistentes de la armadura o una pérdida importante de adherencia concreto-refuerzo, acarreando el colapso parcial o total de la estructura.



**Ilustración 5: Concepto de vida útil de las estructuras de concreto en función del fenómeno de la corrosión del refuerzo.**

## PRINCIPALES ATAQUES PRODUCIDOS EN EL CONCRETO

### Ataque Por Congelación

En concretos húmedos, expuestos a temperaturas menores de  $0^{\circ}\text{C}$ , puede presentar agrietamiento debido a la presión interna que se desarrolla en los poros capilares de la pasta como resultado del paso del agua al hielo, con aumento del volumen del orden del 9% durante el proceso de congelación de ésta.



**Ilustración 6: Ataque por congelamiento de una losa.**

Los esfuerzos producidos por el cambio de Estado Líquido a Sólido dan lugar a agrietamiento y deterioro de la pasta si no se toma las medidas adecuadas.

### Ataques Químicos

#### Ataque Por Ácidos

Siendo el concreto químicamente básico, con un pH del orden de 13, puede ser atacado por medios ácidos, con pH menor de 7, los cuales reaccionan con el hidróxido de calcio, de la pasta produciéndose compuesto de calcio soluble de agua.

## **Ataque Por Bases**

Las bases son compuestos químicos que desprenden iones hidróxido en solución en agua. Ejemplo de bases son, el hidróxido de sodio o soda cáustica y el hidróxido de amonio o amoniaco. Si estos hidróxidos penetran en el concreto y se encuentran en una zona determinada se produce daño físico por cristalización y expansión a partir de la reacción entre el hidróxido y el bióxido de carbono, proveniente del aire.

## **Ataque Por Sales**

Las sales son compuestos químicos derivados de ácidos o bases, formadas de la reacción entre ellos. Usualmente son solubles en agua. Los cloruros y nitratos de amonio, magnesio, aluminio, hierro, atacan al concreto, siendo el más peligroso el de Amonio.

## **Ataque Por Agua**

### **a) Ataque Por Agua Pura**

Las aguas puras conocidas como aguas blandas, atacan el concreto por disolución de la pasta al actuar sobre el Hidróxido de calcio libre. Adicionalmente los silicatos, aluminatos, y ferritos de calcio son descompuestos por disolución del Hidróxido de calcio.

### **b) Ataque Por Aguas Casi Puras**

Las aguas del manantial, generalmente libres de sales, pueden volverse ácidas debido a la formación de ácido carbónico derivado del bióxido de carbono presente en la atmósfera transformándose en corrosivas al concreto, especialmente si éste es pobre o permeable.

### **Ataque por Aguas de Pantano**

Las aguas de pantano pueden contener elementos tales como ácido carbónico o húmico, sulfatos solubles, ácidos sulfúrico libre, o combinación de éstos. La acción del ácido sulfúrico y ácido carbónico ya ha sido explicada. El ácido húmico, producido por el proceso de descomposición de la vegetación, ataca fundamentalmente a la superficie del concreto al formarse humato de calcio.



**Ilustración 7: Pérdida de sección de acero útil.**



**Ilustración 8: Pérdida de sección de acero útil.**

### **Ataque Por Agua De Desagüe**

Bajo condiciones de alta concentración de aguas de desagüe, baja velocidad de flujo, y alta temperatura en la tubería de desagüe, se puede generar en ésta hidrogeno, sulfurado como resultado de la acción oxidante de las bacterias aeróbicas sobre los compuestos de azufre presentes en el desagüe.

Entre hidrógenos sulfurados se condensa en las superficies húmedas por encima del agua y es oxidado, por las bacterias aeróbicas, a anhídrido sulfuroso y luego a anhídrido sulfúrico, el cual en presencia de la humedad forma el altamente corrosivo ácido sulfúrico y destrucción del concreto.



El concreto atacado presenta un revestimiento de color blanco amarillento sobre su superficie escamosa, la misma que sufre un descascaramiento intermitente que puede producir ablandamiento y desprendimiento del agregado.

### **Ataques Por Gases**

#### **a) Ataque Por Anhídrido Carbónico**

Si una concentración adecuada de bióxido de carbono, o anhídrido carbónico toma concentración con el concreto la superficie de éste puede ser seriamente afectada, variando la magnitud y profundidad del ataque, con la concentración de gas, temperatura ambiente, y humedad relativa.

La superficie afectada se tornará blanda y pulvurulenta, no pudiendo el daño ser reparado por subsecuente curado o tratamiento.

#### **b) Ataque Por Anhídrido Sulfuroso**

El anhídrido sulfuroso, producido por la combustión del petróleo o carbón tiene poco o ningún efecto sobre el concreto.

En combinación con el agua forman ácido sulfuroso el cual reaccionan gradualmente con el oxígeno del aire para formar ácido sulfúrico. Ambos ácidos corroen el concreto.

#### **c) Ataque Por Otros Gases**

Gases industriales disueltos en agua pueden formar ácidos. El cloro y el cloruro de hidrogeno forman ácido clorhídrico, el fluoruro de hidrógeno forma ácidos fluorhídrico; el bromuro de hidrógeno forma ácidos bromhídrico; y el yoduro de hidrógeno forma ácido yohídrico, todos estos ácidos atacan al concreto pudiendo ser la corrosión muy fuerte si la concentración es alta.

### **Ataques Por Sulfatos**

Los sulfatos de calcio, sodio, potasio y magnesio son responsables de algunos de los más destructivos ataques al concreto. El ataque se presenta en forma de expansión debida a la formación de productos sólidos cuyo volumen es mayor que el de las sales que entran en la reacción.

El sulfato de sodio reacciona con el aluminato de calcio hidratado para producir etringita con aumento de volumen. Igualmente reacciona con el Hidróxido de calcio para producir yeso cuyo volumen es el doble de los sólidos iniciales.

### **Ataque Por Sustancias Orgánicas**

Los ácidos orgánicos, acético presente en el vinagre, láctico presente en leche agria y butírico presente en las grasas agrias, atacan al concreto con una severidad que depende de la concentración y temperatura.

El formaldeído en solución acuosa se oxida para formar ácido fórmico el cual es corrosivo al concreto. El ácido tánico y los fenoles son medianamente corrosivos. Los ácidos palmítico, esteárico y oleico, presentes en aceites y grasas, tienen acción corrosiva que los aceites animales.

Los aceites vegetales pueden producir deterioro lento de las superficies del concreto. Los aceites animales rancios son corrosivos. Los aceites de pescado pueden ser más corrosivos aun que los aceites animales.

## **Ataques Por Reacción del Agregado**

### **a) Ataque Por Reacción Álcali – Sílice**

Se han observado, desde 1940, expansiones en estructuras de concreto preparadas con el mismo cemento y diferentes tipos de agregados, o con el mismo agregado y diferentes tipos de cementos, concluyéndose que algún constituyente de ciertos cementos reaccionaba con algún tipo de elementos de ciertos agregados, produciendo expansiones excesivas y el correspondiente deterioro del concreto.

Los estudios han demostrado que los agentes responsables del cemento eran los óxidos de sodio y de potasio que, al reaccionar con algún tipo de elemento de ciertos agregados, producían silicatos alcalinos que, debido a la naturaleza semipermeable de la pasta, producían presiones osmóticas con posterior destrucción del concreto.

Los estudios igualmente han demostrado que la reacción se produce siempre que los contenidos de óxido de sodio y potasio sean mayores de 0.6% en peso del cemento y los agregados contengan alguna forma reactiva de sílice.

Las manifestaciones típicas del deterioro del concreto debido a la reacción álcali-sílice son: expansión; fisuramiento; exudación del gel a través de los poros o fisuras formando escamas endurecidas o cordones duros sobre la superficie; zonas de reacción en las partículas de agregado afectadas en el concreto; y en algunos casos ampollas en la superficie del mismo.

### **b) Ataque Por Reacción Cemento – Agregado**

Se han presentado expansiones excesivas, acompañados de agrietamientos importantes, en concretos preparados, agregados gruesos de pequeño tamaño y altamente silicosos, a

los que se conocen como “arenosos – gravosos” y que se presentan feldespatos y granitos de grano grueso como constituyentes importantes.

Estos agregados arenosos – gravosos presentan composición diversa y diferencias expansivas que permiten concluir que el tipo de agrietamiento producido es causado por reacciones fundamentalmente diferentes de aquellas involucradas en la reacción álcali – sílice.

Los concretos afectados por esta reacción suelen contener partículas reactivas con los álcalis, presentándose gel similar al hallado en la reacción álcalis – sílice, aun cuando no hay correlación entre la extensión del agrietamiento y el contenido de álcalis del cemento, habiéndose observado con excesiva expansión. Y el consiguiente agrietamiento en mezclas con cemento cuyo contenido de álcalis era solo del 0.17 % expresado como óxido de sodio.

### **c) Ataque Por Reacción Álcali–Agregados Carbonatados**

Se han encontrado expansión excesiva y fisuramiento en concretos recién colocados en los que se había empleado agregado grueso proveniente de rocas dolomíticas carbonatadas, apreciándose que la expansión se incrementa con el contenido de álcalis del cemento.

En general, las rocas expansivas están en el grupo calizas dolomíticas en las que el 50% al 90% de los carbonatos escalcitan mineral y contienen arcilla, la matriz es de grano extremadamente fino y su textura consiste en pequeños rombos de dolomita aislados y diseminados en una matriz de arcilla y calcita finamente dividida.

#### **d) Ataque Por Agregados Contaminados**

El carbón presente en el agregado puede contener compuestos de azufre que, por oxidación, puede dar ataques de sulfatos. Adicionalmente, la presencia de carbón puede producir decoloración y manchado de la superficie.

El óxido de magnesio presente en el concreto puede causar expansión y destrucción si la presión durante el secado produce minúsculas grietas en la pasta, las cuales permiten que el agua llegue a los granos de periclasa, óxido de magnesio nativo, que cuando está húmeda origina expansión y rotura. Algunos vidrios artificiales, al igual que los naturales, son expansivamente reactivos con los álcalis del cemento.

#### **Ataques Por Desgaste Superficial**

##### **a) Desgaste Por Abrasión**

La abrasión del concreto es definida como el desgaste de su superficie debido a procesos de fricción o rozamiento. Si bien las partículas arrastradas por el viento pueden tener efecto abrasivo sobre las superficies del concreto, la más importante causa de abrasión de pisos y pavimentos es producida por el paso de personas, circulación de vehículos o rodadura de objetos o maquinas.

Entre los factores que disminuyen la resistencia del concreto a la acción de agentes abrasivos se pueden indicar; la exudación del concreto; su resistencia a la compresión; las propiedades de los agregados; los procedimientos de acabado; el procedimiento y tiempo de curado.

## **b) Desgaste Por Erosión**

La erosión es definida como el deterioro causado por la acción abrasiva de fluidos o sólidos en movimiento. La resistencia a la erosión es importante en estructuras hidráulicas en la que el concreto está sometido a la acción abrasiva del agua en movimiento la cual transporta partículas sólidas.

La acción de choque, deslizamiento o rozamiento de tales partículas puede causar desgaste superficial del concreto.

La magnitud de la erosión depende del número, velocidad, tamaño, perfil, densidad y dureza de las partículas en movimiento por unidad de tiempo.

## **c) Desgaste Por Cavitación**

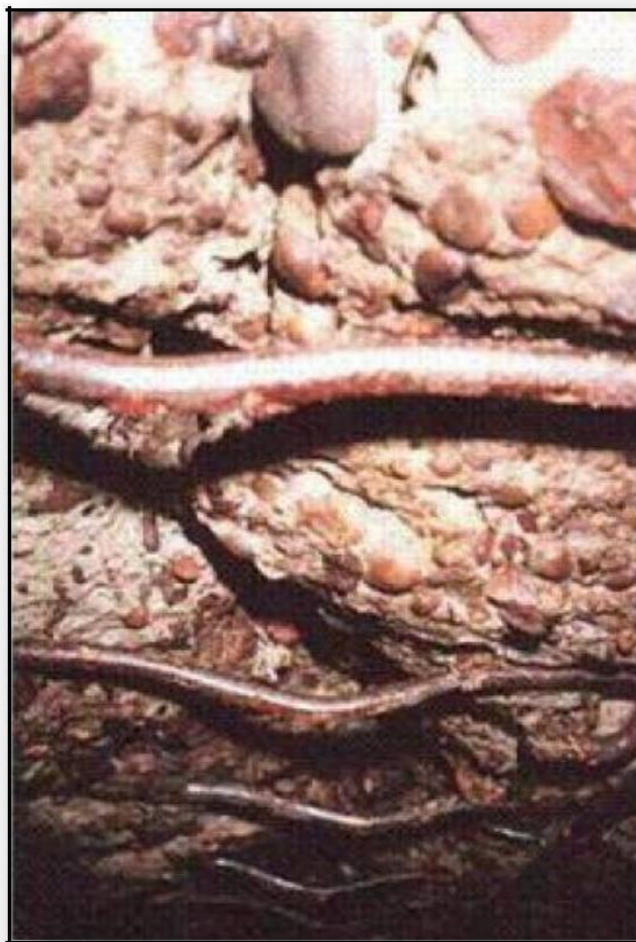
Se define como cavitación a la erosión progresiva del concreto originada por el flujo no lineal de aguas limpias a velocidades sobre los 12 m/s

El origen de la cavitación está en que, cuando se forman en aguas en movimiento, burbujas de vapor ellas fluyen conjuntamente con el agua. Cuando ingresan a una región de alta presión colapsan con un gran impacto. A este proceso de formación de burbujas de vapor y su posterior colapso se le conoce como cavitación. La energía que se libera durante este colapso puede ser lo suficientemente grande como para desgastar grandes áreas de la superficie del concreto en tiempos comparativamente pequeños.

### **Ataque Por Altas Temperaturas**

El concreto puede estar sometido a altas temperaturas mayores que las normales en aquellos casos en que es utilizado en la construcción de chimeneas, conductos de gas caliente, pantallas contra radiación, o fuego accidental producto de un incendio.

Aspectos importantes del ataque al concreto son disminución de la resistencia; alargamiento de la longitud inicial; considerable expansión permanente; disminución del módulo de elasticidad y dureza; descomposición del agregado con liberación de la cal libre; descascaramiento superficial, todo ello con posible expansión y fisuramiento y desprendimiento de trozos de concreto.



**Ilustración 9: Estado de una estructura después de sufrir un incendio.**

## Ataque Por Radiaciones

La protección en las centrales nucleares de los efectos dañinos de las radiaciones, ya sean ellas partículas alfa o beta, protones, rayos gama o neutrones, se obtiene utilizando pantalla de concreto.

De las enunciadas las radiaciones más penetrantes son las gammas y los neutrones rápidos, considerándose que una pantalla de concreto que es efectiva para el control de ambos, también lo es para los otros tipos de radiaciones.

La abertura máxima de fisuras se limita, entre otras exigencias, por la durabilidad de la armadura. Los códigos suelen limitar el ancho de fisura a valores entre 0.1 y 0.3mm.

### Definición de términos básicos

- **EVALUACIÓN:** La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes es adecuado para el uso pretendido, mediante el análisis de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales. Este proceso de investigación no se puede generalizar y estandarizar en una serie bien definida de pasos ya que en el número y tipo de pasos varía dependiendo del propósito especificado de la investigación. **Contreras y De Jesús Reyes (2014, p. 16).**
- **PATOLOGIA:** Significa estudio de una lesión, enfoca al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas de origen químico, físico, mecánico, biológico que se presentan en las edificaciones analizando el origen o las causas y consecuencias de ellos para que, mediante la formulación de procesos, se generen las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura". **Florentín y Granada (2009, p. 6).**



➤ **PATOLOGÍA EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO**

La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias. En resumen, Patología es aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto. **(Rivva E. 2006).**

➤ **VIDA ÚTIL:** La vida útil la seguridad, la confiabilidad y el riesgo de los sistemas de infraestructura civil se volvieron cuestiones emergentes en los últimos años debido a las catástrofes naturales y humanas, aspectos de sustentabilidad y el calentamiento global. La gestión de la durabilidad de la infraestructura civil envuelve gastos significativos y en una época de recursos públicos limitados, requiere decisiones difíciles para establecer prioridades de mantenimiento, rehabilitación y sustitución.

➤ **HUMEDAD:** Los elementos construidos poseen agua. La forma de lograr un equilibrio y que no se produzcan problemas de humedad por esta causa es a través de la evaporación, pero, al no dar un tiempo de secado razonable a los elementos construidos, éstos retienen el agua lo que trae como consecuencia la posterior. **(Fernández J., p. 16).**

➤ **SUCIEDAD:** Es comúnmente confundida con la pátina de envejecimiento, las cuales pueden coincidir en apariencia, pero no en origen, sobre todo en edificaciones localizadas en zonas de alta contaminación, estas se producen a causa de las partículas en suspensión y los compuestos volátiles. La Pátina de Tinción es ocasionada por sustancias como el orín tanto de animales como de personas. **(Rios G., p.20).**

➤ **EROSIÓN:** Entendemos por tal aquellos tipos de erosiones en los que las reacciones químicas entre distintos elementos constitutivos de los materiales, o entre ellos y los compuestos contenidos en la atmósfera, sean naturales o artificiales (contaminación) constituyen la base principal en el proceso patológico. **(Monjo., p.32).**

- **GRIETA:** Son roturas que se producen debido a que se generan esfuerzos superiores a los que el concreto puede resistir. El concreto al igual que otros materiales de construcción, se contrae y expande con los cambios de humedad y temperatura, y se deforma dependiendo de la carga y de las condiciones de apoyo. **(Ramos., p.29).**
- **FISURA:** Se denomina fisura la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. **(Muñoz., p.22).**
- **DESPRENDIMIENTO:** Deterioro en pequeños fragmentos o partículas por causa de algún deterioro. **(Muñoz., p.22).**
- **DESINTEGRACIÓN:** Normalmente aparece como consecuencia de lesiones previas (humedades, deformaciones, grietas, etc.) y podría distinguirse una amplia subtipología en función de la causa original, aunque, en el fondo, está basada siempre en una falta de adherencia entre soporte y acabado. **(Fiol., p.34).**
- **CORROSIÓN:** La corrosión del acero es el ataque destructivo del material por reacción química o electroquímica cuando éste interactúa con el medio ambiente. Implica graves riesgos cuando se trata de acero estructural, es decir, cuando estamos hablando de varilla que forma parte de una estructura de concreto. **(Paredes., p.30).**
- **CLORUROS:** Como ya se ha señalado, provocan una disolución localizada de la capa pasiva, dando lugar a ataques puntuales (picaduras) que pueden reducir drásticamente la sección de trabajo del acero, en espacios de tiempo relativamente cortos.

## Hipótesis:

### **HIPÓTESIS GENERAL**

**Hi:** Las patologías tienen una incidencia muy significativa en la calidad de las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín – 2019.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**H0:** Los malos procesos constructivos tienen una incidencia muy significativa en la aparición de las patologías en las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín – 2019.

**H0:** La falta de aplicación de la normativa y calidad de los materiales tienen una incidencia muy significativa en la aparición de las patologías en las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín – 2019.

## Variables:

### **Variable Independiente**

Patologías.

### **Variable Dependiente**

Calidad de las edificaciones de concreto armado.

## CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo descriptiva - comparativa.

#### Diseño de Investigación (En la Ciudad de Tarapoto).

El diseño seleccionado a emplearse en el presente estudio, es el diseño Descriptivo Comparativo y (cuasi) experimental de 3 muestras, el cual responde al siguiente esquema:



#### Donde:

M1, M2 y M3, representan a cada una de las muestras: **(10 viviendas en la zona del distrito de Tarapoto).**

- **M1** = muestra de las obras de concreto armado recolectada en el Jr. Los Alpes y Jr. Los Rosales. (Zona I).
- **M2** = muestra de las obras de concreto armado recolectada en el Jr. Jorge Chávez y Jr. José Olaya (Zona II).
- **M3** = muestra de las obras de concreto armado recolectada en el Jr. Juan Vargas (Zona III).

O1, O2, O3 es la información u observaciones recolectada en cada una de dichas muestras. De O1 a O3 en la parte lateral del diagrama, nos indica las comparaciones que se llevan a cabo entre cada una de las muestras,

pudiendo estas observaciones, resultados, información ser: iguales (=), diferentes ( $\neq$ ), o semejantes ( $\cong$ ) con respecto a la otra.

## 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** Viviendas (Tarapoto).

**Muestra:** 10 viviendas analizadas en total.

## 2.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica que se empleará en la recolección de datos es descriptiva - comparativa.

### INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Elaboración de una Ficha de Inspección Visual General de la Estructura.
- Elaboración de cuadros Estadísticos de cada Zona inspeccionada.
- Elaboración de cuadros comparativos de las zonas inspeccionadas.

### PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Contacto con los propietarios para realizar la Inspección Visual General de la Estructura.
- Aplicación de las Fichas de Inspección Visual, acompañado del Registro Fotográfico de Daños.

## 2.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

Para el procesamiento de la información utilizaremos aspectos de la Estadística Descriptiva mediante la Técnica de Datos Agrupados y No Agrupados, y se presentarán organizados en cuadro con respectivo gráfico de barras para su mejor ilustración.

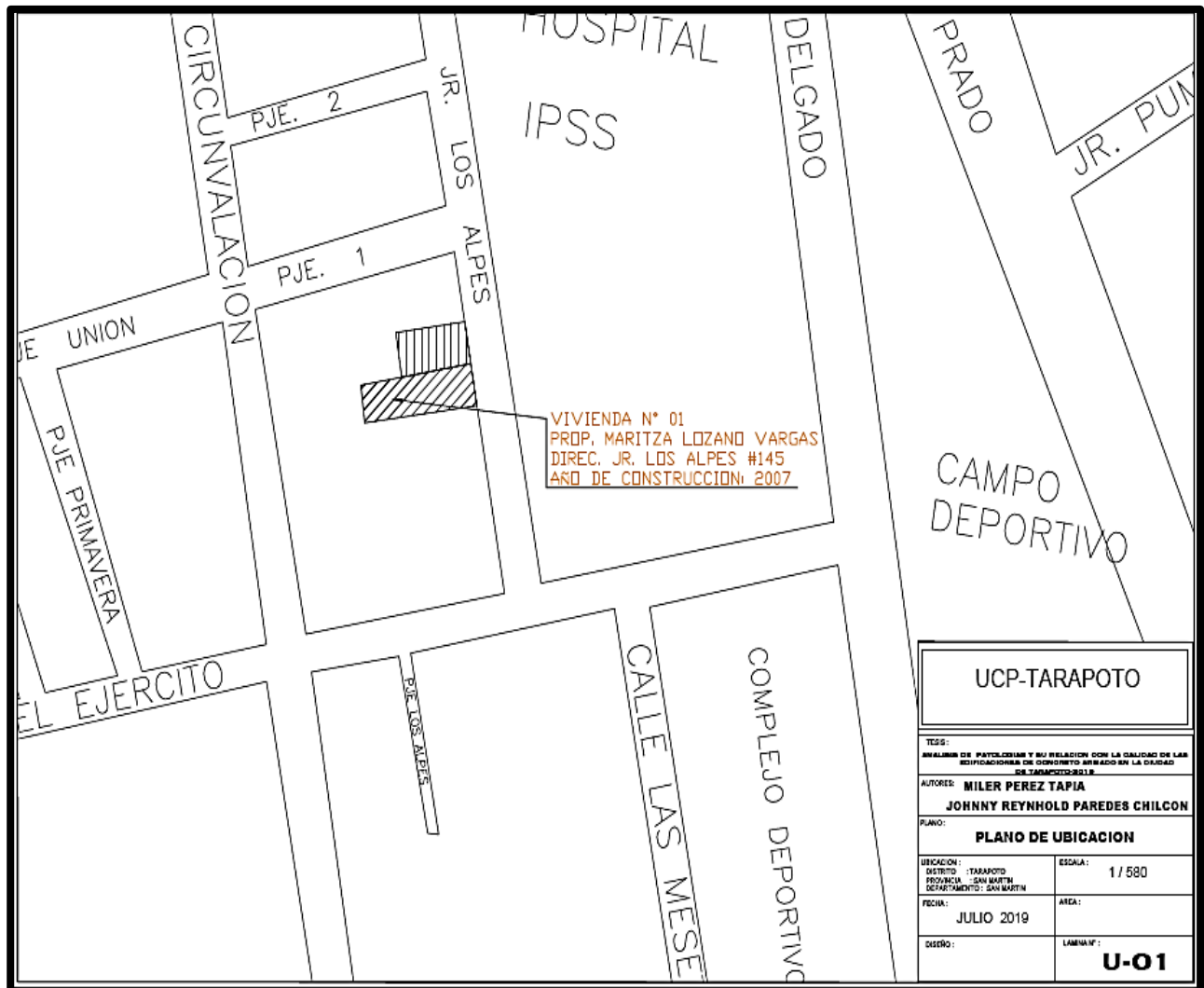
## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. RESULTADOS:

#### 3.1.1. Inspección General de las Viviendas

### VIVIENDA N° 01

Prop. Maritza Lozano Vargas





***Se visualiza en la edificación manchas por humedad. Lo que ocasiona que la pintura se despegue. Se puede apreciar que la mayoría de las viviendas sufren este peculiar daño.***



***Identificación de grietas. La presencia de estos daños, son en menor proporción, comparándolos con otras viviendas.***



***Identificación de manchas en el piso del aligerado.***

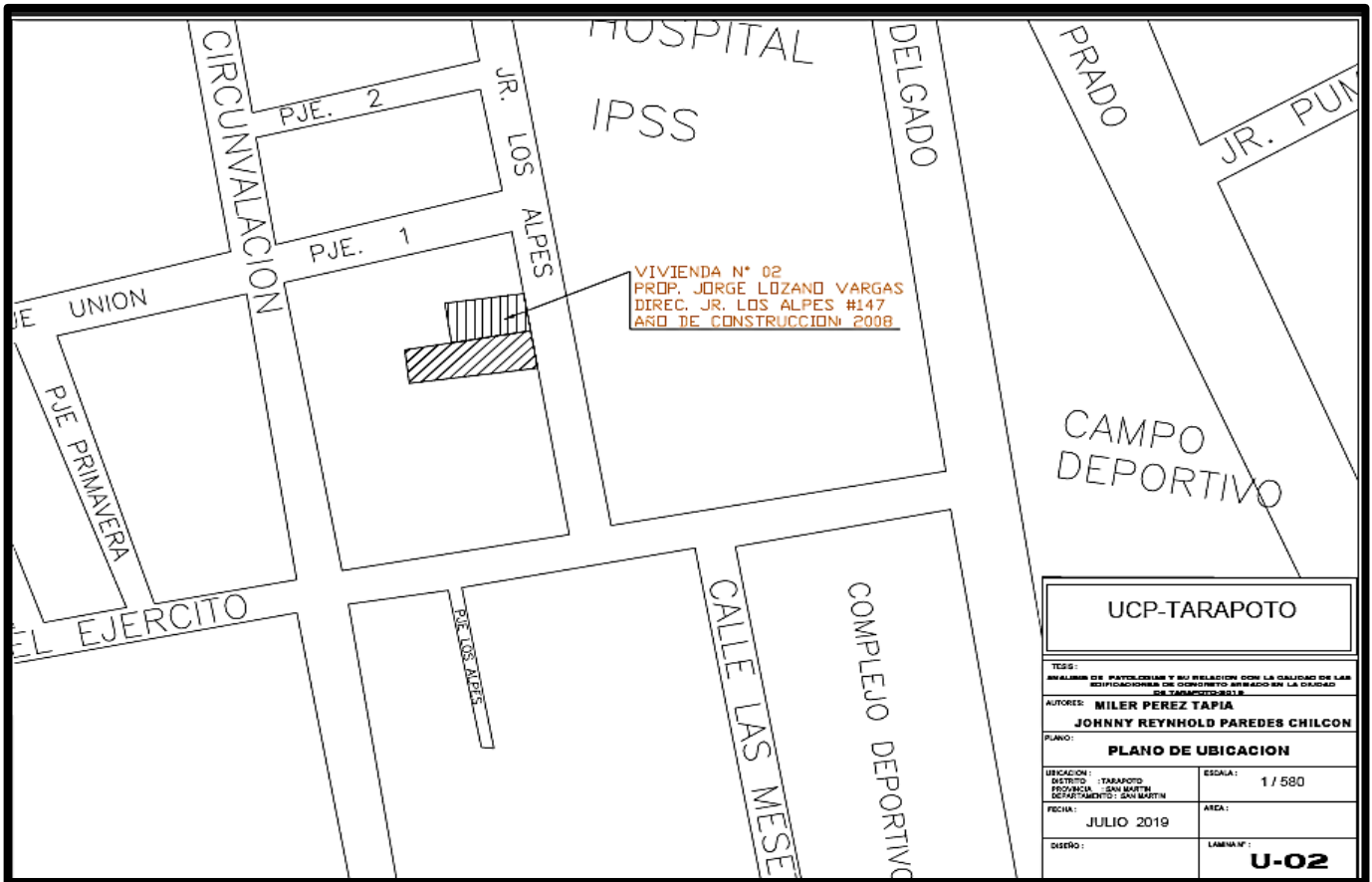


***Identificación de grieta en las paredes de la azotea, se puede apreciar que se extiende todo el alto.***



# VIVIENDA N° 02

Prop. Jorge Lozano Vargas





***Identificación de acero oxidado, (pérdida del área útil de acero) y se evidencia que los bloques no han sido colocados correctamente.***



***Se observa la corrosión del acero del aligerado y el desprendimiento del concreto.***



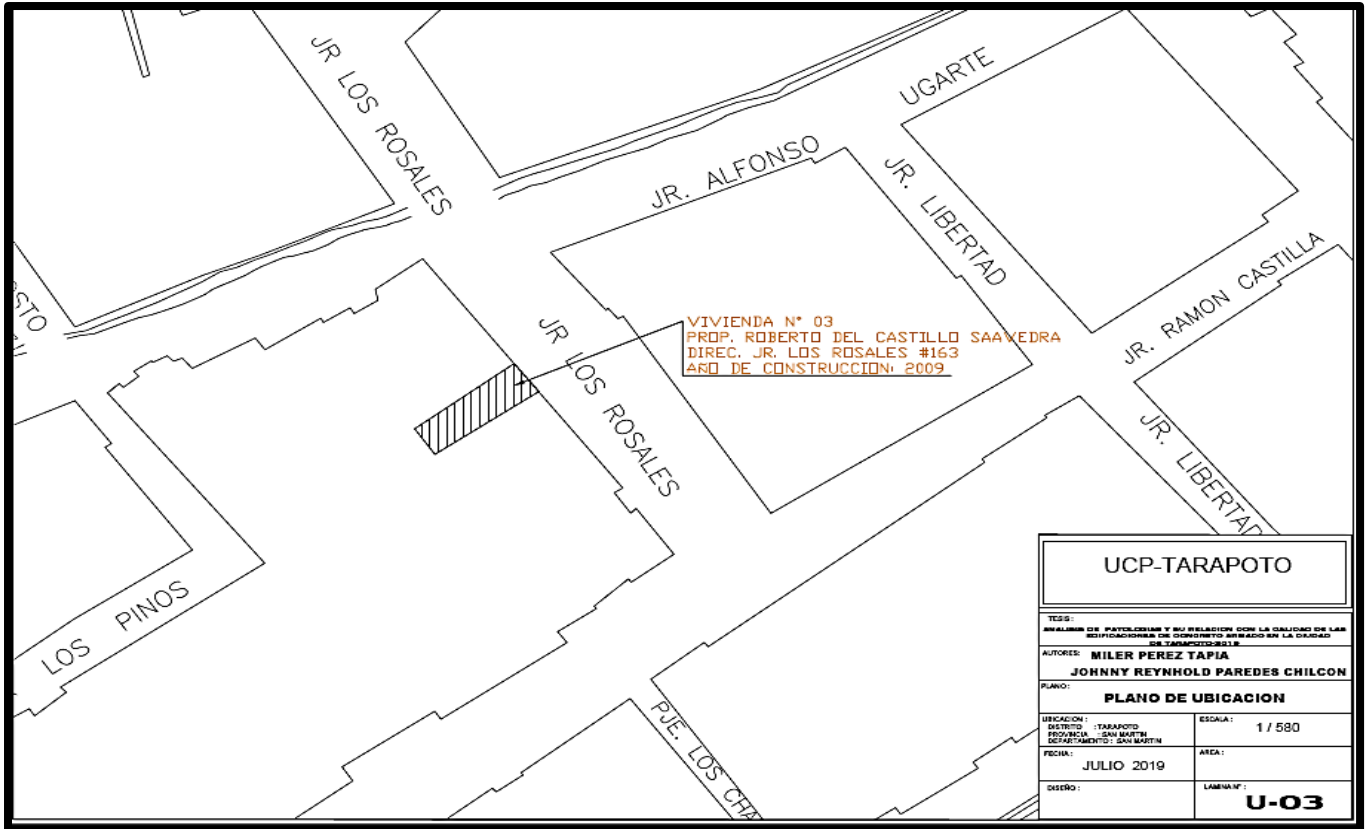
**Identificación daño por la aparición de organismos vegetales, lo que provoca la humedad y también presencia de grietas.**



**Se visualiza presencia de organismos vegetales, debido a la mala calidad de los agregados utilizados en la edificación.**

# VIVIENDA N° 03

Prop. Roberto del Castillo Saavedra





***Identificación de manchas de humedad y también la presencia de grietas.***



***Se visualiza la presencia de grietas en la pared de la vivienda.***



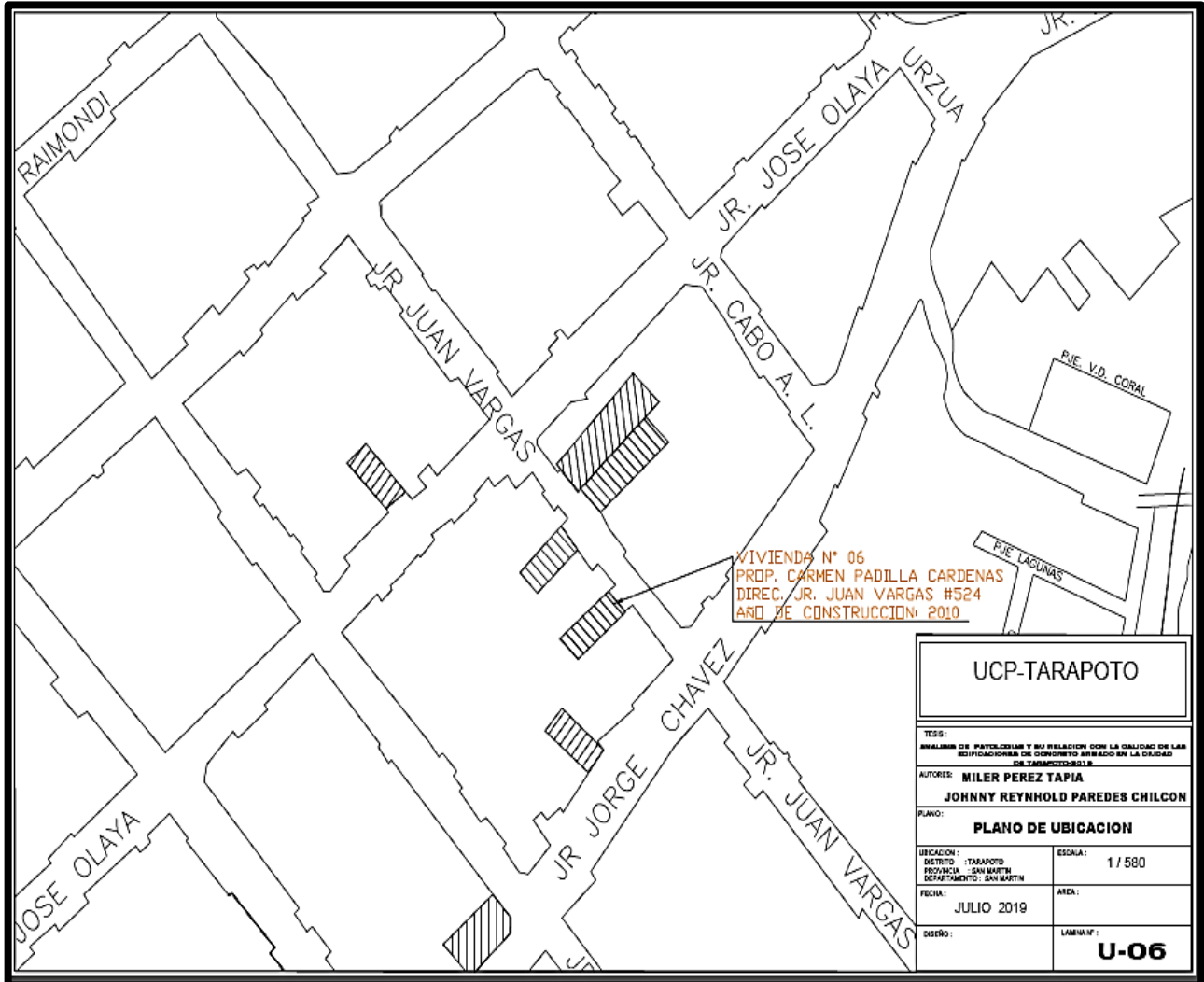
**Identificación del piso en mal estado, desprendimiento del piso de cemento pulido.**



**Identificación de manchas por humedad, desprendimiento de la pintura y grietas en el piso de cemento pulido.**

# VIVIENDA N° 04

Prop. Carmen Padilla Cárdenas





***Identificación de manchas en los techos por presencia de humedad.***

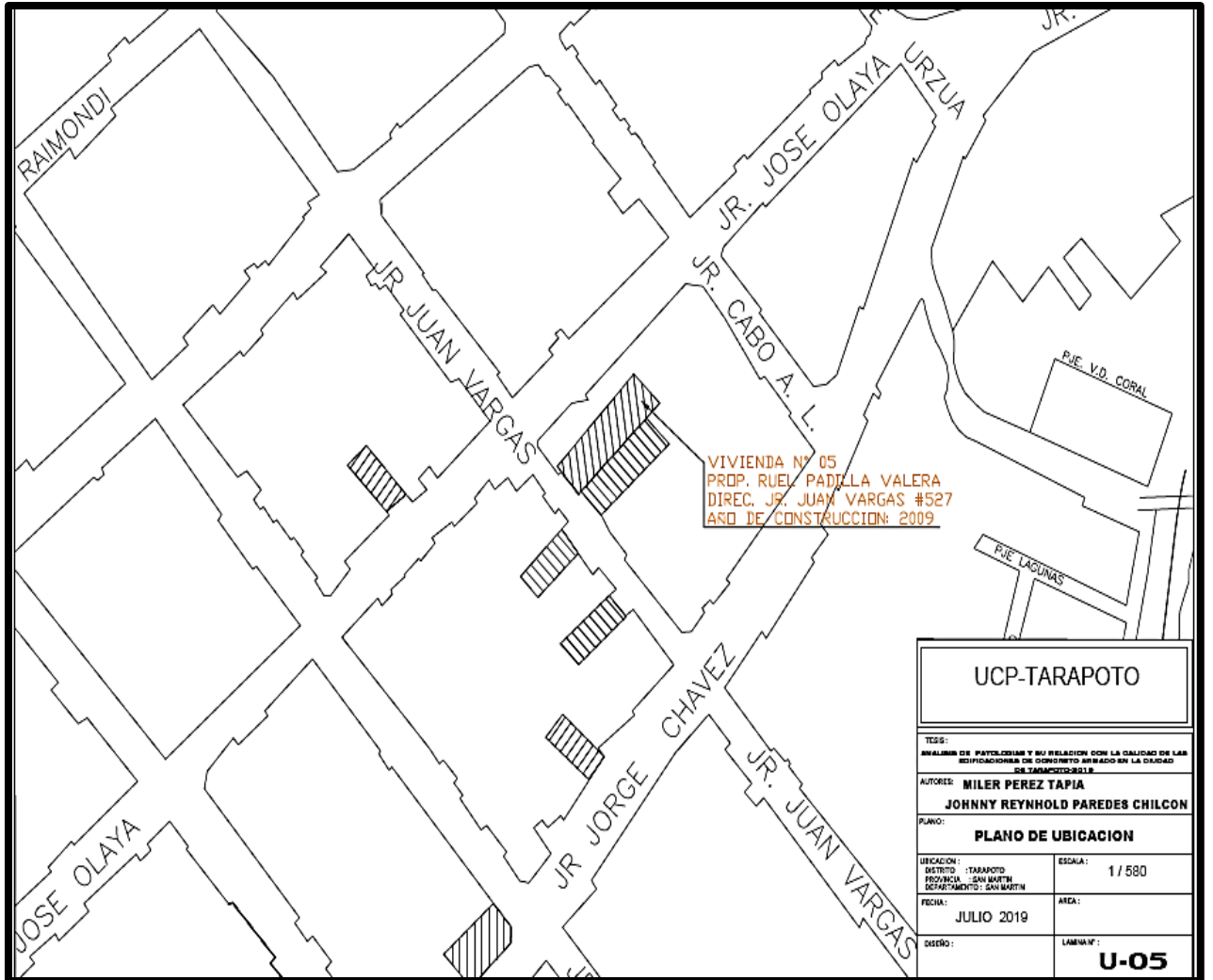


***Identificación de grietas y manchas en el techo por causa de la humedad.***



# VIVIENDA N° 05

Prop. Ruel Padilla Valera





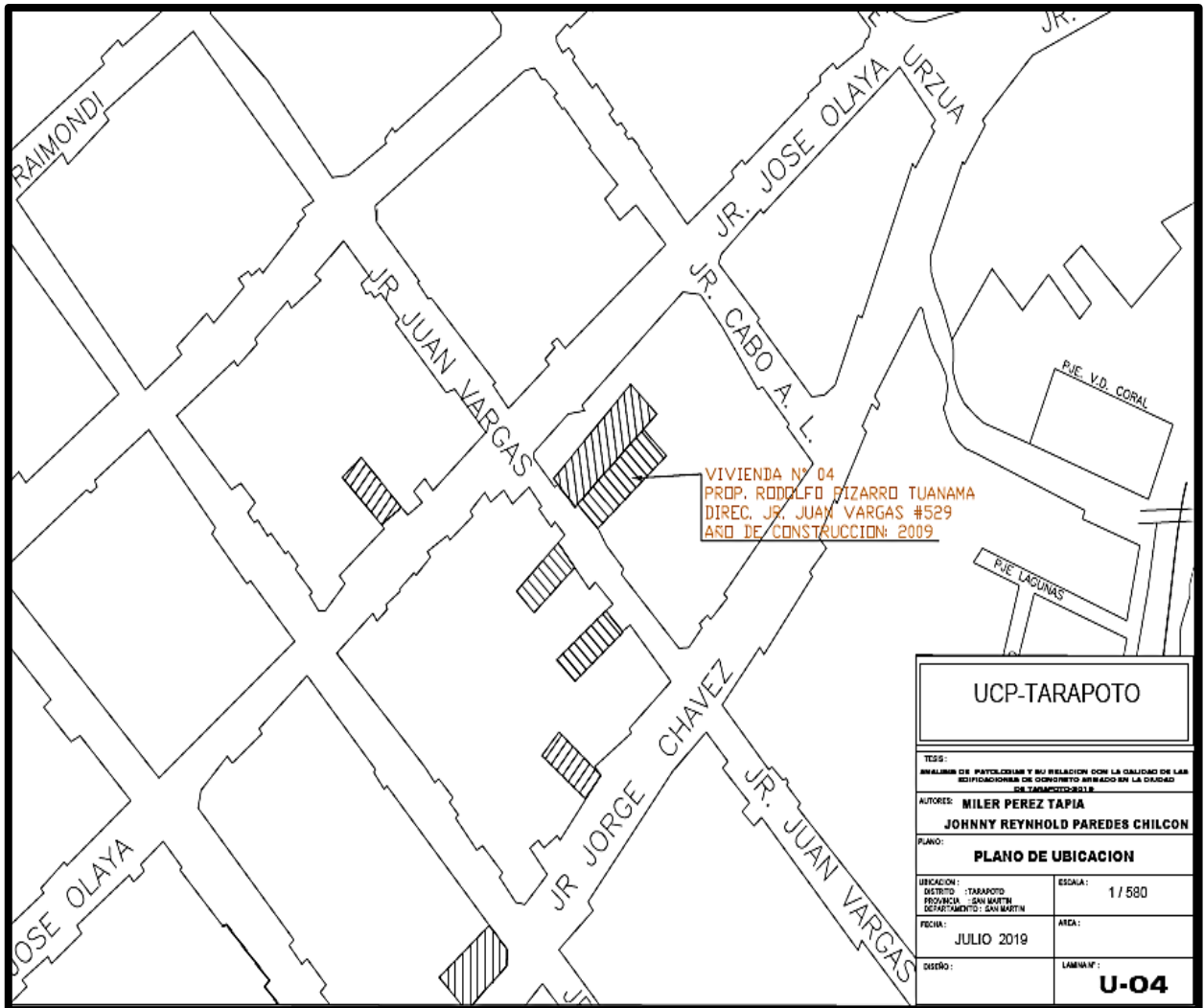
**Identificación de eflorescencia en las paredes de la edificación.**



**Identificación de desprendimiento de la pintura en el aligerado por causa de humedad.**

# VIVIENDA N° 06

Prop. Rodolfo Pizarro Tuanama





*Identificación de manchas por humedad y desprendimiento de pintura.*



*Visualizamos manchas en la pared caudadas por humedad.*



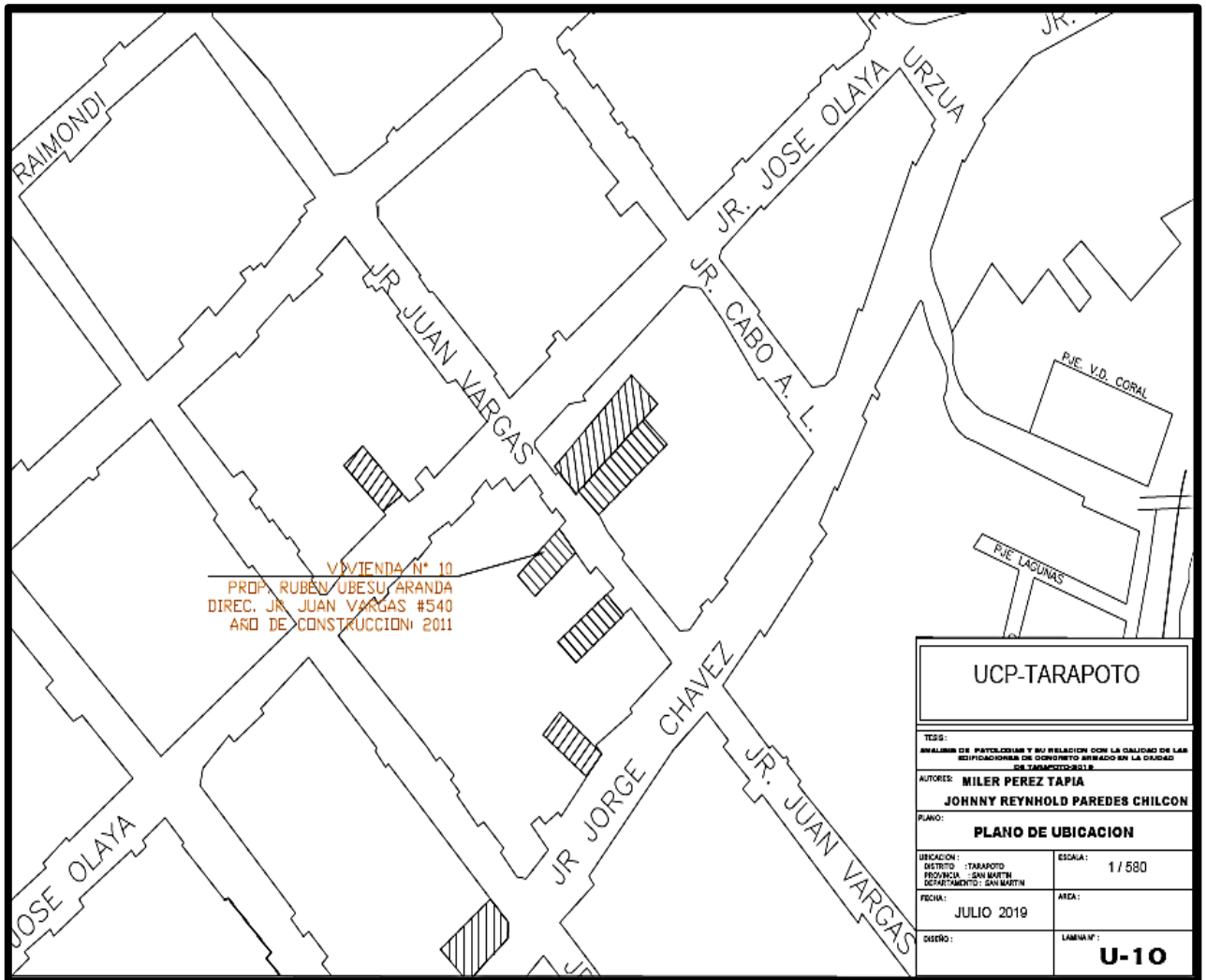
***Observamos manchas en la pared causadas por humedad.***



***Podemos apreciar desprendimiento de pintura en la pared de la edificación.***

# VIVIENDA N° 07

Prop. Rubén Ubesu Aranda





*Identificación de manchas en la pared y fisuras.*



*Se observa manchas en la pared y grietas.*



***Identificación de desprendimiento de pintura por presencia de humedad.***

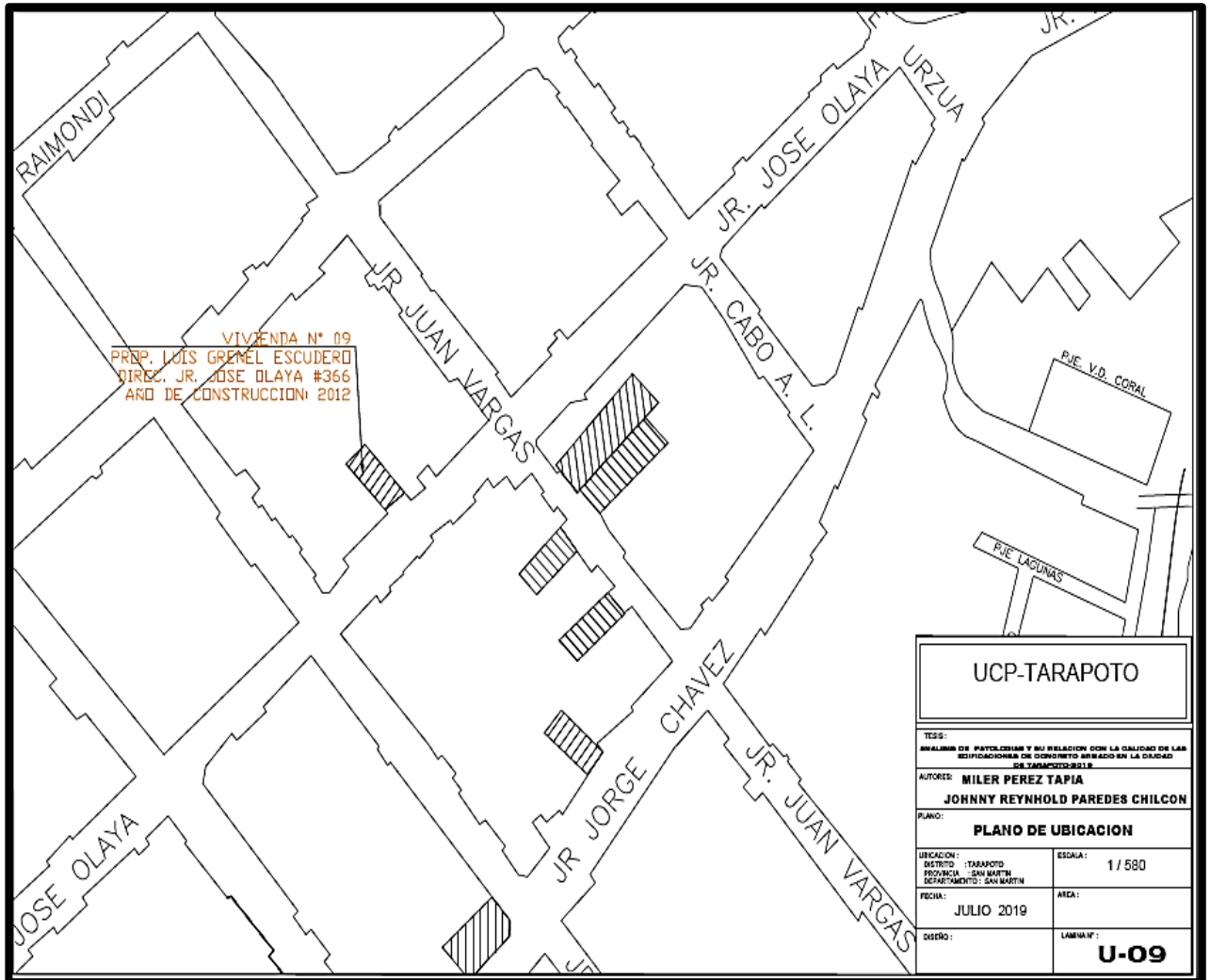


***Se observa desprendimiento de pintura en la pared, por presencia de humedad.***



# VIVIENDA N° 08

Prop. Luis Gremel Escudero





***Identificación de manchas en el techo de la vivienda por presencia de humedad.***



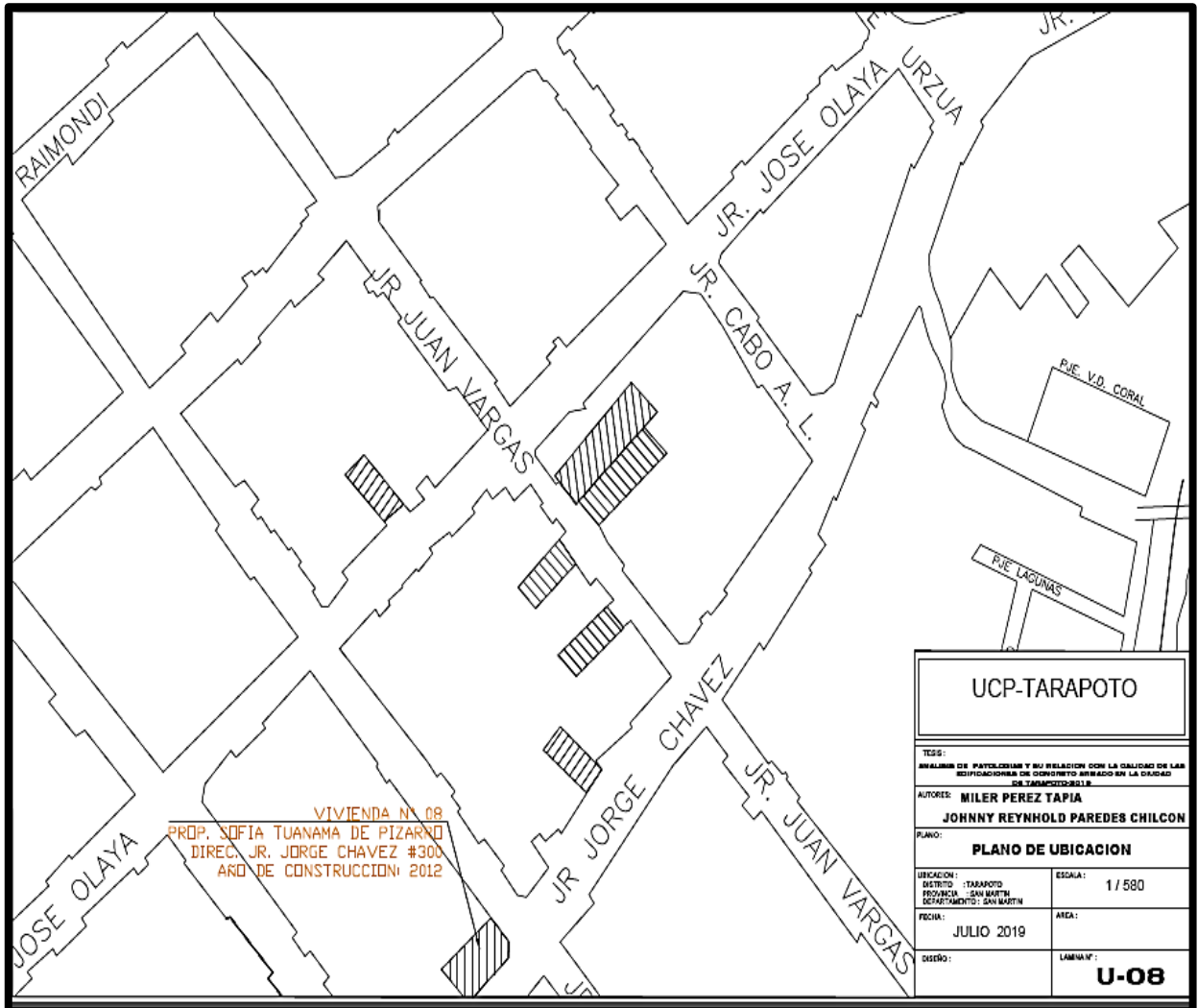
***Presencia de grietas en la pared de la edificación, tanto verticales como horizontales.***



***Manchas por causa de la humedad, en techo y muro.***

# VIVIENDA N° 09

Prop. Sofía Tuanama de Pizarro



VIVIENDA N° 09  
PROP. SOFIA TUANAMA DE PIZARRO  
DIREC. JR. JORGE CHAVEZ #300  
AÑO DE CONSTRUCCION: 2012



***Identificación de desprendimiento de pintura por humedad, se observa también el deficiente proceso constructivo.***



***Se observa presencia de humedad y corrosión del acero, causada por el deficiente empalme de la escalera.***



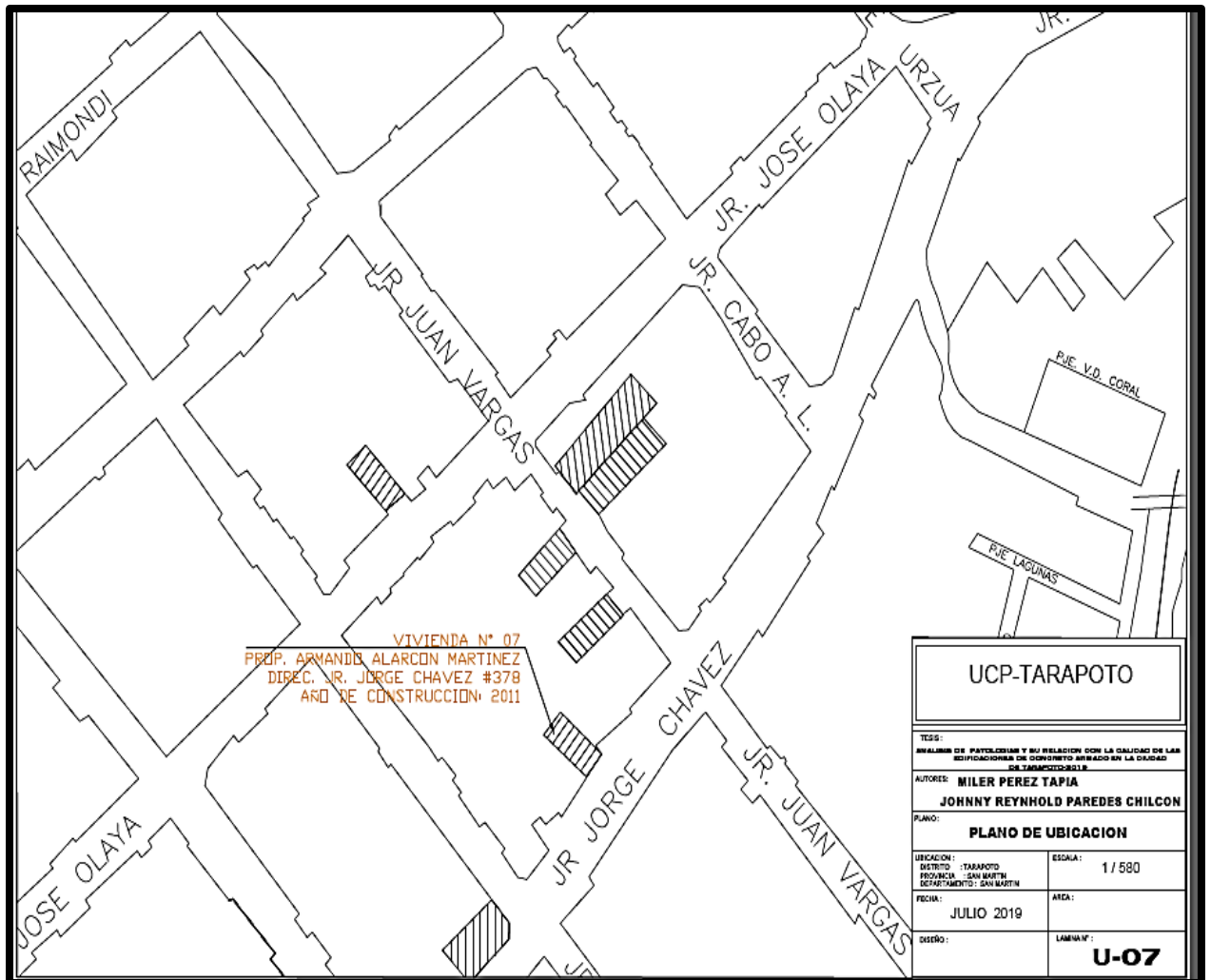
***Se observa la presencia de humedad en el techo aligerado de la edificación.***



***En varias partes del techo aligerado se observa el desprendimiento de pintura y manchas causadas por la humedad.***

# VIVIENDA N° 10

Prop. Armando Alarcón Martínez





***Identificación de manchas en las paredes y desprendimiento de pintura, que es muy común en casi todas las viviendas.***



***Podemos observar desprendimiento de pintura en las paredes de la vivienda.***





***Se ve que la humedad está afectando severamente el concreto.***



***El desprendimiento de pintura es una problemática muy severa en esta edificación.***

### **3.2. EXPLICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS FICHAS DE INSPECCION VISUAL**

Para recabar información de la investigación, se aplicó una ficha de Inspección Visual General de la Estructura, donde figura el nombre del propietario de la edificación, su autorización para realizar la inspección y la conformidad del propietario para alcanzarnos información de antigüedad de la edificación, quien ejecutó el proyecto y quien lo construyó. Toda esta información se complementó con un registro fotográfico y los planos de ubicación de la misma.

Las muestras fueron seleccionadas al azar, empezando por la Zona I: Jr. Los Rosales – Jr. Los Alpes, continuando con la Zona II: Jr. Juan Vargas, y culminando con la Zona III: Jr. José Olaya – Jr. Jorge Chávez de la Ciudad de Tarapoto; obteniéndose una muestra de 10 estructuras.

### **3.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y CUADROS**

Vamos a presentar seguidamente, los resúmenes de las Fichas de Inspección Visual, los cuadros y gráficas de daños, los cuadros y gráficas de edades, los cuadros y gráficas de humedades y fisuras, cuadros y gráficos de elementos dañados, por zonas y comparativamente.

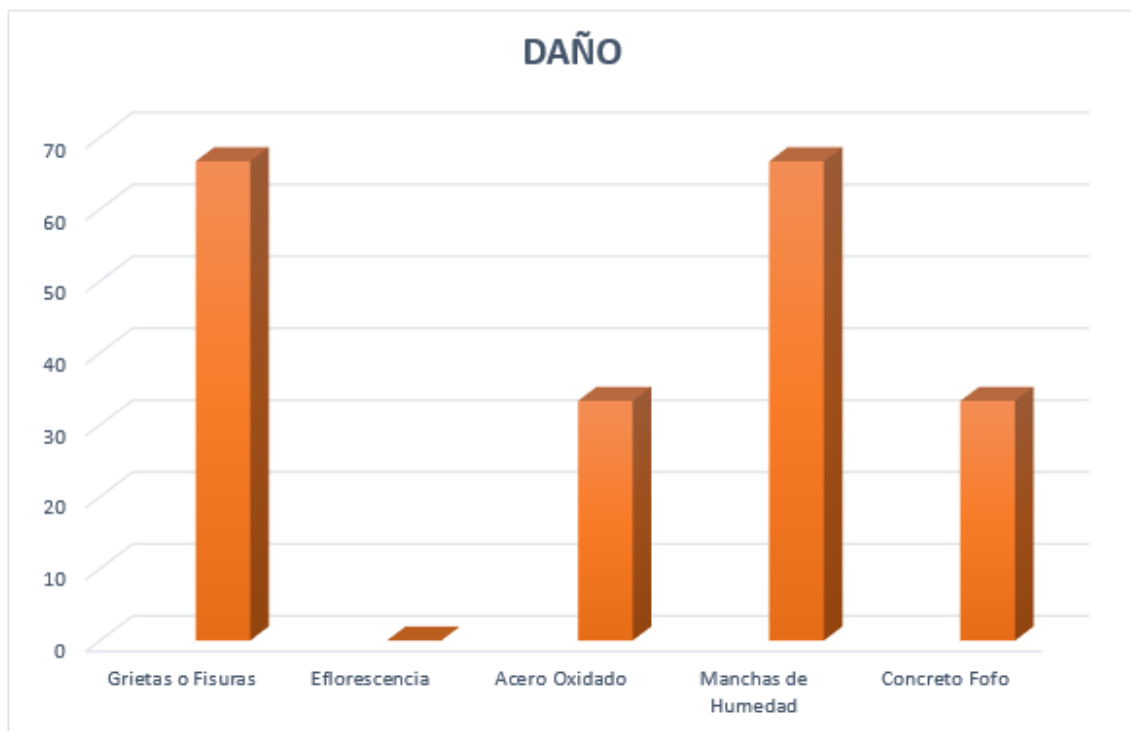
**Tabla 1: Resumen de Inspección Visual Zona I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes.**

<b>RESUMEN DE INSPECCIÓN VISUAL</b>					
<b>ZONA I: JR. LOS ROSALES – JR. LOS ALPES</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>EDAD</b>	<b>DAÑOS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
V-1	VIVIENDA	Jr. Los Alpes 145	12	A, D	Presencia de grietas, fisuras y manchas por humedad
V-2	VIVIENDA	Jr. Los Alpes 147	11	C, F	Presencia de Acero Oxidado y concreto fofo
V-3	VIVIENDA	Jr. Los Rosales 163	10	A, D	Presencia de grietas, fisuras y manchas por humedad

Tabla 2: Cuadro de Daño de las Viviendas Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes.

CUADRO DE DAÑOS			
CÓDIGO	DAÑO	N° DE VIVIENDAS	%
A	Grietas o Fisuras	02	66.67
B	Eflorescencia	00	-
C	Acero Oxidado	01	33.33
D	Manchas de Humedad	02	66.67
E	Concreto Foyo	01	33.33

Ilustración 10: Resumen del Cuadro de Daños.



**Tabla 3: Cuadro de edades de las Viviendas.**

CUADRO DE EDADES		
EDAD	VIVIENDAS	%
0-5 AÑOS	0	-
6-10 AÑOS	1	33.33
11-20 AÑOS	2	66.67
21-30 AÑOS	0	-

**Ilustración 11: Resumen del cuadro de edades de las viviendas.**

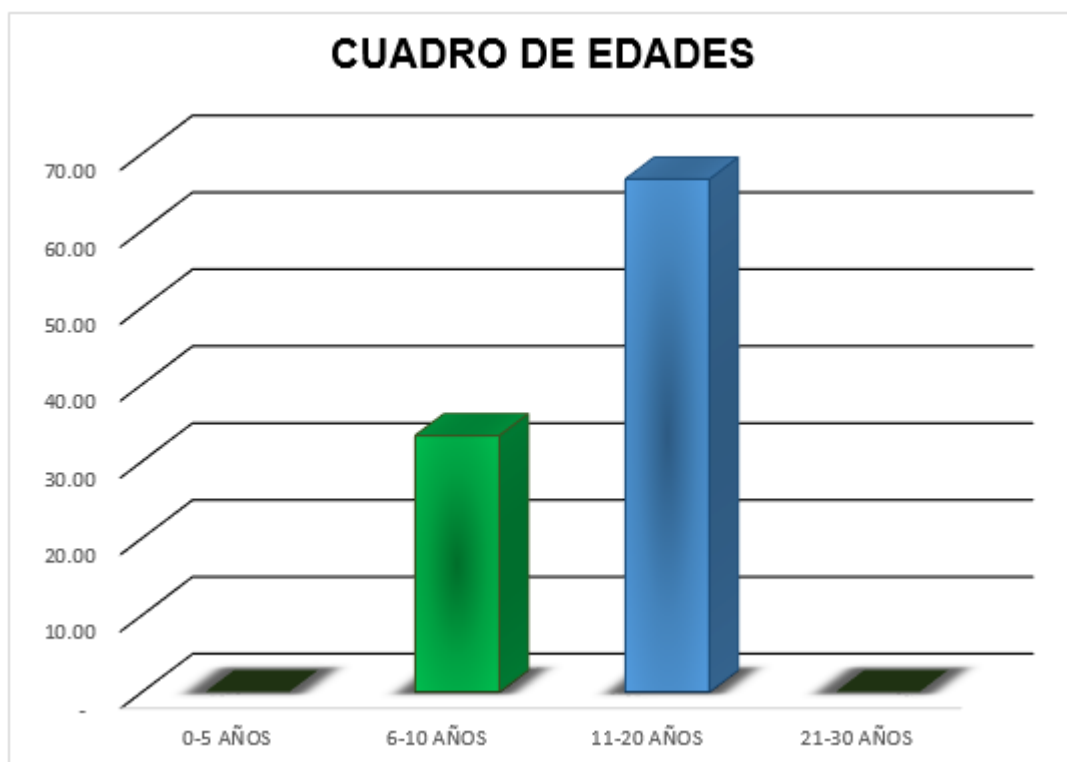
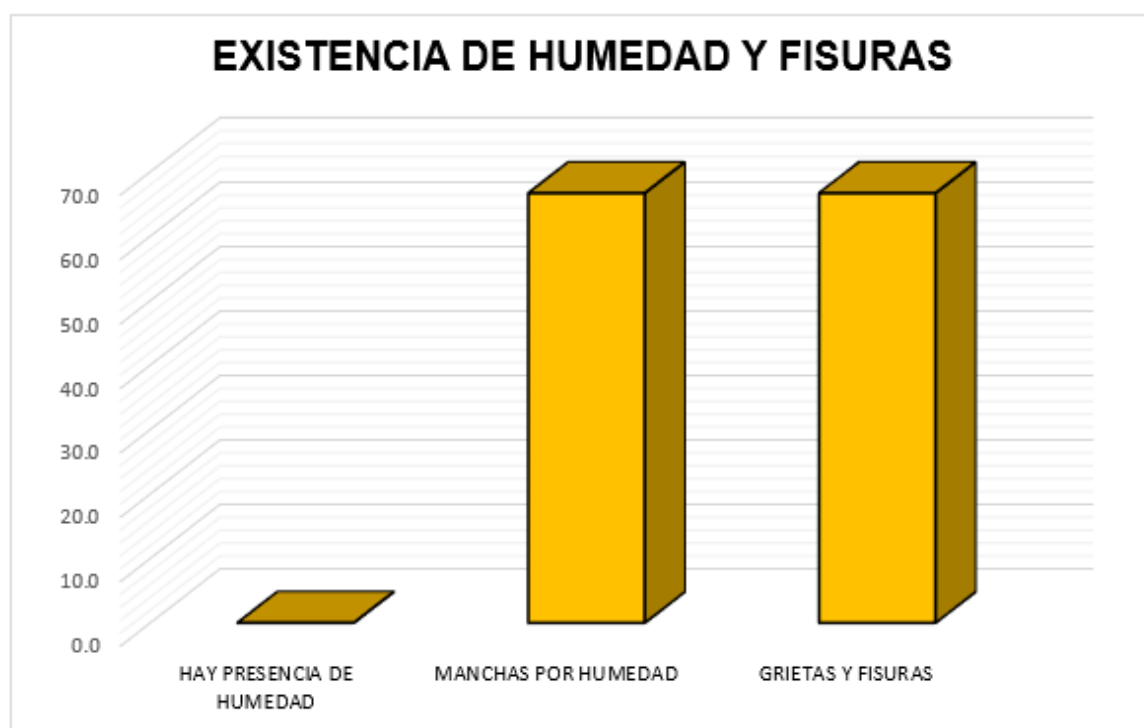


Tabla 4: Cuadro de Existencia de humedad.

CUADRO DE EXISTENCIA DE HUMEDAD		
HUMEDAD	VIVIENDAS	%
HAY PRESENCIA DE HUMEDAD	0	0.0
MANCHAS POR HUMEDAD	2	66.67
FISURAS Y GRIETAS	2	66.67

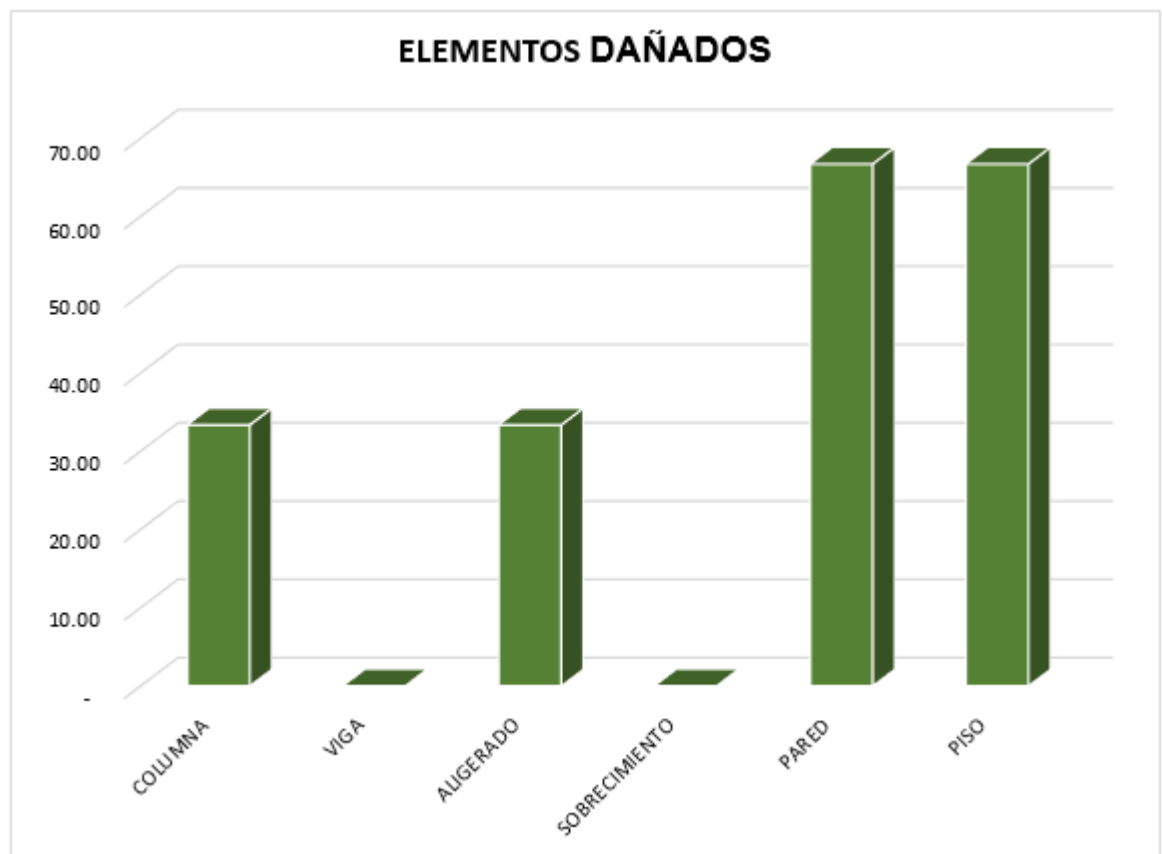
Ilustración 12: Cuadro de existencia de Humedad y Fisuras.



**Tabla 5: Cuadro de Elementos Dañados.**

<b>CUADRO DE ELEMENTOS DAÑADOS</b>		
<b>ELEMENTOS</b>	<b>VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
COLUMNA	1	33.33
VIGA	0	-
ALIGERADO	1	33.33
SOBRECIMIENTO	0	-
PARED	2	66.67
PISO	2	66.67

**Ilustración 13: Elementos Dañados.**



**Tabla 6: Resumen de Inspección Visual, Zona II: Jr. Juan Vargas.**

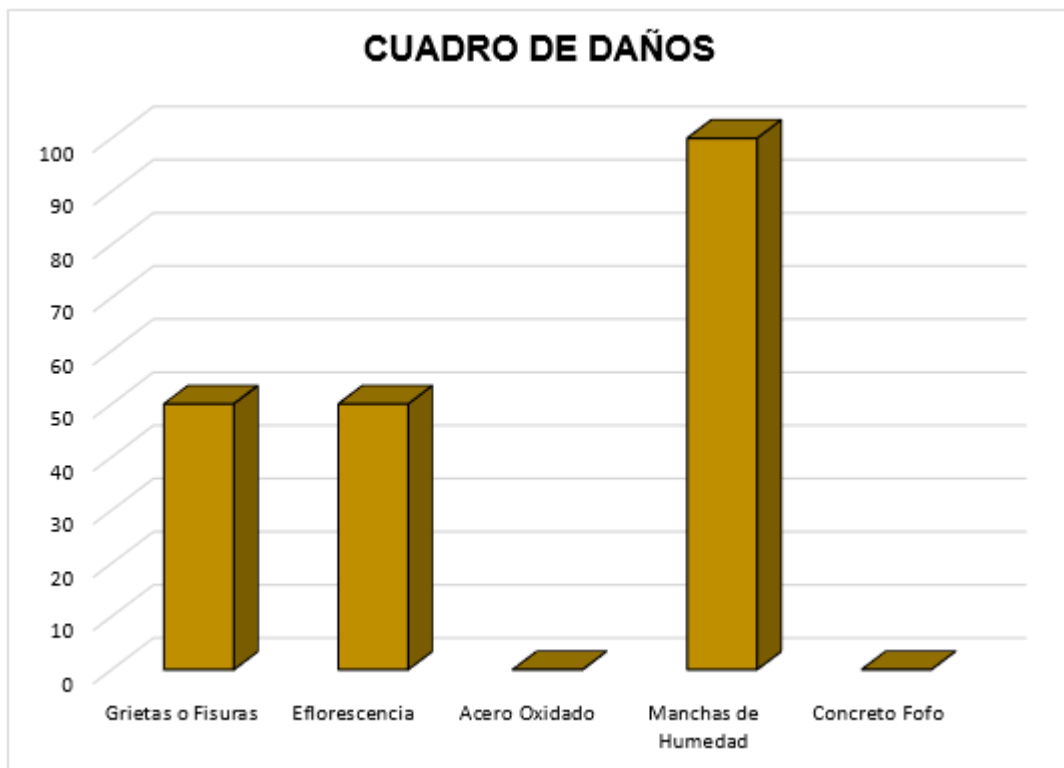
<b>RESUMEN DE INSPECCIÓN VISUAL</b>					
<b>ZONA II: JR. JUAN VARGAS</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>EDAD</b>	<b>DAÑOS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
V-4	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 524	9	A, D	Presencia de Grietas o fisuras y manchas por humedad
V-5	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 527	10	B, D	Presencia de eflorescencia y manchas por humedad
V-6	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 529	10	B, D	Presencia de eflorescencia y manchas por humedad
V-7	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 540	8	A, D	Presencia de Grietas o fisuras y manchas por humedad



**Tabla 7: Cuadro de Daños Zona II.**

<b>CUADRO DE DAÑOS</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N° DE VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
<b>A</b>	Grietas o Fisuras	02	50.00
<b>B</b>	Eflorescencia	02	50.00
<b>C</b>	Acero Oxidado	00	-
<b>D</b>	Manchas de Humedad	04	100.00
<b>E</b>	Concreto Foyo	00	-

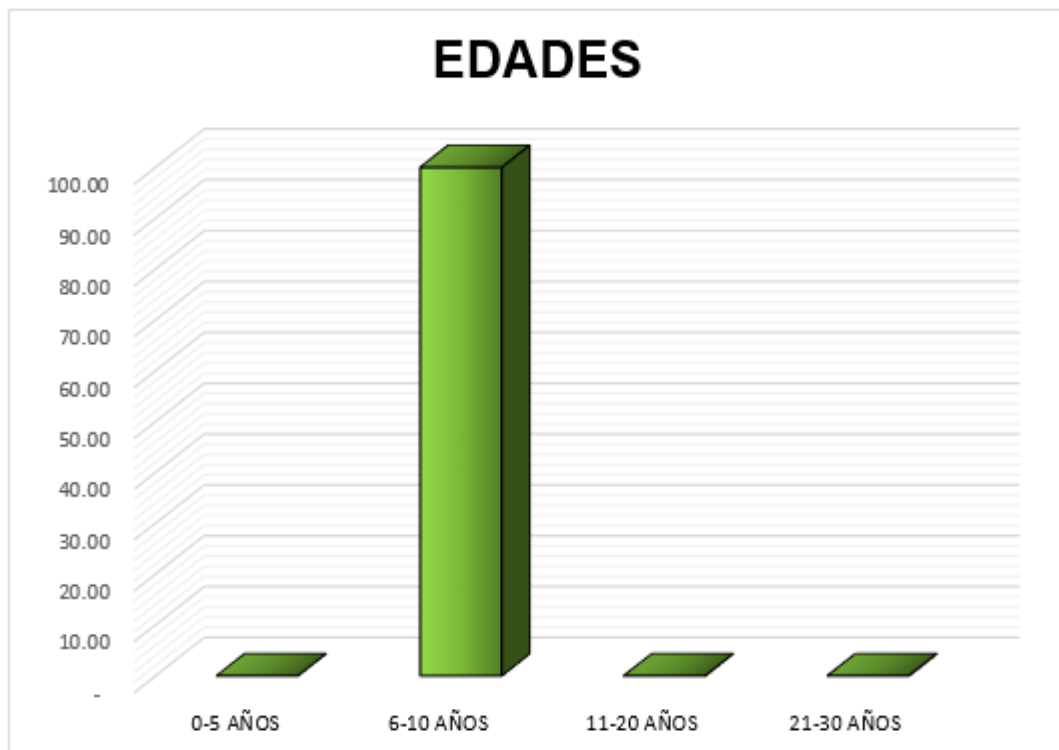
**Ilustración 14: Resumen del Cuadro de Daños de las Viviendas.**



**Tabla 8: Cuadro de Edades de las Viviendas Zona II**

CUADRO DE EDADES		
EDAD	VIVIENDAS	%
0-5 AÑOS	0	-
6-10 AÑOS	4	100.00
11-20 AÑOS	0	-
21-30 AÑOS	0	-

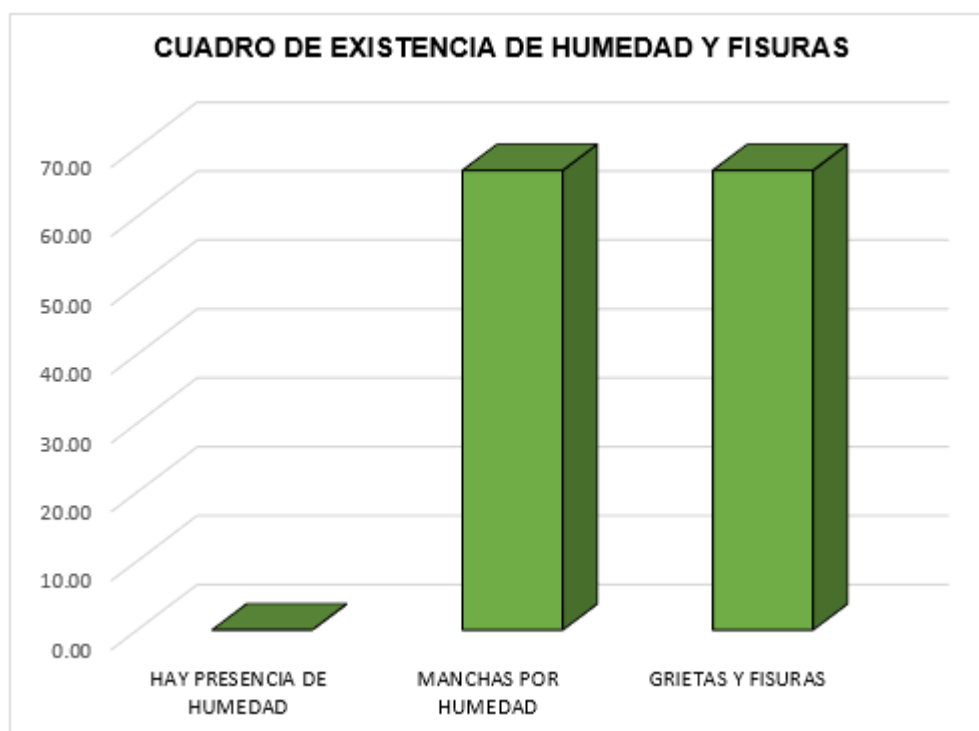
**Ilustración 15: Resumen del Cuadro de Edades de las Viviendas.**



**Tabla 9: Cuadro de Existencia de Humedad y Fisuras**

<b>CUADRO DE EXISTENCIA DE HUMEDAD</b>		
<b>HUMEDAD</b>	<b>VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
HAY PRESENCIA DE HUMEDAD	0	0.00
MANCHAS POR HUMEDAD	2	66.67
FISURAS Y GRIETAS	2	66.67

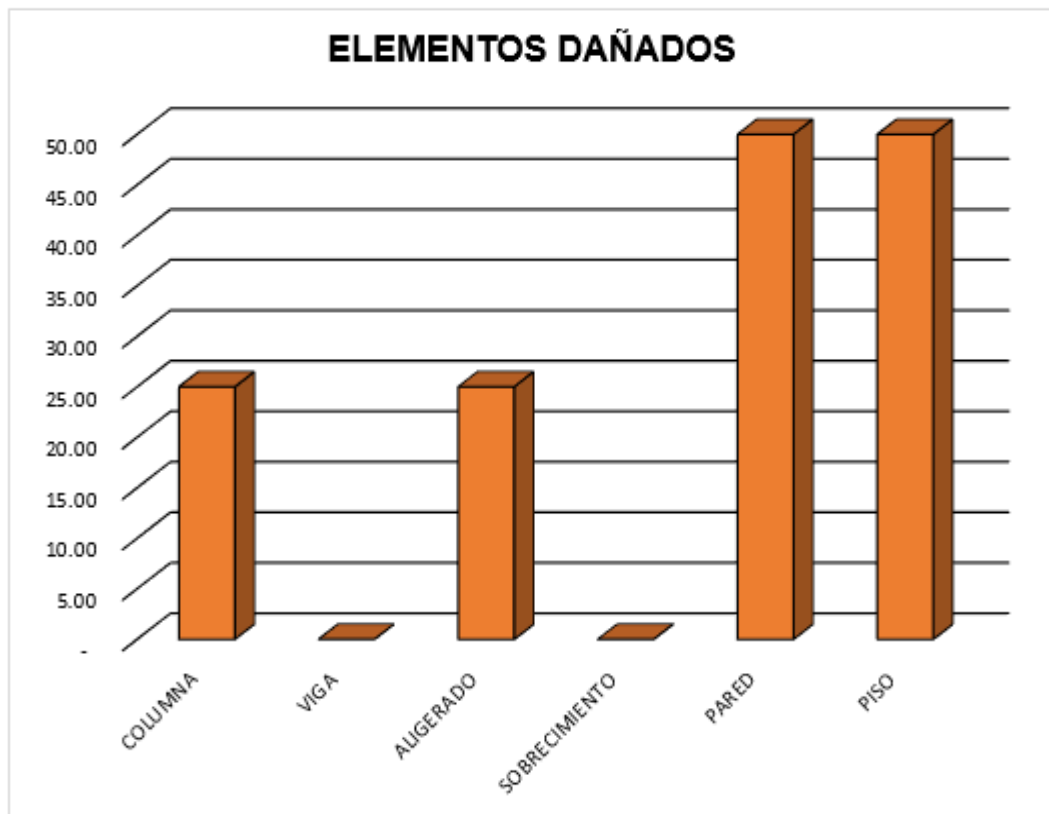
**Ilustración 16: Resumen de Existencia de Humedad y Fisuras**



**Tabla 10: Cuadro de elementos Dañados.**

<b>CUADRO DE ELEMENTOS DAÑADOS</b>		
<b>ELEMENTOS</b>	<b>VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
COLUMNA	1	25.00
VIGA	0	-
ALIGERADO	1	25.00
SOBRECIMIENTO	0	-
PARED	2	50.00
PISO	2	50.00

**Ilustración 17: Resumen del Cuadro Elementos Dañados de Viviendas.**



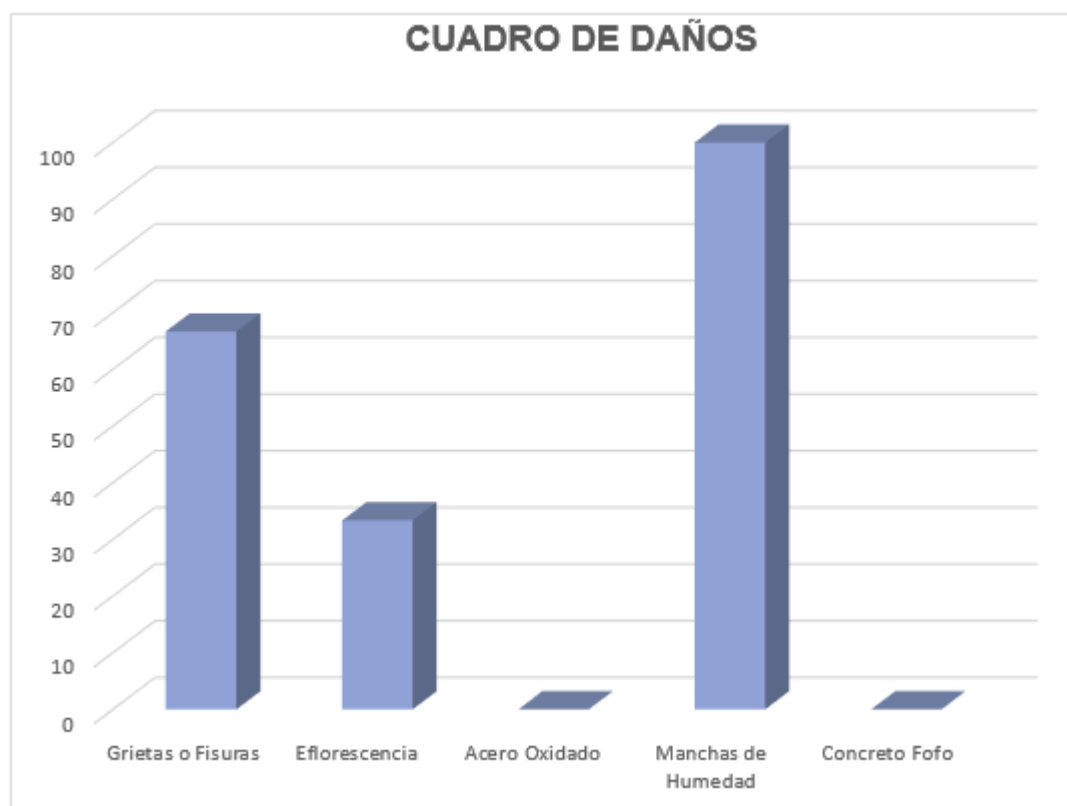
**Tabla 11: Resumen de inspección Visual en la Zona III: Jr. José Olaya y Jr. Jorge Chávez.**

<b>RESUMEN DE INSPECCIÓN VISUAL</b>					
<b>ZONA II: JR. JOSÉ OLAYA – JR. JORGE CHÁVEZ</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>EDAD</b>	<b>DAÑOS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
V-8	VIVIENDA	Jr. José Olaya 366	7	A, D	Existencia de Grietas o Fisuras y manchas por humedad
V-9	VIVIENDA	Jr. Jorge Chávez 300	7	D	Presencia manchas por humedad
V-10	VIVIENDA	Jr. Jorge Chávez 378	8	A, B, D	Existencia de Grietas o Fisuras, eflorescencia y manchas por humedad

Tabla 12: Cuadro de Daños Zona III.

<b>CUADRO DE DAÑOS</b>			
<b>CÓDIGO</b>	<b>DAÑO</b>	<b>N° DE VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
<b>A</b>	Grietas o Fisuras	02	66.67
<b>B</b>	Eflorescencia	01	33.33
<b>C</b>	Acero Oxidado	00	-
<b>D</b>	Manchas de Humedad	03	100.00
<b>E</b>	Concreto Foyo	00	-

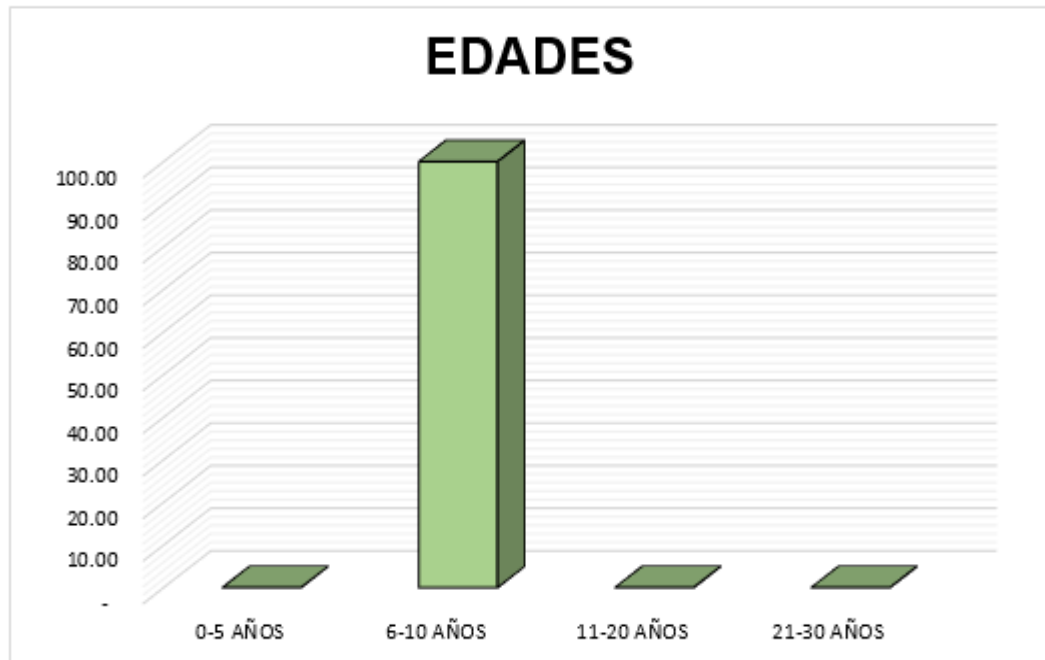
Tabla 13: Resumen del Cuadro del daño las Viviendas.



**Tabla 14: Edades de las Viviendas Zona III.**

CUADRO DE EDADES		
EDAD	VIVIENDAS	%
0-5 AÑOS	0	-
6-10 AÑOS	3	100.00
11-20 AÑOS	0	-
21-30 AÑOS	0	-

**Ilustración 18: Edades de las Viviendas Zona III.**



**Tabla 15: Cuadro de Existencia de Humedad y Fisuras**

<b>CUADRO DE EXISTENCIA DE HUMEDAD Y FISURAS</b>		
<b>HUMEDAD</b>	<b>VIVIENDAS</b>	<b>%</b>
HAY PRESENCIA DE HUMEDAD	0	0.0
MANCHAS POR HUMEDAD	3	100.00
FISURAS Y GRIETAS	2	66.67

**Ilustración 19: Resumen de Existencia de Humedad en las Viviendas.**





Tabla 16: Cuadro Elementos Dañados.

CUADRO DE ELEMENTOS DAÑADOS		
ELEMENTOS	VIVIENDAS	%
COLUMNA	0	-
VIGA	0	-
ALIGERADO	3	100.00
SOBRECIMIENTO	0	-
PARED	3	100.00
PISO	0	-

Ilustración 20: Resumen de Elementos Dañados

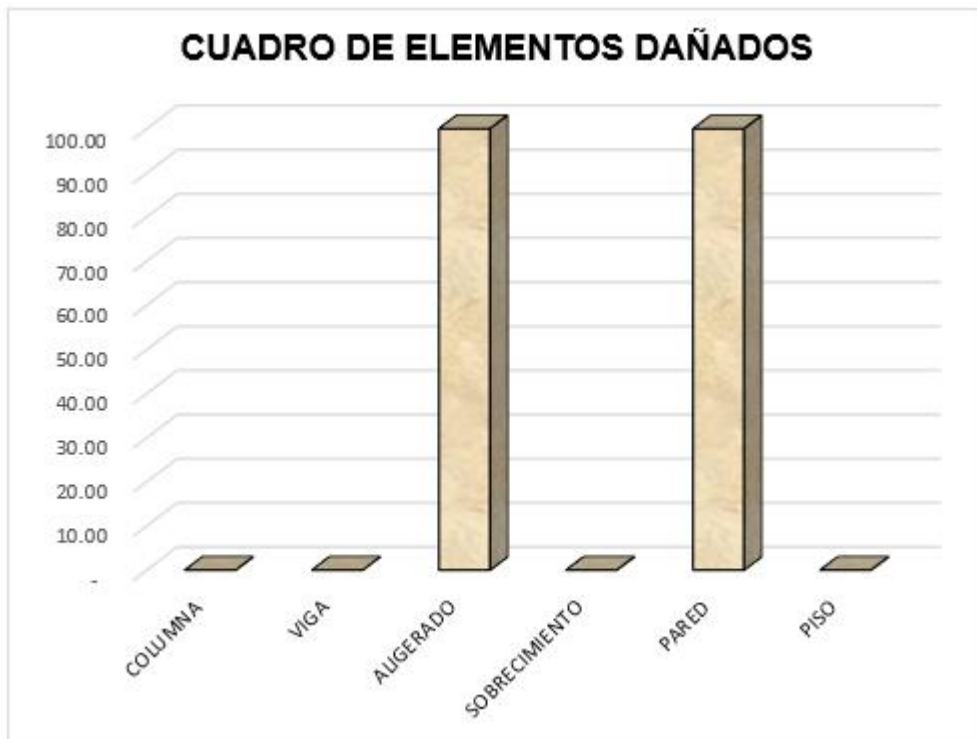
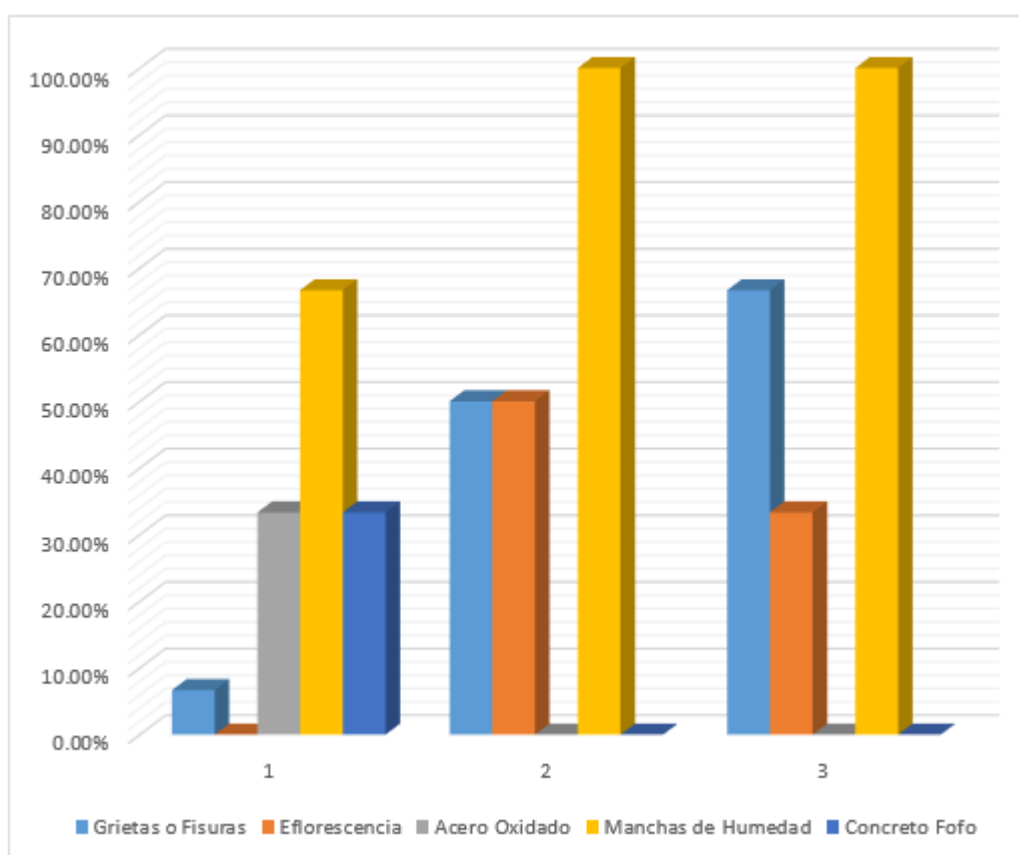


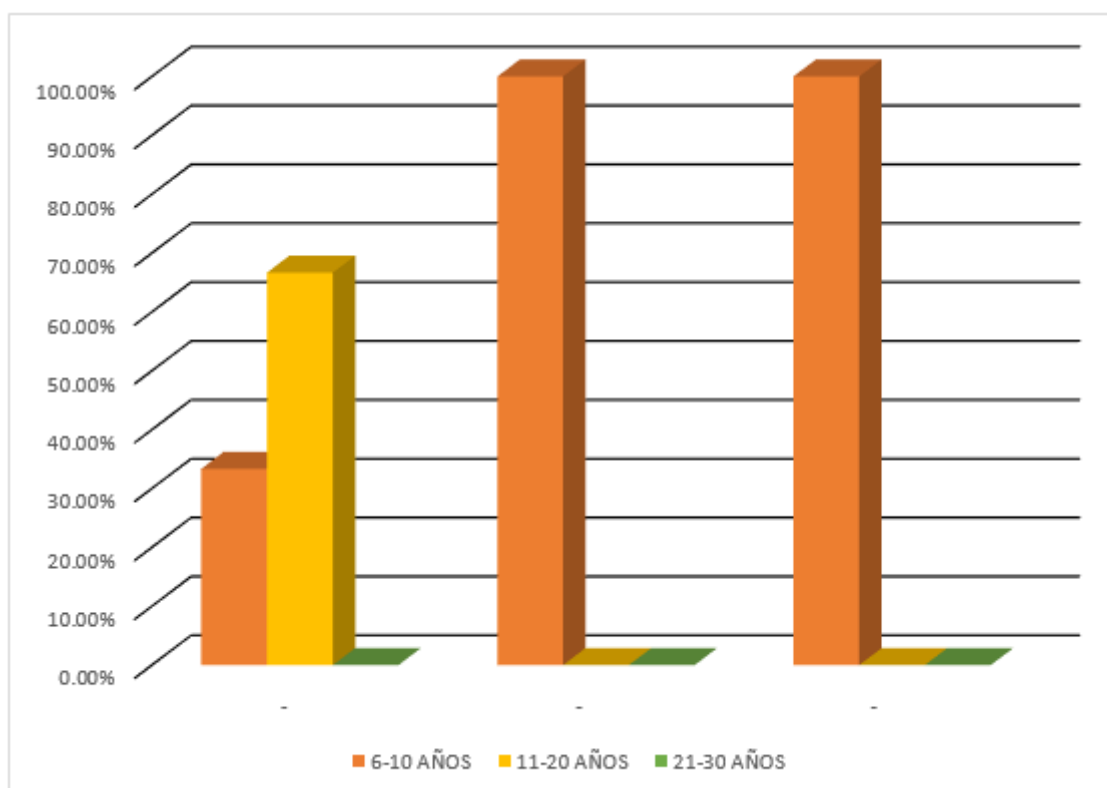
Tabla 17: Comparativo del Cuadro de Daños en las Viviendas de las 3 Zonas.

COMPARATIVO DE RESULTADOS				
CUADRO DE DAÑOS				
CÓDIGO	DAÑO	ZONA I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes	ZONA II: Jr. Juan Vargas	ZONA III: Jr. Jorge Chávez y Jr. José Olaya
A	Grietas o Fisuras	6.67%	50%	66.67%
B	Eflorescencia	-	50%	33.33%
C	Acero Oxidado	33.33%	-	-
D	Manchas de Humedad	66.67%	100%	100%
E	Concreto Foyo	33.33%	-	-



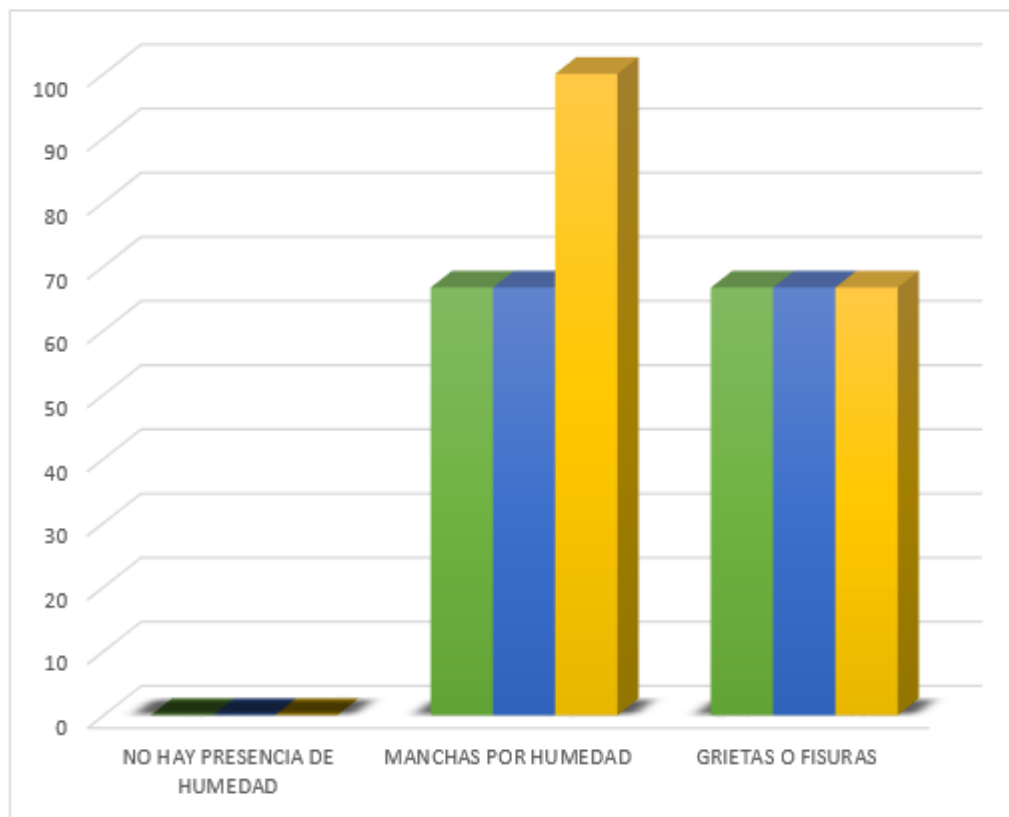
**Tabla 18: Comparativo Del Cuadro De Edades De Las Viviendas En Las 3 Zonas.**

<b>COMPARATIVO DE RESULTADOS</b>			
<b>CUADRO DE EDADES</b>			
<b>EDAD (Años)</b>	<b>ZONA I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes</b>	<b>ZONA II: Jr. Juan Vargas</b>	<b>ZONA III: Jr. Jorge Chávez y Jr. José Olaya</b>
0-5 AÑOS	-	-	-
6-10 AÑOS	33.33%	100%	100%
11-20 AÑOS	66.67%	-	-
21-30 AÑOS	-	-	-



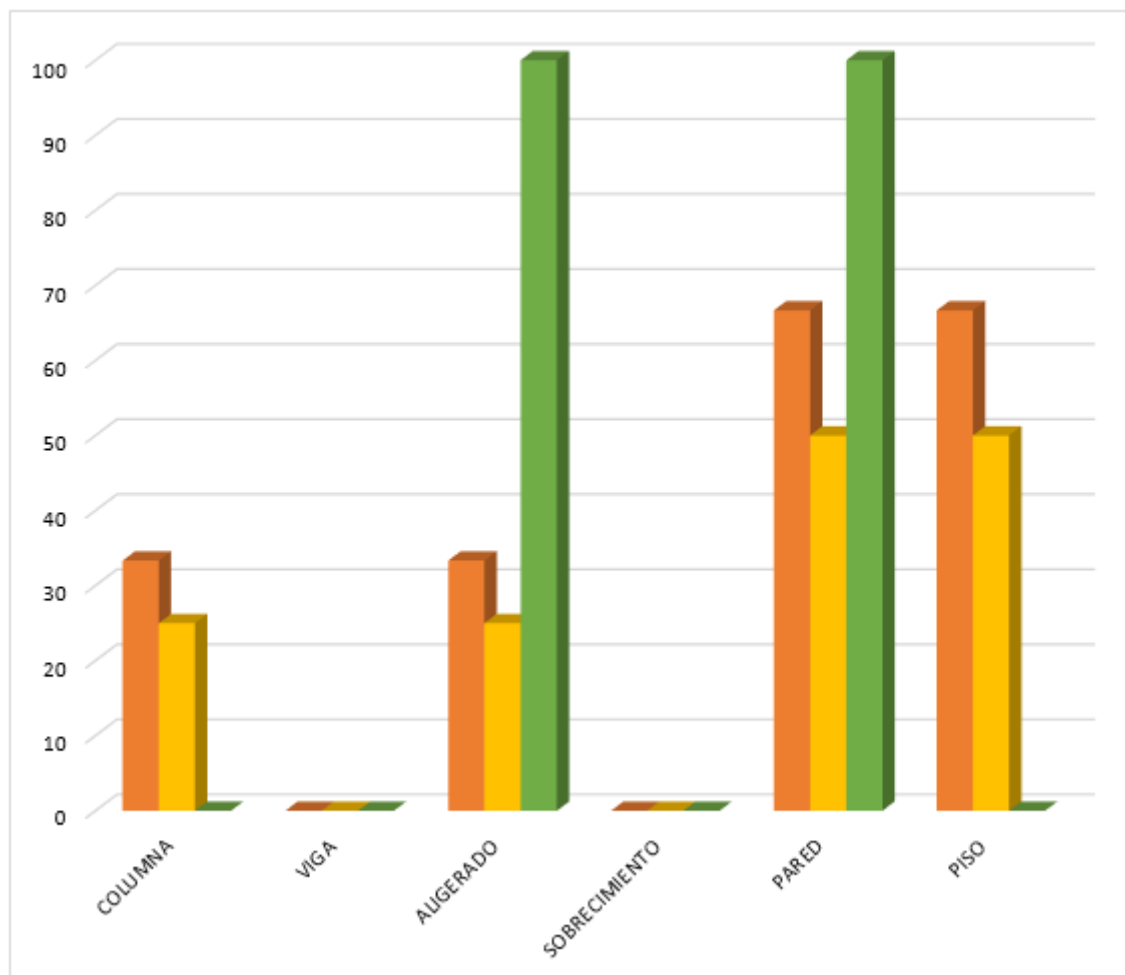
**Tabla 19: Comparativo del Cuadro de Existencia de Humedad en las Viviendas en las 3 Zonas de Estudio.**

<b>COMPARATIVO DE RESULTADOS</b>			
<b>CUADRO DE EXISTENCIA DE HUMEDAD Y FISURAS</b>			
<b>HUMEDAD</b>	<b>ZONA I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes</b>	<b>ZONA II: Jr. Juan Vargas</b>	<b>ZONA III: Jr. Jorge Chávez y Jr. José Olaya</b>
NO HAY PRESENCIA DE HUMEDAD	0	0	0
MANCHAS POR HUMEDAD	66.67	66.67	100
GRIETAS O FISURAS	66.67	66.67	66.67



**Tabla 20: Comparativo del Cuadro de Elementos Dañados en las Viviendas en las 3 Zonas de Estudio.**

<b>COMPARATIVO DE RESULTADOS</b>			
<b>CUADRO DE ELEMENTOS DAÑADOS</b>			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>ZONA I: Jr. Los Rosales y Jr. Los Alpes</b>	<b>ZONA II: Jr. Juan Vargas</b>	<b>ZONA III: Jr. Jorge Chávez y Jr. José Olaya</b>
COLUMNA	33.33	25	-
VIGA	-	-	-
ALIGERADO	33.33	25	100
SOBRECIMIENTO	-	-	-
PARED	66.67	50	100
PISO	66.67	50	-



### 3.4. INTERPRETACION DE RESULTADOS

Si revisamos los resultados comparativos de las tres zonas, podemos indicar lo siguiente:

- En la Tabla N° 17, podemos observar los daños que predominan en las edificaciones, para la Zona I, predomina las manchas por humedad con un 66.67%, seguido del acero oxidado (corrosión) en un 33.33% al igual que concreto fofo; en la Zona II, también vuelven a predominar las manchas por humedad en un 100.00%, seguido de grietas o fisuras en un 50.00% al igual que la eflorescencia; y en la Zona III, predominan también las manchas por humedad en un 100.00%, seguido de las grietas o fisuras en un 66.67%.
- En la Tabla N° 18, observamos las edades de las construcciones objetos de la investigación, en la Zona I, el rango de mayor porcentaje está entre 11-20 años en un 66.67%, seguido del rango entre 6-10 años en un 33.33%; en la Zona II las edades están en el rango de 6-10 años en un 100%; para la Zona III, las edades están entre el rango de 6-10 años en un 100.00%.
- En la Tabla N° 19, hacemos un comparativo entre los daños predominantes, es decir, manchas por humedad y grietas o fisuras, obteniéndose para la Zona I, manchas por humedad en un 66.67%, al igual que fisuras o grietas en 66.67%; en la Zona II, encontramos para manchas por humedad un 66.67%, al igual que fisuras o grietas; finalmente en la Zona III, encontramos manchas por humedad en un 100.00%, seguido de grietas o fisuras en un 66.67%.
- En la Tabla N° 20, encontramos un comparativo entre los elementos dañados, para la Zona I, encontramos que la pared y el piso son de mayor preponderancia alcanzando un 66.67%, seguido del aligerado y la columna en un 33.33%; en la Zona II, también encontramos que la pared y el piso son de mayor relevancia alcanzando un 50.00%, seguido del aligerado y la columna en un 25.00%; en la Zona III, encontramos que el aligerado alcanza el 100.00% al igual que la pared.

## CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES:

Los daños que podemos observar en los resultados de nuestra investigación, corresponden en mayor porcentaje, a la humedad un factor que afecta a la mayoría de viviendas estudiadas, esto debido a que la zona es lluviosa y el concreto armado está expuesto al intemperismo. El siguiente daño que se observa con frecuencia son las fisuras y grietas generalmente en los muros de las edificaciones, que son del tipo lineal y discontinua, que corresponden a fallas instantáneas y diferidas. En menor porcentaje tenemos daños tipo corrosión, eflorescencia y concreto fofo.

Los diferentes daños presentados en las edificaciones de concreto armado en la ciudad de Tarapoto, que formó parte de nuestra investigación, como son la humedad, las fisuras y grietas, corrosión, la eflorescencia y concreto fofo, están ligadas a los procesos constructivos, ya que estas edificaciones, según declaración de sus propietarios, no han sido construidas ni supervisadas por profesionales relacionadas al ramo de la construcción, solo han participado en todo el proceso constructivo, personal de formación empírica (maestros de obra).

El tema de la no participación profesional en la construcción y supervisión de las edificaciones en la ciudad de Tarapoto, trae consigo una serie de omisiones, que están relacionadas con dos aspectos fundamentales para nuestro caso, como son la no aplicación del Reglamento Nacional de Construcciones y el inexistente control de calidad de los materiales que se supone deben realizar los profesionales a cargo del proyecto.

Por lo tanto, estas patologías tienen una relación significativa con la calidad de las edificaciones de concreto armado de la ciudad de Tarapoto, ya que éstas en cualquiera de sus formas afectan tres aspectos fundamentales de la vida útil de una edificación a saber, la seguridad, la funcionalidad y la estética.

## 4.2. RECOMENDACIONES:

De acuerdo a las conclusiones planteadas, podemos inferir que necesitamos intervenir en los proyectos con medidas preventivas, a fin de eliminar o minimizar los efectos de las patologías sobre las estructuras, esto implica entonces actuar en tres ámbitos, los cuales indicaremos a continuación.

### 4.2.1 En la Elaboración del Proyecto.

- Se debe analizar el suelo de cimentación, en lo relacionado a la presencia de sulfatos y sales, ya que estos actuarán irremediablemente en contra del concreto.
- Verificar si existe un nivel freático que pueda alcanzar los niveles de desplante de la edificación, así como también analizar su composición física y química.
- Se deben analizar los agregados (arena y piedra), física y químicamente, teniendo en cuenta que cumplan estrictamente con las normas técnicas establecidas en el país.

### 4.2.2 En el Proceso Constructivo.

- Una recomendación básica que no se aplica en nuestra ciudad, es por la impermeabilización de la cimentación, ya que el suelo y la humedad infiltrada como parte de la escorrentía originada por las lluvias, van a humedecer el concreto y por capilaridad va ascender el agua originando daños en la estructura.
- El concreto debe cumplir con las especificaciones técnicas, desde su producción, transporte, colocación y curado, a fin de tener un concreto de calidad, más aún si es armado, debiendo cumplir con los recubrimientos recomendados, 4 centímetros como mínimo.
- Se recomienda usar concreto de baja permeabilidad, donde la relación agua/cemento en concretos expuestos no debe superar el 50%, a esto se debe complementar un adecuado vibrado.



- Ya que existe mucha humedad en la zona, por el tema de las lluvias, se recomienda el uso de inhibidores de corrosión, los que van a proteger el acero de los ataques corrosivos.
- Se recomienda también el uso de aditivo impermeabilizante, en ciertas partes de la estructura, como por ejemplo los últimos techos aligerados o macizos de las edificaciones.

#### **4.2.3 En la Fase Post Construcción.**

- Se debe realizar una inspección visual y un levantamiento de daños de la edificación, cada cierto periodo de su vida útil, esto nos permitirá averiguar los tipos de patologías que se presentan en la edificación y poder realizar un diagnóstico de los mismos.
- Es importante luego del diagnóstico, evaluar la situación actual de la edificación, para ver si se requiere un mantenimiento, una reparación o una demolición parcial o total de la estructura.
- Las labores de mantenimiento básicamente estarían orientadas a la limpieza y aplicación de pinturas protectoras a las estructuras, de acuerdo al diagnóstico, estas pinturas pueden ser epóxicos, acrílicos y poliuretanos.
- Las labores de reparación deben orientarse a quitar el concreto dañado y reponerlos en las zonas indicadas en el diagnóstico, previamente haciendo un tratamiento al acero y concreto con los productos que ofrece la industria de la construcción, asegurando el sellado y de esta manera restaurar sus propiedades estructurales y estéticas de la edificación.

## CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Casabonne R. Carlos “Corrosión en Obras Marinas”, organizado por el A.C.I., Lima. Octubre 1993, Pág. 1,20.

Corzo Aliaga Agustín Víctor, Tesis “Corrosión en estructuras de Concreto Armado” – 1994.

Díaz Isabel – Quezada Gaby - Pasquel Enrique, “Diagnóstico y Reparación de Estructuras de Concreto Armado Atacadas por Corrosión” ACI PERU 1ra Edición 2002, Pág.1, 9.

Instituto de Corrosión y Protección – PUCP, Archivo de Casos Prácticos.

Oladis de Rincón, Aleida de Carruyo, Carmen Andrade, Paulo Helene e Isabel Díaz (Ed.), Red DURAR, Sub-Programa XV, CYETD – “Manual de Inspección, Evaluación y diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado, 1997, 1ª Edición, Pág. 1,47.

Rivera Feijoo, Julio “Experiencias Constructivas en la Reparación de Estructuras de Concreto Armado”, organizado por el A.C.I., Lima. Octubre 1993, Pág. 1,20.

S. Feliz, C. Andrade (Coord.) - Consejo Superior de investigaciones Científicas Corrosión y Protección de materiales “Manual Inspección de Obras dañadas por Corrosión de Armaduras”, CSIC, Madrid 1988, Pág.6,36.

## CAPÍTULO VI: ANEXOS

<b>RESUMEN DE INSPECCIÓN VISUAL</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>TIPO</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>EDAD</b>	<b>DAÑOS</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
V-1	VIVIENDA	Jr. Los Alpes 145	12	A, D	Presencia de grietas, fisuras y manchas por humedad
V-2	VIVIENDA	Jr. Los Alpes 147	11	C, F	Presencia de Acero Oxidado y concreto fofo
V-3	VIVIENDA	Jr. Los Rosales 163	10	A, D	Presencia de grietas, fisuras y manchas por humedad
V-4	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 524	9	A, D	Presencia de Grietas o fisuras y manchas por humedad
V-5	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 527	10	B, D	Presencia de eflorescencia y manchas por humedad
V-6	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 529	10	B, D	Presencia de eflorescencia y manchas por humedad
V-7	VIVIENDA	Jr. Juan Vargas 540	8	A, D	Presencia de Grietas o fisuras y manchas por humedad
V-8	VIVIENDA	Jr. José Olaya 366	7	A, D	Existencia de Grietas o Fisuras y manchas Por humedad
V-9	VIVIENDA	Jr. Jorge Chávez 300	7	D	Presencia manchas por humedad
V-10	VIVIENDA	Jr. Jorge Chávez 378	8	A, B, D	Existencia de Grietas o Fisuras, eflorescencia y manchas por humedad