

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Análisis de las Patologías de Génesis en el edificio multifamiliar El Palmar
de la Urb. Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad**

Línea De Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea De Investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Cárdenas Ramírez, Jhim

Cotrino Cano, Jessica Lizbeth

Jurado Evaluador:

Presidente: Geldres Sánchez, Carmen

Secretario: Merino Martínez, Marcelo

Vocal: Henríquez Ulloa, Juan Paul

Asesor:

Galicia Guarniz, William Conrad

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4506-9290>

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023 / 05 / 20

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Análisis de las Patologías de Génesis en el edificio multifamiliar El Palmar
de la Urb. Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad**

Línea De Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub Línea De Investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Cárdenas Ramírez, Jhim

Cotrina Cano, Jessica Lizbeth

Jurado Evaluador:

Presidente: Geldres Sánchez, Carmen

Secretario: Merino Martínez, Marcelo

Vocal: Henríquez Ulloa, Juan Paul

Asesor:

Galicia Guarniz, William Conrad

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4506-9290>

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de Sustentación: 2023 / 05 / 20

Análisis de las Patologías de Génesis en el edificio multifamiliar El Palmar de la Urb. Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

1%

2

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

1%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

www.uptc.edu.co

Fuente de Internet

1%

5

www.blog.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Privada de Tacna

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to unjbg

Trabajo del estudiante

1%

8

Submitted to Universidad Cesar Vallejo



Ing. William Conrad Galicia Guamiz
Ingeniero Civil
CIP 96091



Trabajo del estudiante

Ing. William Conrad Galicia Guarniz
Ingeniero Civil
CIP 96091

1 %

9

www.revistaalconpat.org
Fuente de Internet

1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%

Declaración de originalidad

Yo, Galicia Guarniz, William Conrad, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Análisis de las Patologías de Génesis en el edificio multifamiliar El Palmar de la Urb. Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad”**, autores Cárdenas Ramírez, Jhim y Cotrina Cano, Jessica Lizbeth, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 7 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (17 de mayo del 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y Fecha: Trujillo, 21 de julio del 2023



.....
Cárdenas Ramírez, Jhim
DNI: 70555709



.....
Cotrina Cano, Jessica Lizbeth
DNI: 7164312



.....
Galicia Guarniz, William Conrad
DNI: 41420875
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4506-9290>

DEDICATORIA

Dedico el resultado de este trabajo a Dios y a mi familia, que son los pilares fundamentales en mi vida, mi mayor tesoro y gran motivación; a mis padres Mario y Lila, por brindarme esta oportunidad y creer en mi capacidad, por todos los valores inculcados y por haberme enseñado desde muy pequeño a perseverar en la vida y cumplir cada meta que me propongo. A mis hermanos, Jhon y Mario por su apoyo, paciencia y comprensión desde siempre; a mi abuelo Wilman, que en paz descanse, cumpliendo la promesa que le realicé. A mis maestros, William y Paul que con su experiencia me han transmitido información valiosa que se ve reflejado en mi formación profesional. A mi familia de Retrofit, en especial a Boris y Rosio por sus conocimientos compartidos, los valiosos consejos y todo el soporte brindado en este tiempo.

Gracias a todos.

Br. Cárdenas Ramírez, Jhim

DEDICATORIA

Dedico el resultado de este trabajo a Dios y a mi familia, que son los pilares fundamentales en mi vida, especialmente a mi hijo Fabricio Thael que es mi mayor tesoro y gran motivación; a mis padres Doris y Rafael, que me han inculcado valores y me han enseñado a perseverar en la vida. A William por su paciencia y comprensión; a mis abuelos Tomasa y Manuel, por sus ánimos y cariño incondicional; a mi hermano Jhon, por compartir sus conocimientos y a mi tía Noemí, por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder la cabeza ni morir en el intento.

A mis docentes, que con su experiencia me han transmitido valiosa información que se ve reflejado en mi formación profesional.

Br. Cotrina Cano, Jessica Lizbeth

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos salud y fortaleza para llevar a cabo el desarrollo de nuestra investigación, a nuestros amados padres que nos han apoyado para poder cumplir nuestros objetivos personales y profesionales; a nuestros hermanos y familiares que estuvieron en todo momento para impulsarnos a seguir adelante, por brindarnos ánimos y críticas constructivas para conseguir nuestras metas y no abandonarlas ante las adversidades.

En especial un profundo agradecimiento a nuestro asesor, el Ing. William Conrad Galicia Guarniz y al Ing. Juan Paul Edward Henriquez Ulloa, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiésemos podido concretar esta etapa tan anhelada. Gracias por apoyarnos y ser parte de esta gran experiencia que es culminar nuestro proyecto de investigación, por sus enseñanzas, consejos, paciencia y dedicación constante, contribuyendo con su sabiduría y orientación profesional en el desarrollo de la tesis.

A nuestra alma mater, en especial al programa de estudio de Ingeniería Civil de nuestra Universidad Privada Antenor Orrego, agradecerles las exigencias que nos han permitido obtener grandes logros; a cada directivo por su trabajo y por su gestión en cada etapa para concretar nuestro objetivo.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo realizar el análisis de las patologías de génesis en el edificio multifamiliar el Palmar de la urbanización El Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad; con base en la evaluación de resistencia a la compresión del concreto, el grado de deflexión en vigas e y la identificación del nivel de daños en términos de segregaciones, fisuras y grietas en elementos estructurales, tales como vigas y columna de acuerdo a la norma E.030, ACI 318-19 y ACI 224R.

La metodología utilizada para desarrollar el estudio es de tipo aplicada y presenta un nivel descriptivo. El análisis de las patologías estructurales se realizó en cuatro etapas: Sintomatología, diagnóstico, terapéutica, análisis cuantitativo y cualitativo; realizando ensayos en 12 puntos distribuidos entre el segundo, tercer, cuarto y quinto nivel; eligiendo 3 vigas por nivel, como una muestra suficiente para caracterizar la resistencia a la compresión del concreto; además se efectuó un control de deflexiones en las vigas de concreto $f'c$ 210 kg/cm², empleando nivel láser autonivelante, en los dos paños de losas con mayor dimensión del segundo, tercer y cuarto nivel de la edificación; sobre los cuales, existen muros discontinuos que presentan patologías de génesis importantes; por último se realizó el trabajo de mapeo de lesiones, encontrando las siguientes patologías: Segregación del concreto, secciones incompletas e irregulares, procesos de agrietamientos (lesiones de génesis), procesos de agrietamiento de vigas por flexión, proceso irregular de aplicación constructiva de muros no estructurales.

También, se pudo reconocer las patologías presentes en la estructura, concluyendo que los valores del estudio de esclerometría superan la resistencia a la compresión de los valores de diseño; respecto al control de deflexión en vigas. Finalmente, se consideraron diversas propuestas de mejora para subsanar, evitar y proteger posibles daños en la edificación.

Palabras clave: Patologías de génesis, resistencia a la compresión, grado de deflexión, mapeo de lesiones, esclerometría, contraflecha.

ABSTRACT

The objective of the research is to analyze the pathologies of genesis in the multifamily building El Palmar in El Golf urbanization, Victor Larco Herrera District, Trujillo, La Libertad; based on the evaluation of concrete compressive strength, the degree of deflection in beams and the identification of the level of damage in terms of segregations, fissures and cracks in structural elements, such as beams and columns according to the E.030, ACI 318-19 and ACI 224R standards.

The methodology used to develop the study is of the applied type and presents a descriptive level. The analysis of structural pathologies was carried out in four stages: Symptomatology, diagnosis, therapeutic, quantitative and qualitative analysis; performing tests at 12 points distributed among the second, third, fourth and fifth levels; choosing 3 beams per level, as a sufficient sample to characterize the compressive strength of the concrete; In addition, a deflection control was carried out on the concrete beams $f'c$ 210 kg/cm², using a self-leveling laser level, in the two largest slab sections of the second, third and fourth levels of the building; on which there are discontinuous walls that present important pathologies of genesis; finally, injury mapping work was carried out, finding the following pathologies: Concrete segregation, incomplete and irregular sections, cracking processes (genesis lesions), flexural cracking processes of beams, irregular process of constructive application of non-structural walls.

Also, it was possible to recognize the pathologies present in the structure, concluding that the values of the sclerometry study exceed the compressive strength of the design values; regarding the control of deflection in beams. Finally, several improvement proposals were considered in order to correct, avoid and protect possible damages in the building.

Key words: Pathologies of genesis, compressive strength, deflection degree, injury mapping, sclerometry, Counterflexure.

PRESENTACIÓN

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos, Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el informe del trabajo de investigación titulado “Análisis de las patologías de génesis en el edificio multifamiliar El Palmar de la Urb. Golf, distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen.

El presente trabajo contribuye a la difusión de la investigación, particularmente en el área de Estructuras y Materiales, teniendo como objetivos de realizar un análisis de las patologías de génesis en el edificio multifamiliar el Palmar, determinando la resistencia a la compresión del concreto en condiciones de servicio actual a partir del ensayo de esclerometría, además de determinar el grado de deflexión empleando las pruebas de deflexión y realizar una evaluación del proceso constructivo en elementos estructurales y no estructurales en base a la norma E. 060 y E. 070 del RNE.

Con base a los estudios realizados en la Ciudad de Trujillo, en la presente investigación hemos logrado identificar los daños en términos de segregaciones, fisuras y grietas tales como vigas y columnas, con la finalidad de determinar el estado en el que se encuentra la estructura e identificar las posibles causas que puedan dañar la edificación.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Problema de investigación	14
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo General	15
1.2.2. Objetivos Específicos	16
1.3. Justificación del Estudio	16
II. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1. Antecedentes del estudio	18
2.2. Marco teórico.....	22
2.2.1. Concreto Hidráulico.....	22
2.2.1.1. Definición	23
2.2.1.2. Tipologías	23
2.2.2. Elementos Estructurales de Concreto.....	24
2.2.2.1. Vigas.....	24
2.2.2.2. Columnas.....	25
2.2.2.3. Muros Estructurales	25
2.2.3. Disposiciones Normativas	26
2.2.3.1. Norma E.030 de Diseño Sismorresistente	26
2.2.3.2. Norma E.060 de Concreto Armado.....	36
2.2.3.3. Norma E.070 de Albañilería.....	38
2.2.4. Control de Calidad del Concreto	39
2.2.4.1. Concreto fresco:	39
2.2.4.2. Concreto endurecido.....	41
2.2.5. Patologías en el concreto.....	51
2.2.5.1. Patologías del Concreto Fresco.....	52
2.2.5.2. Patologías del Concreto Endurecido	52

2.3. Marco Conceptual	54
2.4. Sistema de hipótesis	56
2.5. Variable	57
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	58
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	58
3.2. Población y muestra.....	58
3.3. Diseño de investigación	58
3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación.....	59
3.4.1. Técnicas.....	59
3.4.2. Instrumentos	59
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	59
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	60
4.1. Ensayo de Esclerometría	60
4.2. Control de Deflexión en Vigas	62
4.3. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas	65
4.4. Patología Observacional	70
4.4.1. Segregación del concreto	70
4.4.2. Secciones incompletas e irregulares.....	71
4.4.3. Procesos de agrietamientos (lesiones de génesis)	71
4.4.4. Procesos de agrietamiento de vigas por flexión.....	71
4.4.5. Proceso irregular de aplicación constructiva de muros no estructurales	72
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	73
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Precisión del asentamiento del concreto fresco	29
Tabla 2: Categoría de las edificaciones y factor “U”	29
Tabla 3: Factor del Suelo “S”	32
Tabla 4: Sistemas estructurales	32
Tabla 5: Irregularidades Estructurales en Altura	33
Tabla 6: Irregularidades Estructurales en Planta	34
Tabla 7: Composición volumétrica del concreto líquido o grout	39
Tabla 8: Precisión del asentamiento del concreto fresco	40
Tabla 9: Diámetros máximos de especímenes de ensayo	42
Tabla 10: Edades de ensayo y tolerancias permisibles	42
Tabla 11: Clasificación de la resistencia según la ISRM.....	46
Tabla 12: Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos	49
Tabla 13: Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo	50
Tabla 14: Deflexiones Máximas Admisibles	51
Tabla 15: Cuadro de operacionalización de la variable.....	57
Tabla 16: Análisis esclereométrico en las vigas de la edificación según nivel	60
Tabla 17: Cuadro resumen del control de deflexión de vigas en la edificación	63
Tabla 18: Características de las muestras cilíndricas de concreto.....	65
Tabla 19: Características de las muestras cilíndricas de concreto.....	66
Tabla 20: Características de las muestras cilíndricas de concreto.....	67
Tabla 21: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas	68
Tabla 22: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas	69
Tabla 23: Deflexión obtenida por niveles de edificación	73
Tabla 24: Contrastación de esclereometría versus testigos cilíndricos a compresión	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonificación sísmica del Perú.....	27
Figura 2: Área efectiva de concreto en tracción	38
Figura 3: Dimensiones del Cono de Abrams	40
Figura 4: Esquema de los patrones de tipos de fractura	43
Figura 5: Martillo de Schmidt.....	44
Figura 6: Ábaco de Miller	45
Figura 7: Resultados de ensayo de esclerometría en vigas de edificación según nivel.....	61
Figura 8: Gráfico de deflexión en vigas.....	62
Figura 9: Control de deflexión de vigas en la edificación	64
Figura 10: Gráfico resumen de las patologías evidentes por medio del análisis observacional	70

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

La ciudad de Trujillo se encuentra ubicada sobre suelo blando y presenta alta sismicidad, en esta se ubican cientos de edificaciones que son construidas y diseñadas con normativas en decadencia y por tanto son ineficientes, las nuevas normativas instauradas nos demuestran ello. Ciertamente, se realizan edificaciones sin el diseño pertinente de un profesional especializado, también, se encuentran bastantes problemas por falta de supervisión o porque no se contó con personal apto para este. Es esto, entonces, lo que muchas veces origina una construcción defectuosa y de mala calidad.

Las construcciones verticales han sido tendencia mundial en los últimos años, desarrollando edificios de mayor capacidad y trayendo consigo irregularidades verticales que pueden aumentar la susceptibilidad al colapso, además de redistribuir e incrementar los esfuerzos sobre los diferentes elementos estructurales.

De acuerdo al Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos (CIGIR), las patologías estructurales suelen ser ocasionadas debido a la vulnerabilidad que presenta una edificación ya sea desde su concepción o que fueron adquiridas durante la etapa de vida útil, ya que esto puede ocasionar desde múltiples daños hasta el colapso de la infraestructura.

En el Perú existen factores que han ido incrementando las patologías estructurales, existe un gran porcentaje de edificaciones en mal estado y teniendo un gran realce en la autoconstrucción, donde no se toma en cuenta la importancia de contar con un supervisor, se prescinde de un diseño estructural y omiten criterios importantes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Norma Técnica de Edificación (NTE).

La urbanización el Golf es la zona escogida para la realización de la investigación. Al ser un área de suelo arcilloso que se encuentra expuesto a diversos fenómenos como es la consolidación del suelo, se debe tomar en cuenta como un factor muy importante al momento de realizar la investigación, ya que puede generar asentamientos en la edificación y producir patologías como son las

fisuras, agrietamientos, desprendimientos, entre otros. Debido a los antecedentes ocurridos, debemos tener en cuenta la importancia de contar con una inspección previa a la edificación durante su proceso constructivo, el cual se debe hacer juntamente con el ingeniero residente de obra, con la finalidad de mejorar las condiciones estructurales mediante un mapeo de patologías existentes y patologías de génesis.

En la actualidad, en el edificio multifamiliar se presentan múltiples fallas estructurales, principalmente la fisuración y deformaciones de elementos estructurales. Por lo tanto, la presente investigación pretende detallar las posibles causas (etiología) de las patologías estructurales observadas, también señalar las posibles consecuencias correspondientes a las patologías de génesis que se encuentran asociadas al proceso constructivo, además de analizar las patologías desde el enfoque social y académico para brindar información veraz que brinde medidas correctivas necesarias para la construcción.

Es muy común realizar la construcción de edificaciones con tan sólo conocimientos empíricos, lo cual no es lo ideal, porque se pasan por alto los diseños estructurales. La autoconstrucción en nuestra ciudad, incluso en nuestro país, es amplia.

Por tanto, es de suma importancia realizar una inspección estructural (Esclerometría, control de deflexiones y evaluación de patologías existentes), el cual se realizará junto a un especialista, que mediante diferentes etapas en cuanto al proceso metodológico de la patología (Sintomatología, Diagnóstico y Terapéutico) se podrá determinar las patologías existentes y patologías de génesis.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar un análisis de las patologías de génesis en el edificio multifamiliar el Palmar de la urb. El Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto en condiciones de servicio actuales a partir del ensayo de rotura a testigos cilíndricos.
- Estimar la resistencia a la compresión del concreto en elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría.
- Determinar el grado de deflexión empleando las pruebas de deflexión.
- Identificar el nivel de daños en términos de segregaciones, fisuras y grietas tales como vigas y columnas de acuerdo a la norma E.030 (artículo 9.9), ACI 318-19 y ACI 224R (según ubicación se limita el ancho de grieta).

1.3. Justificación del Estudio

Es necesario realizar un estudio de patologías a cualquier estructura de concreto armado, con la finalidad de determinar el estado en el que se encuentra la edificación, para ello se debe inspeccionar la construcción para identificar las posibles causas que puedan dañar la edificación.

En la urbanización El Palmar se puede apreciar alta fluencia de construcciones antisísmicas, presentando un mismo sistema estructural, y en su mayoría han sido construidas en años iguales, es por ello que nuestro estudio permitirá detectar el estado de construcción en que se encuentren las edificaciones, por esta razón, una vez realizado el análisis de patologías existentes y patologías de génesis, por lo cual se podrá concluir las posibles patologías mediante registros visuales y fotográficos, además de estudios de esclerometría, control de deflexiones en vigas y patología observacional.

Gracias al presente estudio podríamos llegar a proponer ciertas medidas de mejora como pueden ser el reforzar o reparar edificaciones, incluso la demolición de la estructura en peligro de colapso, de esta manera mejorar la infraestructura y evitar o reducir daños irreparables ante la presencia de un movimiento sísmico.

- Académica

El presente estudio nos servirá para identificar las características que intervienen en el aumento de la vulnerabilidad sísmica al momento de diseñar y construir una edificación de acuerdo a la norma E. 060, E. 030 y E. 070 del RNE, las cuales nos brindan los parámetros mínimos a cumplir para que los habitantes estén mejor informados y eviten construcciones mal hechas.

Propusimos analizar mediante un método descriptivo las patologías existentes y patologías de génesis que fueron asociadas al proceso constructivo en el edificio multifamiliar. También, recurrimos al ensayo no invasivo (esclerometría), el cual nos permitió conocer cuál fue la resistencia a la compresión de los pórticos de estudio y haciendo uso de la patología observacional.

Así mismo, verificaremos el control de deflexión de vigas empleando nivel láser autonivelante, para potenciar nuestra investigación.

- Práctica

Teniendo en cuenta las patologías que pueden dañar la edificación, se pueden realizar grandes cambios, ya que, si fuera el caso de tener una gran cantidad de viviendas con alta vulnerabilidad, a futuro se pretende realizar un estudio para contrarrestar ello, realizando reforzamientos estructurales (en caso se pueda) y ya de no tener solución, se recomendaría demoler para realizar una nueva estructura que si sea funcional de acuerdo a un cierto diseño que siempre estas demandan al momento de realizar el anteproyecto para después ejecutar.

- Social

Es de suma importancia, identificar elementos estructurales defectuosos, vulnerables ante cualquier actividad sísmica; esto, para evitar desastres futuros, pérdidas, tanto humanas como materiales en la urbanización el golf, distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.

Pero, un análisis de las patologías estructurales no debería ser el fin de la investigación, pues no sólo basta con identificarlas, sino que se debe tomar medidas al respecto y en lo posible frenar el desarrollo de las autoconstrucciones. Puesto que, si construimos con todos los procesos apropiados y con profesionales capaces obtendremos mejores resultados en nuestras edificaciones, para así, obtener respuestas positivas ante la presencia de un eventual movimiento sísmico.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Maldonado et al. (2018) en su artículo científico titulado “Evaluación de problemas patológicos asociados a carbonatación y sulfatos en una torre de concreto con más de 50 años de servicio”, tienen como objetivo principal realizar la inspección por corrosión de una torre de concreto reforzado en el estado de Veracruz, México, con más de 50 años de funcionamiento y sugerir una propuesta de reparación de los muros exteriores. El estudio incluyó la inspección de los daños estructurales por medio de un Dron Phantom 4 y ensayos físicos, químicos, mecánicos y electroquímicos que permitieron caracterizar el concreto y los daños por corrosión. En tal sentido, la investigación concluyó que, el mecanismo culpable de la corrosión en la estructura fue la carbonatación, además que, la emisión de sulfatos producto de los gases industriales y del ambiente marino se ha generado una disminución considerable de la resistencia mecánica, lo cual se vio reflejada en el aumento de grietas y delimitaciones. Para estos problemas, los autores propusieron una intervención de rehabilitación y reforzamiento estructural, la cual consta de cinco etapas que deben traducirse en un proyecto ejecutivo completo de reparación. Por lo tanto, el antecedente aporta el uso de una herramienta poderosa para la inspección estructural, la cual son los vehículos aéreos no tripulados para visualizar áreas donde el personal no puede acceder.

Oroza y Hernández (2019) en su artículo científico titulado “Diagnóstico de daños en una edificación de principios del siglo XX en La Habana. Caso de estudio”, tiene como objetivo principal realizar el diagnóstico del deterioro de una edificación de hormigón armado ubicada en La Habana Vieja, Cuba, construida

en el año 1906. Para evaluar la estructura se realizaron estudios de resistividad aparente del hormigón, ensayos químicos para cuantificar los niveles de cloruro libre y sulfato, ensayos de potenciales pérdida de sección de las barras, extracciones de probetas de hormigón y análisis visual de las lesiones presentes. En tal sentido, la investigación concluyó que, el estado actual de conservación del inmueble no presenta condiciones de seguridad aceptables para continuar con su explotación, siendo necesarias realizar diversas acciones de reparación y la elaboración de un plan de mantenimiento correctivo que permita extender el tiempo de vida de la estructura. Por lo tanto, el antecedente aporta una metodología de inspección asertiva para el análisis de patologías estructurales de edificaciones antiguas con el fin de prolongar el tiempo de vida útil de la construcción.

Lima et al. (2019) en su artículo científico titulado “Análisis de manifestaciones patológicas del concreto en viaductos urbanos”, tiene como objetivo principal el estudio de casos de manifestaciones patológicas en estructuras de hormigón, ubicadas en el Eje Rodoviario Norte de Brasilia, por medio de la metodología GDE/UnB, que califica y cuantifica la degradación de daños estructurales. Para evaluar la estructura se realizaron inspecciones de campo, la elaboración de un catálogo fotográfico con las patologías estructurales, la caracterización de las patológicas y su clasificación según los factores de ponderación y factores de intensidad de daños de la estructura conforme a la metodología GDE/UnB para obras de arte especiales, calculo y clasificación global de los daños de la estructura. En tal sentido, la investigación concluyó que, dos de los tres viaductos analizados tienen un grado de deterioro alto, proponiendo una intervención a mediano plazo en un periodo no mayor a un año; mientras que, el viaducto restante tenía un grado medio de deterioro, proponiendo una intervención a largo plazo no mayor a dos años. Por lo tanto, el antecedente aporta el uso de la metodología GDE/UnB que permite clasificar las estructuras en función a la variedad y gravedad de los problemas presentados en la edificación, a través de la definición de un grado de riesgo.

Dias et al. (2021) en su artículo científico titulado “Mapeo de manifestaciones patológicas en revestimientos de mortero (RAF): un estudio de

caso en edificios residenciales”, tiene como objetivo principal identificar, mapear y cuantificar las manifestaciones patológicas en revestimientos de fachadas de mortero de 22 edificios residenciales en Fernandópolis-SP, Brasil. Para cuantificar las patologías se utilizaron los métodos de incidencia e intensidad, considerando cinco regiones tipificadas de la fachada: muros continuos, alrededor de huecos, parte superior de parapetos y aleros, debajo de balcones, balcones, voladizos y esquinas o bordes. En tal sentido, la investigación concluyó que, la cuantificación de patologías estructurales por medio de los dos métodos distintos demostró ser eficaz, consiguiendo tipificar las regiones más sensibles a la formación de manchas, grietas, fisuras y desprendimientos. Por lo tanto, el antecedente aporta una comparativa analítica de las patologías estructurales entre un método de cuantificación y otro, permitiéndonos observar aquellos que son más frecuentes, indicando la posibilidad de ubicar estos problemas en edificios específicos.

Pio y Silva (2021) en su artículo científico titulado “Documentación de las manifestaciones patológicas del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia - monumento histórico Art Déco”, tiene como objetivo principal presentar la metodología para la inspección y el mapeo de las manifestaciones patológicas en el monumento del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia, un monumento de principios de los años 40 del siglo XX. Para lograrlo, se realizaron los siguientes procedimientos: Inspección visual, registro fotográfico, anamnesis y ensayos; siendo las pruebas realizadas fueron la esclerometría, pacometría y medición de deformación. En tal sentido, la investigación concluyó que, el monumento histórico está bastante degradado y esto se debe principalmente a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, evidenciando la baja resistencia del hormigón y problemas de cobertura, haciendo perceptible el daño estructural por medio de la inspección visual. Por lo tanto, el antecedente es relevante puesto que, a pesar de exhaustivos procedimientos para el análisis de las patologías estructurales, no se pudo comprender las causas y orígenes de las manifestaciones patológicas de la edificación, esto debido a que el análisis de anamnesis mostró la poca existencia de información sobre la estructura.

Texeira et al. (2022) en su artículo científico titulado “Evaluación de las manifestaciones patológicas del edificio Río Negro en Anápolis-Goiás”, tiene como

objetivo principal la aplicación de las metodologías GDE (Grado de Deterioro de la Estructura) y GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia) cuantificando las manifestaciones patológicas y determinando los puntos de mayor necesidad de mantenimiento. Para lo cual se aplicó una perspectiva cuantitativa empleando inspecciones al edificio y un análisis visual con registro fotográfico, anotaciones y mapeos. En tal sentido, la investigación concluyó que, la mayoría de las manifestaciones patológicas que se producen en la estructura del edificio tiene como origen la humedad, dando lugar a eflorescencias, manchas o infiltraciones. De este modo, este trabajo definió los puntos que necesitan prioridad, orientando las medidas que pueden tomarse posteriormente. Por lo tanto, el antecedente es relevante puesto que, la aplicación conjunta de las metodologías es eficiente e importante para la toma de decisiones, porque permite tener una visión general de los puntos que necesitan más atención y facilita el posterior proceso de mantenimiento y recuperación de estos edificios.

Borja (2018) en su tesis de pregrado titulada “Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque”, tiene como objetivo principal determinar la correlación que existe entre el ensayo de esclerometría y la resistencia real del concreto, además de plantear recomendaciones a la NTP 339.181 para interpretar resultados. Borja evaluó probetas que fueron recogidas de distintas obras de construcción y procedió a realizar una evaluación mediante el ensayo de esclerometría, teniendo en cuenta la NTP 339.181 (2013), además sometió a un examen probetas con resistencias de 175, 210 y 280 kg/cm², con la finalidad de identificar cual presenta una mejor correlación. En tal sentido, la investigación concluyó que, si se puede estimar la resistencia mediante en ensayo de esclerometría con un nivel de confiabilidad del 95 %, en las cuales las medidas se encuentran en un rango de $f'c \pm 25$ kg/cm² siempre y cuando se tenga en cuenta las condiciones en las que se encuentra el concreto. Por lo tanto, el antecedente es relevante puesto que, aporta mayor confiabilidad en el ensayo de esclerometría y los estudios de la resistencia a la compresión in situ.

Canales y Casas (2020) en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de patologías en viviendas existentes para uso de residencia estudiantil de la

localidad de Chullunquiani – Juliaca”, tienen como objetivo principal evaluar las patologías estructurales en la residencia estudiantil en Juliaca, con la finalidad de determinar el nivel de daño patológico que presentaba cada elemento de la edificación. Para ello, aplicaron la observación in-situ, variables sin alteración e hicieron uso de fichas con mediciones de áreas para inspeccionar las patologías. Observaron que en la localidad existían patologías severas como desprendimientos leves en vigas, también presentó fisuras y grietas leves a moderados en muros, era menor la presencia de fisuras en columnas y sobrecimientos. En tal sentido, el estudio concluyó que las patologías existentes en la localidad de Chullunquiani son mayormente predominantes en los muros, además de eflorescencia en sobrecimientos y columnas, alterando la estética de la zona estudiada. Por lo tanto, el aporte del antecedente es la metodología con la que clasifica las patologías del concreto en elementos estructurales que pueden ser severos, leves o moderados.

Plasencia y Rojas (2021) en su tesis de pregrado titulada “Determinación de las patologías más frecuentes y sus grados de severidad en los frontis de las edificaciones ubicadas en la zona costera de Buenos Aires sector del Barrio 1 Mz 26, 27, 31 y 32 – Trujillo 2020”., tienen como objetivos reconocer y comparar las patologías, además de evaluar costos y plazos de rehabilitación en las edificaciones de la zona costera de Buenos Aires. Para ello utilizaron fichas de evaluación y recolección de datos organizadas en tablas y gráficos. No obstante, la investigación concluyó que la patología que más daño causa es la erosión (39% de las viviendas), el costo total para reparar la fachada de la edificación (S/ 18,501.47) y el tiempo en que se realizará la rehabilitación del frontis (29 días). Por lo tanto, el aporte del antecedente de la investigación es el análisis de las patologías del concreto presentes en elementos estructurales como la erosión, que es un agente exterior muy preocupante al momento de construir en zonas que están ubicadas cerca del mar, ya que afecta a la resistencia del concreto y por ende a la duración y estabilidad de la edificación.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Concreto Hidráulico

2.2.1.1. Definición

Según ASTM C219 Standard Terminology Relating to Hydraulic Cement, el Concreto Hidráulico es la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), unos materiales de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente, puede contener aditivos, que al endurecerse forman un sólido compacto y después de cierto tiempo tiene la capacidad de soportar grandes esfuerzos de compresión.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, los materiales deben cumplir los requisitos establecidos por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL):

- NTP 334.009 de CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos.
- NTP 400.037 de AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones.
- NTP 399.088 de CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Especificaciones.

Además, en algunas ocasiones se añade aditivos para una mejor resistencia del concreto que se rigen en base a la ASTM C94 de Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado.

Asimismo, el Concreto Hidráulico se caracteriza por ser un concreto moldeable, ya que al momento de fraguar conforma un elemento rígido; impermeable, ya que repele el agua, incluso cuando se encuentra expuesto a condiciones de calor; y resistente a la intemperie, por lo que impedirá romperse o cuartearse con el paso del tiempo.

2.2.1.2. Tipologías

A. Concreto simple

Es el concreto que resulta de la combinación de Cemento Portland, agregados (pétreos y áridos) y agua. Este tipo de concreto no presenta elementos de refuerzo ni aditivos. Está condicionado a ser

utilizado en casos donde tenga que ser sometido a fuerzas de compresión o esfuerzo cortante.

De acuerdo a la Portland Cement Association, es un tipo de concreto que se caracteriza porque su contracción por secado cuando es expuesto a la intemperie varía a una humedad de 50% más a comparación del concreto armado. Esta contracción es aproximadamente entre 400 y 800 millonésimos.

Se emplea generalmente en la construcción de distintos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, etc. En la albañilería, el concreto simple es utilizado también en forma de tabiques o bloques.

B. Concreto armado:

Según Norma E.060 de Concreto Armado, es un concreto estructural reforzado con una cantidad no menor de la cuantía mínima de acero (1% del área total). Se caracteriza porque es resistente a la compresión, soporta mayores esfuerzos de tensión por medio del acero longitudinal y aumenta la resistencia a fuerzas torsionales y cortantes con el apoyo del acero transversal.

De acuerdo a Portland Cement Association, es un tipo de concreto que se caracteriza porque su contracción por secado es menor a la que posee el concreto simple, esto debido a que el acero que refuerza al concreto lo restringe en cierta manera el proceso de secado. Esta contracción es aproximadamente entre 200 a 300 millonésimos.

Por lo general, en la albañilería se utiliza para vaciar columnas, vigas y techos.

2.2.2. Elementos Estructurales de Concreto

2.2.2.1. Vigas

Son elementos de apoyo de la losa que puede ser aligerado o maciza, encontrándose sujetas a las cargas que le transmite la losa, así como a las cargas que actúan directamente sobre ella, tales como su propio peso, peso de tabiquería, parapetos, entre otros.

La Norma E.060 de Concreto Armado indica que son elementos que se encuentran constantemente sometidos a esfuerzos de cortante y flexión.

Depende del fin de la construcción, se define las características para dimensionar vigas de acuerdo con ACI 318-19 de Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y la Norma E.060 de Concreto Armado.

2.2.2.2. Columnas

Las vigas se apoyan sobre las columnas transmitiéndoles la fuerza cortante, que se acumulan como carga axial de los entrepisos. También, se encuentra sometidas a fuerzas de compresión, las cuales se encargan de transferir las cargas presentes en la estructura hacia la cimentación.

Conforme a Norma E.060 de Concreto Armado, menciona que la columna es diseñada esencialmente para soportar cargas axiales combinadas. Las cargas axiales son aquellas capaces de resistir una fuerza en dirección del eje, es por ello la importancia de llevar a cabo el principio de homogeneidad en el diseño de las columnas y verificar un correcto proceso de construcción para garantizar la ductilidad de este elemento.

Depende del fin de la construcción, se define las características para diseñar columnas de acuerdo con ACI 318-19 de Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y la Norma E.060 de Concreto Armado.

2.2.2.3. Muros Estructurales

La norma E.060 establece que un muro estructural que se posiciona generalmente en forma vertical. Es diseñado para separar ambientes en una edificación y resista una combinación de cargas cortantes entre las fuerzas axiales y los momentos presentes en un movimiento sísmico, los muros pueden ser diseñados de acuerdo a ACI 318-19, mediante normas

establecidas para el diseño de columnas o utilizando un procedimiento empírico.

El reglamento ACI 318-19 clasifica los muros de la siguiente manera:

- Muro estructural especial de concreto reforzado.
- Muro estructural especial prefabricado.
- Muro estructural intermedio prefabricado.
- Muro estructural ordinario de concreto reforzado.
- Muro estructural ordinario de concreto simple.

2.2.3. Disposiciones Normativas

2.2.3.1. Norma E.030 de Diseño Sismorresistente

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicamente más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa oceánica bajo la placa continental, generando terremotos de magnitud elevada con relativa frecuencia.

Los Andes se forma como resultado del proceso de subducción de una placa oceánica bajo una continental. Esta cordillera se extiende a lo largo del continente Sudamericano, desde Venezuela hasta el Sur de Chile con una anchura que oscila entre 250 km en la región central de Perú y 500 km en la frontera Perú-Chile (Tavera y Buforn, 1998).

El Perú es un país altamente sísmico debido a que está ubicado dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico. En esta región ocurren constantemente sismos, es parte de la naturaleza, y nada ni nadie los puede evitar (IGP, 2022).

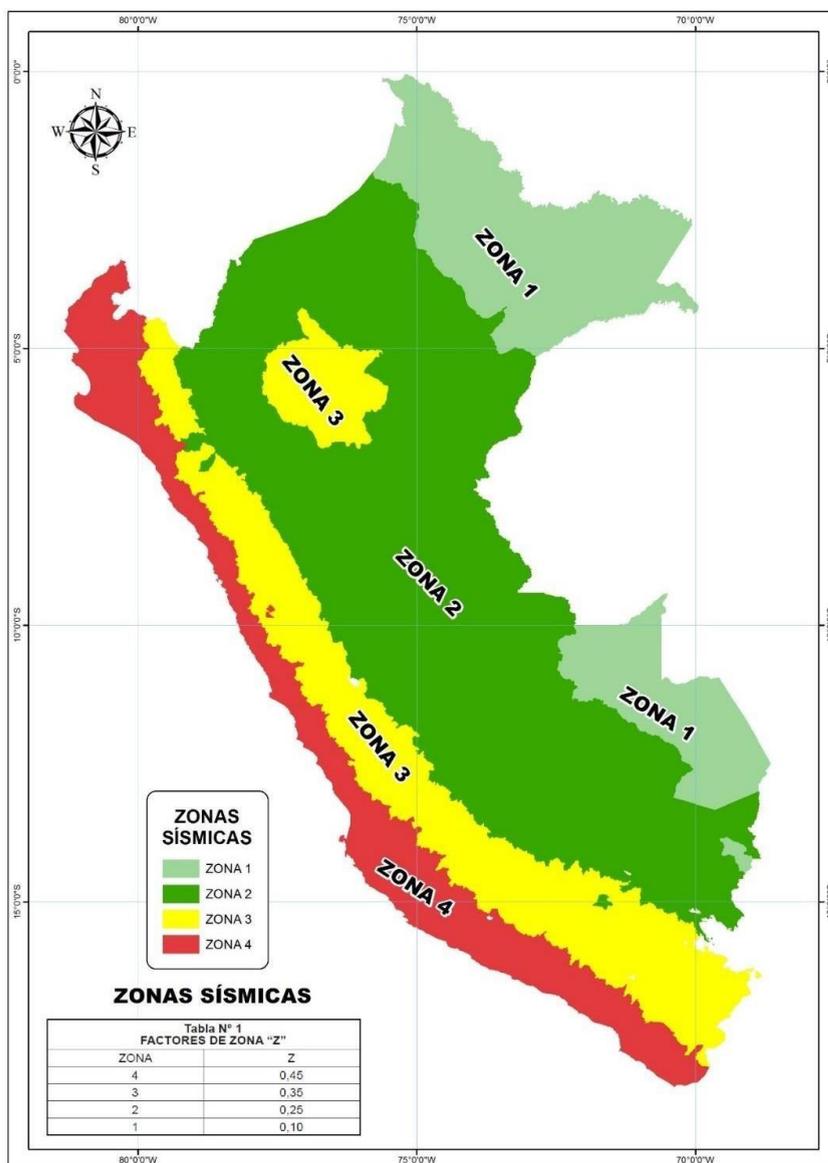
Por esta razón, del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente se encarga de establecer las condiciones mínimas para el diseño sismorresistente de las edificaciones a nivel nacional. La norma se aplica al momento de diseñar y evaluar

edificaciones, dar recomendaciones para reforzar las viviendas existentes y reparar estructuras que puedan dañarse por movimientos sísmicos, además se debe tener en cuenta medidas para prevenir desastres que son causados por los sismos como el deslizamiento masivo de tierras, fuego, cortes en columnas u otros. Para ello la Norma E.030 establece requerimientos que cumplan las condiciones mínimas conforme a los siguientes principios:

- Evitar pérdidas de vidas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad.

Figura 1

Zonificación sísmica del Perú



Nota. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Basándonos en la Norma E. 060, la fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde:

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso o importancia.

C: Factor de amplificación sísmica.

S: Factor de amplificación del suelo.

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

P: Peso total de la edificación.

El factor Z se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Se asigna a cada zona según se indica a continuación:

Tabla 1

Precisión del asentamiento del concreto fresco

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de gravedad.

El factor de uso o importancia (U) se usa según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar $U = 1$.

Tabla 2

Categoría de las edificaciones y factor "U"

Categoría	Descripción	Factor U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1

	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1,0
D Edificaciones Temporales	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Ver nota 2

Nota 1. Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2. En estas edificaciones se provee resistencia

De acuerdo a las características de sitio, el factor C se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo, pudiéndose definir por las siguientes expresiones:

$$\begin{array}{ccc}
 T < T_p & & T > T_L \\
 T_p < T < T_L & C = 2,5 &
 \end{array}$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

T es el período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

h_n : Altura total de la edificación en metros.

C_T : Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

Asimismo, C_T pudiendo asumir valores dependiendo del sistema estructural del edificio:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

El factor de amplificación del suelo S, se define:

Tabla 3

Factor del Suelo "S"

Zona \ Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
	Z ₄	0,80	1,00	1,05
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota. El factor S es un parámetro de sitio para determinar la fuerza cortante total en la base de la estructura.

El factor R se define como el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas. Se determina:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Donde:

R_0 : Coeficiente básico de reducción de acuerdo al sistema estructural.

I_a : Factor de Irregularidad (irregularidades estructurales en altura).

I_p : Factor de Irregularidad (irregularidades estructurales en planta).

Tabla 4

Sistemas estructurales

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (Nota 1)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (Nota 2)

Nota 1. Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Nota 2. Para diseño por esfuerzos admisibles.

Tabla 5

Irregularidades Estructurales en Altura

Irregularidades estructurales en altura	Factor de Irregularidad I_a
---	----------------------------------

<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,75
<p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	0,50
<p>Irregularidad Extrema de Resistencia Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalenamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Nota 1. El factor I_a se determina como el menor de los valores en las dos direcciones de análisis.

Tabla 6

Irregularidades Estructurales en Planta

Irregularidades estructurales en altura	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Nota 1. El factor I_p se determina como el menor de los valores en las dos direcciones de análisis.

Después de un movimiento sísmico, la edificación puede presentar defectos leves o severos, es necesario evaluar la vivienda para

posteriormente ser reforzada o reparada siguiendo los criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), o utilizar el conocimiento empírico que comprenda una justificación técnica razonable, además de contar con la conformidad de la autoridad correspondiente, de esta manera la edificación pueda recuperar su capacidad de resistencia ante un sismo.

2.2.3.2. Norma E.060 de Concreto Armado

Esta norma es útil para realizar el análisis de la estructura, diseñar los planos, regular la calidad de los materiales, inspeccionar el proceso de construcción, supervisar el control de calidad y supervisar que las estructuras estén fundadas de acuerdo a las exigencias y requisitos solicitados.

Las estructuras y los elementos estructurales deben diseñarse para alcanzar, por lo menos, una igualdad entre las resistencias de diseño (ϕR_n) y las resistencias requeridas (R_u) en todas sus secciones. Debiéndose cumplir que:

$$\phi R_n \geq R_u$$

Siendo, la resistencia requerida para cargas muertas y cargas vivas como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV$$

Donde:

U : Resistencia requerida para resistir las cargas amplificadas.

CM : Cargas muertas.

CV : Cargas vivas.

A. Requisitos para realizar la evaluación y aceptación del concreto

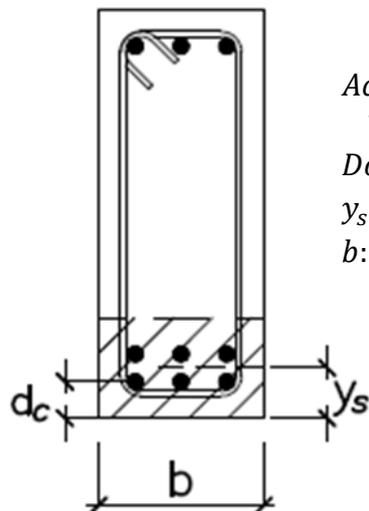
- Las muestras que son tomadas para analizar la resistencia del concreto que es colocado en días consecutivos se debe tomar no menos de una vez por día, ni tampoco menos de una vez por

cada 50 metros cúbicos de concreto. Para determinar la resistencia se debe promediar la resistencia de dos probetas cilíndricas que hayan sido obtenidas de igual concreto y que hayan sido ensayadas a los 28 días o el tiempo determinado por un especialista para determinar la fuerza de compresión del concreto.

- Las muestras deberán ser evaluados conforme al reglamento ASTM C 172.
- Las probetas cilíndricas deberán ser elaboradas con respecto a la norma ASTM C 31 y deben ser ensayados conforme a la norma ASTM C 39M.
- Para determinar que la resistencia es aceptable, debe considerarse los siguientes requisitos:
 - La fuerza de compresión de cada promedio aritmético de tres ensayos que han sido elaborados consecutivamente debe ser igual o superior a la resistencia estudiada.
 - El promedio de resistencia de dos cilindros debe ser menor que la fuerza de compresión estudiada.

B. Criterio de aceptación del concreto

- Se debe tomar un elemento para ensayar y no debe mostrar evidencias de haber sido dañados, si presenta descascaramiento o deformaciones se debe considerar como un indicador de falla en la estructura.
- La presencia de fisuras en la estructura muestra que existe fallas que han sido producidas por cortante.
- Se debe evaluar los elementos estructurales que no presenten refuerzo transversal, ya que tienden a proyectarse mucho más horizontalmente que verticalmente y puede mostrar fisuras opuestas al eje longitudinal.

Figura 2*Área efectiva de concreto en tracción*

$$A_{ct} = 2 y_s b$$

*Donde:**y_s: Centroide del refuerzo principal por tracción.**b: Ancho de la cara en compresión del elemento.*

Nota. A_{ct} es el área efectiva del concreto en tracción (mm^2) que rodea al refuerzo principal de tracción y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras.

2.2.3.3. Norma E.070 de Albañilería

Esta norma determina las exigencias para realizar un análisis, diseño de la estructura por métodos que se basan en principios instituidos por la resistencia y la mecánica de los materiales, materiales directos que se usarán, el proceso de construcción y supervisión de las viviendas de albañilería que han sido construidas por muros armados y muros confinados principalmente. Se apoya de la Norma E.030 de diseño sísmico, la Norma E.060 de concreto armado y mediante la presente norma determina los efectos que producen las cargas vivas y muertas, los sismos, los vientos, cambios en la temperatura, deformaciones, asentamientos, entre otros.

A. Concreto líquido o grout

El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo.

El concreto líquido o grout se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados, y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural.

Tabla 7

Composición volumétrica del concreto líquido o grout

Concreto Líquido	Cemento	Cal	Arena	Confitillo
Fino	1	0 a 1/10	2 ¼ a 3 veces la suma de los volúmenes de los aglomerantes	-----
Grueso	1	0 a 1/10	2 ¼ a 3 veces la suma de los aglomerantes	1 a 2 veces la suma de los aglomerantes

Nota. Los materiales que componen el grout serán batidos mecánicamente con agua potable hasta lograr la consistencia de un líquido uniforme, sin segregación de los agregados, con un revenimiento medido en el Cono de Abrams comprendido entre 225 mm a 275 mm.

2.2.4. Control de Calidad del Concreto

Para realizar un control de calidad del concreto se debe tener en cuenta que todos los ensayos deben ser ejecutados por técnicos que estén calificados para realizar ensayos de campo.

2.2.4.1. Concreto fresco:

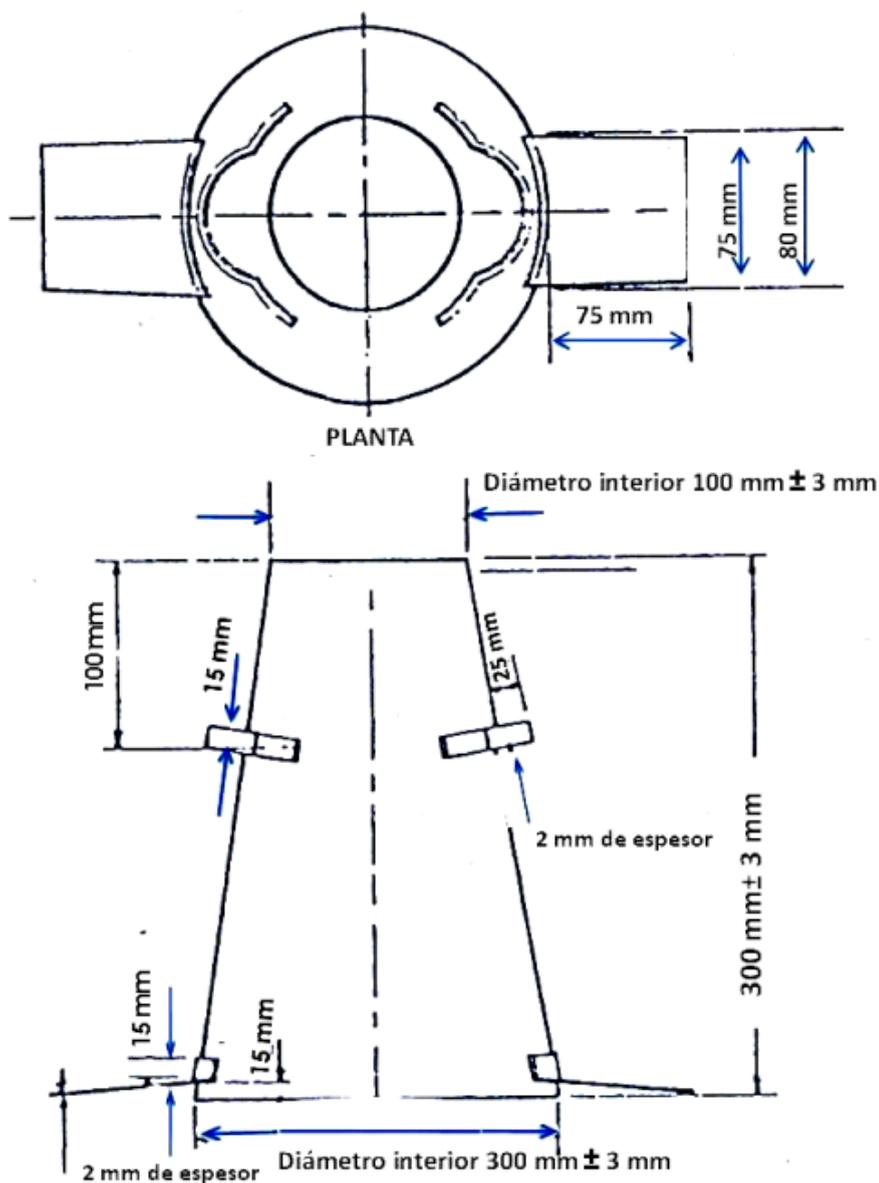
A. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico

Es una prueba aplicable a concretos plásticos que sirve para determinar el asentamiento del concreto en estado fresco, ya sea en

campo o laboratorio, se encuentra establecida bajo la NTP 339.035, la cual lo nombra como Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams, para esta prueba la mezcla debe cumplir con las propiedades de flexibilidad, resistencia, consistencia y tensión y los materiales serán tomados conforme se indica en la NTP 339.035.

Figura 3

Dimensiones del Cono de Abrams



Nota. Dimensiones del molde según indica en la NTP 339.035.

Tabla 8

Precisión del asentamiento del concreto fresco

Asentamiento y tipo de operador	Desviación estándar (1s)	Rango aceptable de dos resultados (d2s)
Un solo operador	mm	mm
▪ Asentamiento 30 mm	6	17
▪ Asentamiento 85 mm	9	25
▪ Asentamiento 160 mm	10	28
Multilaboratorio		
▪ Asentamiento 30 mm	7	20
▪ Asentamiento 85 mm	10	28
▪ Asentamiento 160 mm	13	38

Nota. Este método de ensayo no tiene sesgo puesto que el asentamiento es definido solamente en términos de este ensayo.

2.2.4.2. Concreto endurecido

A. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Una vez que el concreto se encuentre en estado endurecido y haya alcanzado la resistencia óptima, se debe llevar a cabo una evaluación del concreto según la NTP 339.034.

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad que se encuentra en un rango preestablecido hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

P : Carga máxima aplicada.

A : Área.

Tabla 9

Diámetros máximos de especímenes de ensayo

Diámetro de espécimen de ensayo (mm)	Máximo diámetro (mm)
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Nota. El máximo diámetro del bloque de apoyo de la base esférica suspendida no excederá los valores indicados.

Tabla 10

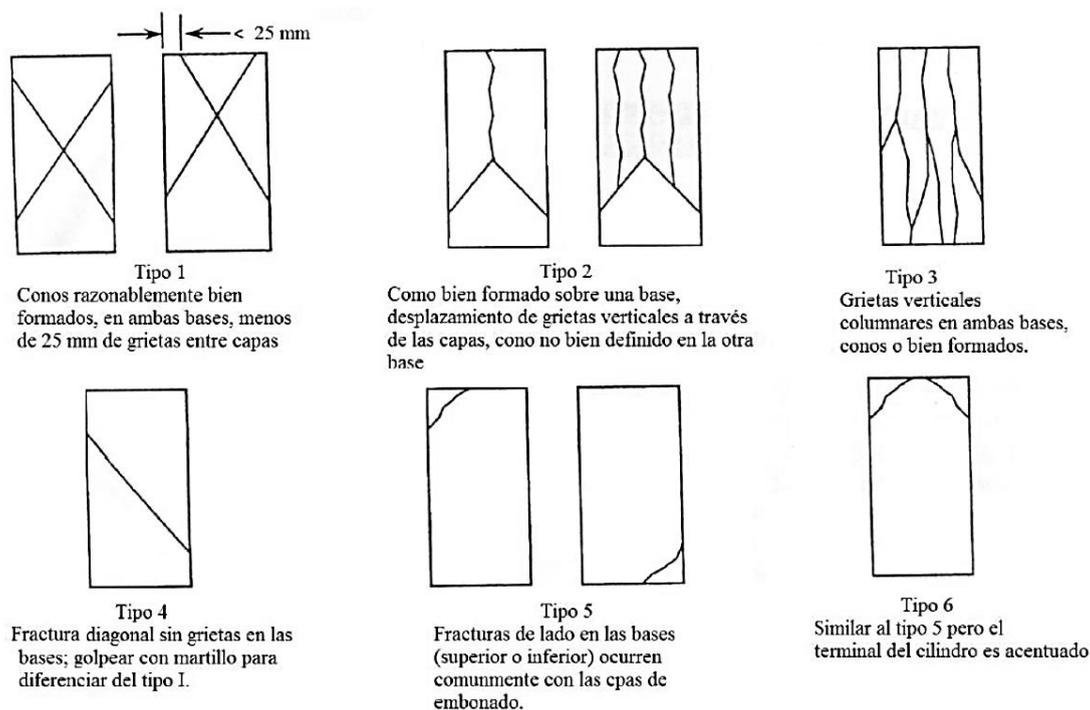
Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1%
3 d	± 2 h ó 2,8%
7 d	± 6 h ó 3,6%
28 d	± 20 h ó 3,0%
90 d	± 48 h ó 2,2%

Nota. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias.

Figura 4

Esquema de los patrones de tipos de fractura

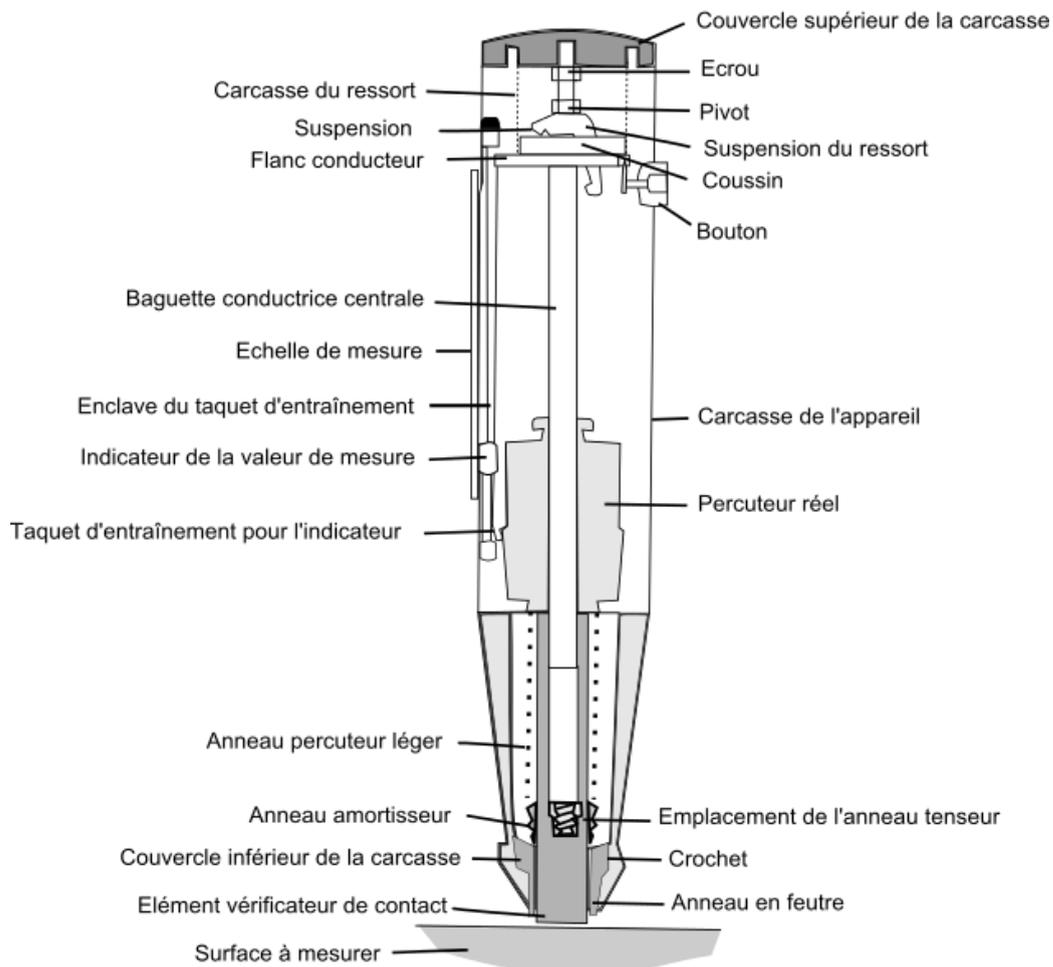


Nota. El tipo de fractura en un testigo se determinará en el momento exacto de la falla cuando se realice el ensayo de compresión.

B. Estimación a la compresión mediante la Esclerometría

Mediante la NTP 339.181 ha sido establecido un procedimiento para determinar la resistencia y uniformidad del concreto endurecido en una obra, definir zonas de una estructura que presenten baja resistencia a la compresión, además de evaluar los elementos estableciendo en laboratorio curvas de correlación entre el número de rebote y el esfuerzo.

El martillo de Schmidt es el equipo utilizado habitualmente para elaborar el ensayo de esclerometría. Determina el esfuerzo máximo que puede soportar el concreto y no genera ningún tipo de destrucción en el material.

Figura 5*Martillo de Schmidt*

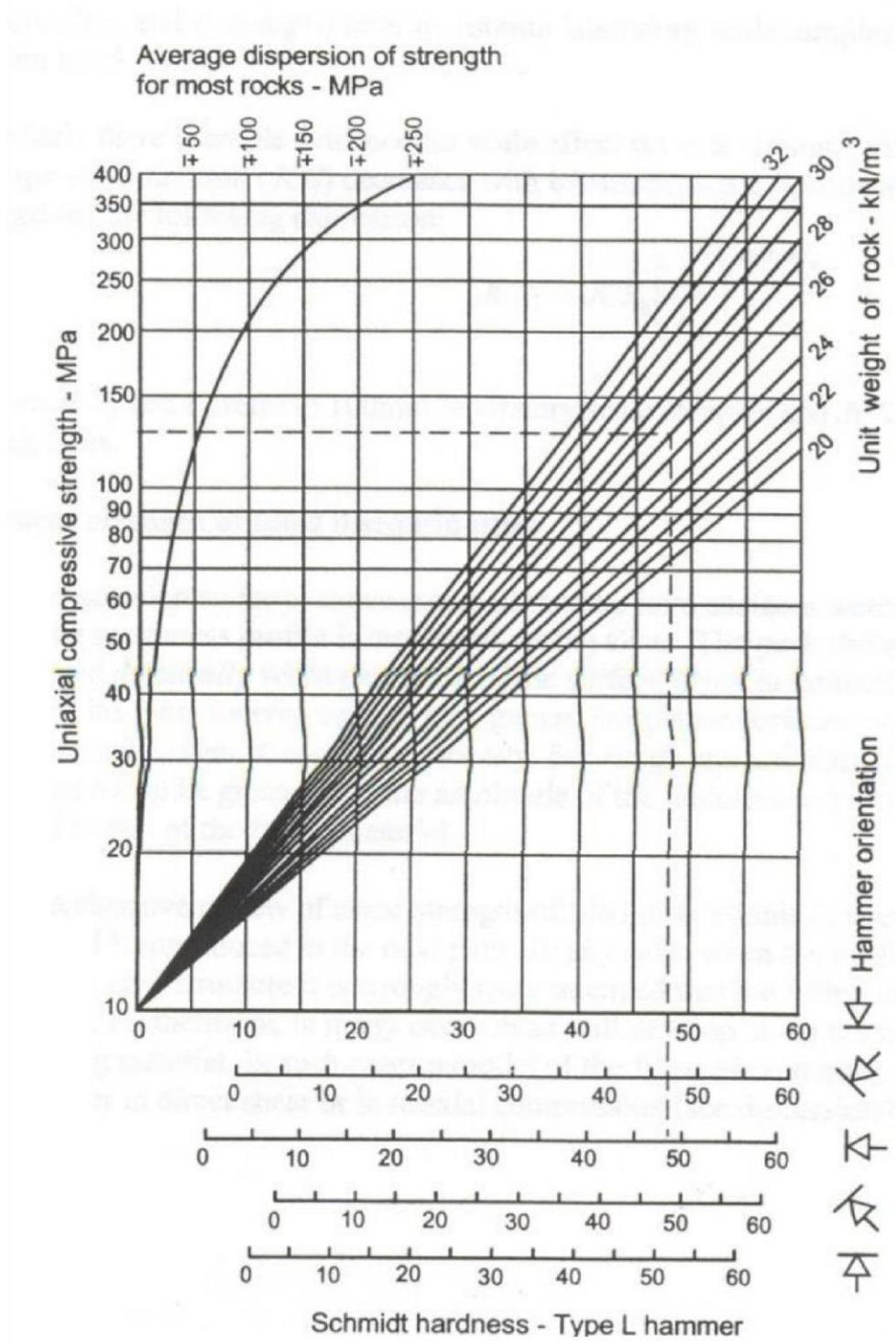
Nota. Martillo de Schmidt y sus componentes.

Este ensayo se define por el número de rebote (R), se realizará en por lo menos en seis lugares diferentes, se ejecuta presionando el percutor que impacta hacia la superficie ubicada perpendicularmente al martillo de acero, el cual impacta con una cierta cantidad de energía inicial y con la ayuda de un resorte para que este descargue sobre el percutor.

Esta medida del rebote se correlaciona con la resistencia mediante el Ábaco de Miller, que tiene en cuenta la densidad del material y la orientación del martillo respecto al plano ensayado.

Figura 6

Ábaco de Miller



Nota. Gráfico de correlación para el martillo Schmidt entre resistencia a compresión, densidad del material y rebote (Miller, 1965).

Con los resultados obtenidos, se puede clasificar el material por su resistencia.

Tabla 11

Clasificación de la resistencia según la ISRM

Descripción	Resistencia a compresión
Extremadamente blanda	< 1 MPa
Muy blanda	1 - 5 MPa
Blanda	5 - 25 MPa
Moderadamente blanda	25 - 50 MPa
Dura	50 - 100 MPa
Muy dura	100 - 250 MPa
Extremadamente dura	> 250 MPa

Nota. Clasificación según la International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISMR).

C. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante la Diamantina

Es un ensayo que se usa para determinar la resistencia a la compresión que es analizada mediante corozones diamantinos mediante un procedimiento regulado por la NTP 339.059, esto será necesario utilizarlo cuando haya duda sobre la resistencia del concreto que ha sido colocado in situ o cuando la estructura presente signos de

deterioro que son causados por la cantidad de humedad existente en la estructura.

Normalmente se asume que la resistencia que presentan los corazones diamantinos es el 85% de la resistencia de una probeta normal, para determinar la aceptación de la muestra perforada se realiza de acuerdo a la NTE 0.60 y el Reglamento Nacional de Edificaciones. Para realizar el ensayo se debe hacer de acuerdo a la NTP 339.034 y se debe hacer con un plazo de siete días máximo después de la extracción, salvo excepciones que indique el especialista.

Para tomar una muestra de un elemento estructural se debe ubicar perpendicularmente a la superficie vertical, de preferencia se debe ubicar al centro de la estructura, el diámetro del espécimen no debe ser menor de 95 mm, su longitud debe estaré entre 1,9 y 2,1 veces su diámetro de acuerdo a la NTP 339.211.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia especificada a la compresión del concreto.

P : Carga máxima aplicada.

A : Área.

D. Pruebas químicas

La agresión producida el entorno a la estructura se encuentra en función a la presencia de compuestos químicos que interactúan con el concreto y el acero de reforzamiento, ocasionando efectos perjudiciales y destructivos en la edificación.

D.1. Eflorescencia

Las eflorescencias son normalmente de tonalidades blancas que son formadas en la superficie de la estructura cuando las sales del concreto se exteriorizan a través de una acción capilar en consecuencia de la evaporación de la humedad, que fue causada por las lluvias, bajas temperaturas y agua desbordada por los elementos, entre otros; este fenómeno no suele dañar la estructura, pero brinda un mal aspecto a la edificación.

La norma ACI 364 menciona que las eflorescencias deben estar en constante medición y se debe registrar los cambios que sufre el concreto, los cuales deben ser supervisados y monitoreados mediante fotografías.

D.2. Potencial de corrosión

Este fenómeno del concreto armado es un problema que afecta a la resistencia de los elementos de la estructura, ya que la permeabilidad beneficia la creación de ambientes ácidos y corrosivos, reduce y lesiona el espesor de los elementos y causa daños en la estructura por agrietamiento, esto se puede dar por contar con un recubrimiento menor a lo indicado por la norma, el acero de refuerzo se mantiene en estado pasivo y representa una velocidad de corrosión insignificante, esto se ve alterado con la presencia de sulfatos, cloruros y dióxido de carbono en la parte superior de la armadura creando condiciones corrosivas.

D.3. Cloruros y sulfatos

La presencia de sulfatos en el concreto, forma compuestos que deterioran los materiales que pueden causar la fisuración de la estructura, de esta manera proporciona facilidad para que los cloruros penetren la estructura. Por otro lado, la presencia de cloruros puede trasladarse hasta llegar al acero de refuerzo y causar que el acero pierda su estado pasivo y se corroa progresivamente.

Tabla 12*Requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos*

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo (% en el peso)	Sulfato (SO ₄) en el agua ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua-material cementante (en peso) para concretos de peso normal	<i>f'</i> c mínimo o (MPa) para concreto de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq \text{SO}_4 < 0,1$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	--	--	--
Moderada	$0,1 \leq \text{SO}_4 < 0,2$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(M), I(SM)(M)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq \text{SO}_4 < 2,0$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy Severa	$2,0 < \text{SO}_4$	$10000 < \text{SO}_4$	Tipo V más puzolana	0,45	31

Nota. El cloruro de calcio no debe emplearse como aditivo en concretos sometidos a exposición a sulfatos severa o muy severa.

Tabla 13

Contenido máximo de iones cloruro para la protección contra la corrosión del refuerzo

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (% en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0.06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1.00
Otras construcciones de concreto armado	0.30

Nota. Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes no deben exceder los límites.

E. Deflectometría

Se realiza para determinar la deformación que se genera al momento de aplicar una fuerza mayor a lo diseñado en las losas de cada nivel de la edificación, permitiendo caracterizar su capacidad estructural.

La norma E.060, limita el control de deflexiones diferidas, según lo siguiente:

Tabla 14*Deflexiones Máximas Admisibles*

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debido a la carga viva.	$l/180$
Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debido a la carga viva.	$l/360$
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debido a las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional).	$l/480$
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240$

Nota. La deflexión calculada no debe exceder los límites establecidos.

Para el ensayo se emplea un nivel laser o una estación total.

E.1. Nivel láser

Es un elemento electrónico que sirve para realizar estudios de nivelaciones en un plano vertical y horizontal o calcular la amplitud de ángulos mediante la proyección de líneas en diferentes direcciones.

E.2. Estación total

La estación total puede medir ángulos y distancias de manera electrónica y procesar trigonómicamente para darnos, como mínimo, unas coordenadas de posición en el espacio.

2.2.5. Patologías en el concreto

Son problemas constructivos muy comunes en la actualidad, esto debido a que no se toma en cuenta la presencia de un experto en construcción como un ingeniero civil para dirigir las diferentes etapas de ejecución en un proyecto, estas patologías repercuten económicamente en el momento que se realiza el Informe de Evaluación de Edificios, en donde se verifica que el edificio cuente con un nivel de seguridad óptimo para las personas que lo habitarán.

2.2.5.1. Patologías del Concreto Fresco

La certificación internacional abarca 7 ensayos principales para avalar la calidad del hormigón fresco, basados en las Normas ASTM:

- Temperatura del hormigón de cemento hidráulica recién mezclado (C1064).
- Muestreo del hormigón recién mezclado (C172).
- Asentamiento del hormigón de cemento hidráulico (C143).
- Densidad (Peso Unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del hormigón (C138).
- Contenido de aire del hormigón recién mezclado: Método de Presión (C231).
- Contenido de aire del hormigón recién mezclado: Método Volumétrico (C173).
- Preparación y curado de especímenes de ensayo del hormigón en obra (C31).

2.2.5.2. Patologías del Concreto Endurecido

Una estructura puede presentar 3 tipos:

A. Mecánicas

Este tipo de lesión viene a ser un proceso compuesto entre fuerzas internas y externas, dañando a la estructura y produciendo fisuras, deformaciones, grietas, desprendimientos y fisuras.

- Fisura: Son aberturas que se generan en los muros debido a los asentamientos diferenciales que existen en un elemento, concentración de esfuerzos y/o transferencia irregular de carga por configuración estructural, en el cual no afecta la resistencia del componente debido a que el daño se presenta en los revestimientos.

B. Físicas

Los agentes físicos externos como el viento, agua, erosión pueden originar fisuras de diferentes tamaños, además de humedad y suciedad.

- Humedad: Canales y Casas (2020) nos dicen que la humedad capilar es la ascensión del agua del suelo, a través de los cimientos del muro o elementos estructurales que estas en contacto con el suelo. El agua circula a través de tubos o poros muy finos del material de cada elemento, puede expandirse en cualquier dirección hasta llegar a la superficie y hacerse visible.
- Erosión: se presenta cuando hay un declive violento de temperatura, donde el agua se introduce por los poros del concreto, posteriormente se convierte en hielo y al aumentar su tamaño puede producir fracturas leves a graves en los elementos de la edificación, esto a causa de los agentes atmosféricos ambientales externos
- Suciedad: la exposición de las edificaciones a la contaminación del medio ambiente y el uso de materiales directos que son porosos, favorecen a la acumulación de suciedad en los frontis de las viviendas.

C. Químicas:

Los mecanismos atmosféricos y los componentes químicos que tiene cada material para la construcción generan una serie de reacciones químicas como son la eflorescencia y corrosión.

- **Corrosión:** Es una reacción química que afecta a los materiales de acero y hierro, los cuales sufren una transformación molecular mediante un proceso de desgaste en la parte externa de los metales.

2.3. Marco Conceptual

- **Agujeros:** Es una abertura de forma más o menos redondeada que se forma en la superficie del concreto o lo atraviesa (Zanni, 2008).
- **Cavitación:** Es el deterioro de una superficie del concreto producido por la circulación de agua a alta velocidad y la formación de bolsas de aire que implosionan arrastrando al material por efecto del vacío de presión (Montejo et al., 2013).
- **Compresión:** Es un proceso físico que se forma cuando un elemento es sometido a la acción de dos fuerzas que son opuestas entre sí, causa la disminución de su tamaño (Dias, 2014).
- **Concreto:** Mezcla sólida y resistente que es elaborada a base de cemento, agregados y agua, se usa para la construcción a nivel mundial (Broto, 2012).
- **Contraflecha:** Al momento que la viga se expone a la acción de una carga explícita va a generar una curvatura ligera y convexa que compensa alguna flecha (Río Bueno, 2008).
- **Deflexión:** Se denomina deflexión a la deformación que se genera al momento de aplicar una fuerza mayor a lo diseñado en un elemento (Río Bueno, 2008).
- **Descascaros:** Es la delaminación local o desprendimiento de una superficie de concreto endurecido como resultado de su exposición a ciclos de congelación y deshielo (Montejo et al., 2013).
- **Esclerometría:** Es un ensayo no invasivo que sirve para determinar la resistencia del concreto mediante el esclerómetro, además de servir como un método para comprobar y verificar que el concreto endurecido sea homogéneo en su resistencia (Broto, 2012).

- **Erosión:** Es el desgaste que sufre una superficie de concreto por la acción de las fuerzas de la naturaleza, pudiendo ser físicos o químicos (Serrano, 1998).
- **Fisura:** Es la rotura o separación que se puede apreciar en los acabados superficiales de un elemento, de acuerdo al ACI existen fisuras finas, medias y anchas (Montejo et al., 2013).
- **Fisurómetro:** Son las herramientas que permiten medir y cuantificar los movimientos producidos en una fisura en relación al tiempo o a la temperatura y los que permiten medir al espesor de una fisura (Broto, 2012).
- **Flecha:** En ingeniería se denomina flecha a la distancia máxima que existe entre la sección longitudinal de su fibra neutra de una viga que se encuentra en estado de reposo y bajo una carga flexionada (Río Bueno, 2008).
- **Fragmentación:** Es el proceso por el cual se descompone o subdivide un material en partes más pequeñas, generalmente debido a acciones externas o al efecto de la expansión térmica (Montejo et al., 2013).
- **Génesis:** De acuerdo a lo estudiado, hace referencia al proceso por el cual ha originado alguna patología en la infraestructura (Zanni, 2008).
- **Grieta:** Es una rotura longitudinal que se encuentra ligeramente separada entre los bordes de un elemento estructural como las columnas, vigas y losas, estas ocurren debido al exceso de carga, soporte de suelo deficiente o una construcción defectuosa (Montejo et al., 2013).
- **Microgrieta:** Grieta de tamaño muy pequeño que se forman en un elemento estructural como las columnas, vigas y losas (Serrano, 1998).
- **Grout:** Es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua que se emplea para rellenar los alvéolos de las unidades de albañilería en la construcción de los muros armados y tiene como función integrar el refuerzo con la albañilería en un sólo conjunto estructural (Montejo et al., 2013).

- **Patología:** Se denomina patología a una serie de características y procesos que pertenecen a las enfermedades y también hace referencia a los estudios específicos de ingeniería sobre de las causas, consecuencias y al diagnóstico de los daños que sufren los elementos del concreto (Montejo et al., 2013).
- **Permeabilidad:** Se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo (Zanni, 2008).
- **Probetas Testigo:** Se refiere al material extraído y posteriormente ensayado para determinar su resistencia a fuerzas de compresión (Broto, 2012).
- **Resistencia:** Capacidad de soporte de un elemento o estructura al momento que se aplica una fuerza o presión, para evitar romperse o deformarse (Broto, 2012).
- **Segregación:** Los agregados y la pasta se separan mediante una técnica mecánica, ya sea por exceso de humedad o por mezcla seca formando cangrejas (Montejo et al., 2013).

2.4. Sistema de hipótesis

Un análisis de las patologías de génesis determinará el grado de daño de los elementos estructurales y no estructurales en el edificio multifamiliar El Palmar en la urbanización El Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad, correspondiente al cumplimiento de las normas peruanas vigentes contempladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones tal como la E.060 y E.070.

2.5. Variable

- Patologías de génesis en edificación

Tabla 15

Cuadro de operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	INSTRUMENTO
PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EDIFICACIÓN	Se definen como los problemas, daños, desperfectos, deterioro que puede sufrir el concreto en su fase inicial. Además de ello también podemos hablar de sus causas, consecuencias y formas en las cuales podemos contrarrestar estos. El concreto suele sufrir daños que al producirse suelen modificar su forma, tanto interna, como externa.	Conjunto de fallas iniciales que se producen en el concreto en estado endurecido y evaluados en elementos estructurales a través de la aplicación de instrumentos y equipos, tales como el nivel láser autonivelante y el esclerómetro. Los resultados serán procesados mediante metodologías que garanticen su confiabilidad.	Irregularidad en elementos estructurales.	Deflexiones	Milímetro (mm)	Ficha de recolección de datos
			Patologías del concreto en elementos estructurales.	Fisuras Grietas Segregaciones Eflorescencia	Milímetro (mm)	Ficha de Observación Ficha de recolección de datos Fichas técnicas de resultados en Excel Normas NTP
			Resistencia a la compresión.	Esclerometría	Global (glb)	Ficha de recolección de datos Fichas técnicas de resultados en Excel Normas NTP

Nota. El cuadro muestra la variable cuantitativa de estudio y el método de medición en la presente investigación.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a la orientación o finalidad la investigación es aplicada y con respecto a la técnica de contratación es descriptiva.

3.2. Población y muestra

- Población: El edificio multifamiliar El Palmar en la urbanización El Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.
- Muestra: Columnas y Vigas del Edificio multifamiliar El Palmar en la urbanización El Golf, Distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.

3.3. Diseño de investigación

La investigación se realizará en cuatro etapas en cuanto al proceso metodológico de las patologías estructurales, estas basadas en un análisis cualitativo y descriptivo.

- Sintomatología: Identificar las fisuras y deformaciones presentes en la edificación.
- Diagnóstico: Por medio del análisis visual, y pruebas no destructivas se definen las causas y evolución de los síntomas.
- Terapéutica: Toda lesión necesita una reparación, en esto se basa el análisis patológico, allí se pueden presentar diferentes valoraciones, entre ellas cualitativas, cuantitativas, entre otras. Las fisuras, deformaciones, manchas, humedades, entre otros; son síntomas que, de acuerdo con los distintos materiales o elementos estructurales dañados, permiten una lectura precisa, tanto sobre la causa como la relación con la evolución del proceso patológico.
- Análisis cuantitativo y cualitativo: Diagnosticada la edificación, corresponde analizarla cualitativa y cuantitativamente, junto con otras características y las posibles estrategias de intervención, permitan la toma de decisión pertinente, que habrá de plasmarse en el informe final de patología y proyecto de intervención respectivo.

3.4. Técnicas e Instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas

Mediante la técnica de la observación logramos realizar un informe de patología observacional, lo cual nos servirá para adquirir las características que presentaba la edificación en el momento del estudio.

3.4.2. Instrumentos

- Se realizó el Ensayo de Esclerometría en el cual evaluamos la uniformidad del concreto en los 4 niveles estudiados, además delimitamos las zonas de baja resistencia en las estructuras y de esta manera pudimos determinar los niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.
- Se realizó un Control de Deflexiones en Losas empleando el nivel láser autonivelante, en los dos paños de losas con mayor dimensión, sobre los cuales, existían muros discontinuos que presentaban patologías de génesis graves.

3.5. Procesamiento y análisis de datos.

Para la obtención de los datos requeridos en el estudio se realizó lo siguiente:

- Ensayo de esclerometría (12 puntos): Se realizó tomando como referencia la norma ASTM C805-13, empleando esclerómetro Hemitage PA 16148.
- Control de Deflexiones: Se ejecutó mediante el uso del nivel láser autonivelante y de acuerdo a la norma E.060, la cual brinda información sobre las deflexiones máximas admisibles.
- Patología observacional: Se utilizó un mapeo de lesiones para encontrar las diferentes patologías en la edificación.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Ensayo de Esclerometría

Se realizó el ensayo en 12 puntos distribuidos entre el segundo, tercer, cuarto y quinto nivel; eligiendo 3 vigas por nivel, como una muestra suficiente para caracterizar la resistencia a la compresión del concreto. En cada ensayo, se realizaron 10 tomas de datos (10 golpes por cada punto) en las vigas de concreto de $f'c$ 210 kg/cm². La ubicación de los puntos ensayados se aprecia en el Anexo IV.

A continuación, se detallan los resultados de las resistencias obtenidas en los puntos de análisis:

Tabla 16

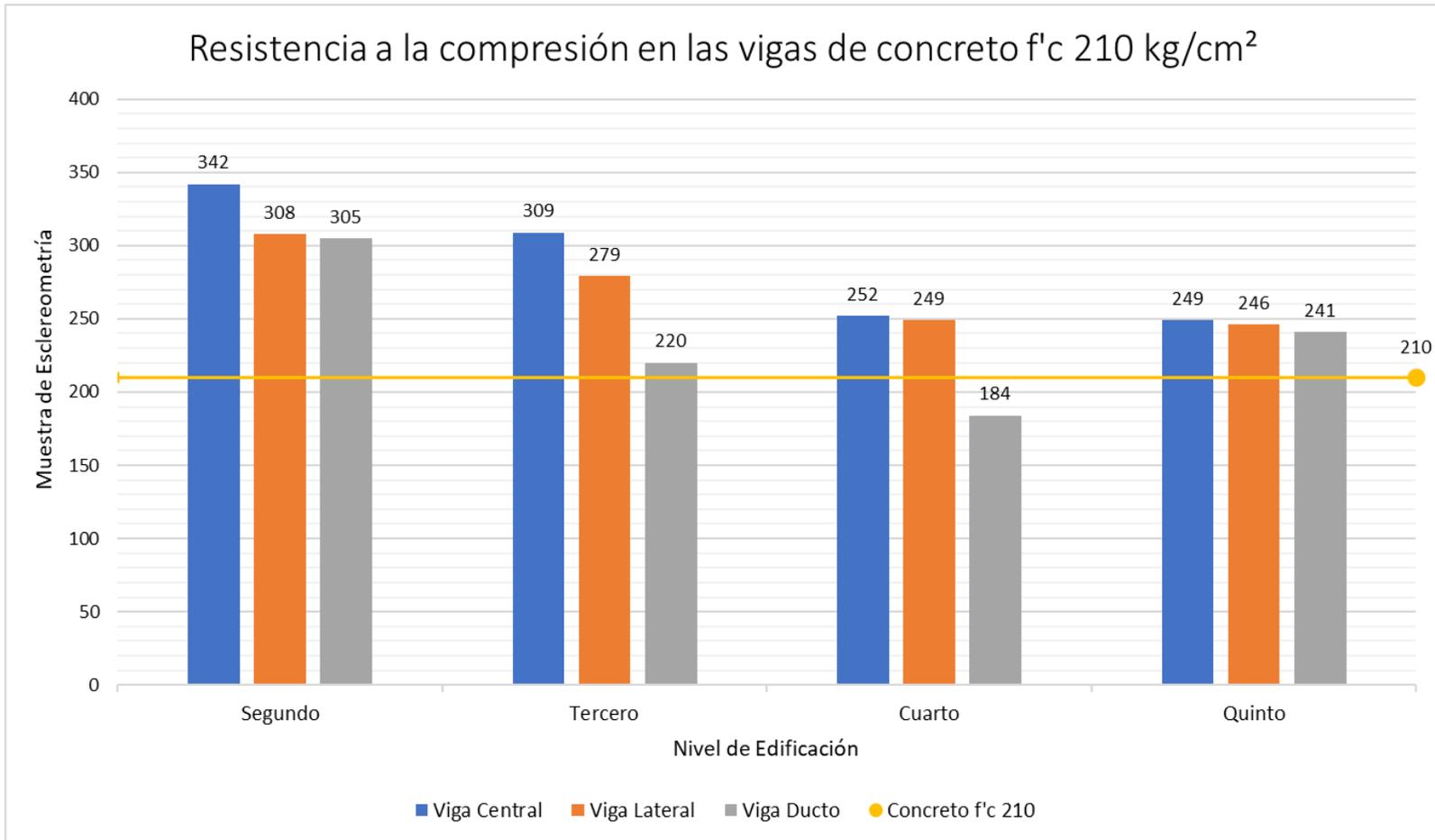
Análisis esclerométrico en las vigas de la edificación según nivel

N°	Nivel	Elemento estructural	Edad de concreto (días)	Número de rebote (n)										Promedio	Resistencia referencial (kg/cm ²)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1		Viga Central	≥ 28	42	38	34	44	38	44	42	40	40	40	40.2	342
2	Nivel 2	Viga Lateral	≥ 28	42	36	48	36	42	36	38	38	38	38	39.2	308
3		Viga Ducto	≥ 28	34	34	36	42	42	36	36	38	44	48	39.0	305
4		Viga Central	≥ 28	34	36	34	40	38	38	36	36	40	38	37.0	309
5	Nivel 3	Viga Lateral	≥ 28	34	34	36	34	36	36	36	36	32	34	34.8	279
6		Viga Ducto	≥ 28	32	30	30	30	32	32	32	28	28	30	30.4	220
7		Viga Central	≥ 28	30	34	30	30	32	34	34	34	36	34	32.8	252
8	Nivel 4	Viga Lateral	≥ 28	32	32	32	30	32	34	34	34	32	34	32.6	249
9		Viga Ducto	≥ 28	29	28	27	27	28	25	28	26	30	28	27.6	184
10		Viga Central	≥ 28	32	32	34	35	31	30	32	36	34	30	32.6	249
11	Nivel 5	Viga Lateral	≥ 28	34	34	32	32	30	32	32	32	32	34	32.4	246
12		Viga Ducto	≥ 28	32	32	31	28	36	32	34	32	27	36	32.0	241

Nota. La tabla muestra la resistencia a la compresión en las vigas de concreto de la edificación medidas mediante el ensayo de esclerometría.

Figura 7

Resultados de ensayo de esclerometría en vigas de edificación según nivel



Nota. El gráfico muestra la resistencia a la compresión en las vigas de concreto de la edificación medidas mediante el ensayo de esclerometría.

4.2. Control de Deflexión en Vigas

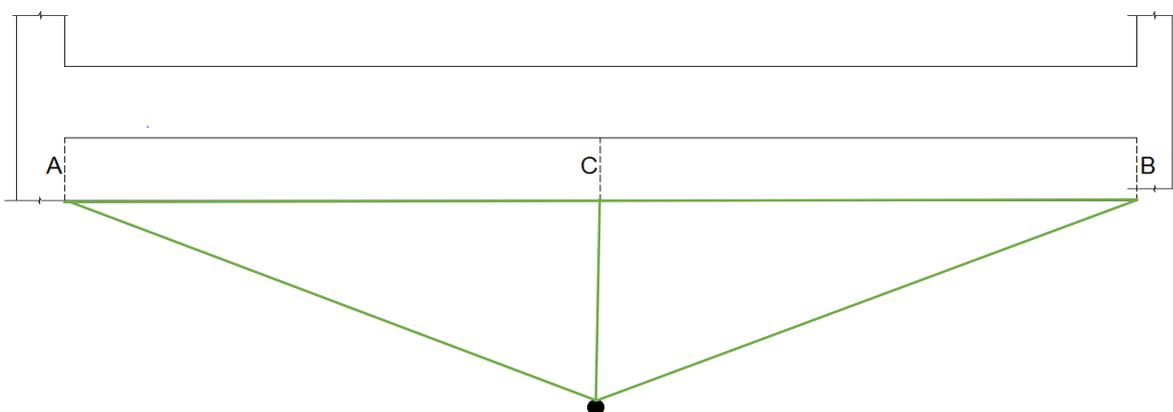
Se realizó control de deflexiones en las vigas de concreto $f'c$ 210 kg/cm², empleando nivel láser autonivelante, en los dos paños de losas con mayor dimensión del segundo, tercer y cuarto nivel de la edificación; sobre los cuales, existen muros discontinuos que presentan patologías de génesis importantes.

La ubicación de los puntos ensayados se aprecia en el Anexo V; para el segundo, tercer y cuarto nivel, respectivamente.

En la siguiente figura se especifica los puntos de análisis y la representación gráfica de la deflexión ocurrida en una viga para el análisis de deflexión:

Figura 8

Gráfico de deflexión en vigas



Nota. El gráfico muestra la deflexión ocurrida en una viga de concreto y sus puntos de análisis.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en los puntos de análisis:

Tabla 17

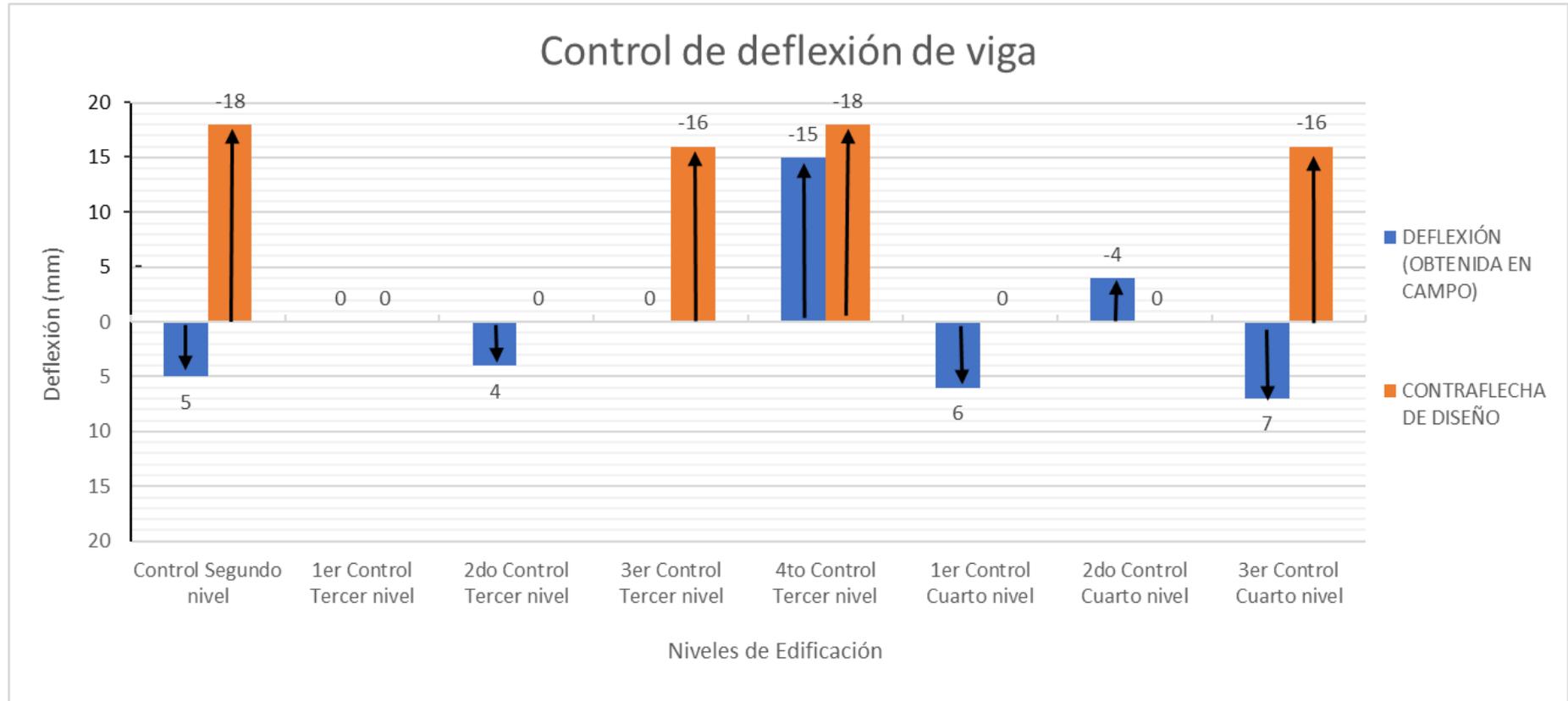
Cuadro resumen del control de deflexión de vigas en la edificación

NIVEL DE ESTUDIO	UBICACIÓN DE VIGA	LONGITUD LUZ LIBRE (m)	PUNTO A (mm)	PUNTO B (mm)	PUNTO C (mm)	PROMEDIO (mm) $\bar{x} = \frac{A+B}{2}$	DEFLEXIÓN (mm) $(\bar{x} - c)$	CONTRAFLECHA DE DISEÑO (mm)	TOTAL (mm)
SEGUNDO	EJE Y1 (ENTRE C-2 Y C-2)	7.25	89.4	90.30	89.40	89.85	↓ 5	↑ 18	↓ 23
	EJE Y2 (ENTRE P-3 Y P-4)	5.2	86.5	85.80	85.90	86.15	-	-	-
TERCERO	EJE Y2 (ENTRE P-5 Y C-3)	5.5	86.3	86.00	85.80	86.15	↓ 4	-	↓ 4
	EJE Y2 (ENTRE C-3 Y C-4)	6.6	85	85.20	85.10	85.10	-	↑ 16	↓ 16
	EJE Y2 (ENTRE C-2 Y C-2)	7.25	84.6	85.00	86.30	84.80	↑ 15	↑ 18	↓ 3
CUARTO	EJE X5 (ENTRE C-5 Y C-3)	5.1	83.9	83.90	83.30	83.90	↓ 6	-	↓ 6
	EJE Y2 (ENTRE P-5 Y C-3)	5.5	87.5	87.40	87.80	87.45	↑ 4	-	↑ 4
	EJE Y2 (ENTRE C-3 Y C-4)	5.5	90.8	91.30	90.40	91.05	↓ 7	↑ 16	↓ 23

Nota. El cuadro resumen muestra la deflexión en las vigas de concreto de la edificación.

Figura 9

Control de deflexión de vigas en la edificación



Nota. El gráfico muestra la deflexión en las vigas de concreto $f'c$ 210 kg/cm² de la edificación.

4.3. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Se realizó la determinación de la resistencia a la compresión del concreto empleando muestras cilíndricas o testigos extraídos de la edificación. A continuación, se detallan los resultados obtenidos del análisis:

Tabla 18

Características de las muestras cilíndricas de concreto

Nº de Testigo	Código	Descripción del elemento estructural	Características de la probeta								
			Condición del concreto	D promedio (cm)	Sección (cm ²)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Peso (kg)	Observación
01	SP-VC-07/11	Segundo Piso Viga Central	Obra	10.20	81.71	07/11/2022	06/12/2022	29	20.6	3.87	RU
02	SP-VL-07/11	Segundo Piso Viga Lateral	Obra	10.20	81.71	07/11/2022	06/12/2022	29	20.6	3.85	BR
03	SP-VD-07/11	Segundo Piso Viga Ducto	Obra	10.10	80.12	07/11/2022	06/12/2022	29	20.6	3.84	BR
04	TP-VC-09/11	Tercer Piso Viga Central	Obra	10.10	80.12	09/11/2022	09/12/2022	30	20.7	3.89	

Nota. Los testigos fueron identificados, curados y ensayados usando tapas de neopreno en cada extremo.

Tabla 19*Características de las muestras cilíndricas de concreto*

Nº de Testigo	Código	Descripción del elemento estructural	Características de la probeta								
			Condición del concreto	D promedio (cm)	Sección (cm ²)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Peso (kg)	Observación
05	TP-VL-09/11	Tercer Piso Viga Lateral	Obra	10.10	80.12	09/11/2022	09/12/2022	30	20.6	3.84	RU
06	TP-VD-09/11	Tercer Piso Viga Ducto	Obra	10.10	80.12	09/11/2022	09/12/2022	30	20.5	3.90	BR
07	CP-VC-10/11	Cuarto Piso Viga Central	Pre mezclado	10.20	81.71	10/11/2022	12/12/2022	32	20.4	3.87	
08	CP-VL-10/11	Cuarto Piso Viga Lateral	Pre mezclado	10.20	81.71	10/11/2022	12/12/2022	32	20.5	3.84	DS
09	CP-VD-10/11	Cuarto Piso Viga Ducto	Pre mezclado	10.10	80.12	10/11/2022	12/12/2022	32	20.6	3.86	BR

Nota. Los testigos fueron identificados, curados y ensayados usando tapas de neopreno en cada extremo.

Tabla 20*Características de las muestras cilíndricas de concreto*

Nº de Testigo	Código	Descripción del elemento estructural	Características de la probeta								
			Condición del concreto	D promedio (cm)	Sección (cm ²)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Peso (kg)	Observación
10	QP-VC-12/11	Quinto Piso Viga Central	Obra	10.20	81.71	12/11/2022	13/12/2022	31	20.5	3.89	
11	QP-VL-12/11	Quinto Piso Viga Lateral	Obra	10.10	80.12	12/11/2022	13/12/2022	31	20.6	3.87	RU
12	QP-VD-12/11	Quinto Piso Viga Ducto	Obra	10.20	81.71	12/11/2022	13/12/2022	31	20.6	3.82	

Nota. Los testigos fueron identificados, curados y ensayados usando tapas de neopreno en cada extremo.

Cuadro de símbolos:

CS: Convexidad en la cara superior del testigo.

CI: Convexidad en la cara inferior del testigo.

BA: Burbujas de aire en cantidad considerable.

GS: Grietas en la cara superior del testigo.

GI: Grietas en la cara inferior del testigo.

RB: Presencia de rebabas en la cara superior el testigo.

RU: Rugosidad en la cara superior del testigo.

BR: Bordes rotos o quiñados.

DS: Cara superior con desnivel.

SG: Segregaciones.

Tabla 21

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Nº de Testigo	Código	Descripción del elemento estructural	Densidad (kg/m ³)	Carga de Rotura (Kg)		Tipo de falla	f'c especificada (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión			
				Kgf	KN			Kg/cm ²	Mpa	% de diseño	Promedio (kg/cm ²)
01	SP-VC-07/11	Segundo Piso Viga Central	2248.83	26,245	218.69	T4	210	321.19	31.50	152.95	
02	SP-VL-07/11	Segundo Piso Viga Lateral	2292.38	25,542	232.71	T3	210	312.58	30.65	148.85	315.23
03	SP-VD-07/11	Segundo Piso Viga Ducto	2281.25	24,990	229.67	T3	210	311.91	30.59	148.53	
04	TP-VC-09/11	Tercer Piso Viga Central	2253.92	25,530	311.85	T3	210	318.65	31.25	151.74	
05	TP-VL-09/11	Tercer Piso Viga Lateral	2318.74	23,560	356.37	T5	210	294.06	28.84	140.03	290.69
06	TP-VD-09/11	Tercer Piso Viga Ducto	2324.19	20,780	228.30	T5	210	259.37	25.44	123.51	

Nota. Los testigos fueron identificados, curados y ensayados usando tapas de neopreno en cada extremo.

Tabla 22

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Nº de Testigo	Código	Descripción del elemento estructural	Densidad (kg/m ³)	Carga de Rotura (Kg)		Tipo de falla	f'c especificada (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión			
				Kgf	KN			Kg/cm ²	Mpa	% de diseño	Promedio (kg/cm ²)
07	CP-VC-10/11	Cuarto Piso Viga Central	2200.82	22,140	216.63	T5	210	270.95	26.57	129.02	
08	CP-VL-10/11	Cuarto Piso Viga Lateral	2316.90	21,320	289.10	T1	210	260.91	25.59	124.24	264.87
09	CP-VD-10/11	Cuarto Piso Viga Ducto	2387.24	21,050	286.16	T1	210	262.74	25.77	125.11	
10	QP-VC-11/11	Quinto Piso Viga Central	2268.23	26,230	220.36	T3	210	321.00	31.48	152.86	
11	QP-VL-11/11	Quinto Piso Viga Lateral	2250.28	25,320	221.34	T5	210	316.03	30.99	150.49	319.71
12	QP-VD-11/11	Quinto Piso Viga Ducto	2312.48	26,320	357.06	T3	210	322.10	31.59	153.38	

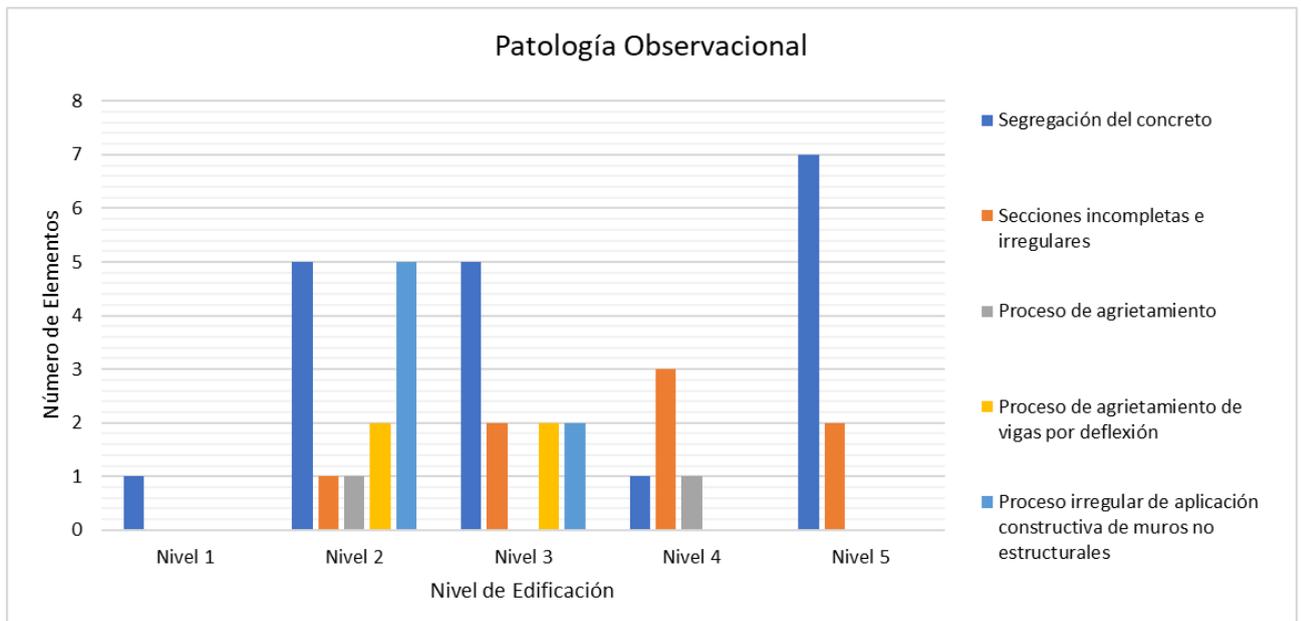
Nota. Los testigos fueron identificados, curados y ensayados usando tapas de neopreno en cada extremo.

4.4. Patología Observacional

Se realizó el trabajo de mapeo de lesiones, encontrando las siguientes patologías y/o observaciones:

Figura 10

Gráfico resumen de las patologías evidentes por medio del análisis observacional



Nota. El gráfico muestra las patologías resultantes del análisis observacional en la edificación.

4.4.1. Segregación del concreto

Se encontraron múltiples sectores con presencia de segregación de concreto, cuya etiología está asociada a lo siguiente:

- Proceso de colado por etapas.
- Proceso de compactación del concreto (vibrado).
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Concentración local de refuerzo según detallado.

- Fuga de lechada de concreto, principalmente en bordes de vigas y columnas, por slump inadecuado, excesivo vibrado y/o aberturas en encofrado mayores a 1mm.

El tratamiento de la lesión apreciada consiste en remover el concreto segregado y reemplazarlo por concreto grout y/o mortero de reparación de baja contracción, con puente de adherencia.

4.4.2. Secciones incompletas e irregulares

Se trata de una patología de génesis asociada a proceso constructivo, donde se aprecia interrupción de continuidad de elementos estructurales por invasión de elementos ajenos a la composición del concreto o encofrado irregular que genera secciones incompletas, reduciendo, en algunos casos el recubrimiento del refuerzo.

La etiología de la patología observada está asociada a lo siguiente:

- Encofrado irregular.
- Invasión de materiales ajenos a los que integran el concreto armado en la sección de elementos estructurales.

El tratamiento de esta patología, consiste en realizar intervenciones parciales en forma regular o prismática con profundidades no menores de 2.5 cm en la zona afectada y aplicar epóxico y mortero de reparación según el caso lo requiera (intervenciones verticales u horizontales).

4.4.3. Procesos de agrietamientos (lesiones de génesis)

Existen algunas patologías y/o lesiones de agrietamiento asociadas a lo siguiente:

- Desencofrado prematuro,
- Colado de concreto por etapas, posibles juntas frías.

4.4.4. Procesos de agrietamiento de vigas por flexión

Se observaron múltiples fisuras cercanas a zona central de vigas (zona de momento positivo), de trayectoria vertical con carga actual (solo

peso propio de la estructura y en algunos casos con aporte de carga de muros no estructurales).

La etiología que genera la lesión está asociada a lo siguiente:

- Momento actuante mayor al momento de agrietamiento. Se debe verificar detallado vinculado a control de fisuración, según lo exige la norma E.030 (artículo 9.9), ACI 318-19 y ACI 224R (según ubicación se limita el ancho de grieta).
- Posible desencofrado prematuro.

4.4.5. Proceso irregular de aplicación constructiva de muros no estructurales

Se aprecian las siguientes patologías de génesis:

- Proceso irregular de aplicación de instalaciones sanitarias y eléctricas, donde se reduce la capacidad del elemento por insertar tuberías posteriormente al asentado de unidades de albañilería. Se debe tener en cuenta que, las recomendaciones del Capítulo I de la norma E.070 aplican a muros portantes y no portantes, debido a la rigidez necesaria que debe tener el muro para soportar acciones sísmicas propias de la aceleración de piso.
- Se apreció que en algunas zonas existe acoplamiento parcial de elementos no estructurales con elementos estructurales, lo cual provoca incremento de rigidez con posible consecuencia de incremento de torsión y también posible efecto de piso blando, alterando el desempeño de la estructura en referencia al proyecto estructural.
- Unión con mortero entre viguetas del sistema Viga-acero con muros no estructurales, lo cual generará transferencia de carga axial a este, con posibles consecuencias de patologías de agrietamiento.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Con base en los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto, evaluados en elementos estructurales del segundo al quinto nivel, tales como vigas centrales, laterales y de ducto, se obtuvieron valores promedio de resistencia que varían entre 264.76 kg/cm² a 364.66 kg/cm² (ver tablas 21 y 22, pág. 66-67 del capítulo IV Resultados).
- Referente a las estimaciones de la resistencia del concreto, mediante pruebas de esclerometría para cada nivel, se obtuvieron valores promedio de resistencia con respecto a la de diseño de 210 kg/cm²:
 - Para el segundo nivel una resistencia de 318 kg/cm² entre vigas laterales, centrales y de ducto.
 - Para el tercer nivel una resistencia de 269 kg/cm² entre vigas laterales, centrales y de ducto.
 - Para el cuarto nivel una resistencia de 228 kg/cm² entre vigas laterales, centrales y de ducto.
 - Para el quinto nivel una resistencia de 245 kg/cm² entre vigas laterales, centrales y de ducto.
- Se determinaron las deflexiones obtenidas de campo mediante pruebas deflectométricas acorde a normatividad, obteniéndose los resultados según la siguiente tabla:

Tabla 23

Deflexión obtenida por niveles de edificación

Nivel	Viga	Deflexión (cm)	
		Obtenida	Norma
2	V-1	0.50	2.01
	V-1	0.00	1.44
3	V-2	0.40	1.53
	V-3	0.00	1.83
	V-4	-1.50	2.01
	V-4	-1.50	2.01
4	V-1	0.60	1.42
	V-2	-0.40	1.53
	V-3	0.70	1.83

Nota. Se contrastó la deflexión obtenida con el valor máximo permitido por la Norma ACI 318 S (19).

- Se obtuvieron mediciones de daños en términos de segregaciones debido a su alto grado de incidencia y severidad con respecto a las demás patologías, siendo estas las que comprometen estructuralmente a la edificación, tal como se evidencia en la figura 10, pág. 68 del capítulo IV Resultados.

CONCLUSIONES

- Referente a los ensayos de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto, en el segundo nivel, estos tienen un incremento significativo del 155% de la resistencia promedio obtenida con respecto a la de diseño de 210 kg/cm². Un 137% de la resistencia promedio obtenida para el tercer nivel y un 154% de la resistencia promedio obtenida para el quinto nivel (ver tablas 21 y 22, pág. 66-67 del capítulo IV Resultados).
- Con respecto al cuarto nivel, los valores promedio de la resistencia obtenida superan moderadamente en un 126% con respecto a la resistencia de diseño de 210 kg/cm², cumpliendo así con los valores requeridos según normatividad.
- Con relación a la estimación de la resistencia del concreto mediante pruebas de esclerometría, los valores promedios de resistencia superan significativamente en un 51% a la de diseño para el segundo nivel, y para el quinto nivel en un 17% tanto en vigas centrales, como laterales y de ducto.
- Se observa una relación entre las pruebas de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos con los ensayos de esclerometría en las vigas de ducto correspondientes al tercer y cuarto nivel, ya que, se obtuvieron valores menores con respecto a los demás elementos, tal como se detalla en la tabla adjunta:

Tabla 24

Contrastación de esclerometría versus testigos cilíndricos a compresión

Nivel de la edificación	Esclerometría (kg/cm ²)	Testigos cilíndricos a compresión (kg/cm ²)
3	220	259.37
4	184	262.74

Nota. Los valores en viga ducto del tercer y cuarto nivel fueron similares en ambos ensayos.

- Del análisis efectuado a las deflexiones obtenidas en campo y comparadas con los valores de deflexión máximo admisibles calculadas según la norma ACI 318 S (19), estos se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos, constituyendo resultados conservables.
- Respecto al nivel de daños de la edificación, basándonos en las segregaciones encontradas en los niveles 2, 3 y 5, estos se vieron comprometidos con un grado de daño severo ya que tienen un alto índice de estas patologías en columnas y muros estructurales, afectando así a los elementos antes mencionados. En el segundo y tercer nivel, los elementos estructurales se vieron afectados en un 28%. Por otro lado, en el quinto nivel y con mayor incidencia los elementos estructurales se vieron afectados en un 39%.

RECOMENDACIONES

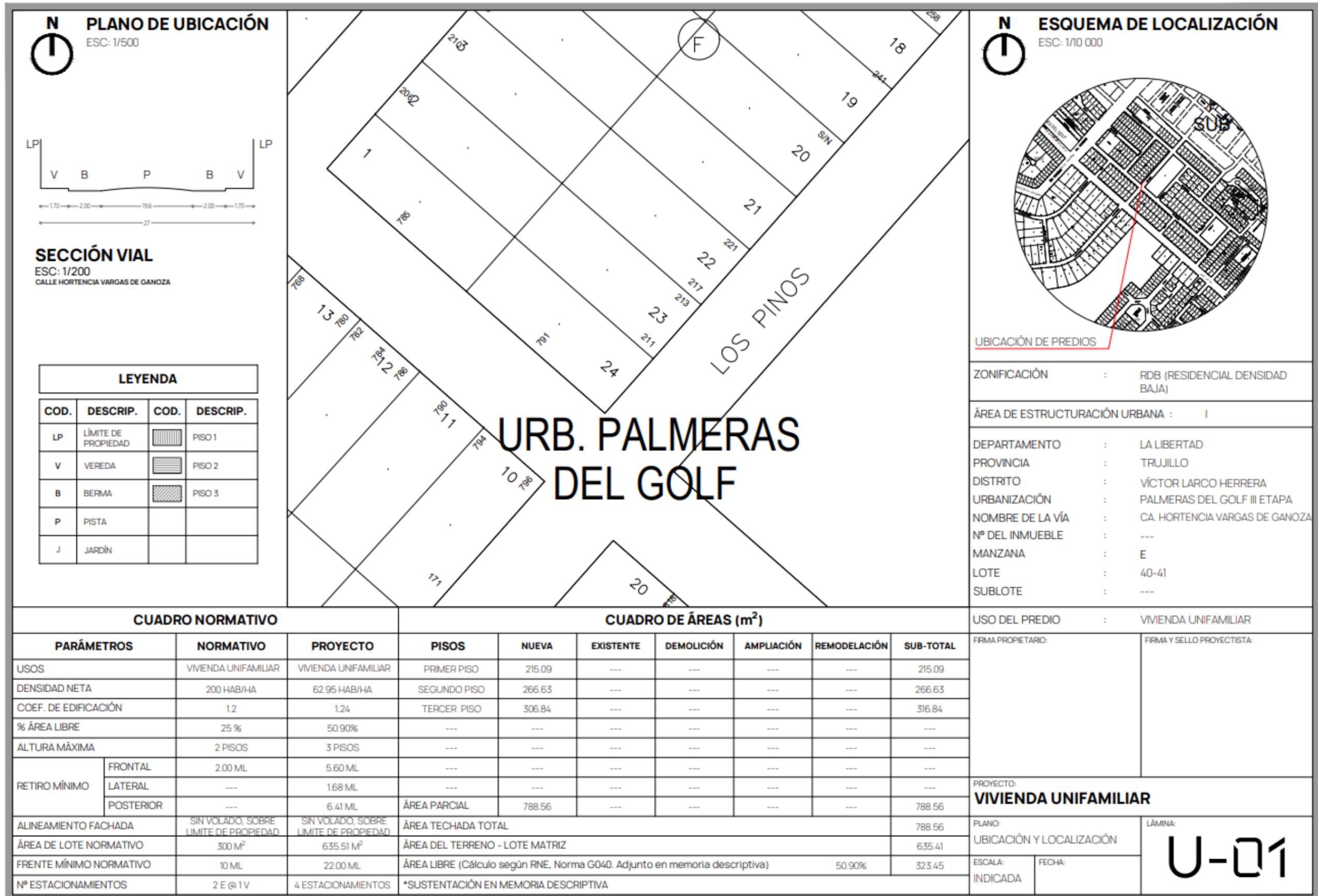
- Se recomienda utilizar métodos combinados de pruebas no destructivas para obtener valores más confiables para encontrar la resistencia a la compresión del concreto, de esta manera correlacionar valores encontrados en la edificación o para encontrar una homogeneidad del material.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo, realizar prueba de carga a una o dos vigas que presenten patologías de agrietamiento por flexión en su trayectoria vertical emulando las cargas de servicio y se debe verificar deflexión calculada (inmediata) y estimar deflexión diferida por flujo plástico a 5 años, para determinar posible proceso de reparación o reforzamiento.
- Se debe realizar una inspección estructural con ayuda de vehículos aéreos no tripulados (Drones), para tener información de áreas donde el personal no puede acceder, para luego realizar una intervención de rehabilitación y reforzamiento estructural para reparar los elementos deteriorados.
- De acuerdo a las patologías encontradas se debe dar un tratamiento específico para cada lesión o daño, se recomienda aplicar metodologías como GDE (Grado de Deterioro de la Estructura) y GUT (Gravedad, Urgencia y Tendencia), para mejorar la toma de decisiones y facilitar el proceso de mantenimiento de la edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astorga, A., & Rivero, P. (2009). Patologías en las edificaciones. CIGIR.
- Borja, M. (2018). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Broto, C. (2012). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción. Links Internacional. https://higieneysseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf
- Canales, L., & Casas, L. (2020). Evaluación de patologías en viviendas existentes para uso de residencia estudiantil de la localidad de Chullunquiani - Juliaca. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Juliaca.
- Corral, J. T. (2004). Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. *Ciencia y sociedad*, 29(1), 72-114.
- Dias, R., Pagoto, L., Tsutsumoto, N., Fioriti, C. (2021), " Mapeo de manifestaciones patológicas en revestimientos de mortero (RAF): un estudio de caso en edificios residenciales", *Revista ALCONPAT*, 11 (3), pp. 88 – 107, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.538>
- Díaz Barreiro, P. (2014). Protocolo para los Estudios de Patología de la Construcción en Edificaciones de Concreto Reforzado en Colombia.
- E. E. Maldonado-Bandala, D. Nieves-Mendoza, J. L. Vela-Jiménez, P. Castro-Borges (2018), "Evaluación de problemas patológicos asociados a carbonatación y sulfatos en una torre de concreto con más de 50 años de servicio", *Revista ALCONPAT*, 8 (1), pp. 94 – 107, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.284>
- Eichler, F. (1973). Patología de la construcción. Ed. Blume.
- Lima, H. J. N., Ribeiro, R. S., Palhares, R. A., Melo, G. S. S. A. (2019), "Análisis de manifestaciones patológicas del concreto en viaductos urbanos", *Revista ALCONPAT*, 9 (2), pp. 247 – 259, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i2.308>

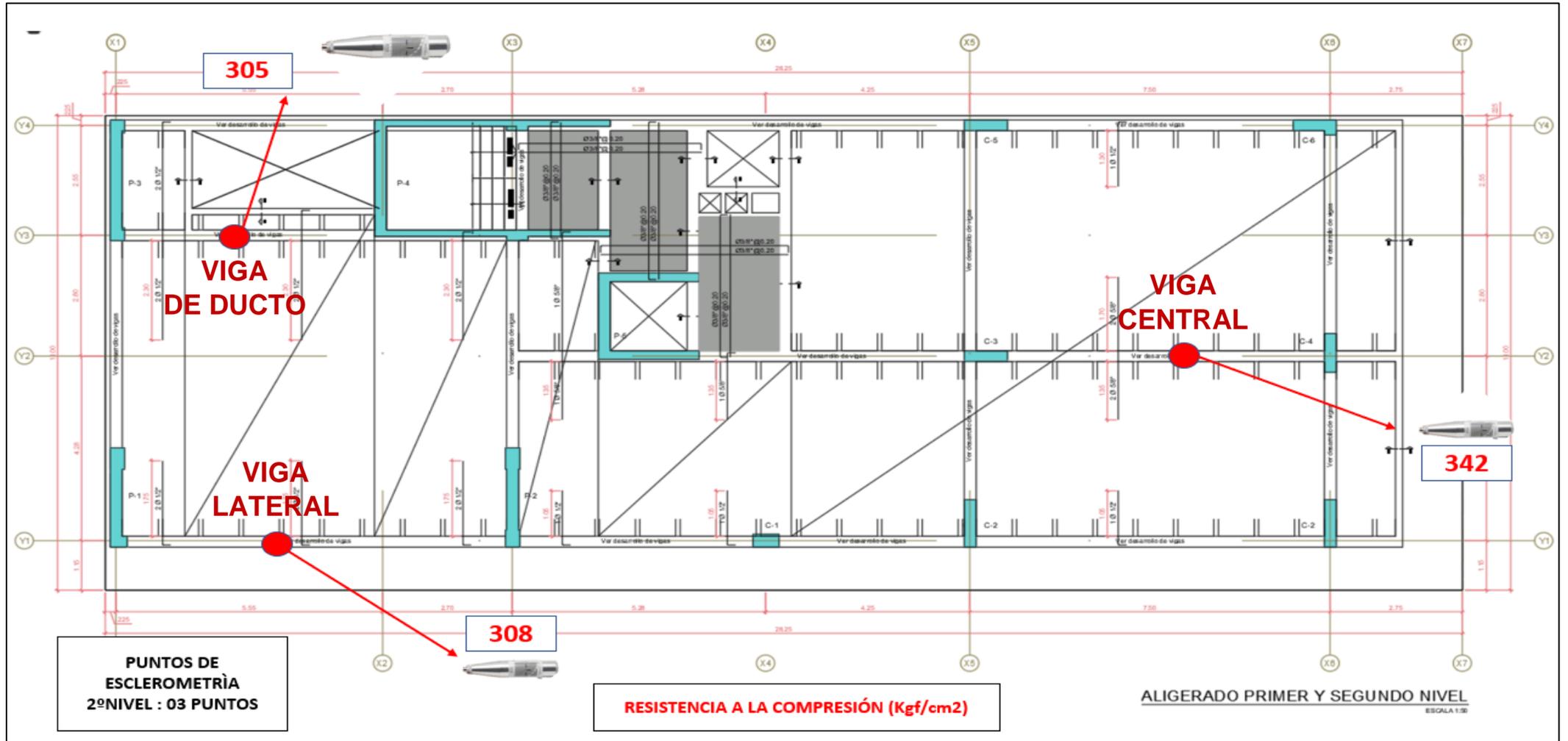
- Logeais, L. y Gili, G. (1984). Patología de las cimentaciones.
- Monjó Carrió, J., & Maldonado Ramos, L. (2001). Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. Munilla-Lería.
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, F., & Montejo Piratova, A. L. E. J. A. N. D. R. O. (2013). Tecnología y patología del concreto armado. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Muñoz, M. (1991). Prevención y soluciones en patología estructural de la edificación.
- Oroza, A. H., Hernández, R. G. (2019), "Diagnóstico de daños en una edificación de principios del siglo XX en La Habana. Caso de estudio", Revista ALCONPAT, 9 (3), pp. 336 – 349, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i3.327>
- Pio Santos, T. L., Silva Júnior, P. F. (2021), "Documentación de las manifestaciones patológicas del Pórtico del Bautismo Cultural de Goiânia - monumento histórico Art Déco", Revista ALCONPAT, 11 (3), pp. 108 – 122, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v11i3.531>
- Plasencia, J., & Rojas, Y. (2021). Determinación de las patologías más frecuentes y sus grados de severidad en los frontis de las edificaciones ubicadas en la zona costera de Buenos Aires sector del Barrio 1 Mz 26, 27, 31 y 32 – Trujillo 2020. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo.
- Río Bueno, A. D. (2008). Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación.
- Serrano, F. (1998). Patología de la edificación. El lenguaje de las grietas.
- Teixeira, G. H., Silva, J. R. Alves, E. C. (2022), "Evaluación de las manifestaciones patológicas del edificio Rio Negro en Anápolis-Goiás", Revista ALCONPAT, 12 (3), pp 433 – 448, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v12i3.586>
- Zanni, E. (2008). Patologia de la construccion y restauro de obras de arquitectura/Construction Pathology and restoration of architecture works. Editorial Brujas.

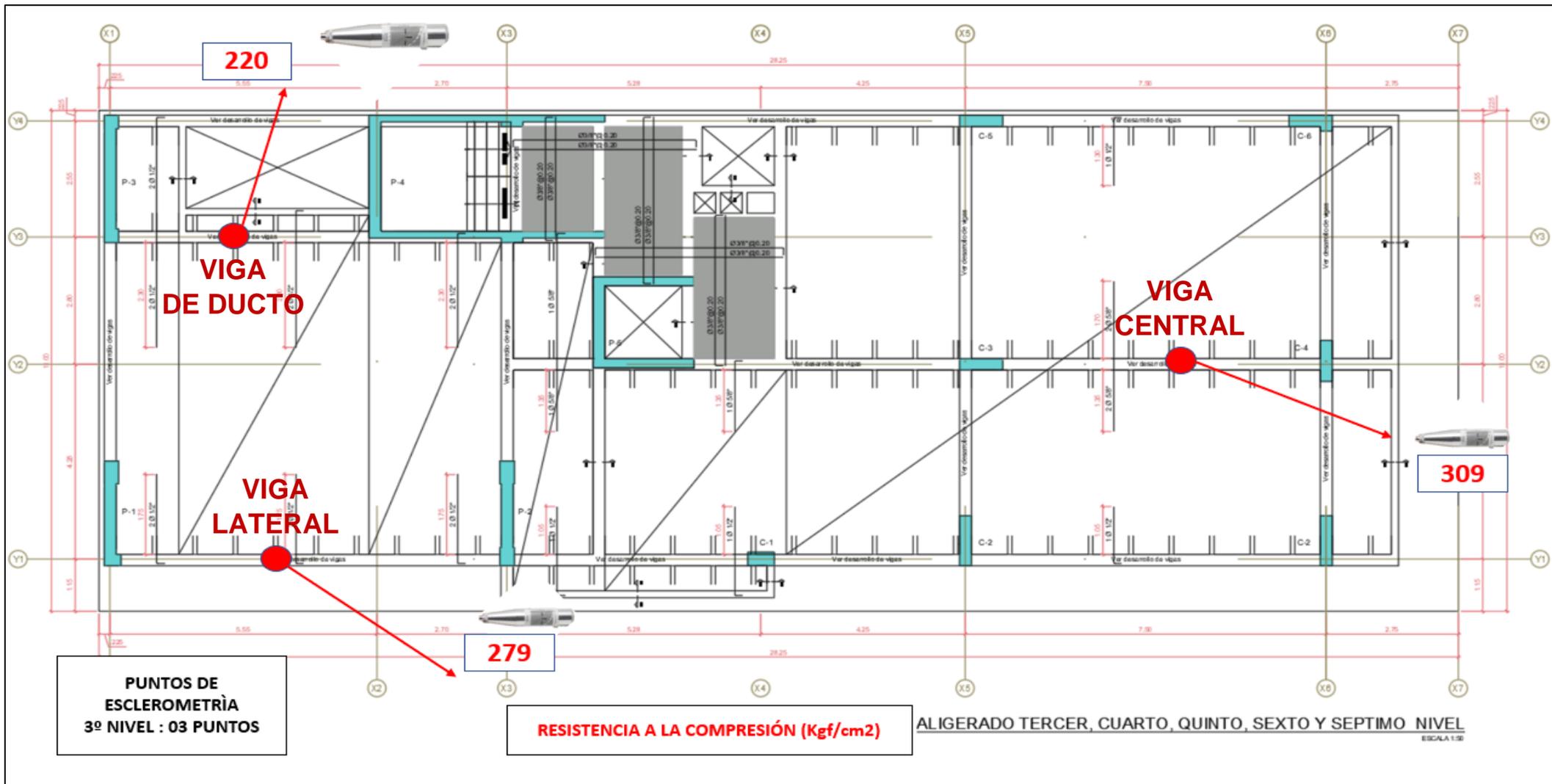
ANEXO I:
Plano de Ubicación

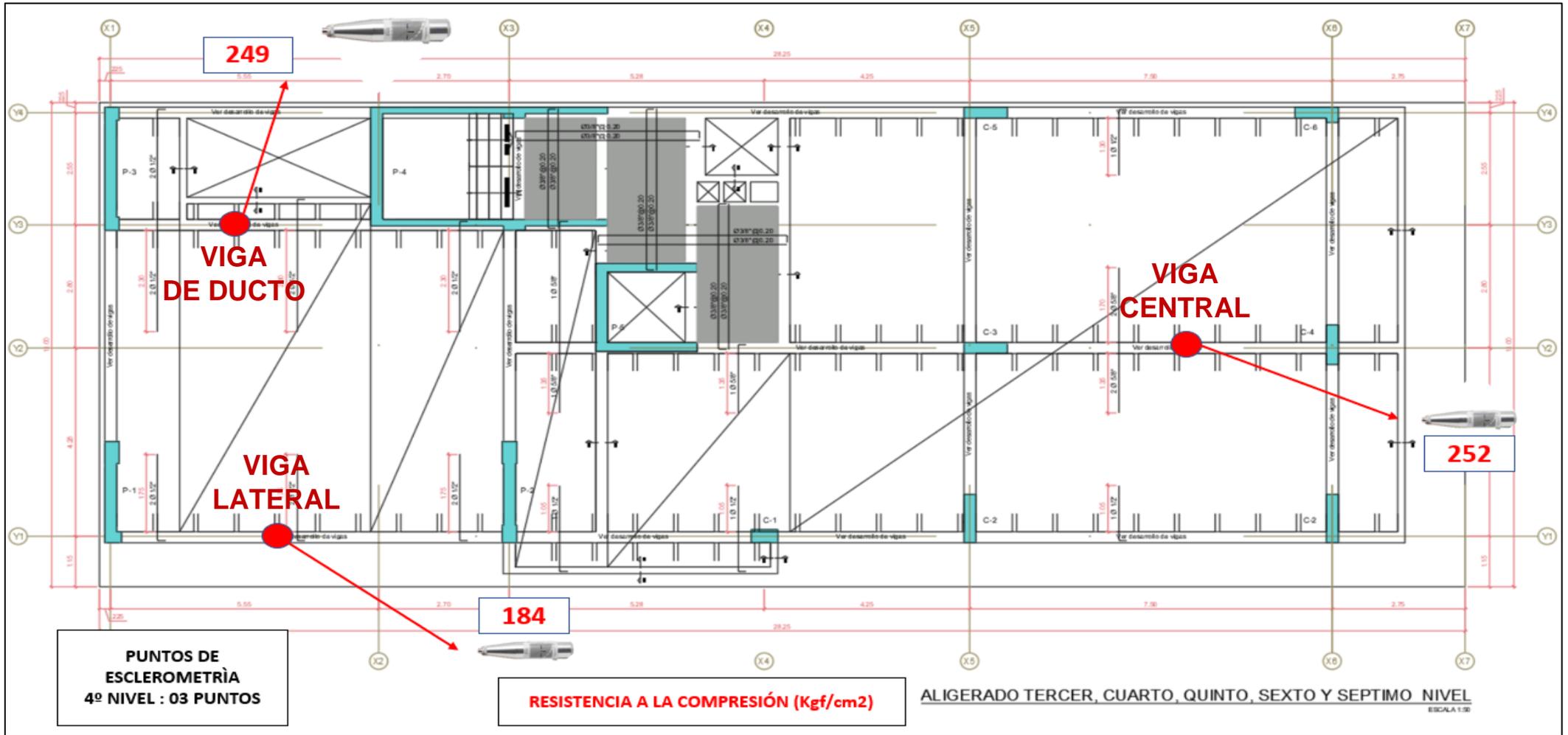


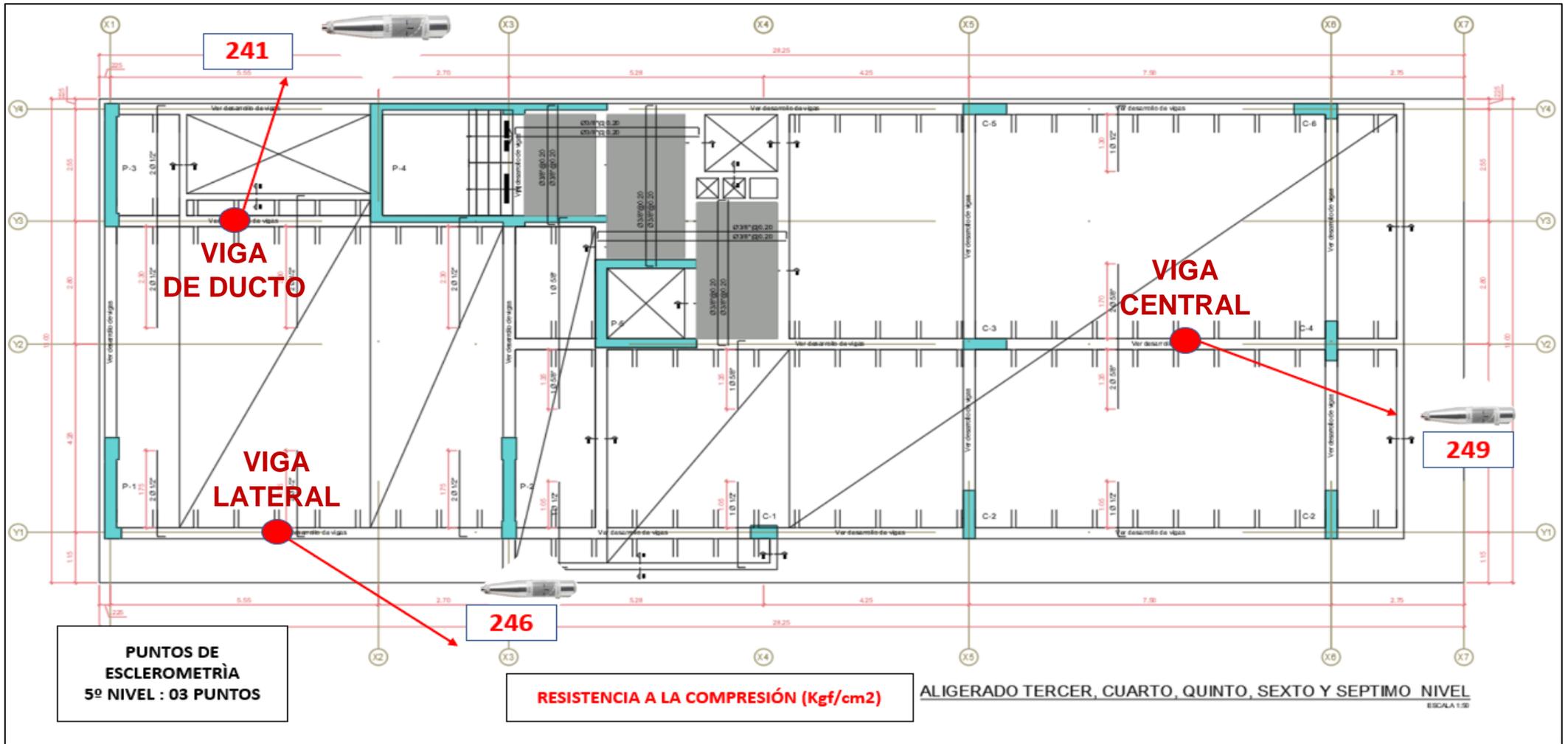
ANEXO II:

Puntos de ubicación en el ensayo de esclerometría y resistencias obtenidas en vigas



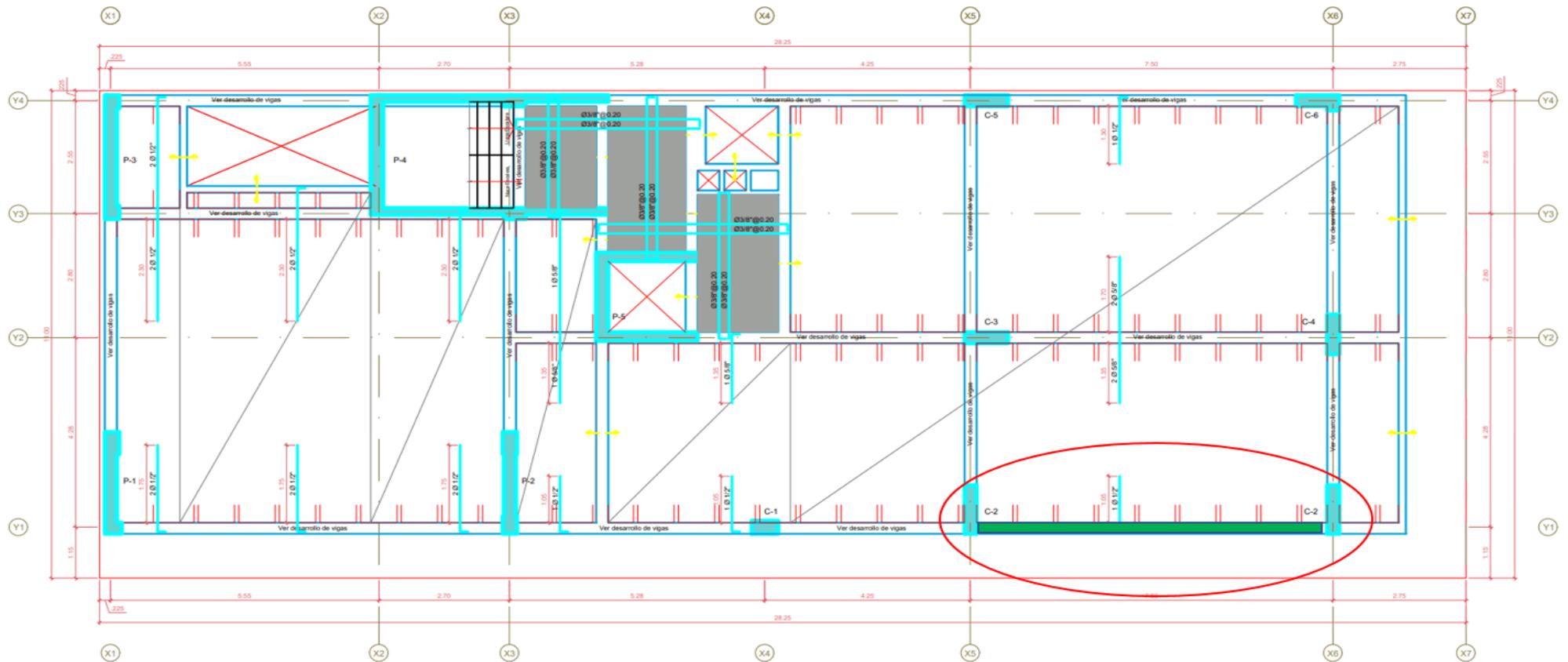




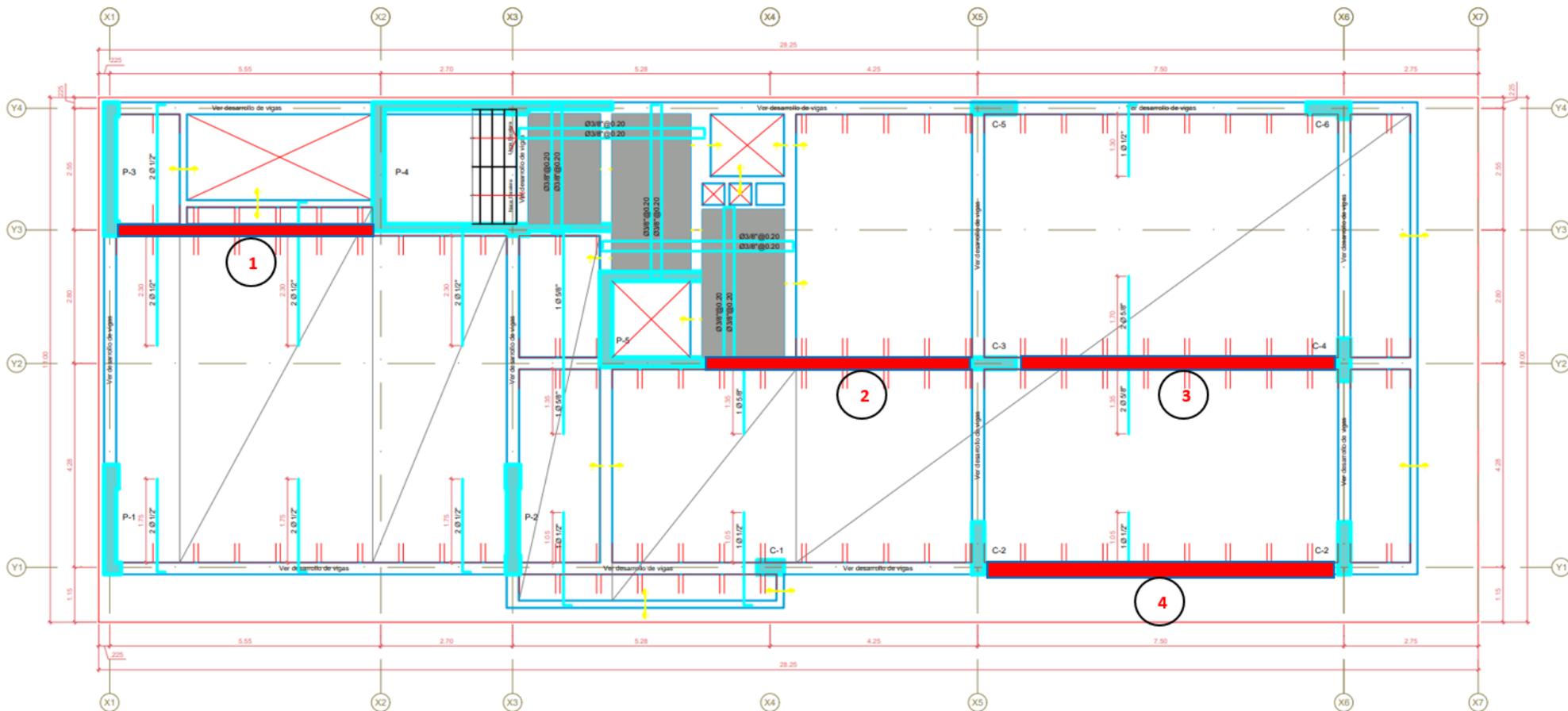


ANEXO III:

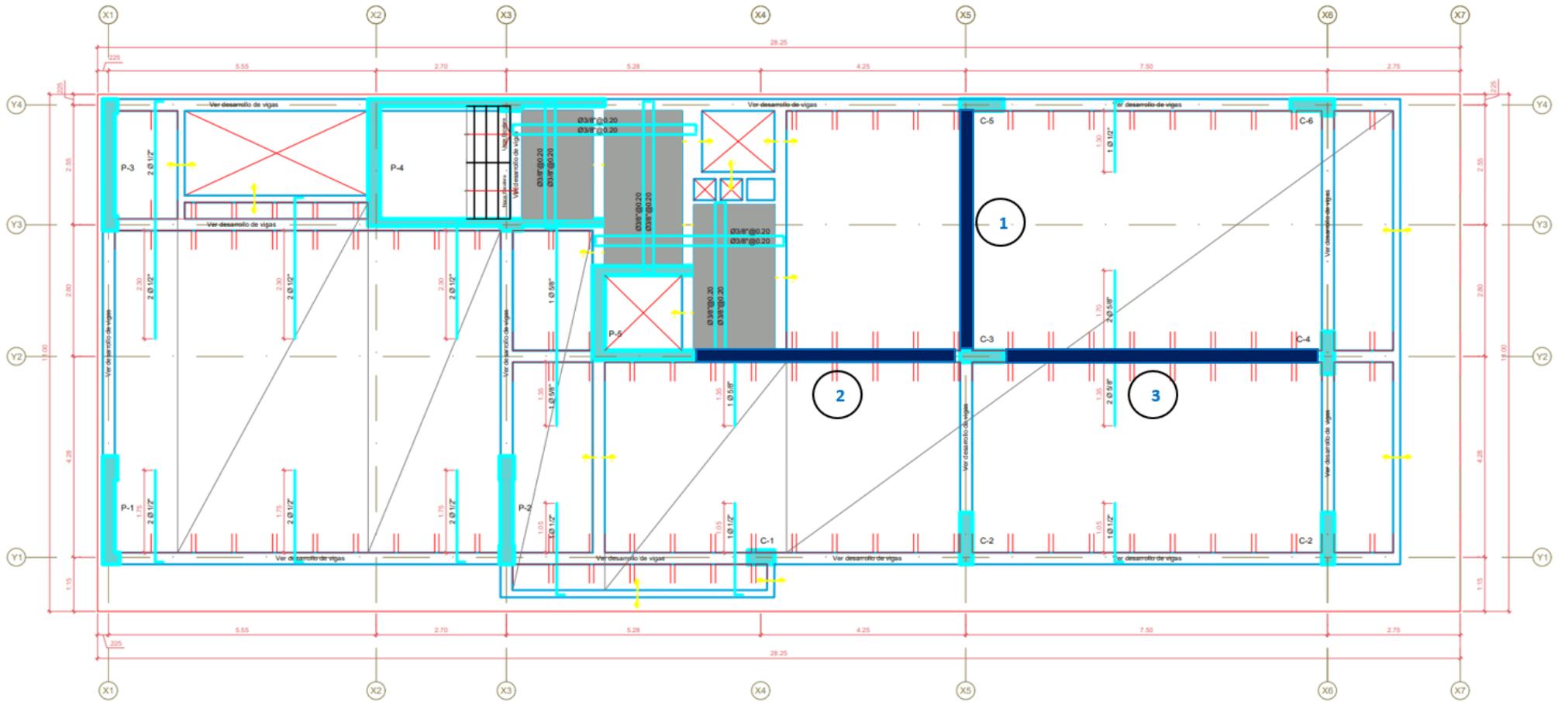
Puntos de control de deflexión en losas



ALIGERADO SEGUNDO NIVEL



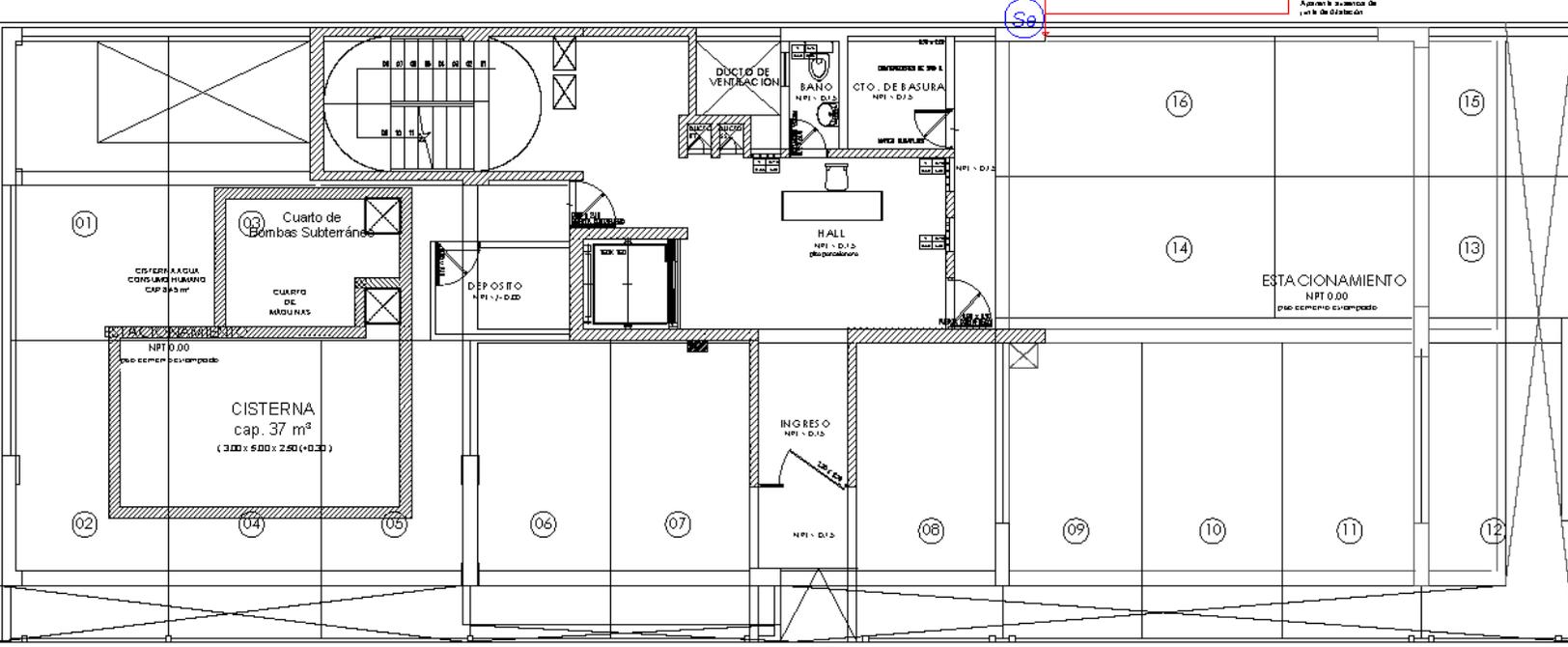
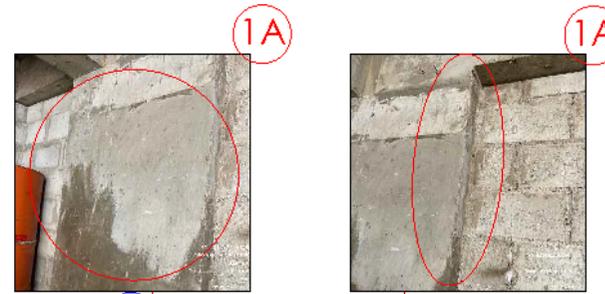
ALIGERADO TERCER, CUARTO, QUINTO, SEXTO Y SEPTIMO NIVEL



ALIGERADO TERCER, CUARTO, QUINTO, SEXTO Y SEPTIMO NIVEL

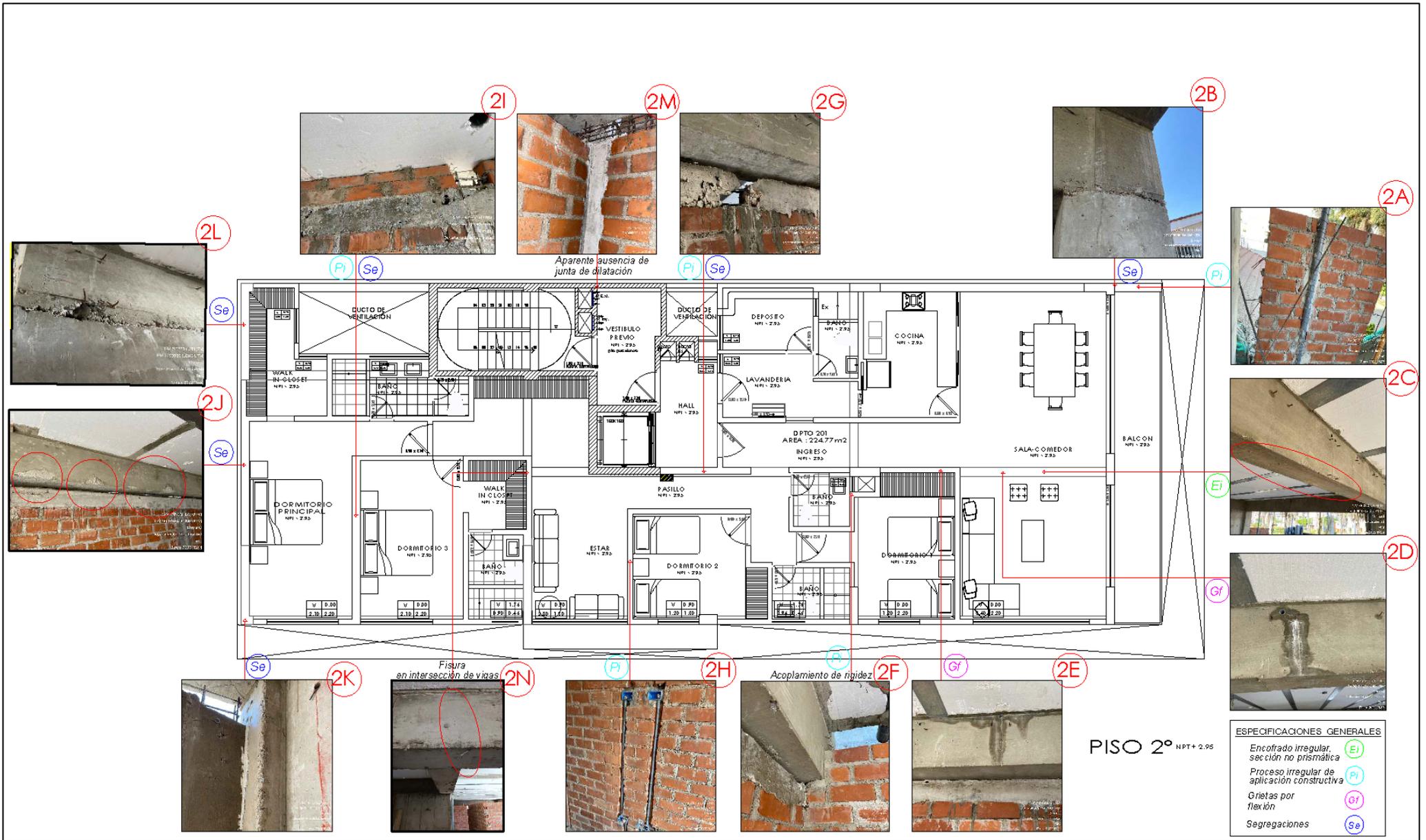
ANEXO IV:

Puntos de ubicación de las patologías estructurales



ESPECIFICACIONES GENERALES	
Encofrado irregular, sección no prismática	Ei
Proceso irregular de aplicación constructiva	Pl
Grietas por flexión	Gf
Segregaciones	Se

PISO 1° NPT + 0.10



2I

2M

2G

2B

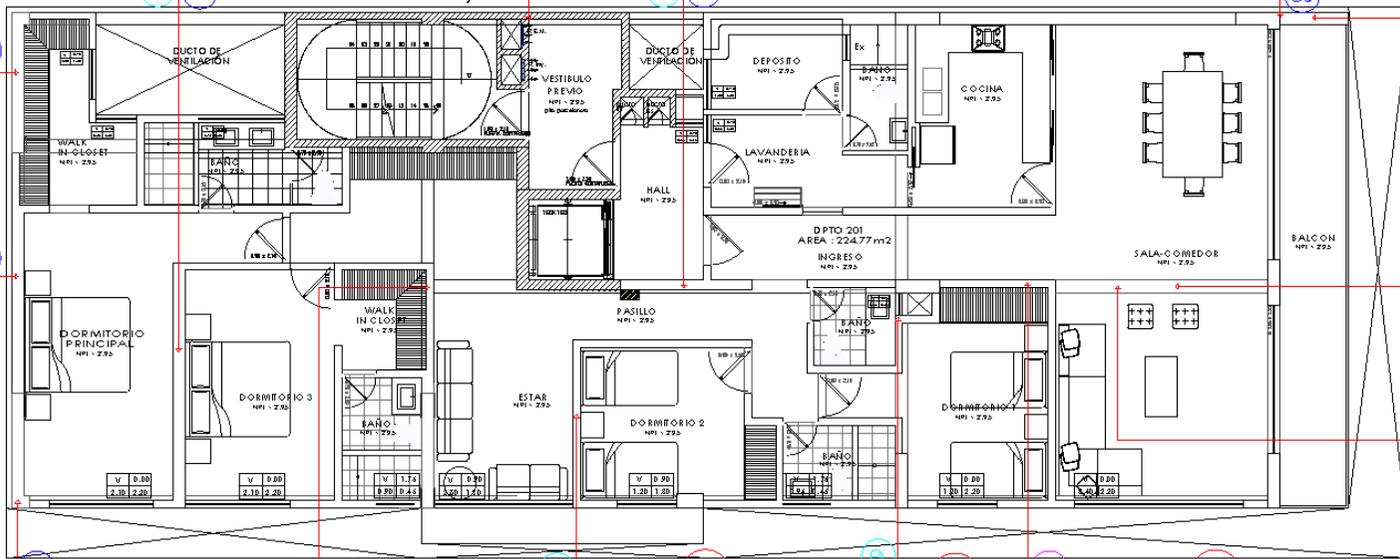
2A

2L



2C

2J



2D

2K



2N



2H



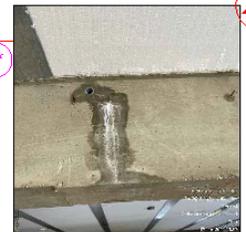
2F



2E



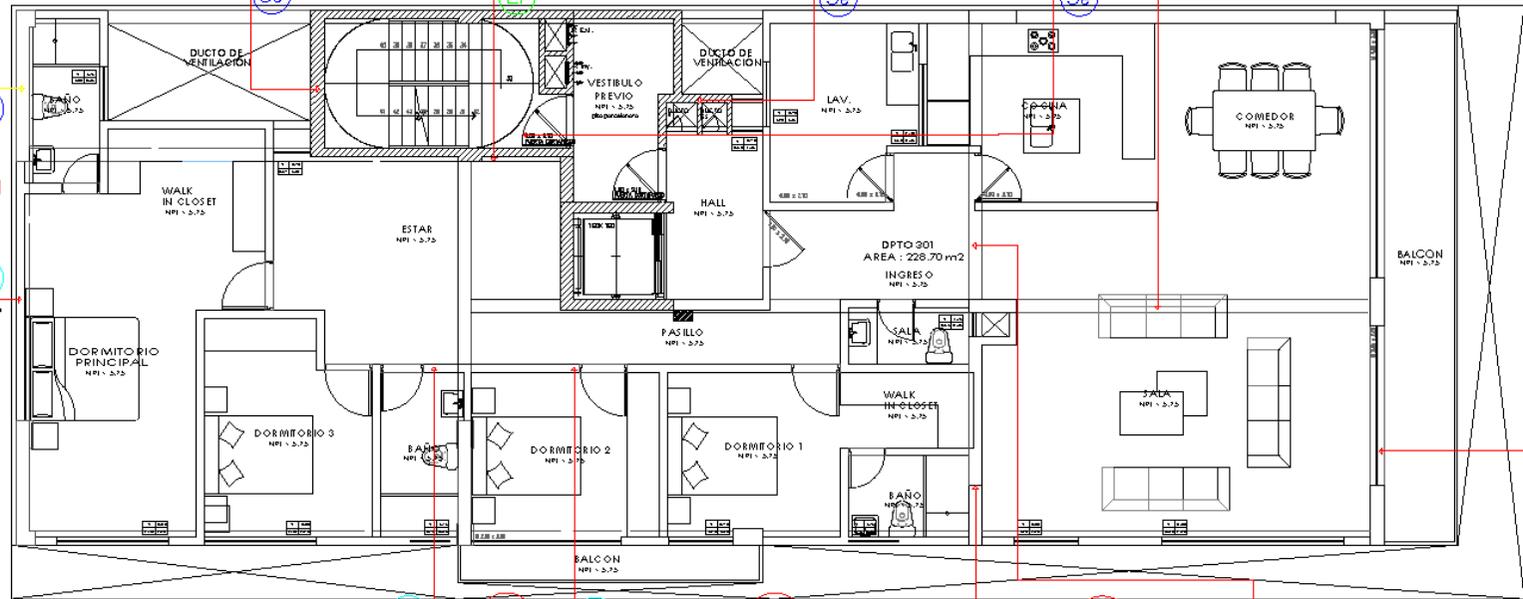
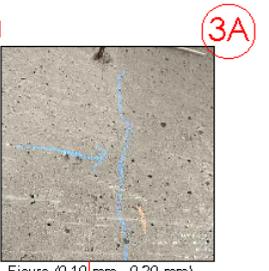
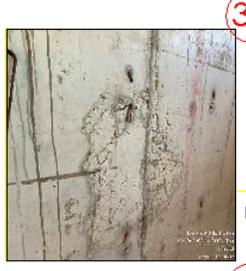
2E



PISO 2º NPT + 2.95

ESPECIFICACIONES GENERALES

- Encofrado irregular, sección no prismática (Ei)
- Proceso irregular de aplicación constructiva (Pi)
- Grietas por flexión (Gf)
- Segregaciones (Se)



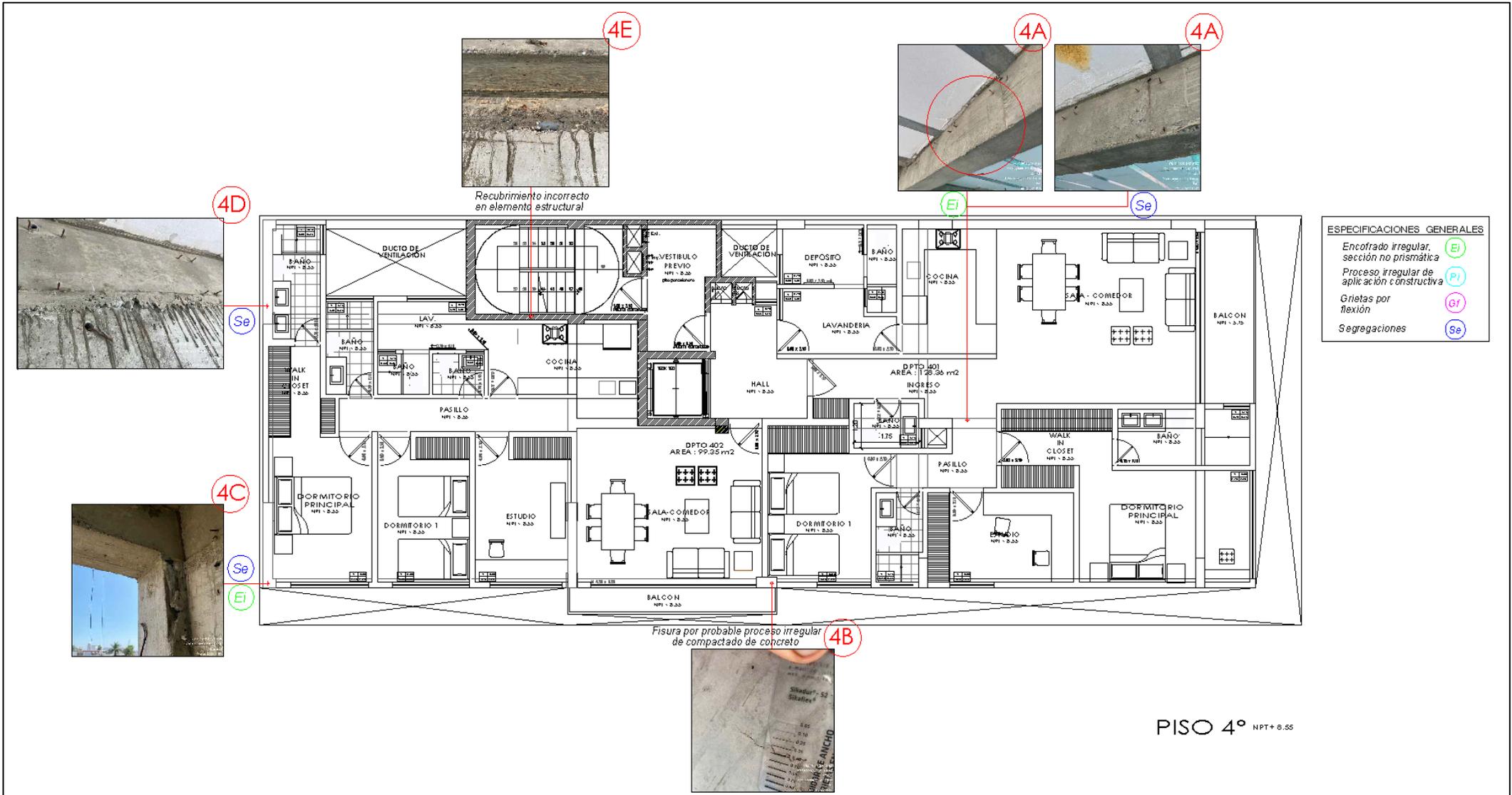
- ESPECIFICACIONES GENERALES**
- Encofrado irregular, sección no prismática (Ei)
 - Proceso irregular de aplicación constructiva (Pi)
 - Grietas por flexión (Gr)
 - Segregaciones (Se)



PISO 3° NPT + 5.75

Usu correcto de junta de dilatación (3C) Fisure (0.10 mm - 0.20 mm)

Fisure (0.10 mm - 0.20 mm) Fisure (0.10 mm - 0.20 mm)





5H



5B



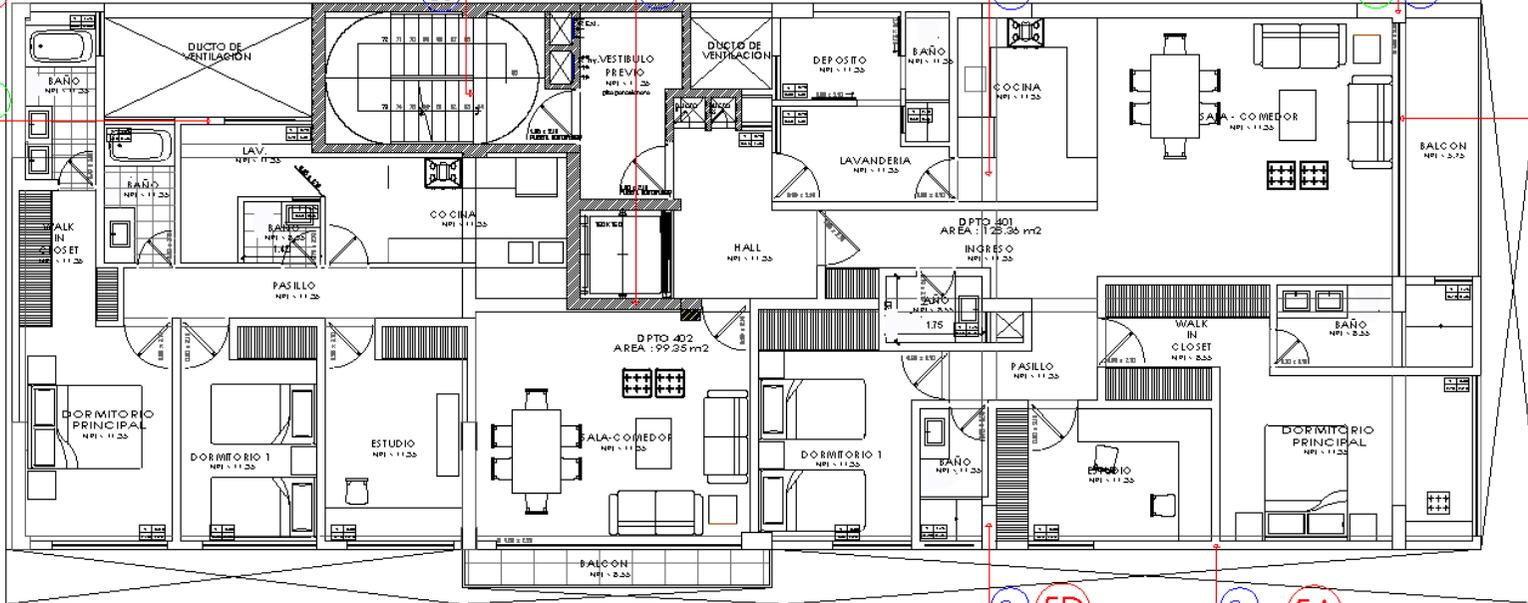
5C



5G



5E



5F

- ESPECIFICACIONES GENERALES
- Encofrado irregular, sección no prismática (Ei)
 - Proceso irregular de aplicación constructiva (Pi)
 - Grietas por flexión (Gf)
 - Segregaciones (Se)



5D



5A

PISO 5° NPT + 11.35

ANEXO VII:
Panel fotográfico

Figura 1

Área de estudio edificio El Palmar de la Urb. Golf



Figura 2

Malas prácticas constructivas en tabiquería de edificación

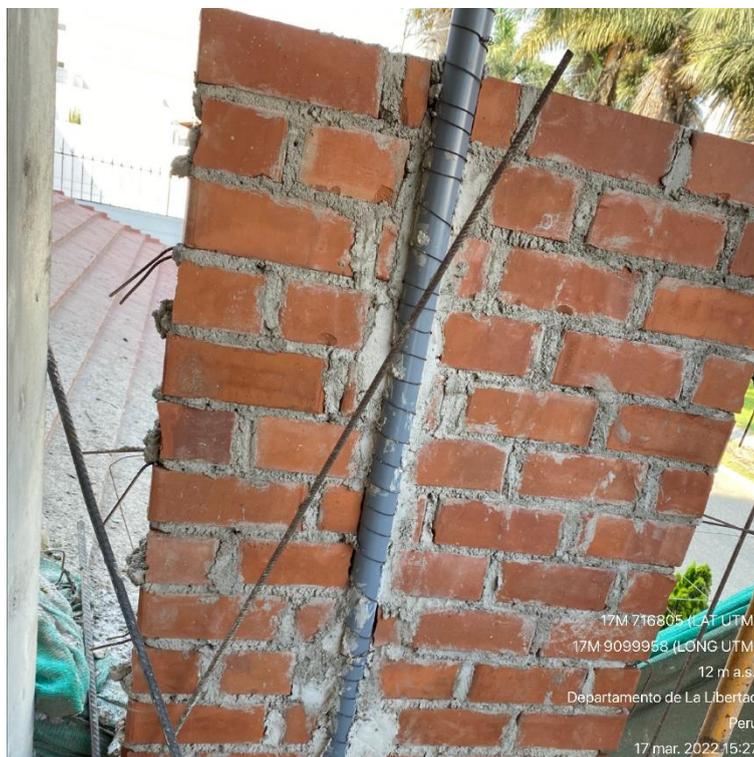


Figura 3

Segregación del concreto en elemento no estructural en viga de confinamiento

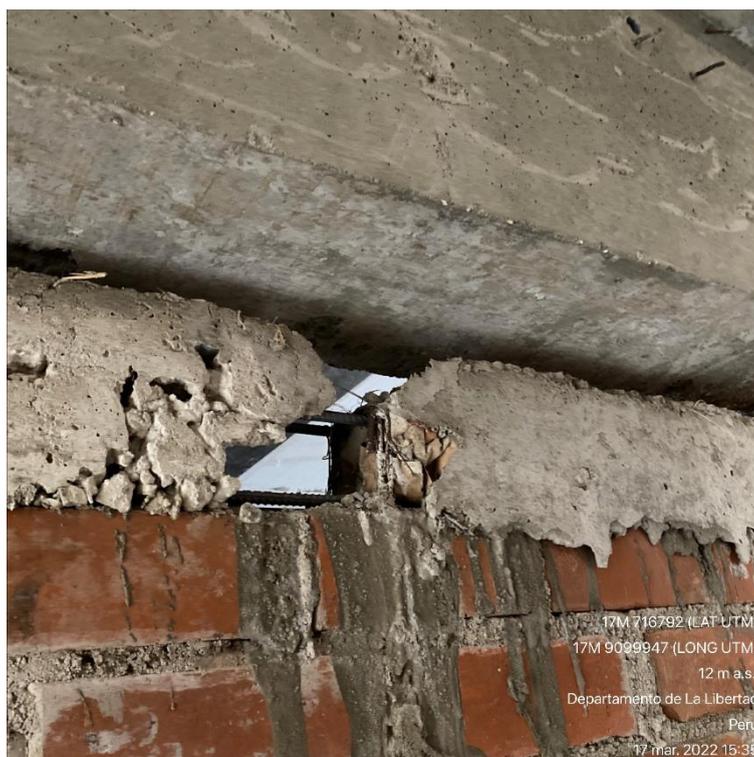


Figura 4

Aplicación de fisurómetro en muro estructural

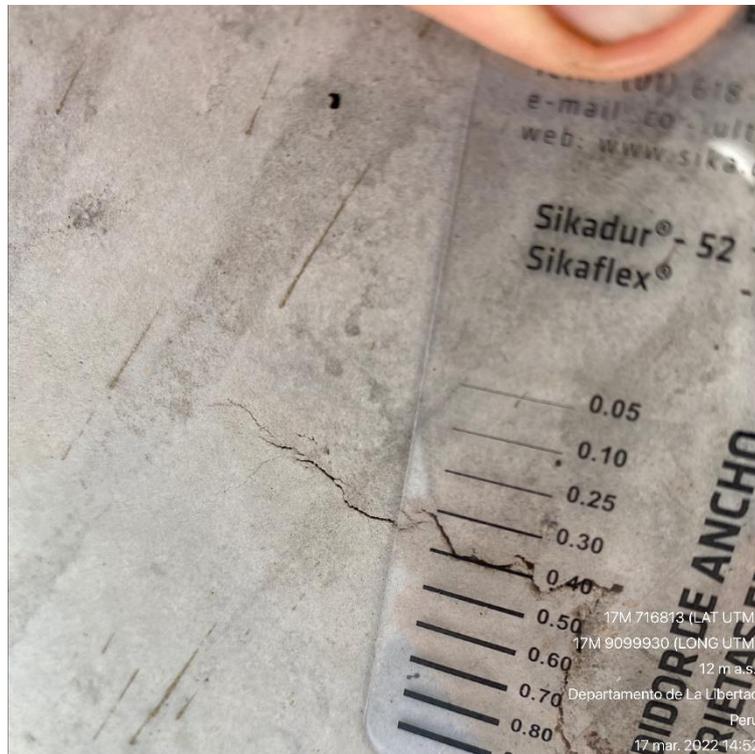


Figura 5

Sección irregular e incompleta (no prismática) en elemento estructural de tercer nivel

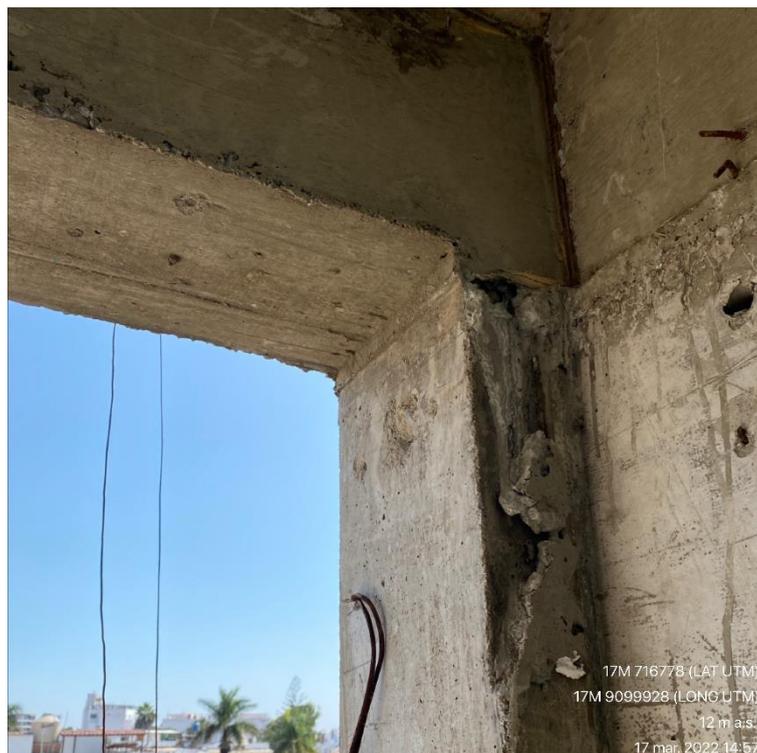


Figura 6

Segregación del concreto en muro estructural del quinto nivel



Figura 7

Presencia de fisura en segundo nivel



Figura 8

Realización de ensayo de esclerometría en segundo nivel



Figura 9

Manipulación de testigo cilíndrico fracturado post ensayo



Figura 10

Capacitación por parte del equipo técnico de laboratorio



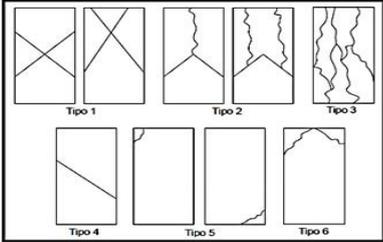
Figura 11

Prensa de concreto semi automática utilizada para rotura de probetas



ANEXO I:

Fichas de ensayo de compresión del concreto (NTP 339.034)

	FACULTAD DE INGENIERÍA																												
	PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL																												
ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO (f'c)																													
NTP 339.034 / ASTM C-39																													
DATOS GENERALES:																													
PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PALMAR DE LA URB. GOLF, DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD"																													
UBICACIÓN: CALLE LAS CAMELIAS 791 - URB EL GOLF - VICTOR LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD																													
ASESOR: Ms. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD																													
AUTORES: Br. CÁRDENAS RAMIREZ JHIM Br. COTRINA CANO JESSICA LIZBETH																													
NÚMERO DE TESTIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																	
Estructura o Identificación	Viga Central Piso 2	Viga Lateral Piso 2	Viga Ducto Piso 2	Viga Central Piso 3	Viga Lateral Piso 3	Viga Ducto Piso 3	Viga Central Piso 4	Viga Lateral Piso 4	Viga Ducto Piso 4	Viga Central Piso 5	Viga Lateral Piso 5	Viga Ducto Piso 5																	
Fecha de Moldeo	07/11/2022	07/11/2022	07/11/2022	09/11/2022	09/11/2022	09/11/2022	10/11/2022	10/11/2022	10/11/2022	12/11/2022	12/11/2022	12/11/2022																	
Fecha de Rotura	06/12/2022	06/12/2022	06/12/2022	09/12/2022	09/12/2022	09/12/2022	12/12/2022	12/12/2022	12/12/2022	13/12/2022	13/12/2022	13/12/2022																	
Edad (días)	29	29	29	30	30	30	32	32	32	31	31	31																	
Diámetro (cm)	10.2	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.1	10.2																	
Altura (cm)	20.6	20.6	20.6	20.7	20.6	20.5	20.4	20.5	20.6	20.5	20.6	20.6																	
Peso (kg)	3.87	3.85	3.84	3.89	3.84	3.90	3.87	3.84	3.86	3.89	3.87	3.82																	
Sección (cm²)	81.71	81.71	80.12	80.12	80.12	80.12	81.71	81.71	80.12	81.71	80.12	81.71																	
Tipo de Falla	3	3	3	3	5	5	5	1	1	3	5	3																	
Carga Máxima (kgf)	26245	25542	24990	25530	23560	20780	22140	21320	21050	26230	25320	26320																	
Resistencia Diseño (kg/cm²)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210																	
Resistencia Obtenida (kg/cm²)	321.19	312.58	311.91	318.65	294.06	259.37	270.95	260.91	262.74	321.00	316.03	322.10																	
Resistencia Obtenida (MPa)	31.50	30.65	30.59	31.25	28.84	25.44	26.57	25.59	25.77	31.48	30.99	31.59																	
Porcentaje Obtenido (%)	153%	149%	149%	152%	140%	124%	129%	124%	125%	153%	150%	153%																	
<p>NOTA: LOS TESTIGOS SE ENSAYARON CON ALMOHADILLAS ELASTOMETRICAS, TANTO EN LA PARTE SUPERIOR COMO EN LA PARTE INFERIOR. (ASTM C 1231) EL LABORATORIO NO HA INTERVENIDO EN LA ELABORACION NI MUESTREO DE LAS PROBETAS, SOLO SE LIMITO A REALIZAR LA ROTURA DEL TESTIGO. PRENSA DE CONCRETO MODELO TM12 N° SERIE: 119. LA CARGA SE APLICO A UNA VELOCIDAD CONTINUA DE: 0.25 ± 0.05 MPa/s</p> <p>TIPOS DE FALLA (FUENTE ASTM C39):</p> <p>TIPO 1: SE OBSERVA CUANDO SE LOGRA UNA CARGA DE COMPRESION BIEN APLICADA SOBRE UN ESPECIMEN DE PRUEBA BIEN PREPARADO.</p> <p>TIPO 2: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN DE CARGA CONVEXA Y/O POR DEFICIENCIAS DEL MATERIAL DE CABECEO, RUGOSIDADES EN EL PLATO CABECEADOR O PLACAS DE CARGA.</p> <p>TIPO 3: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA SUPERFICIE DE CARGA COVEXA Y/O DEFICIENCIA DEL MATERIAL DE CABECEO; TAMBIEN POR CONCAVIDAD DEL PLATO DE CABECEO O CONVEXIDAD EN UNA DE LAS PLACAS DE CARGA.</p> <p>TIPO 4: SE OBSERVA COMUNMENTE CUANDO LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA SE ENCUENTRAN EN LIMITE DE TOLERANCIA ESPECIFICADA O EXCEDIENDO ESTA.</p> <p>TIPO 5: SE OBSERVA CUANDO SE PRODUCEN CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS EN PUNTOS SOBRESALIENTES DE LAS CARAS DE APLICACIÓN DE CARGA, POR</p> <p>TIPO 6: SE OBSERVA EN ESPECIMENES QUE PRESENTAN UNA CARA DE APLICACIÓN CONCAVA Y/O POR DEFICIENCIAS EN EL MATERIAL DE CABECEO O TAMBIEN</p>																													
																													
(Valores Referenciales)																													
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Edad (días)</th> <th colspan="2">Resistencia (%)</th> </tr> <tr> <th>Minimo</th> <th>Ideal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>55</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>70</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>80</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>100</td> <td>115</td> </tr> </tbody> </table>													Edad (días)	Resistencia (%)		Minimo	Ideal	7	55	70	14	70	85	21	80	95	28	100	115
Edad (días)	Resistencia (%)																												
	Minimo	Ideal																											
7	55	70																											
14	70	85																											
21	80	95																											
28	100	115																											

ANEXO II:

Fichas de ensayo de esclerómetro (NTP 339.181)

 UPAO	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL		
ENSAYO DE ESCLERÓMETRO NTP 339.181 / ASTM C-805			
<u>DATOS GENERALES:</u>			
PROYECTO:	"ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PALMAR DE LA URB. GOLF, DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD"		
UBICACIÓN:	CALLE LAS CAMELIAS 791 - URB EL GOLF - VICTOR LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
ASESOR:	Ms. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD		
AUTORES:	Br. CÁRDENAS RAMÍREZ JHIM Br. COTRINA CANO JESSICA LIZBETH		
MODELO DEL ESCLERÓMETRO:	Hemitage PA 16148		
INCLINACIÓN:	$\alpha = -90^\circ$		
CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO EVALUADO:			
Descripción General:	Vigas de concreto armado.		
Proporción de la mezcla:	No disponible.		
Ubicación:	Descrito en cada ensayo.		
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ENSAYADA:			
Superficie:	Acabado frotachado. La zona se pule con una piedra abrasiva antes de la toma de las lecturas.		
Altura sobre el terreno	Segundo Nivel.		
Ubicación:	Exterior.		
DATOS TOMADOS:			
	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	VIGA CENTRAL	VIGA LATERAL	VIGA DUCTO
1	42	42	34
2	38	36	34
3	34	48	36
4	44	36	42
5	38	42	42
6	44	36	36
7	42	38	36
8	40	38	38
9	40	38	44
10	40	38	48
Promedio Inicial	40.20	39.20	39.00
Lecturas no tomadas	0	0	0
Promedio Parcial	40.20	39.20	39.00
Edad del Concreto (días)	≥ 28	≥ 28	≥ 28
Resistencia Obtenida (f'c)	342	308	305

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO

NTP 339.181 / ASTM C-805

DATOS GENERALES:

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PALMAR DE LA URB. GOLF, DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD"

UBICACIÓN: CALLE LAS CAMELIAS 791 - URB EL GOLF - VICTOR LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ASESOR: Ms. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD

AUTORES: Br. CÁRDENAS RAMIREZ JHIM
Br. COTRINA CANO JESSICA LIZBETH

MODELO DEL ESCLERÓMETRO: Hemitage PA 16148

INCLINACIÓN: $\alpha = 0^\circ$

CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO EVALUADO:

Descripción General: Vigas de concreto armado.
Proporción de la mezcla: No disponible.
Ubicación: Descrito en cada ensayo.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ENSAYADA:

Superficie: Acabado frotachado. La zona se pule con una piedra abrasiva antes de la toma de las lecturas.
Altura sobre el terreno Tercer Nivel
Ubicación: Exterior.

DATOS TOMADOS:

Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	VIGA CENTRAL	VIGA LATERAL	VIGA DUCTO
1	34	34	32
2	36	34	30
3	34	36	30
4	40	34	30
5	38	36	32
6	38	36	32
7	36	36	32
8	36	36	28
9	40	32	28
10	38	34	30
Promedio Inicial	37.00	34.80	30.40
Lecturas no tomadas	0	0	0
Promedio Parcial	37.00	34.80	30.40
Edad del Concreto (días)	≥ 28	≥ 28	≥ 28
Resistencia Obtenida (f'c)	309	279	220

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO

NTP 339.181 / ASTM C-805

DATOS GENERALES:

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PALMAR DE LA URB. GOLF, DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD"

UBICACIÓN: CALLE LAS CAMELIAS 791 - URB EL GOLF - VICTOR LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ASESOR: Ms. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD

AUTORES: Br. CÁRDENAS RAMIREZ JHIM
Br. COTRINA CANO JESSICA LIZBETH

MODELO DEL ESCLERÓMETRO: Hemitage PA 16148

INCLINACIÓN: $\alpha = 0^\circ$

CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO EVALUADO:

Descripción General: Vigas de concreto armado.
Proporción de la mezcla: No disponible.
Ubicación: Descrito en cada ensayo.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ENSAYADA:

Superficie: Acabado frotachado. La zona se pule con una piedra abrasiva antes de la toma de las lecturas.
Altura sobre el terreno Cuarto Nivel
Ubicación: Exterior.

DATOS TOMADOS:

Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	VIGA CENTRAL	VIGA LATERAL	VIGA DUCTO
1	30	32	29
2	34	32	28
3	30	32	27
4	30	30	27
5	32	32	28
6	34	34	25
7	34	34	28
8	34	34	26
9	36	32	30
10	34	34	28
Promedio Inicial	32.80	32.60	27.60
Lecturas no tomadas	0	0	0
Promedio Parcial	32.80	32.60	27.60
Edad del Concreto (días)	≥ 28	≥ 28	≥ 28
Resistencia Obtenida (f'c)	252	249	184

ENSAYO DE ESCLERÓMETRO

NTP 339.181 / ASTM C-805

DATOS GENERALES:

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS DE GÉNESIS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PALMAR DE LA URB. GOLF, DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD"

UBICACIÓN: CALLE LAS CAMELIAS 791 - URB EL GOLF - VICTOR LARCO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

ASESOR: Ms. GALICIA GUARNIZ WILLIAM CONRAD

AUTORES: Br. CÁRDENAS RAMIREZ JHIM
Br. COTRINA CANO JESSICA LIZBETH

MODELO DEL ESCLERÓMETRO: Hemitage PA 16148

INCLINACIÓN: $\alpha = 0^\circ$

CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO EVALUADO:

Descripción General: Vigas de concreto armado.
Proporción de la mezcla: No disponible.
Ubicación: Descrito en cada ensayo.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ENSAYADA:

Superficie: Acabado frotachado. La zona se pule con una piedra abrasiva antes de la toma de las lecturas.
Altura sobre el terreno Quinto Nivel
Ubicación: Exterior.

DATOS TOMADOS:

Nº	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
	VIGA CENTRAL	VIGA LATERAL	VIGA DUCTO
1	32	34	32
2	32	34	32
3	34	32	31
4	35	32	28
5	31	30	36
6	30	32	32
7	32	32	34
8	36	32	32
9	34	32	27
10	30	34	36
Promedio Inicial	32.60	32.40	32.00
Lecturas no tomadas	0	0	0
Promedio Parcial	32.60	32.40	32.00
Edad del Concreto (días)	≥ 28	≥ 28	≥ 28
Resistencia Obtenida (f'c)	249	246	241

ANEXO III:

Fichas de ensayo de deflexometría (NTP 339.181)

SEGUNDO PISO: VIGA EJE Y1 (ENTRE C-2 Y C-2)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	89.4	
2	90.3	89.4
PROMEDIO	89.85	89.4
LONGITUD LUZ LIBRE	7.25 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	 5 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	 -18 mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	 23 mm	

1) TERCER PISO: VIGA EJE Y3 (ENTRE P-3 Y P-4)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	86.5	
2	85.8	85.9
PROMEDIO	86.15	85.9
LONGITUD LUZ LIBRE	5.20 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	0 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	- mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	0 mm	

2) TERCER PISO: VIGA EJE Y2 (ENTRE P-5 Y C-3)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	86.3	
2	86	85.8
PROMEDIO	86.15	85.8
LONGITUD LUZ LIBRE	5.50 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	 4 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	- mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	 4 mm	

3) TERCER PISO: VIGA EJE Y2 (ENTRE C-3 Y C-4)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	85	
2	85.2	85.1
PROMEDIO	85.1	85.1
LONGITUD LUZ LIBRE	6.60 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	0 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	↑ -16 mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	↓ 16 mm	

4) TERCER PISO: VIGA EJE Y1 (ENTRE C-2 Y C-2)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	84.6	
2	85	86.3
PROMEDIO	84.8	86.3
LONGITUD LUZ LIBRE	7.25 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	↓ -15 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	↑ -18 mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	↓ 3 mm	

1) CUARTO PISO: VIGA EJE X5 (ENTRE C-5 Y C-3)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	83.9	
2	83.9	
PROMEDIO	83.9	83.3
LONGITUD LUZ LIBRE	5.10 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	↓ 6 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	- mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	↓ 6 mm	

2) CUARTO PISO: VIGA EJE Y2 (ENTRE P-5 Y C-3)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	87.5	
2	87.4	
PROMEDIO	87.45	87.8
LONGITUD LUZ LIBRE	5.50 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	 -4 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	- mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	 -4 mm	

3) CUARTO PISO: VIGA EJE Y2 (ENTRE C-3 Y C-4)		
PUNTO	MEDIDAS LATERALES (cm)	MEDIDA CENTRAL
1	90.8	
2	91.3	
PROMEDIO	91.05	90.4
LONGITUD LUZ LIBRE	6.60 m	
DEFLEXIÓN (OBTENIDA EN CAMPO)	 7.0 mm	
CONTRAFLECHA DE DISEÑO	 -16 mm	
TOTAL (DEFLEXIÓN):	 23 mm	