

GUÍA PARA LA REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES CONSTRUIDAS EN MUROS EN BAHAREQUE.



**CASO DE ESTUDIO CENTRO AGROEMPRESARIAL Y MINERO DEL MUNICIPIO DE
SAN JACINTO – BOLIVAR**

**ING.CARLOS ELIECER ARGOTE INDAPIZ
ING.CARLOS EDUARDO FORERO BUENAVENTURA**

**BOGOTA D.C
2024**

TABLA DE CONTENIDO

1.	PRESENTACIÓN.....	6
1.1	Un Desafío con Múltiples Facetas	6
1.2	Preservando la Identidad: El Adobe como Elemento Clave	6
1.3	Un Llamado a la Acción.....	7
1.4	Un Futuro Brillante para la Ingeniería y el Patrimonio	7
2.	FASES DE LA EVALUACIÓN	8
2.1	Fase 1: Recopilación de información	8
2.1.1	Fecha de construcción:.....	8
2.1.2	Historial de ocupaciones y uso:	8
2.1.3	Registros de mantenimiento y reparaciones:	12
2.1.4	Documentos de diseño y planos originales:.....	14
2.2	Fase 2: Inspección visual.....	15
2.2.1	Inspección visual fitosanitario-cubierta primer nivel	15
2.2.2	Inspección visual fitosanitario cubierta segundo nivel	16
2.2.3	Inspección visual fitosanitario – entresijos	16
2.2.4	Inspección visual fitosanitario – muros.....	17
2.2.5	Inspección visual para localizar apiques ingeniero estructural	18
2.2.6	Apique #1	18
2.2.7	Apique #2	19
2.2.8	Apique #3	20
2.2.9	Apique #4	20
2.2.10	Apique #5	21
2.2.11	Apique #6	21
2.2.12	grietas en muros existentes	22
2.2.13	localización de muros que comprometen la integridad de la edificación	23
2.2.14	Apique para verificar uniones muro bareque muro en mampostería	23
2.2.15	Apique para verificar uniones muro bareque muro en mampostería	24
2.3	Fase 3: Ensayos no destructivos	24
2.3.1	Verificación aceros de refuerzo con escáner	24
2.3.2	Apique #1	24
2.3.3	Apique #4	25
2.3.4	Ferro-scanner escalera.....	25
2.3.5	Ferro-scanner viga.....	26
2.3.6	Lecturas esclerómetro muestra #1	27
2.3.7	Lecturas esclerómetro muestra #2.....	28
2.4	Fase 4: Ensayos destructivos	29
2.4.1	Extracción de núcleos en concreto reforzado	29

2.4.2	Extracción de núcleo muestra # 1	30
2.4.3	extracción de núcleo muestra #2	32
2.4.4	extracción de núcleo muestra #3	34
2.5	Fase 5: Análisis estructural.....	35
2.5.1	Casos de cargas.....	35
2.5.2	Selección de la combinación más crítica.....	35
2.5.3	Cargas más críticas para simulación muro bahareque	35
2.5.4	Cargas más críticas para simulación entrepiso madera	35
2.5.5	Análisis de viento.....	35
2.5.6	Análisis dinámico	35
2.5.7	Simulación sección muro critico en bahareque	35
2.5.8	Simulación vigas losa entrepiso en zona de muro critico	35
2.5.9	Simulación unión viga columna en zona muro critico.....	35
2.6	Fase 6: Informe de evaluación.....	35
2.6.1	Memorias de cálculo vulnerabilidad sísmica	35
2.6.2	Ensayos laboratorios san jacinto	35
2.6.3	Tabla altura de la edificación	35
2.6.4	Tabla irregularidad en planta	35
2.6.5	Tabla longitud mínima muros.....	35
3.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	36
3.1	Seguridad estructural:.....	36
3.1.1	Ventajas del apuntalamiento:.....	36
3.1.2	memoria justificación apuntalamiento:	37
3.1.3	memoria diseño sistema apuntalamiento:.....	37
3.1.4	presupuesto plan de mitigación:	37
3.2	Conservación del valor patrimonial:.....	38
4.	PATRONES DE DISEÑO DE REFORZAMIENTO	39
4.1	Reforzamiento de elementos estructurales	39
4.2	Reforzamiento de elementos no estructurales	43
4.3	Materiales y sistemas de reforzamiento.....	48
5.	SINTESIS	50
6.	CONCLUSIONES	51

TABLA DE IMAGENES

IMAGEN 1 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 8

IMAGEN 2 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 9

IMAGEN 3 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 9

IMAGEN 4 tomada de la NSR-10 10

IMAGEN 5 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 10

IMAGEN 6 tomado de la NSR-10 11

IMAGEN 7 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 11

IMAGEN 8 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 12

IMAGEN 9 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 12

IMAGEN 10 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 13

IMAGEN 11 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico 13

IMAGEN 12 Tomado de los planos del Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero..... 14

IMAGEN 13 tomado de informe Inspección visual fitosanitario 15

IMAGEN 14 tomado de informe Inspección visual fitosanitario 16

IMAGEN 15 tomada de informe Inspección visual fitosanitario 17

IMAGEN 16 tomado de informe Inspección visual fitosanitario 17

IMAGEN 17 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 18

IMAGEN 18 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 18

IMAGEN 19 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 19

IMAGEN 20 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 20

IMAGEN 21 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 20

IMAGEN 22 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 21

IMAGEN 23 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 21

IMAGEN 24 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 22

IMAGEN 25 tomada informe inspección visual ingeniero estructural 22

IMAGEN 26 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	23
IMAGEN 27 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	23
IMAGEN 28 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	24
IMAGEN 29 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	24
IMAGEN 30 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	25
IMAGEN 31 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	26
IMAGEN 32 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	27
IMAGEN 33 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	28
IMAGEN 34 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	28
IMAGEN 35 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	28
IMAGEN 36 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	29
IMAGEN 37 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	29
IMAGEN 38 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	30
IMAGEN 39 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	31
IMAGEN 40 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	31
IMAGEN 41 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	32
IMAGEN 42 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	33
IMAGEN 43 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	33
IMAGEN 44 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	34
IMAGEN 45 tomada informe inspección visual ingeniero estructural	34
IMAGEN 46 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico	38
IMAGEN 47 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	39
IMAGEN 48 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	40
IMAGEN 49 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	42
IMAGEN 50 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	42
IMAGEN 51 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	43
IMAGEN 52 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	44
IMAGEN 53 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	45
IMAGEN 54 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador	47
IMAGEN 55 tomado de las memorias de cálculo del ingeniero diseñador	48

1. PRESENTACIÓN

Las ciudades modernas se encuentran en constante transformación, impulsadas por proyectos de renovación urbana que buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Sin embargo, estos proyectos deben ser sensibles al legado histórico y cultural de las ciudades, especialmente en lo que respecta a las **edificaciones de uso patrimonial**.

Estas estructuras, cargadas de valor histórico y arquitectónico, representan un reto único para los profesionales de la construcción. Su intervención implica un equilibrio entre la preservación del patrimonio y la adaptación a las necesidades modernas, lo que abre un **nuevo campo de acción y posibilidades** en materia de diseño, procedimientos técnicos y materiales.

1.1 Un Desafío con Múltiples Facetas

Las edificaciones patrimoniales son particularmente vulnerables a los sismos y otros eventos que ponen en riesgo su integridad estructural y la seguridad de sus ocupantes. Por ello, es crucial contar con **herramientas prácticas** que permitan a los ingenieros evaluar, diagnosticar y reforzar estas estructuras de manera efectiva.

En este contexto, surge la propuesta de una **metodología clara y precisa** para la evaluación estructural de edificaciones patrimoniales, la cual contempla los métodos y procedimientos prácticos para su reforzamiento estructural, cuando sea necesario.

1.2 Preservando la Identidad: El Adobe como Elemento Clave

Las edificaciones patrimoniales se caracterizan por el uso de materiales tradicionales como la tierra y la madera, combinados en la técnica del adobe. Este material, fruto de la sabiduría ancestral, ha perdurado en el tiempo y hoy en día se revaloriza como una alternativa sostenible y con un alto valor estético.

1.3 Un Llamado a la Acción

La renovación urbana, en conjunto con la preservación del patrimonio, representa una oportunidad única para los profesionales de la construcción. Es un llamado a explorar **nuevas técnicas, diseños y procedimientos** que armonicen el progreso con la identidad histórica de nuestras ciudades.

1.4 Un Futuro Brillante para la Ingeniería y el Patrimonio

Al abrazar este desafío, la ingeniería se posiciona como una herramienta fundamental para la conservación del patrimonio cultural y el desarrollo sostenible de las ciudades. Es un camino que promete un futuro brillante para la profesión, lleno de satisfacciones y aportes significativos a la sociedad.

2. FASES DE LA EVALUACIÓN

2.1 Fase 1: Recopilación de información

La fase de Recopilación de información es un elemento esencial para el éxito de diversos proyectos e investigaciones. Al implementar un enfoque sistemático, riguroso y ético para la recolección de datos, se puede obtener información valiosa que fundamenta la toma de decisiones, la generación de conocimiento y la resolución de problemas.

2.1.1 Fecha de construcción:

- **1766** – Encomienda Fundacional
- **1924** – Escriturada a nombre de José María Lora de Oro según los archivos de la Notaría del Circuito en San Jacinto

2.1.2 Historial de ocupaciones y uso:

Inicialmente la casa tenía un uso residencial de la familia lora, la cual a través del tiempo se dividió en 5 etapas que dieron evolución al inmueble.

- **ETAPA 1**

Finales S. XVIII Construcción de una vivienda de un piso con muros en bahareque y cubierta de paja en tipología modulo frontal y solar



IMAGEN 1 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

- **ETAPA 2**

Construcción de vivienda de dos pisos – cambio de material en cubierta por lámina de Zinc y construcción de escaleras, Ampliación galería a solar

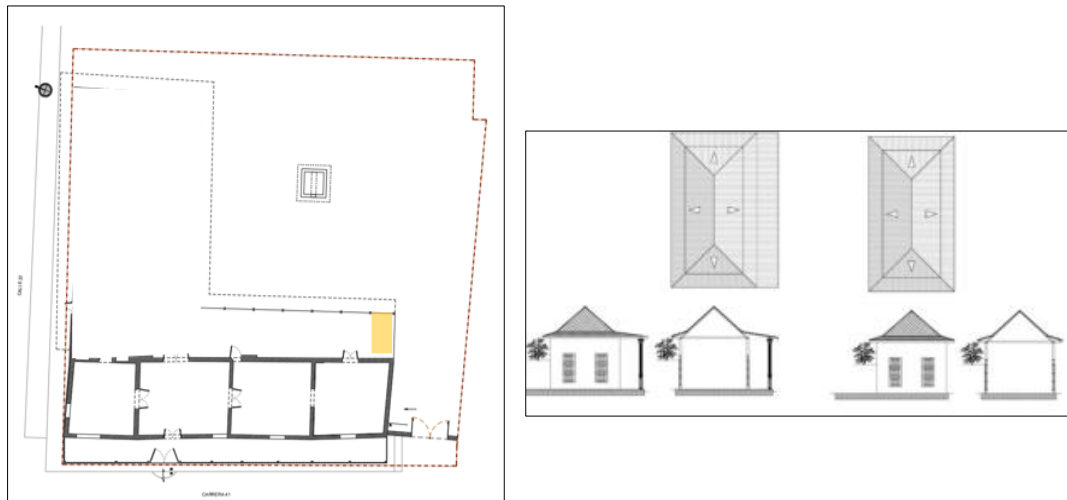


IMAGEN 2 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

- **ETAPA 3**

En el año 1924 presenta modificaciones de Construcción de una vivienda de dos pisos con muros en bahareque y cubierta en Zinc en tipología en L, a nombre de Eusebia Arrieta

De acuerdo a la investigación en campo se logro determinar la existencia de muros en bahareque o adobe; los cuales aparecen resaltados en la siguiente imagen

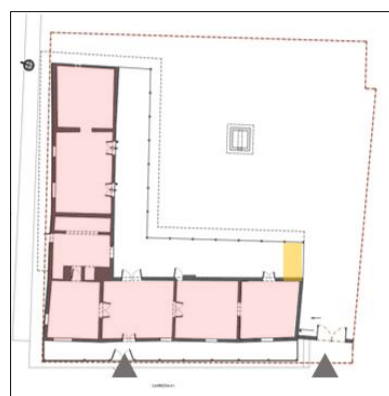


IMAGEN 3 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

- **ETAPA 4**

Entre los años 1950 - 2000 presenta más modificaciones y adiciones, incluso cambiando el uso de residencial (grupo de uso I) a grupo de uso III)

A.2.5.1.4 — Grupo I — Estructuras de ocupación normal — Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos **II**, **III** y **IV**.

A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo **IV**. Este grupo debe incluir:

- (a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
- (b) Garajes de vehículos de emergencia,
- (c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias
- (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.**
- (e) Aquellas del grupo **II** para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
- (f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

IMAGEN 4 tomada de la NSR-10

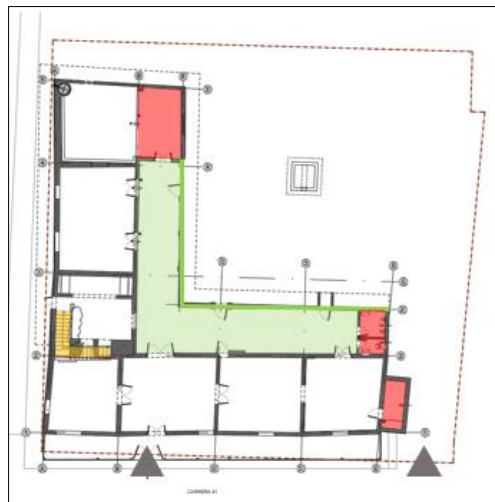


IMAGEN 5 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

Clausura de la galería interior con un muro en mampostería



Volúmenes añadidos en el primer y segundo piso



Construcción de la escalera sobre la crujía norte



Tabla A.9.2-1
Grado de desempeño mínimo requerido

Grupo de Uso	Grado de desempeño
IV	Superior
III	Superior
II	Bueno
I	Bajo

A.10.1.3.2 — Cambio de uso — Cuando se modifique el uso de una edificación, aun en los casos que menciona A.10.1.3.1, entendido el cambio de uso como una modificación de acuerdo a normas urbanísticas (de residencial a multifamiliar, de alguno de ellos a comercial, entre otros), así como cambio de uno de los Grupos de Uso descritos en A.2.5.1 a otro superior dentro de ese numeral, deben evaluarse las implicaciones causadas por este cambio de uso, ante cargas verticales, fuerzas horizontales y especialmente ante efectos sísmicos.

IMAGEN 6 tomado de la NSR-10

- **ETAPA 5**

Del año 2000 en adelante también se presentan nuevas modificaciones y adiciones



IMAGEN 7 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

Nuevos volúmenes construidos en el costado sur del patio ■

Modificación del patio interior para la circulación hacia los nuevos volúmenes ■

2.1.3 Registros de mantenimiento y reparaciones:



IMAGEN 8 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

- Nuevos muros en ladrillo tolete ———
- Nuevos muros en mampostería ———
- Nuevos muros en bloque de concreto ———
- Muros demolidos - - - - -
- Muros en bahareque existentes ———

REPARACIONES EN PRIMER PISO (MODIFICACIONES)



IMAGEN 9 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

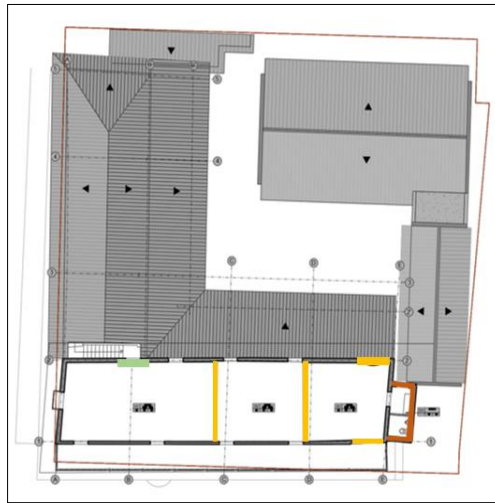






IMAGEN 10 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

- Nuevo vano 
- Nuevos muros en mampostería 
- Nuevas divisiones en madera 
- Muros demolidos 

REPARACIONES EN SEGUNDO PISO (MODIFICACIONES)



IMAGEN 11 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

2.2 Fase 2: Inspección visual

La inspección visual suele ser un paso inicial o complementario a otros métodos de ensayo no destructivos utilizados para evaluar la integridad de un material o componente.

2.2.1 Inspección visual fitosanitario-cubierta primer nivel



IMAGEN 13 tomado de informe Inspección visual fitosanitario

2.2.2 Inspeccion visula fitosanitario cubierta segundo nivel

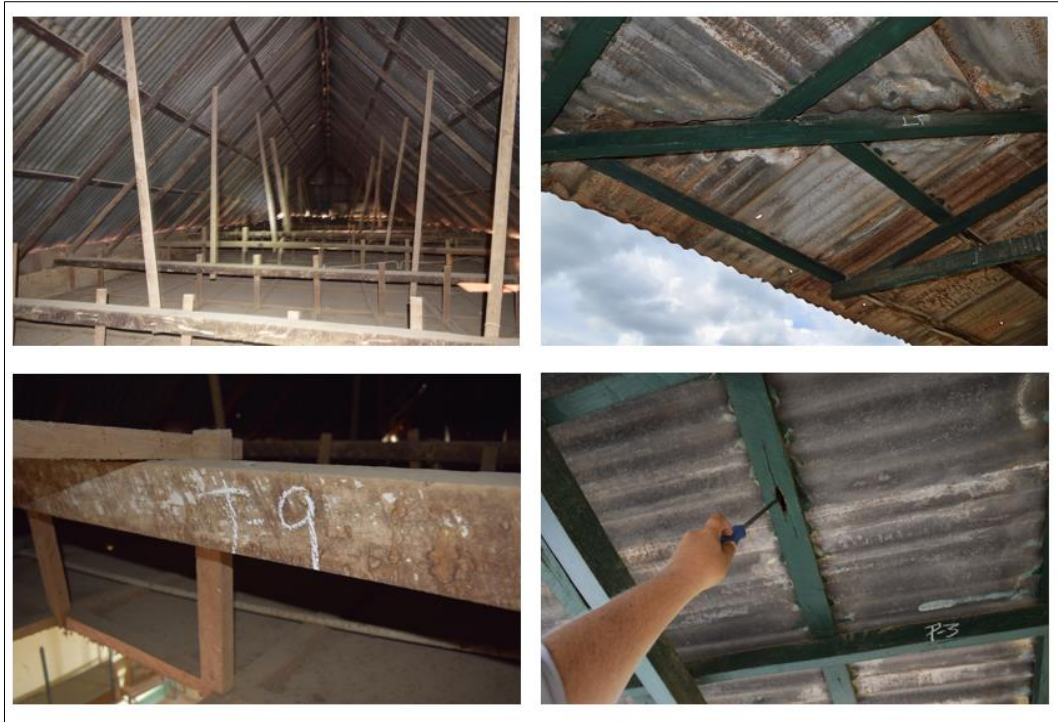


IMAGEN 14 tomado de informe Inspección visual fitosanitario

2.2.3 Inspección visual fitosanitario – entrepisos





IMAGEN 15 tomada de informe Inspección visual fitosanitario

2.2.4 Inspección visual fitosanitario – muros



IMAGEN 16 tomado de informe Inspección visual fitosanitario

2.2.5 Inspección visual para localizar apiques ingeniero estructural

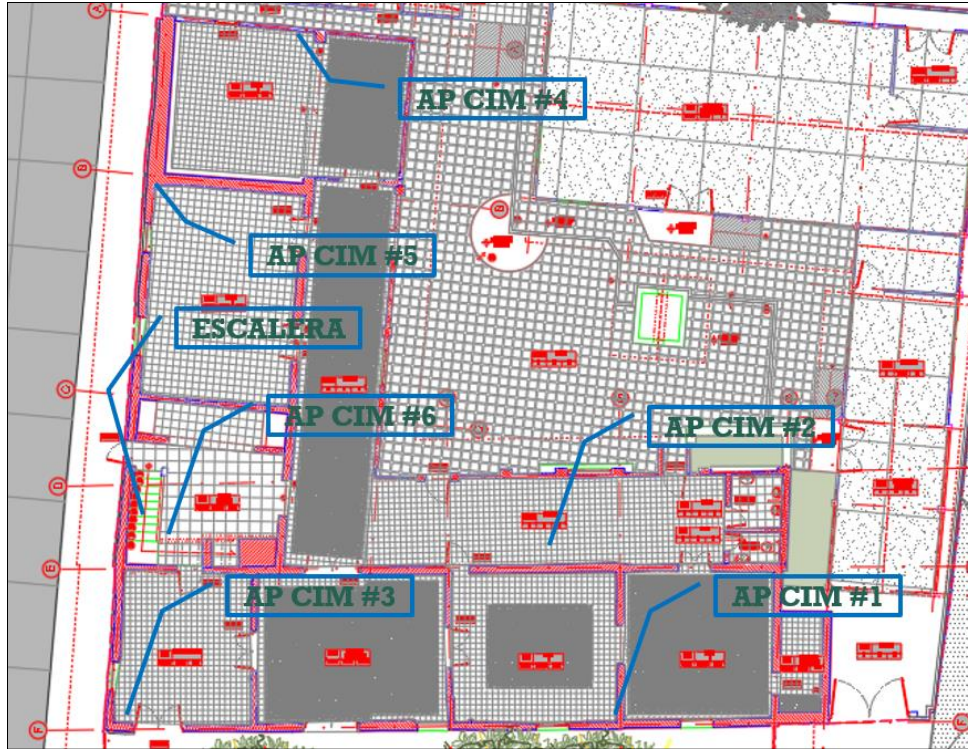


IMAGEN 17 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.6 Apique #1

se encontró una viga cimentación de 50 cm de alto, también se verifico que existe un sobre nivel de 30cm para sócalo de protección de los muros.



IMAGEN 18 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.7 Apique #2

no se encontró vestigios de cimentación alguna se encontró una capa de piso pulido. También se evidencia una columna en madera de sección de 17cm x 17cm y una de la cual presenta deterioro en la base que esta empotrada al terreno, y una columna de $\varnothing = 20$ cm.



IMAGEN 19 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.8 Apique #3

se encontró una base en concreto para confinar una columna de madera, no se evidencia vigas de cimentación.



IMAGEN 20 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.9 Apique #4

se evidencia la presencia de una viga ciclópea la cual tiene una altura de 39 cm, esta viga no tiene vestigios de refuerzo alguno.



IMAGEN 21 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.10 Apique #5

no se encontró vestigio de cimentación alguna solo se encontró vestigios de una plantilla de nivelación para piso.



IMAGEN 22 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.11 Apique #6

no se encontró vestigio de cimentación alguna solo se encontró vestigios de un piso pulido el cual está al nivel del piso principal actual.



IMAGEN 23 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.12 grietas en muros existentes

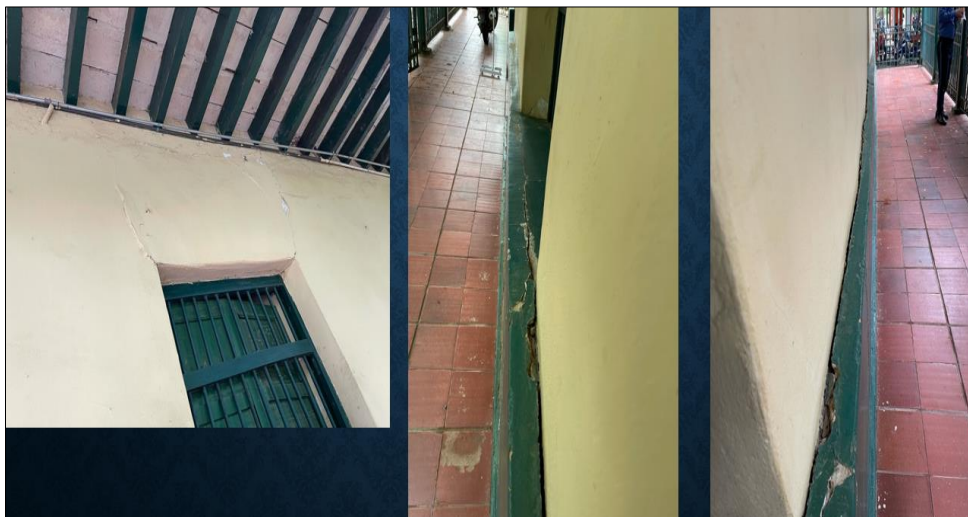


IMAGEN 24 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

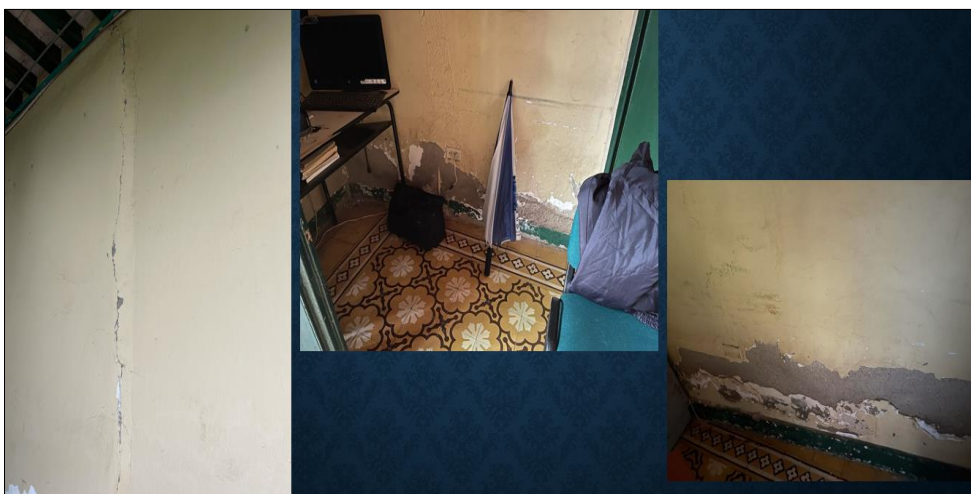


IMAGEN 25 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.13 localización de muros que comprometen la integridad de la edificación

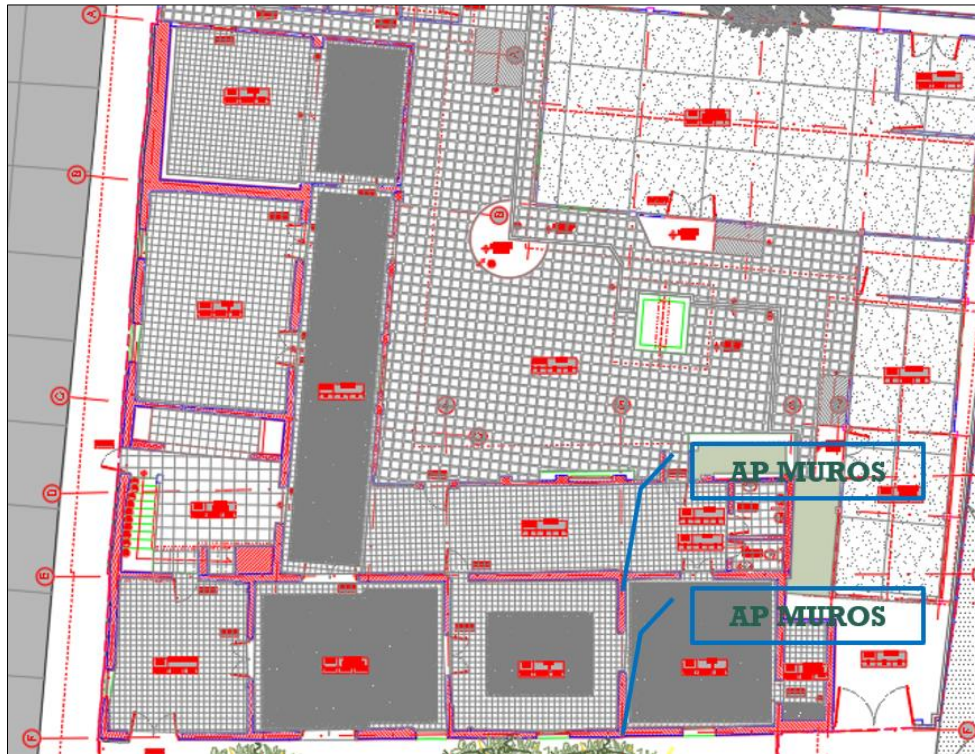


IMAGEN 26 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.14 Apique para verificar uniones muro bareque muro en mampostería



IMAGEN 27 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.2.15 *Apique para verificar uniones muro bareque muro en mampostería*



IMAGEN 28 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3 Fase 3: Ensayos no destructivos

2.3.1 *Verificación aceros de refuerzo con escáner*

La verificación de aceros de refuerzo con escáner, también conocida como ferros scanning, es un método no destructivo empleado para localizar, identificar y medir la posición, el diámetro y el recubrimiento de las barras de acero de refuerzo (concreto reforzado) en estructuras de concreto.

2.3.2 *Apique #1*

Al realizar el escáner se evidencia que esta viga no tiene acero de refuerzo alguno. Con lo cual se ratifica que esta es una viga ciclópea. De una construcción posterior.



IMAGEN 29 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3.3 *Apique #4*

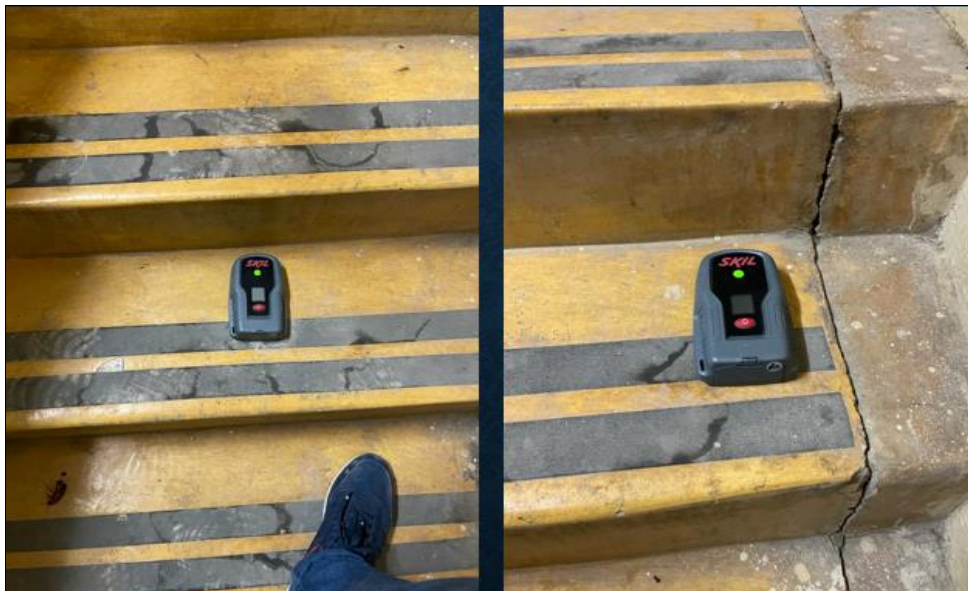
Al realizar el escáner se evidencia que esta viga no tiene acero de refuerzo alguno. Con lo cual se ratifica que esta es una viga ciclopea. De una construcción posterior.



IMAGEN 30 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3.4 *Ferro-scanner escalera*

la escalera existente no presenta vestigios de acero para refuerzo alguno



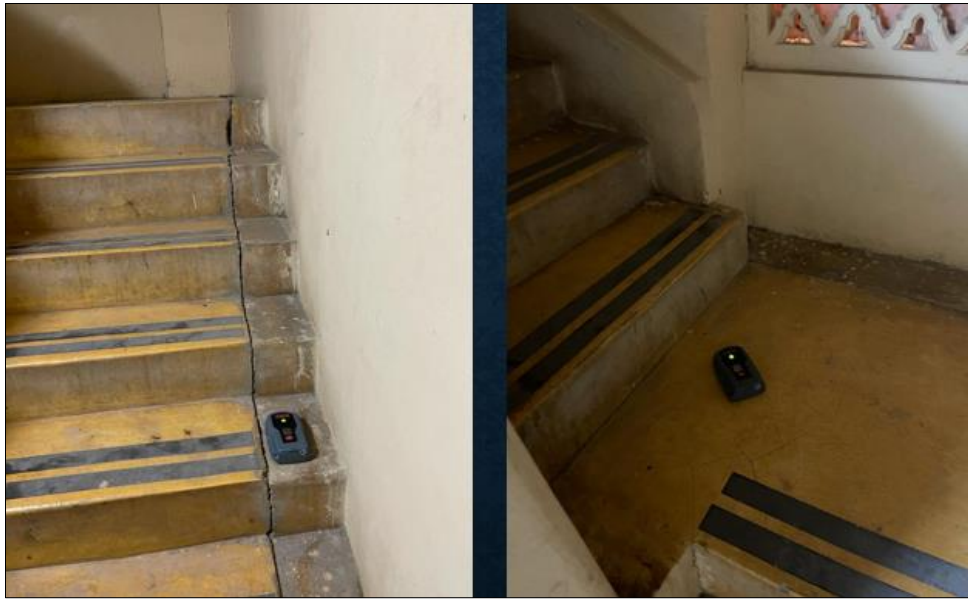


IMAGEN 31 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3.5 Ferro-scanner viga

la viga del vano presenta vestigio de acero de refuerzo existente, esta viga esta simplemente apoyada sobre muros el lado derecho muro bareque en lado izquierdo muro mampostería ladrillo esta viga es de sección 17cm x 23 cm





IMAGEN 32 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3.6 Lecturas esclerómetro muestra #1

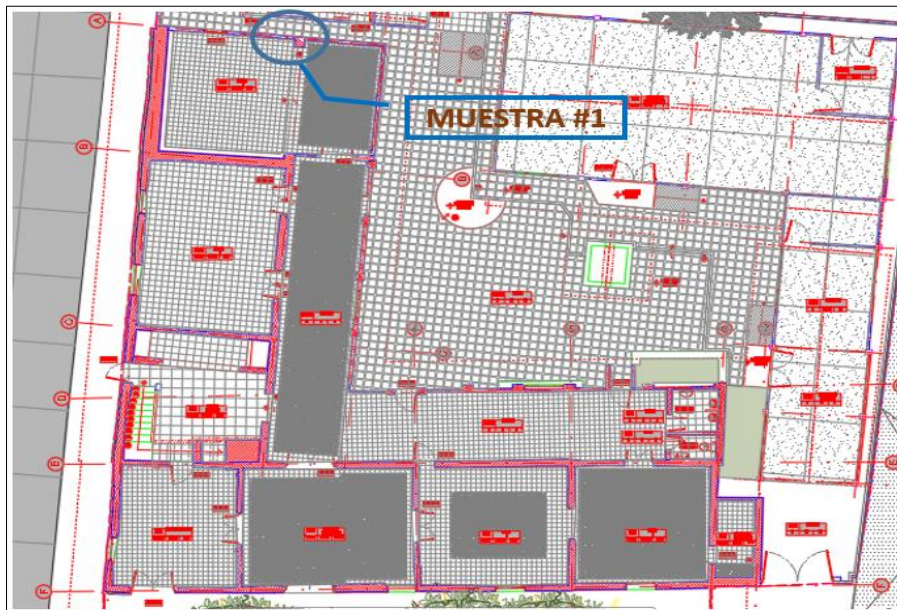




IMAGEN 33 tomada informe inspección visual ingeniero estructural



IMAGEN 34 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.3.7 Lecturas esclerómetro muestra #2

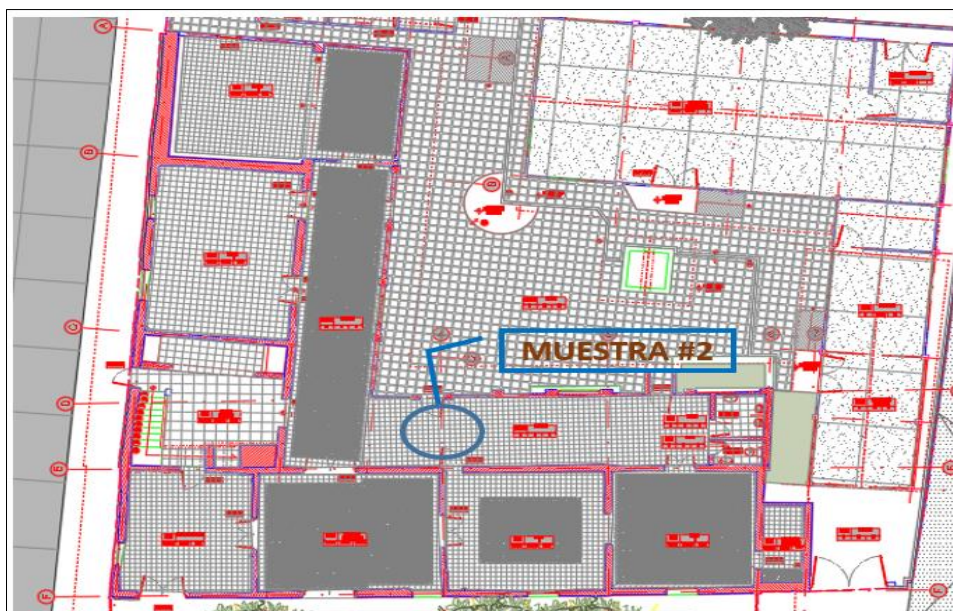


IMAGEN 35 tomada informe inspección visual ingeniero estructural



IMAGEN 36 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.4 Fase 4: Ensayos destructivos

2.4.1 Extracción de núcleos en concreto reforzado

la extracción de núcleos en concreto reforzado es un método de ensayo destructivo valioso para evaluar la resistencia a la compresión del concreto en estructuras existentes. Este ensayo proporciona información importante sobre la calidad del concreto y puede ser útil para la toma de decisiones relacionadas con la reparación, el refuerzo o la demolición de estructuras.

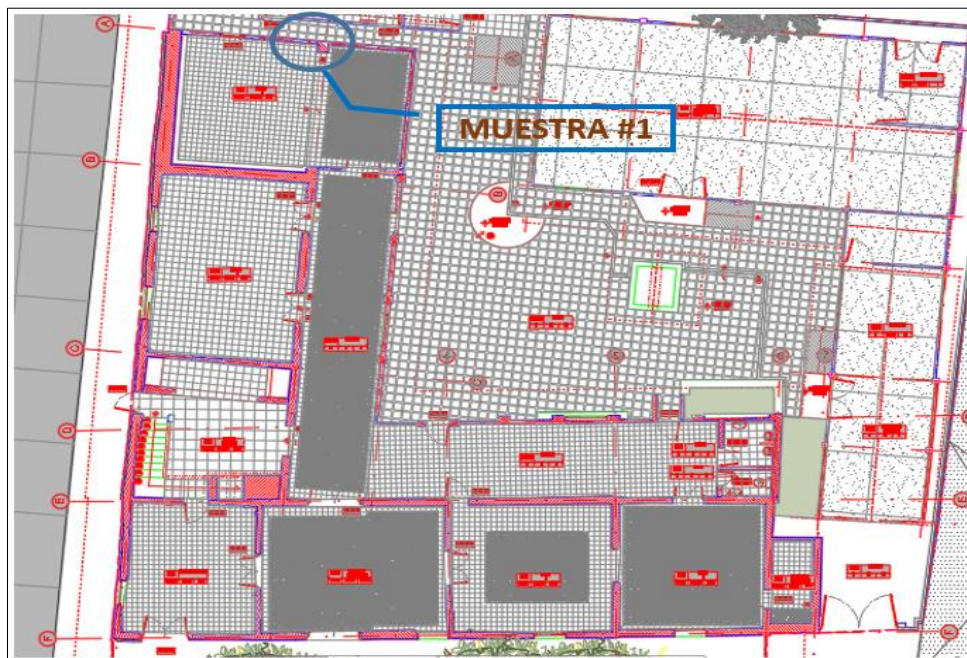


IMAGEN 37 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.4.2 Extracción de núcleo muestra # 1

Extracción de los núcleos para realizar ensayo de compresión de la muestra #1

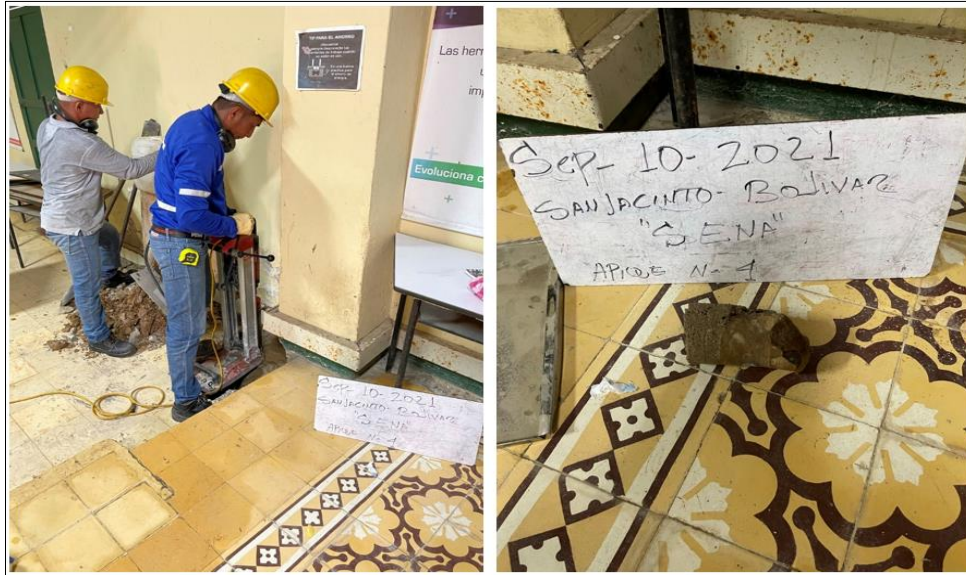


IMAGEN 38 tomada informe inspección visual ingeniero estructural



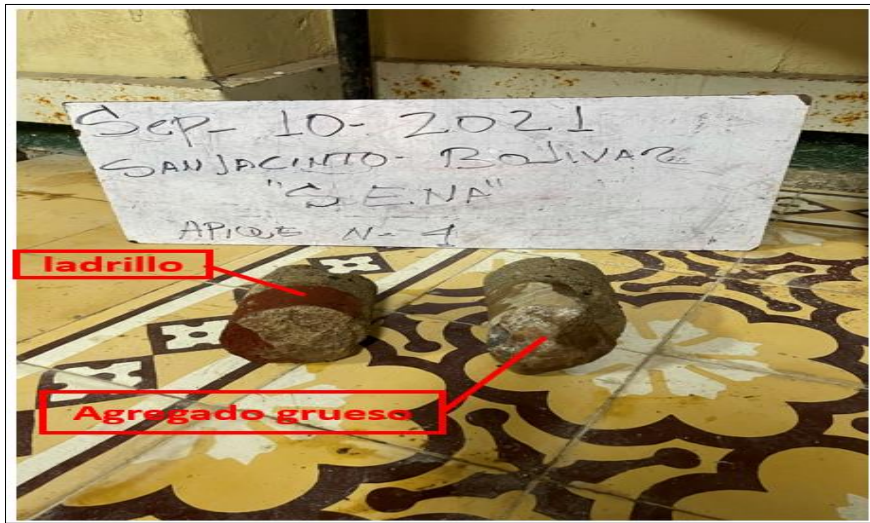


IMAGEN 39 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

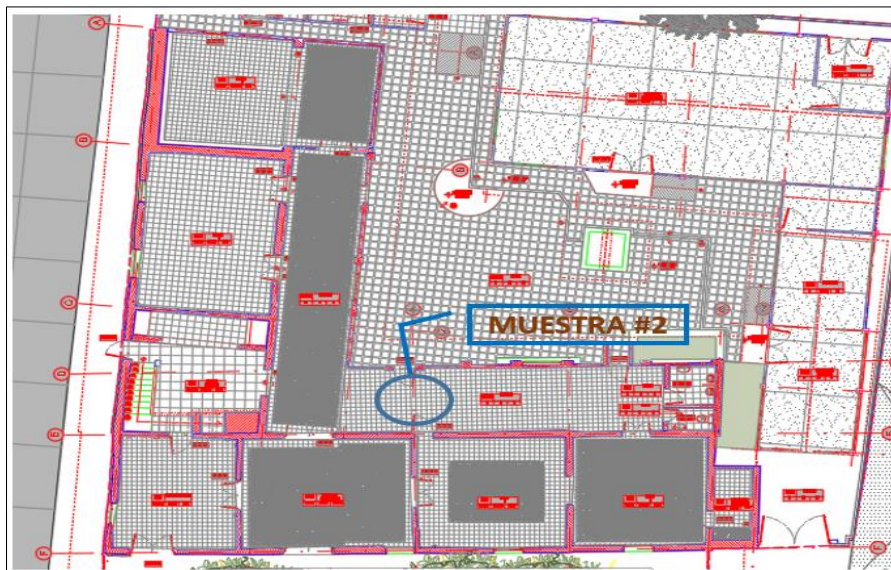


IMAGEN 40 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.4.3 extracción de núcleo muestra #2

en la cual se evidencia al momento de su extracción presencia de material ortótropo (madera) y acero



IMAGEN 41 tomada informe inspección visual ingeniero estructural



En la imagen se detecta la presencia de madera con espesores de 2.7 cm en ambos lados de la muestra cilíndrica



IMAGEN 42 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

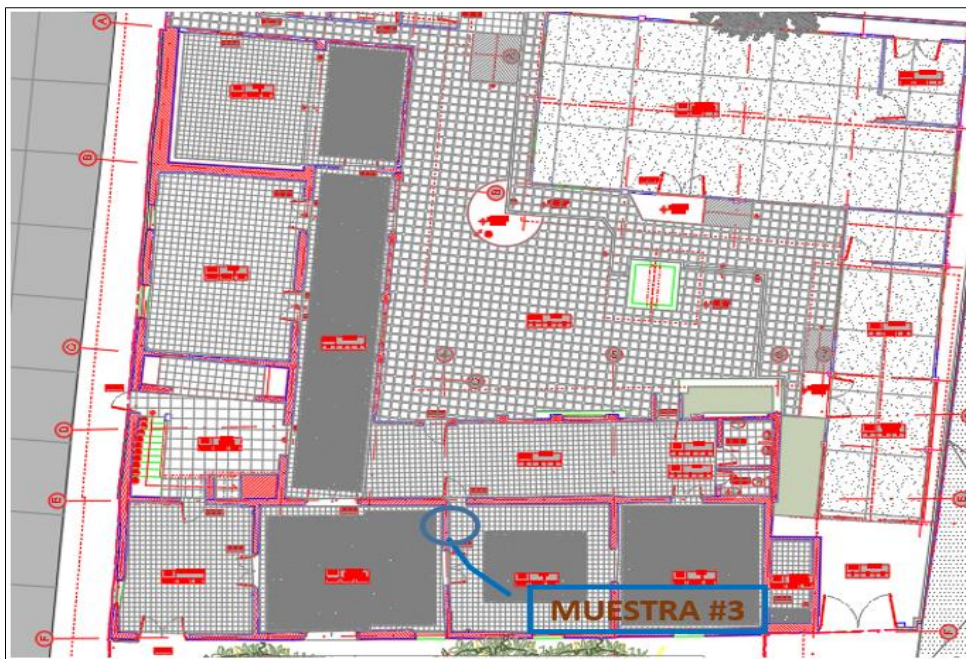


IMAGEN 43 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

2.4.4 extracción de núcleo muestra #3

en la cual se evidencia al momento de su extracción presencia de material ortótropo (madera), mortero, y barro no cocido, esta muestra se toma a 0.5 m del nivel de piso existente.

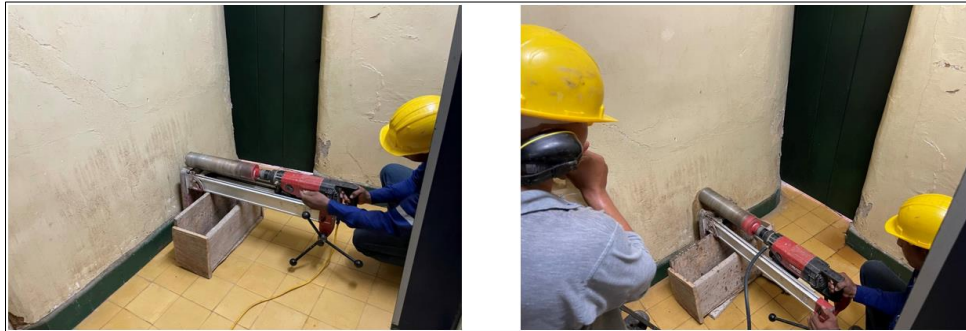


IMAGEN 44 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

En las imágenes se aprecia el proceso de extracción de los núcleos para realizar ensayo de caracterización de la muestra #3 con el objetivo de conocer información importante sobre los compuestos.



IMAGEN 45 tomada informe inspección visual ingeniero estructural

En las imágenes se detecta la presencia de madera con \varnothing de 1.5" a 2" y mortero a ambos lados de la perforación, al entrar en contacto con agua la muestra se desvaneció

2.5 Fase 5: Análisis estructural

2.5.1 Casos de cargas

2.5.2 Selección de la combinación más crítica

2.5.3 Cargas más críticas para simulación muro bahareque

2.5.4 Cargas más críticas para simulación entrepiso madera

2.5.5 Análisis de viento

2.5.6 Análisis dinámico

2.5.7 Simulación sección muro crítico en bahareque

2.5.8 Simulación vigas losa entrepiso en zona de muro crítico

2.5.9 Simulación unión viga columna en zona muro crítico

2.6 Fase 6: Informe de evaluación

2.6.1 Memorias de cálculo vulnerabilidad sísmica

2.6.2 Ensayos laboratorios san jacinto

2.6.3 Tabla altura de la edificación

2.6.4 Tabla irregularidad en planta

2.6.5 Tabla longitud mínima muros

NOTA: VER ANEXOS

3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

3.1 Seguridad estructural:

En vista del estado deplorable de los muros de bahareque y las ventajas que ofrece el sistema de apuntalamiento, se propone su implementación como medida indispensable para garantizar la seguridad de la edificación. Este sistema proporcionará el soporte temporal necesario para prevenir el colapso de los muros y facilitará la realización de las intervenciones necesarias para su reparación o reconstrucción. La implementación del apuntalamiento debe realizarse bajo la supervisión y dirección de profesionales calificados en ingeniería civil, quienes evaluarán las condiciones específicas de la edificación y diseñarán el sistema de apuntalamiento adecuado para cada caso.

3.1.1 *Ventajas del apuntalamiento:*

El sistema de apuntalamiento ofrece una serie de ventajas como medida de seguridad estructural para muros de bahareque:

- **Soporte temporal:** Proporciona un soporte temporal a los muros debilitados, previniendo su colapso y garantizando la estabilidad de la edificación durante las intervenciones necesarias para su reparación o reconstrucción.
- **Versatilidad:** Se adapta a una amplia variedad de situaciones estructurales, permitiendo apuntalar diferentes tipos de muros de bahareque con diversos grados de deterioro.
- **Ejecución rápida:** Su implementación puede realizarse de manera relativamente rápida, minimizando los tiempos de inactividad de la edificación y los riesgos asociados a la inestabilidad estructural.

- **Eficacia comprobada:** El apuntalamiento es una técnica de probada eficacia en la protección de estructuras en riesgo de colapso, avalada por años de experiencia en el ámbito de la ingeniería civil.

3.1.2 memoria justificación apuntalamiento:

se anexan memorias justificación sistema de apuntalamiento

3.1.3 memoria diseño sistema apuntalamiento:

se anexan memorias diseño sistema de apuntalamiento

3.1.4 presupuesto plan de mitigación:

SEDE AGROINDUSTRIAL Y MINERO -SAN SAJACINTO ESTIMACION PLAN DE MITIGACION					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
1	ESTUDIOS Y DISEÑOS PLAN DE MITIGACION				
1.1	INFORME JUSTIFICACION PLAN DE MITIGACION	UND	1	\$ 4,234,164	\$ 4,234,164
1.2	DISEÑO ESTRUCTURAL SISTEMA PLAN DE MITIGACION	UND	1	\$ 3,328,861	\$ 3,328,861
				COSTO DIRECTO	\$ 7,563,025
				IVA 19%	\$ 1,436,975
				COSTO TOTAL	\$ 9,000,000

SEDE AGROINDUSTRIAL Y MINERO -SAN SAJACINTO ESTIMACION PLAN DE MITIGACION					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VR UNITARIO	VR TOTAL
1	EXCAVACION PARA CIMENTACION	M3	6.56	\$ 160,000	\$ 1,050,240
2	CONCRETO CICLOPEO PARA MEJORAMIENTO CAPACIDAD PORTANTE SUELO	M3	3.28	\$ 350,000	\$ 1,148,700
3	ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	KG	170.66	\$ 28,700	\$ 4,897,987
4	CONCRETO DE 21 Mpa	M3	3.28	\$ 470,000	\$ 1,542,540
5	LISTON EN MADERA CARRETO DE 17 cm X 17 cm X 4.40 m	UND	20	\$ 664,467	\$ 13,289,338
6	PERFIL ESTRUCTURAL RECTANGULAR DE 200 mm X 100 mm X e=4mmGRADO 50	KG	257.939	\$ 12,600	\$ 3,250,031
7	CONEXIONES	KG	77.38	\$ 12,600	\$ 975,009
				COSTO DIRECTO	\$ 26,153,846
				AIU 30%	\$ 7,846,154
				COSTO TOTAL	\$ 34,000,000

3.2 Conservación del valor patrimonial:

PLAN DE DESARROLLO SAN JACINTO 2020-2023

ACUERDO No. 011

(28 DE MAYO DE 2020)

POR EL CUAL SE ADOPTA EL PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SAN JACINTO BOLIVAR, PARA EL PERIODO 2020 - 2023 – “POR UN SAN JACINTO POSIBLE”.

EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL – EOT. (ACUERDO N° 019 DE 29 DE DICIEMBRE DE 2004), el cual se integra al proceso análisis y vigencias según la ley 388 de 1994, programas y proyectos del EOT son priorizados para su puesta en marcha y operatividad con recursos del Plan de Desarrollo Municipal.

En relación con atractivos de carácter cultural, el municipio mediante Acuerdo Municipal No 029 de 2004, sin declaratoria como tal dejó expreso como patrimonio arquitectónico, las edificaciones incluidas en el Esquema de Ordenamiento Territorial, considerados como Bienes de Interés Cultural – BIC, por el estilo arquitectónico en sus aspectos formales, volumétricos y tipológicos; en virtud de la letra y el espíritu de la Ley 1185 de 2008, que motivó al legislador dictarla; mediante su artículo 1° modificó el artículo 4° de la Ley 397 de 1997, consideró como bienes de interés cultural de los ámbitos nacional, departamental, distrital y municipal; declarados patrimonio cultural por haber sido incorporados a los planes de ordenamiento territorial; esto significa y lo demuestra una verdadera intención, voluntad propia y el alcance de la norma, a fin de favorecer de manera expedita los valores

IMAGEN 46 Tomado de la presentación Consultor Consorcio MOG-ARQ Centro Agroempresarial y Minero aparte 3 estudio histórico

4. PATRONES DE DISEÑO DE REFORZAMIENTO

La elección del patrón de diseño de reforzamiento estructural adecuado depende de una evaluación exhaustiva de las características específicas de la estructura y las condiciones a las que estará sujeta. Es crucial que el diseño y la ejecución del reforzamiento estructural sean realizados por ingenieros calificados y experimentados para garantizar la seguridad y la eficacia de la intervención.

4.1 Reforzamiento de elementos estructurales

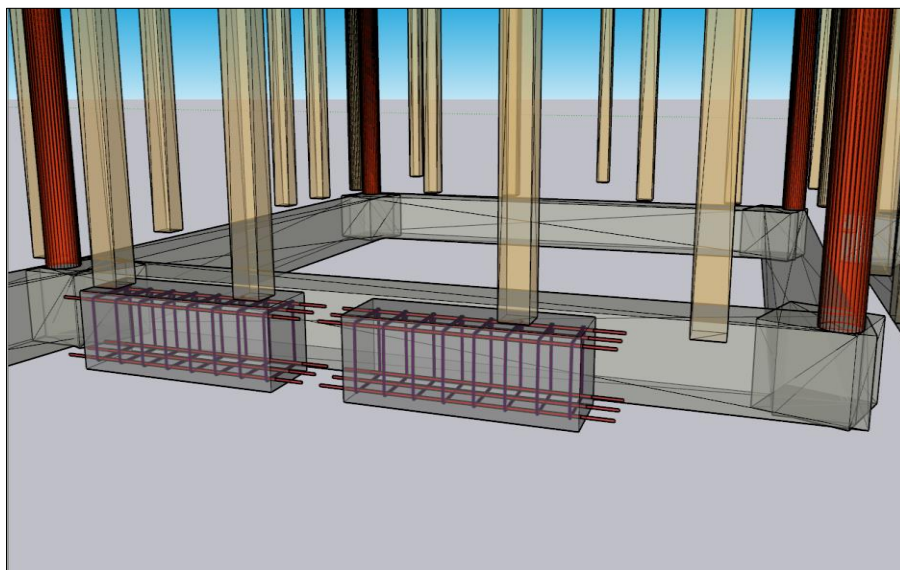
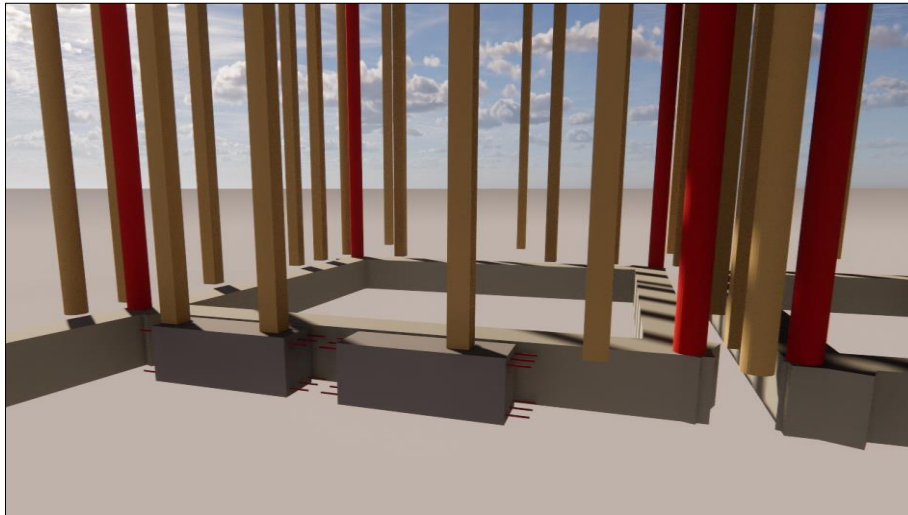


IMAGEN 47 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

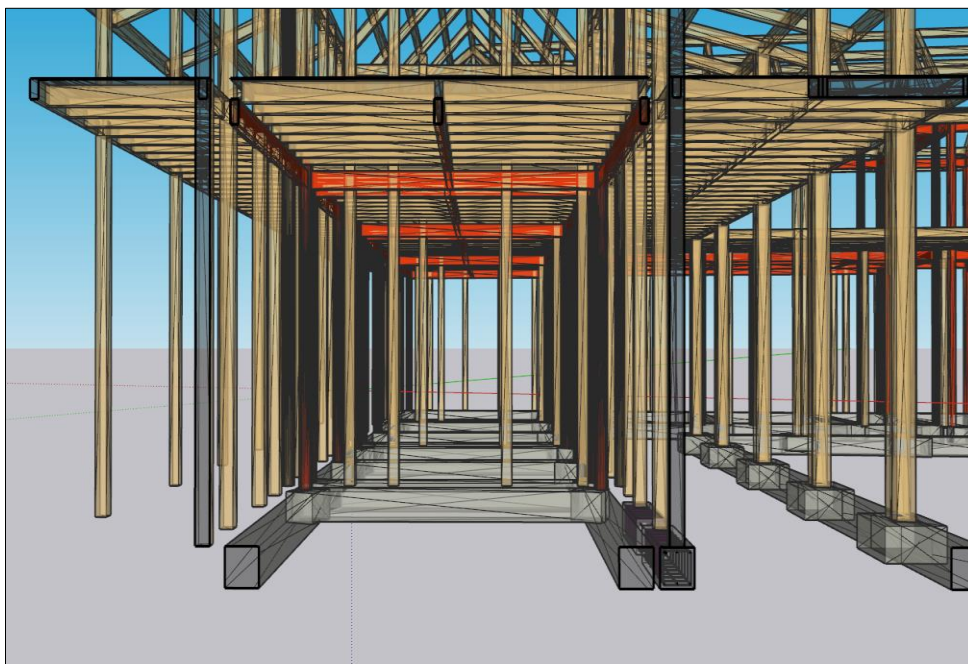
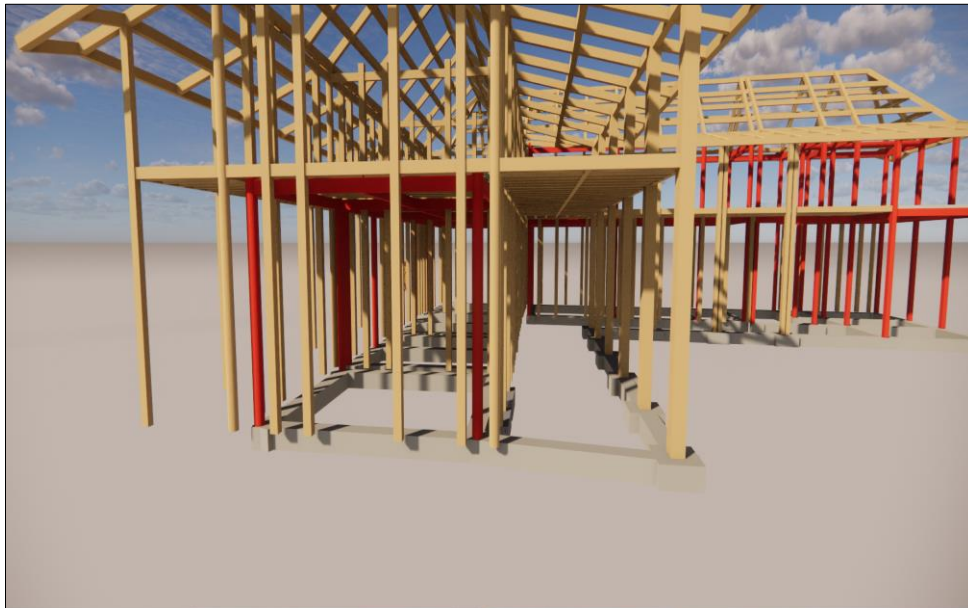
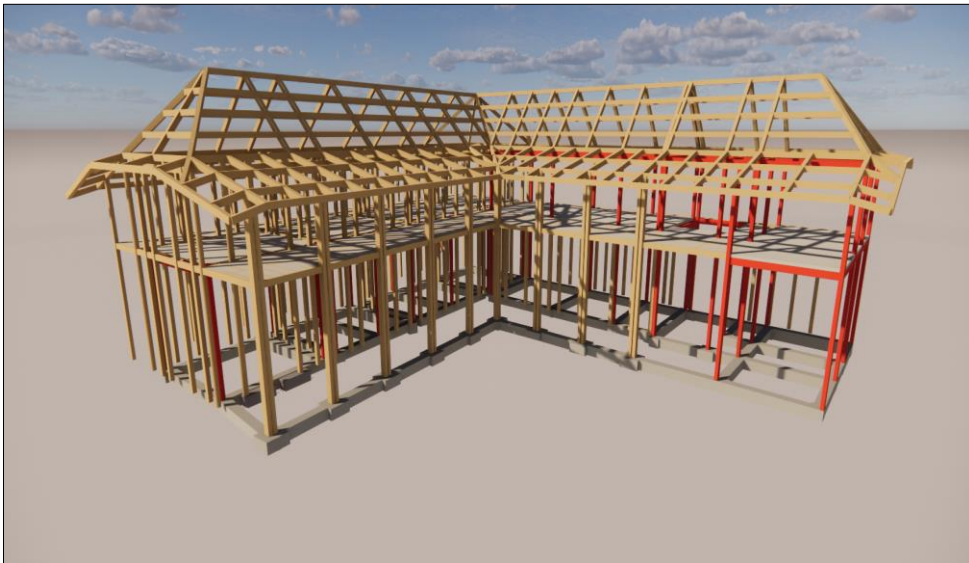


IMAGEN 48 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador



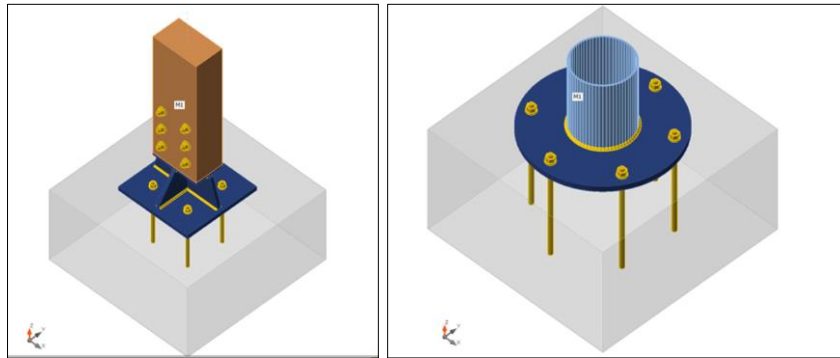


IMAGEN 49 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

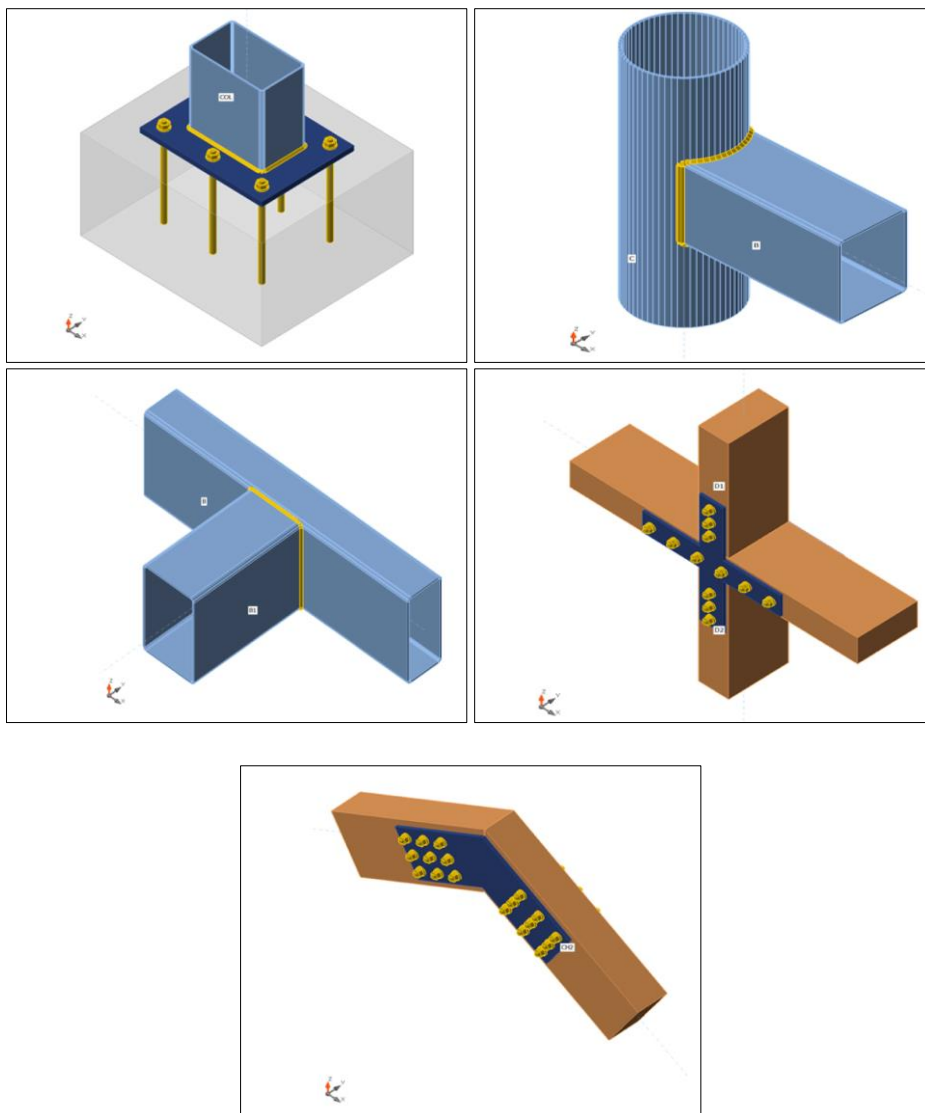


IMAGEN 50 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

4.2 Reforzamiento de elementos no estructurales

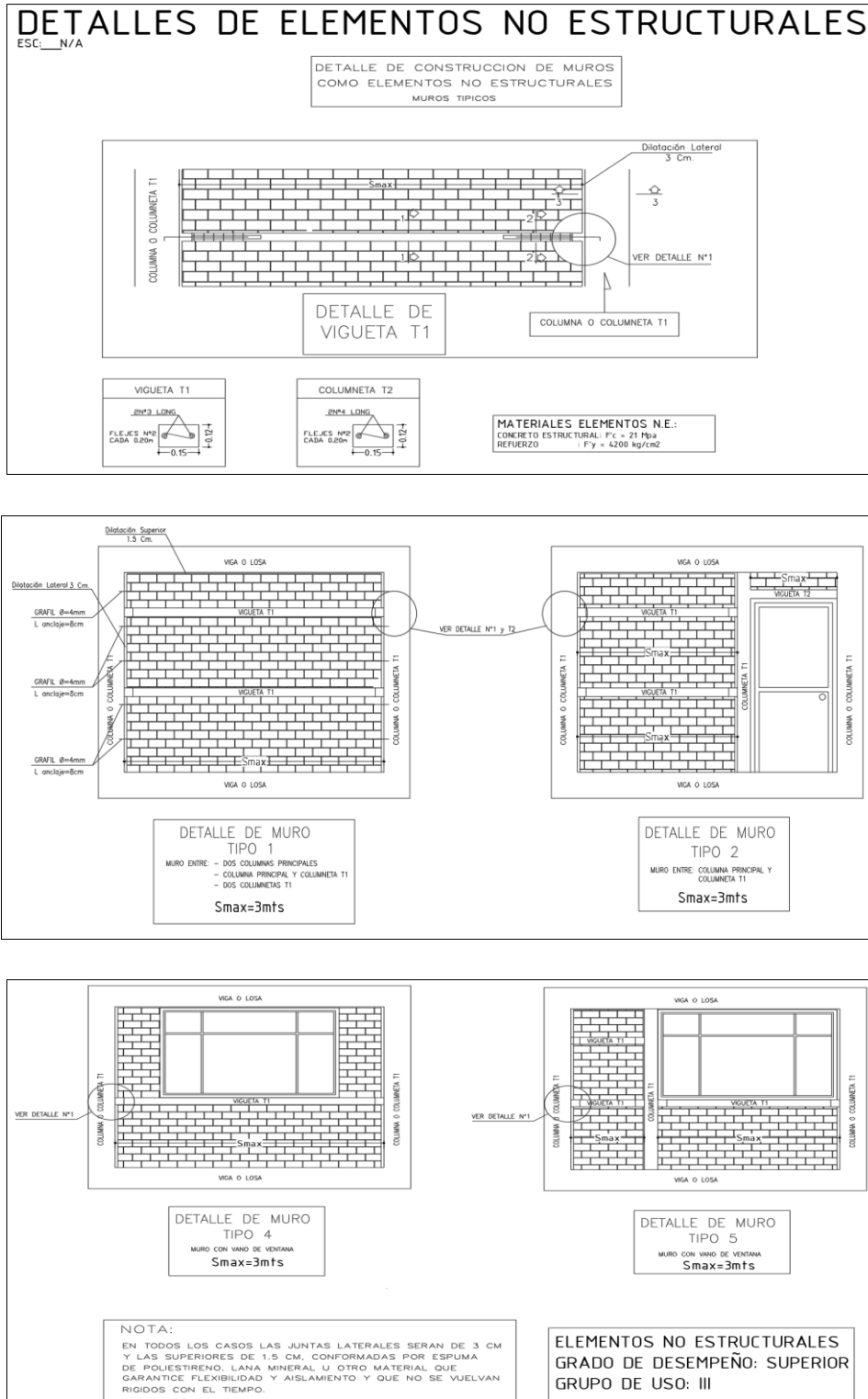


IMAGEN 51 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

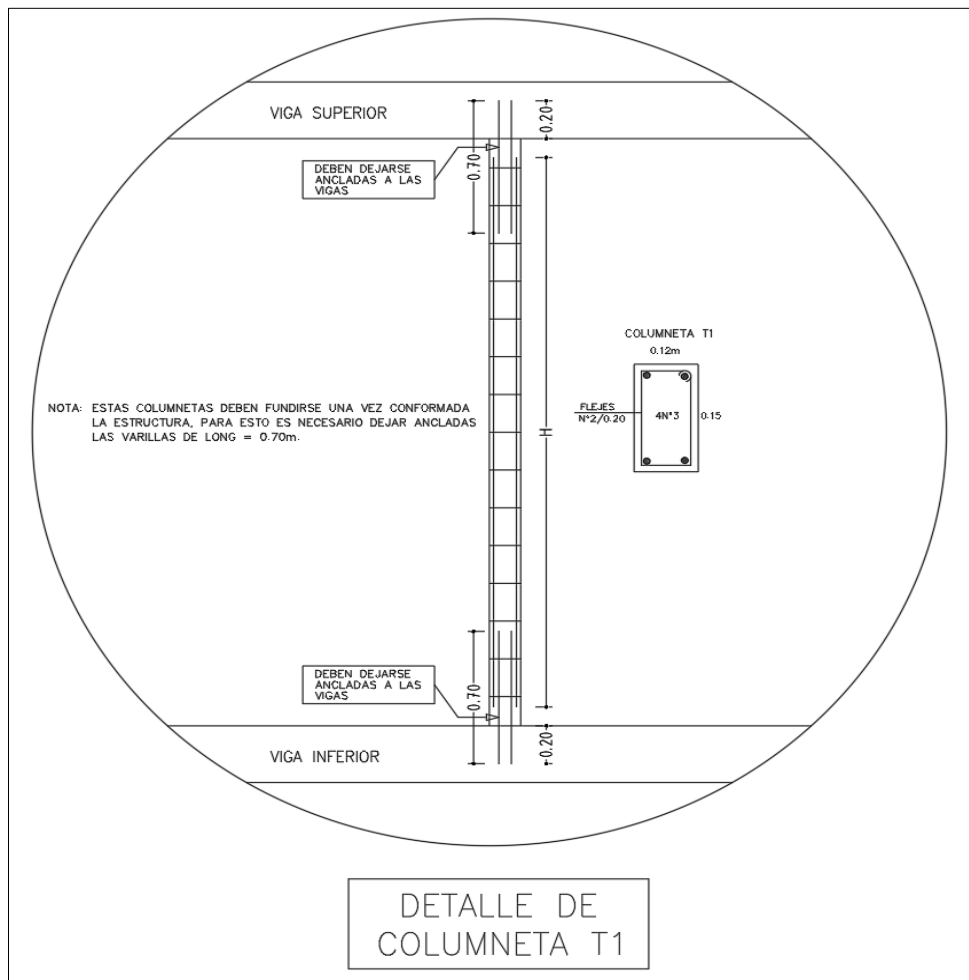
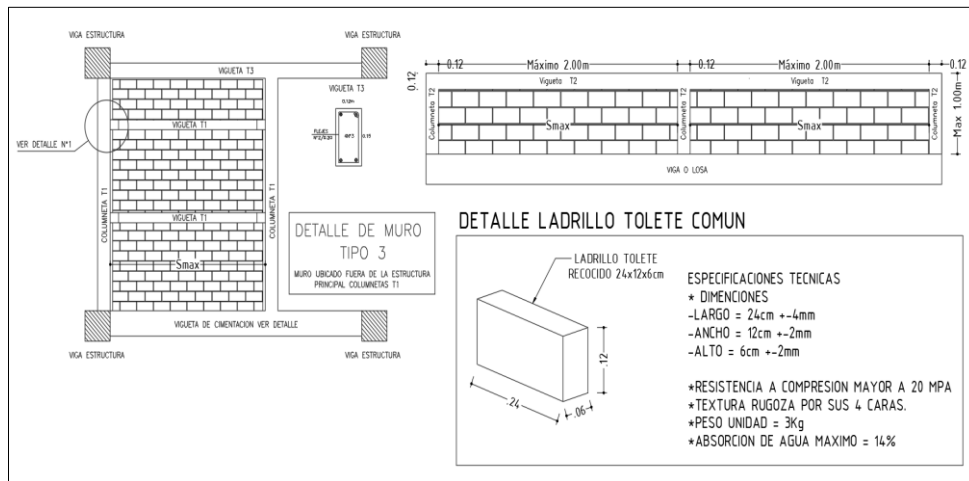


IMAGEN 52 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

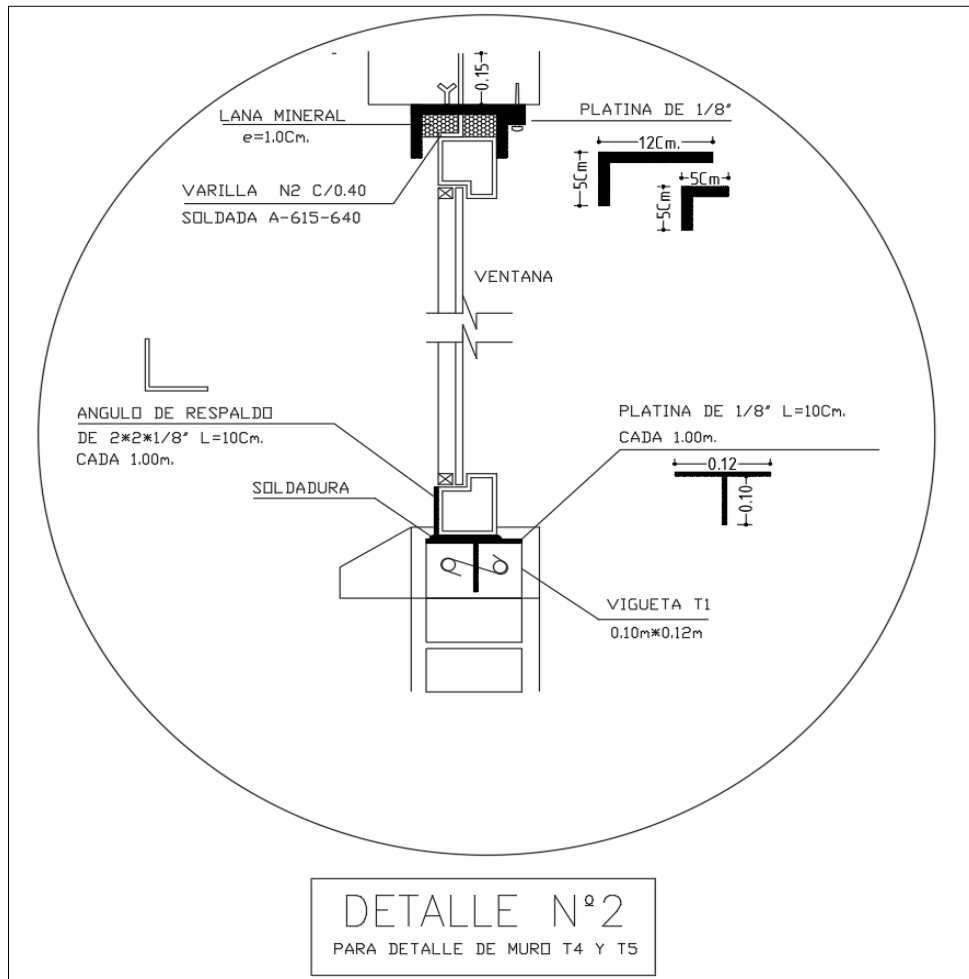
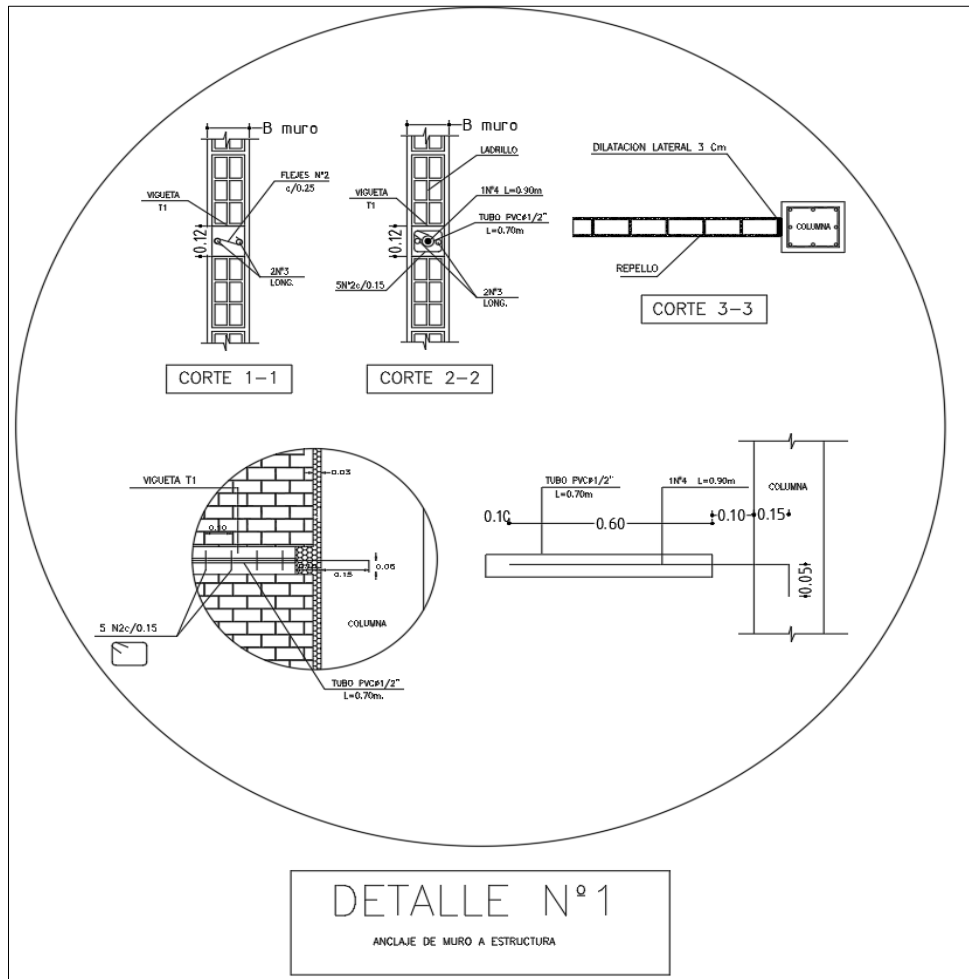


IMAGEN 53 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador



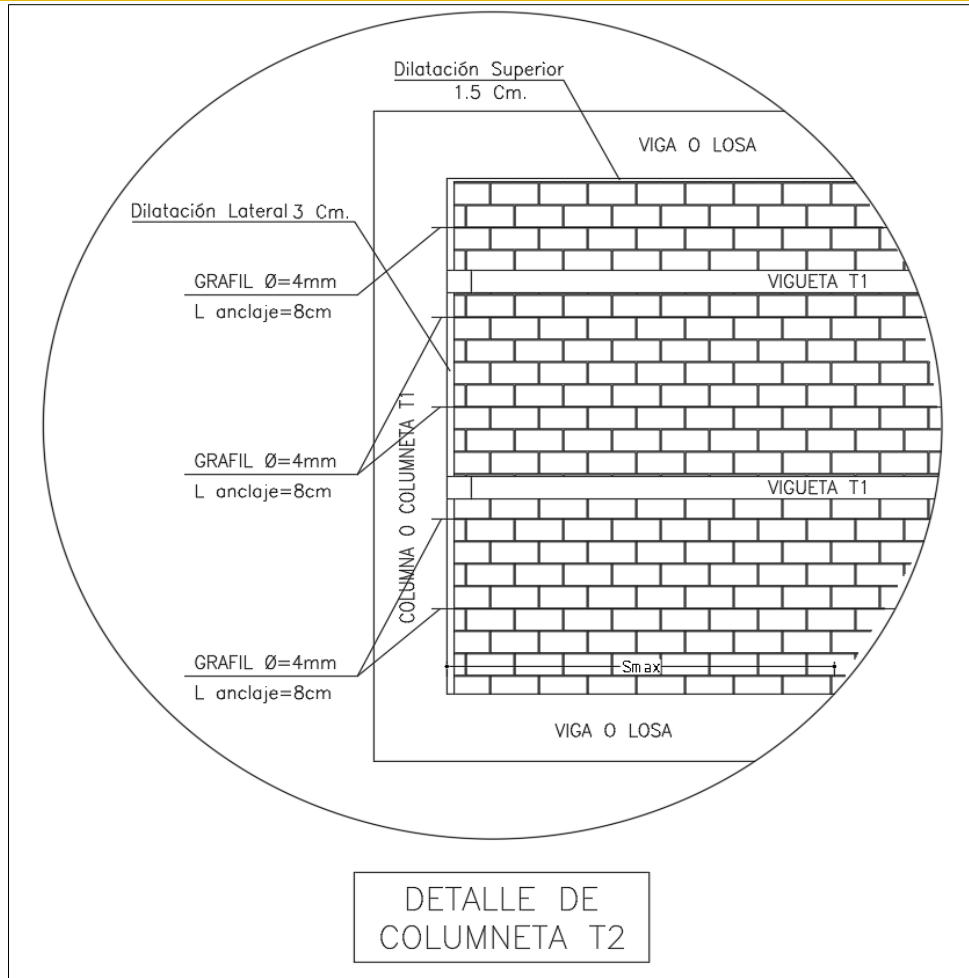


IMAGEN 54 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

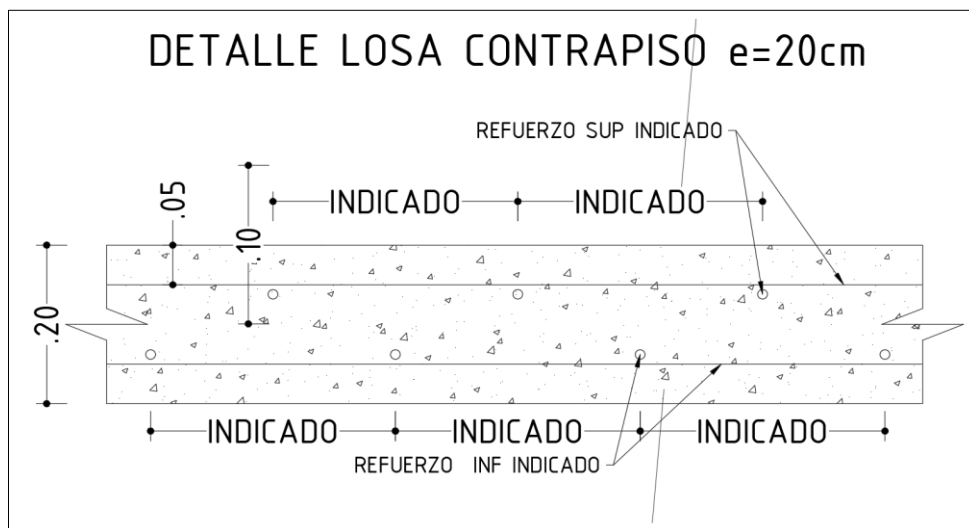


IMAGEN 55 tomado de la propuesta estructural del ingeniero diseñador

4.3 Materiales y sistemas de reforzamiento

1.11. Materiales utilizados					
1.11.1. Hormigones					
Elemento	Hormigón	f _c (MPa)	Árido		E _c (MPa)
			Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Losas	C=21MPa	21	Origen metamórfico	15	17872
Columnas y tabiques	C=21MPa	21	Origen metamórfico	15	17872
Muros	C=28 MPa	28	Origen metamórfico	15	20637

1.11.2. Aceros por elemento y posición					
1.11.2.1. Aceros en barras					
Elemento	Acero	f _{yk} (MPa)	γ _s		
Todos	Grado 60 (Latinoamérica)	412	1.00		

1.11.2.2. Aceros en perfiles					
Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)		
Acero conformado	ASTM A-500 GR C CIRCULAR	324	203		
Acero laminado	ASTM A 572 50 ksi	345	200		

1.11.3. Madera					
Elemento	Tipo	Clase resistente	E (MPa)	G (MPa)	γ (kN/m ³)
Todos	CARRETO	CARRETO	14364.00	933.66	5.89

Notación:
 E: Módulo de elasticidad
 G: Módulo de elasticidad transversal
 γ: Peso específico

IMAGEN 56 tomado de las memorias de cálculo del ingeniero diseñador

El **sistema de reforzamiento** usado en los pórticos corresponde al sistema de pórticos en estructuras combinados, los cuales son los encargados de absorber tanto las cargas gravitacionales como las cargas sísmicas, y el sistema estructural usado en la cubierta corresponde al sistema de pórticos en estructuras de madera, los cuales son los encargados de absorber tanto las cargas gravitacionales como las cargas de viento

La estructura se analizó y diseñó considerando los efectos de las diferentes combinaciones de cargas aplicadas sobre un MODELO TRIDIMENSIONAL COMPLETO, mediante el uso del software CYPECAD, y de esta manera obtener las respuestas de un comportamiento global de la estructura.

Las cargas que se combinaron y se aplicaron sobre la estructura son cargas gravitacionales, muertas, vivas, de vientos y cargas sísmicas.

5. SINTESIS

La evaluación y el reforzamiento estructural son esenciales para la conservación y el uso seguro de las edificaciones patrimoniales. Un enfoque integral que incluye inspección visual, análisis estructural detallado y ensayos no destructivos permite determinar las intervenciones necesarias para preservar el legado histórico y adaptarlo a las demandas actuales y futuras.

El dimensionamiento adecuado de los elementos estructurales, la inspección visual para identificar daños y la aplicación de técnicas de reforzamiento como la incorporación de elementos metálicos, mallas electrosoldadas y soportes de madera son fundamentales para mejorar la estabilidad y resistencia de la edificación.

Es crucial considerar las normas de construcción vigentes, como la NSR-10 en Colombia, para garantizar la seguridad y el cumplimiento de los requisitos técnicos. La intervención debe realizarse bajo la supervisión de profesionales expertos para preservar la autenticidad y el valor histórico de la edificación.

En conclusión, la evaluación y el reforzamiento estructural de las edificaciones patrimoniales exigen un enfoque multidisciplinario y especializado que combine metodologías rigurosas, técnicas de vanguardia y materiales adecuados para conjugar la conservación del patrimonio con las necesidades actuales y futuras, garantizando su disfrute para las generaciones venideras.

6. CONCLUSIONES

En conclusion para la casa en muros de bahareque se propono como alternativa de refuerzo estructural los siguientes procedimeintos tecnicos.

- Se propuso un sistrema de cimentacion atrincherada en aquellas zonas donde nos encontro apoyo de cimentacion alguna para los muros.



- El sistema estructural tambien lo componenen un conjunto de columnas metalicas, las cuales estaran ancladas a las vigas de cimentacion. Y cuya finalidad es contribuir al soporte de cargas de los muros en bahareque. tambien serviran para el soporte de la futura ampliación de la estructura.



- Las vigas de cimentacion y columnas metalicas, estaran unidas entre si atravez de una losa de contrapiso de 15 cm de espesor.



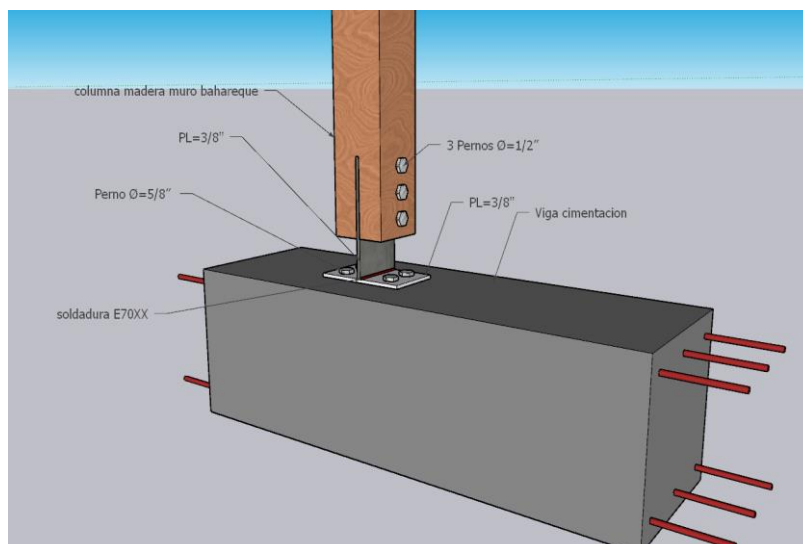
- La placa de entrepiso del piso 2, estara reforzada por un entramado de vigas metalicas que esaran ubicadas en aquellas zonas donde las luces entre columnas son mas grandes; y estaran unidas a las columnas metalicas mediante articulaciones fijas y puntos de soldadura donde haya lugar.



- Según la inspección realizada en campo y a pesar de que la estructura de la cubierta se encuentra en buen estado esta no cumple los requerimientos mínimos del título J de la NSR-10 (requisitos de protección contra incendios en edificaciones) y por tal motivo se hará el cambio en su totalidad, por elementos en madera que si cumplan con dicho requerimiento por tratarse de una estructura tipo III



- Conexión propuesta para los casos donde la columna que conforma el muro en bahareque este deteriorada o mal estado debido a que las columnas en la inspección visual estaban en contacto con el suelo y expuestas al nivel freático del mismo. en estos casos se utilizará un suplemento metálico tipo platina anclada a la viga de cimentación.



Esta guía técnica tiene como objetivo principal brindar lineamientos claros y sencillos para el reforzamiento estructural de edificaciones construidas en bahareque, un sistema constructivo tradicional con un alto valor patrimonial. Los autores, con su experiencia y conocimiento en el tema, han desarrollado este documento pensando en estudiantes y profesionales interesados en el estudio, análisis y refuerzo de este tipo de construcciones.

El texto enfatiza que las intervenciones estructurales propuestas garantizan un comportamiento estable y duradero de las edificaciones, siempre y cuando se cumplan con las normas y estándares de diseño vigentes. La metodología descrita es de fácil aplicación y puede adaptarse a diversas edificaciones construidas con bahareque. Sin embargo, es importante resaltar que esta guía no es un manual rígido, ya que el campo de la ingeniería estructural está en constante evolución y pueden surgir nuevas técnicas y análisis más especializados.

Los autores reconocen que el bahareque es un sistema constructivo particular que requiere de un enfoque específico en términos de refuerzo estructural. Al mismo tiempo, destacan la importancia de preservar el valor patrimonial de estas edificaciones, lo cual implica encontrar soluciones que garanticen su estabilidad sin alterar su carácter original.

En resumen, esta guía es una herramienta valiosa para:

- **Estudiantes y profesionales:** Ofrece una introducción clara y accesible al tema del refuerzo estructural en edificaciones de bahareque.
- **Técnicos:** Proporciona lineamientos prácticos para la aplicación de técnicas de reforzamiento.
- **Conservadores del patrimonio:** Ayuda a comprender las particularidades del bahareque y a encontrar soluciones que combinen seguridad y respeto por la tradición.

Puntos clave:

- **Facilidad de aplicación:** La metodología presentada es sencilla de entender y aplicar.
- **Adaptabilidad:** La guía puede ser utilizada para diferentes tipos de edificaciones en bahareque.
- **Actualización:** Los autores reconocen la importancia de estar al día con las últimas novedades en el campo de la ingeniería estructural.
- **Enfoque en el patrimonio:** Se busca preservar el valor histórico y cultural de las edificaciones de bahareque.

En conclusión, esta guía representa un aporte significativo al campo de la conservación del patrimonio construido y ofrece una base sólida para el estudio y la práctica del refuerzo estructural en edificaciones de bahareque.