INFORME DE PLAN DE ENSAYOS

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. USPEC-CT-354-2023 CUYO OBJETO ES LA: "CONSULTORÍA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA QUE PERMITA DETERMINAR EL TIPO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y/O AMPLIACIÓN REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS ARQUITECTONICOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS DEL ORDEN NACIONAL A CARGO DEL INPEC".

UNIDAD: ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD Y CARCELARIO (EPMSC) – SAN ANDRÉS

CLIENTE: UNIDAD DE SERVICIOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS-USPEC

ING. NELSON FERNANDO RODRÍGUEZ VÁZQUEZ
DIRECTOR DE PROYECTO
M.P. 25202-142335 CND

VERSIÓN: VB

BOGOTÁ D.C.

SEPTIEMBRE 2024

CONTROL DE CAMBIOS - PY1006 - USPEC - EPMSC – SAN ANDRÉS					
Versión	**Realizada por**	**Revisada por**	**Aprobada por**	**Fecha**	**Cambios al documento anterior**
VA	SAC	ALTG/YFSS		AGOSTO/2024	Versión Inicial
VB	JCTU	ALTG		SEPTIEMBRE/2024	Ajustes revisión de supervisión

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 9
2. OBJETIVOS 11
2.1. General 11
2.2. Específicos 11
3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 12
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 12
5. ENSAYOS 15
5.1. ENSAYOS A REALIZAR 15
5.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS 15
5.2.1. Extracción de Núcleos de Concreto 15
5.2.2. Ensayo de Carbonatación por el Método de Titulación con Fenolftaleína 16
5.2.2.1. Localización Ensayos de Extracción de Núcleos y Carbonatación 17
5.2.3. Regatas de Inspección Directa de Refuerzo 18
5.2.1. Ensayo de Potencial de Corrosión 18
5.2.1.1. Localización Regatas de Inspección Directa de Refuerzo y Potencial de Corrosión 19
5.3. DESCRIPCIÓN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS 20
5.3.1. Ensayo de Detección de Refuerzo con Escáner 20
5.3.2. Ensayo de Esclerometría 20
5.3.2.1. Localización de Ensayos de Detección de Refuerzo con Escáner 21
5.3.2.2. Localización de Ensayos de Esclerometría 22

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación de la isla de San Andrés. Fuente: Adaptado de Google Maps. 9
Imagen 2 Localización del EPMSC. Fuente: Adaptado de Google Maps. 12
Imagen 3. Zona de estudio, vista fachada occidental. Fuente: Adaptado de registro fotográfica propio. 12
Imagen 4. Zona de estudio, vista en planta N+3.40. Fuente: Adaptado de USPEC 13
Imagen 5. Zonificación EPMSC N+3.40 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC 13
Imagen 6. Zonificación EPMSC N+7.00 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC 14
Imagen 7. Zonificación EPMSC N+7.00 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC 14
Imagen 8 Ensayo de extracción de núcleos de concreto. Fuente: Propia 16
Imagen 9 Ejemplo de frente de carbonatación (zona sin color malva). Fuente: Propia 16
Imagen 10 Localización ensayos de extracción de núcleos y ensayos de carbonatación N+7.00 17
Imagen 11 Localización ensayos de extracción de núcleos y ensayo de carbonatación N+11.00 17
Imagen 12 Regatas de inspección. Fuente: Propia 18
Imagen 13 Esquema de ensayo potencial de corrosión. Fuente: ASTM-C876 18
Imagen 14 Localización ensayos de regatas y potencial de corrosión N+7.00 19
Imagen 15 Localización ensayos de regatas y potencial de corrosión N+11.00 19
Imagen 16 Escáner de refuerzo. Fuente: Propia 20
Imagen 17 Ensayo de Esclerometría. Fuente: Propia 20
Imagen 18 Localización ensayos de detección de refuerzo con escáner N+7.00 21
Imagen 19 Localización ensayos de detección de refuerzo con escáner N+11.00 21
Imagen 20 Localización ensayos de esclerometría N+7.00 22
Imagen 21 Localización ensayos de esclerometría N+11.00 23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resumen Ensayos a Realizar 15
Tabla 2 Resumen localización ensayo extracción de núcleos 17
Tabla 3 Resumen localización ensayos regatas y potencial de corrosión. 19
Tabla 4 Resumen ensayos de detección de refuerzo con escáner 22
Tabla 5 Resumen ensayos de esclerometría 23

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Servicios Penitenciarios y Carcelarios – USPEC – es la encargada de gestionar y operar el suministro de bienes, la prestación de servicios, propender por el cuidado de la infraestructura, brindar el apoyo logístico y administrativo requeridos para el adecuado funcionamiento de los servicios a cargo del Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario – INPEC.

La isla de San Andrés se encuentra ubicada al norte del país, en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. El EPMSC de San Andrés se halla en el kilómetro 13 de la Av Circunvalar de la isla. Específicamente, la zona para intervención corresponde a un pabellón de dos pisos con un área aproximada de 1000 m².

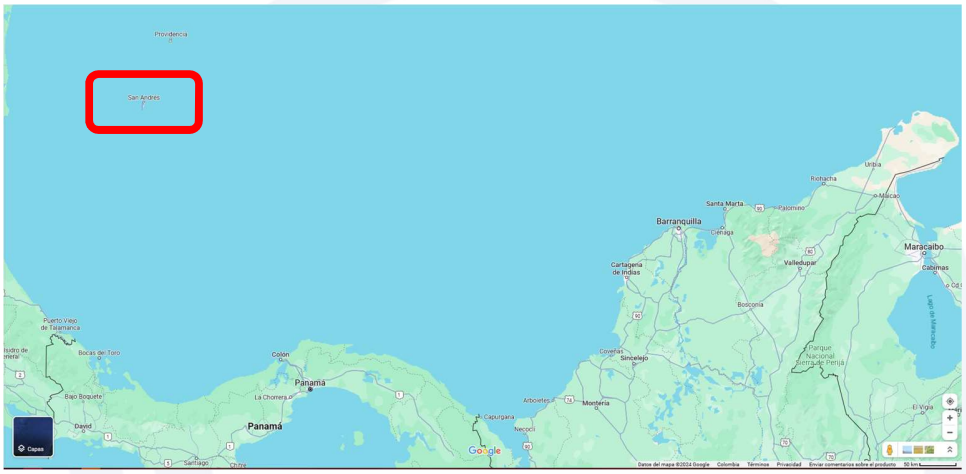

Imagen 1 Ubicación de la isla de San Andrés. Fuente: Adaptado de Google Maps.

El presente informe se realiza como parte del Contrato de Consultoría No. USPEC-CT-354-2023 cuyo objeto es "***LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA QUE PERMITA DETERMINAR EL TIPO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y/O AMPLIACIÓN REQUERIDA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS ESTABLECIMIENTOS PENITENCIARIOS Y CARCELARIOS DEL ORDEN NACIONAL A CARGO DEL INPEC",*** con el fin de describir el entorno de la edificación y los ensayos destructivos y no destructivos que se llevarán a cabo como parte del diagnóstico a la estructura que conforma el Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario (EPMSC) sede San Andrés.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Realizar los ensayos necesarios para llevar a cabo la caracterización estructural y el posterior análisis patológico de las estructuras ubicadas en el EPMSC sede San Andrés. Este proceso se llevará a cabo mediante la interpretación de los resultados obtenidos de los ensayos realizados sobre los materiales constructivos.

2.2. Específicos

- Definir el plan de ensayos con la respectiva descripción y las cantidades, ubicación de las muestras y características de los procedimientos según la normativa colombiana (donde se dé a lugar).
- Obtener muestras representativas para la realización de los ensayos destructivos y no destructivos en sitios determinados de la estructura.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- REF. 1: Reglamento de Construcción Sismorresistente NSR-10 y sus decretos modificatorios.
- REF. 2: Normas Técnicas Colombianas ICONTEC.
- REF. 3: PY1006-VR USPEC-SA-INF_EXT-VB.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario (EPMSC) de San Andrés, se encuentra ubicado en el kilómetro 13 de la avenida circunvalar, como se muestra en la Imagen 2.

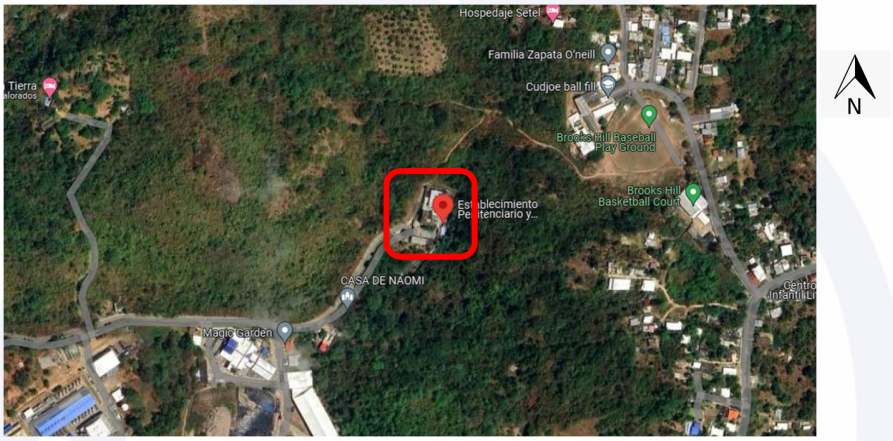

Imagen 2 Localización del EPMSC. Fuente: Adaptado de Google Maps.

La zona objeto del estudio de patología corresponde a los patios 1, 2, 3 y celdas primarias que corresponde a un área de 730 m², aproximadamente. Esta edificación cuenta con dos niveles, en donde el piso inferior, corresponde al nivel N+7.00, destinado a celdas, patios, baños y zonas de lavado. El nivel N+11.00 está destinado a celdas y baños.

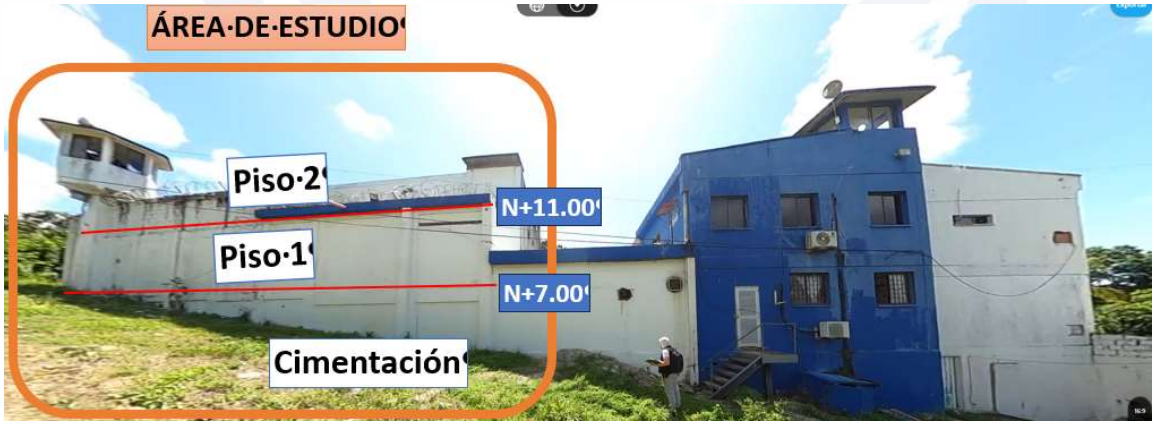

Imagen 3. Zona de estudio, vista fachada occidental. Fuente: Adaptado de registro fotográfica propio.

Imagen 4. Zona de estudio, vista en planta N+3.40. Fuente: Adaptado de USPEC

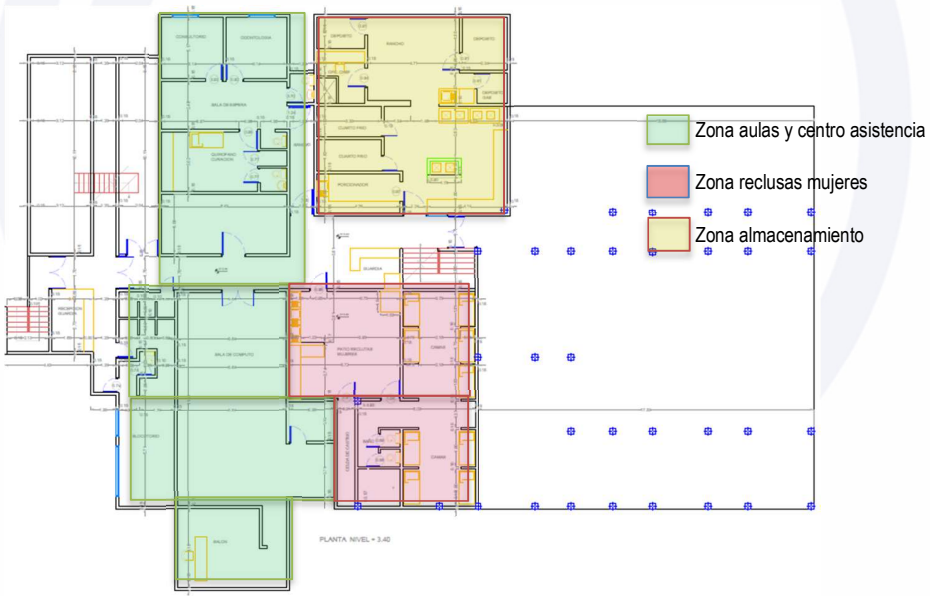

Imagen 5. Zonificación EPMSC N+3.40 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC

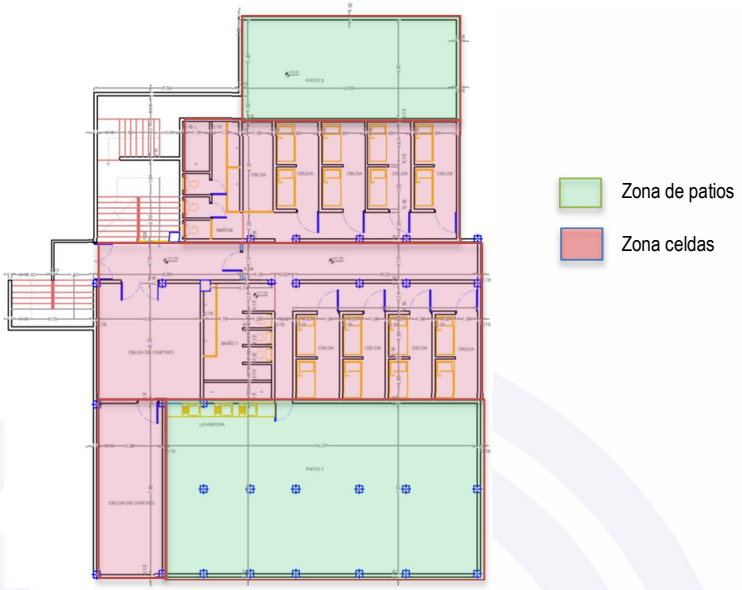

Imagen 6. Zonificación EPMSC N+7.00 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC

Imagen 7. Zonificación EPMSC N+7.00 m – San Andrés. Fuente: Adaptado de USPEC

5. ENSAYOS

Con base en la información recopilada en las visitas al establecimiento penitenciario, se encuentra que la edificación cuenta con afectaciones patológicas físicas y químicas que se hallan activas en la estructura, como humedades, hongos, perdida de material y fisuras en gran parte de la edificación, que pueden generar una disminución significativa de la capacidad estructural de la estructura y tentativamente poner en riesgo la estabilidad de la edificación.

En el mismo sentido y con el criterio de la firma como consultores especialistas, es importante determinar la vida residual de la edificación y la afectación estructural de estas patologías que se presentan en la edificación, y determinar la caracterización de la resistencia del concreto, por lo que se proponen ensayos directos e indirectos en la edificación, que se presentaran en los siguientes apartes de este plan.

Asimismo, se considera que con la cantidad de ensayos propuestos se da mejor uso a los recursos disponibles en el contrato para la caracterización de la estructura y establecer los índices de sobre esfuerzo y flexibilidad en la etapa de estudio de vulnerabilidad, toda vez que por las solicitaciones sísmicas, los índices de sobreesfuerzo estarán controlados por flexión y cortante, donde la cuantía de refuerzo longitudinal y los estribos tienen la responsabilidad principal en la capacidad estructural.

De acuerdo a lo anterior y según el alcance concertado con la entidad contratante, todos los ensayos se realizarán en la zona de estudio del EPMSC, la cual corresponde al patio 1, patio 2, patio 3 y celdas primarias, como se muestra en la Imagen 3 e Imagen 4.

5.1. ENSAYOS A REALIZAR

A continuación, se realiza un resumen de la totalidad de ensayos a realizar en las estructuras que componen el Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario (EPMSC) sede San Andrés.

Tabla 1 Resumen Ensayos a Realizar

Tipo de Ensayo	N+7.00	N+11.00	Total
Extracción de núcleos	4	4	**8**
Ensayo de Carbonatación	4	4	**8**
Regatas	4	2	**6**
Potencial de Corrosión	4	2	**6**
Escáner de Acero	10	5	**15**
Esclerometría	10	5	**15**

5.2. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS

5.2.1. Extracción de Núcleos de Concreto

La perforación de elementos de concreto se realiza mediante un equipo que utiliza una broca circular hueca con punta de diamante, con diámetros de 2" o 3". Este proceso, conocido como extracción de núcleos, permite obtener muestras de concreto en forma cilíndrica, con una relación longitud-diámetro (h/d) cercana a 2, que podrá variar dependiendo de la disposición del refuerzo en el elemento y facilidad en la ejecución del ensayo. Así pues, el procedimiento sigue las especificaciones de la norma NTC 3658:1994 o INV E-418:2007.

El método para determinar la resistencia a compresión del concreto implica aplicar carga axial a muestras cilíndricas con una relación diámetro/altura de 1:2, a una velocidad específica hasta la falla. La resistencia a compresión se calcula dividiendo la máxima carga por el área transversal.

Sin embargo, la norma ASTM C39-17 advierte sobre la interpretación cuidadosa de estos resultados, ya que la resistencia no es intrínseca y depende de varios factores. Por otro lado, para el concreto reforzado, se debe seguir la Norma Técnica Colombiana NTC 3658 al extraer y ensayar núcleos. Este procedimiento es esencial para determinar la resistencia del material principal en estructuras de concreto reforzado.

Imagen 8 Ensayo de extracción de núcleos de concreto. Fuente: Propia

5.2.2. Ensayo de Carbonatación por el Método de Titulación con Fenolftaleína

Consiste en detectar la profundidad del frente de carbonatación, para determinar la velocidad de carbonatación en el concreto y estimar su vida residual, antes de llegar a comprometer la pasivación del acero de refuerzo, en caso de tratarse de concreto reforzado. Para llevar a cabo las pruebas se tienen en cuenta las recomendaciones de NTC 5551 y el procedimiento descrito en la norma UNE-EN-14630.

Imagen 9 Ejemplo de frente de carbonatación (zona sin color malva). Fuente: Propia

Este ensayo se realizará en todos los especímenes de concreto extraídos en ensayo descrito en 5.2.1.

5.2.2.1. Localización Ensayos de Extracción de Núcleos y Carbonatación

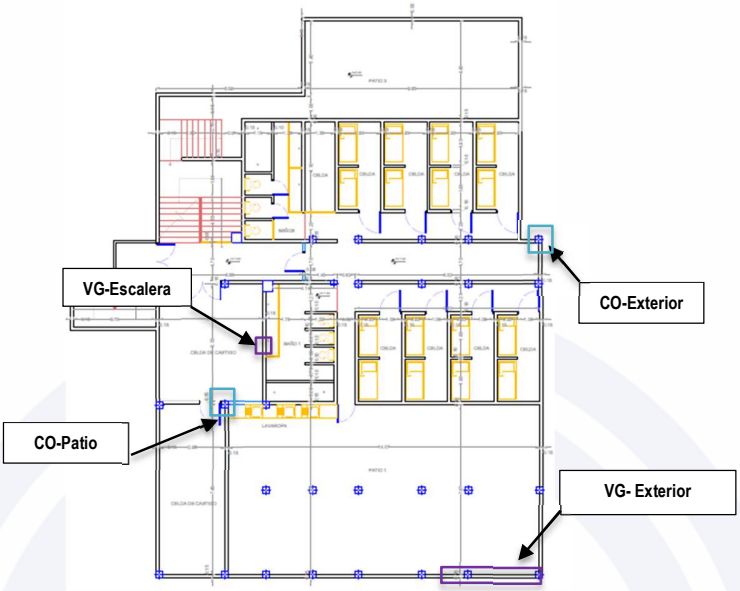

Imagen 10 Localización ensayos de extracción de núcleos y ensayos de carbonatación N+7.00

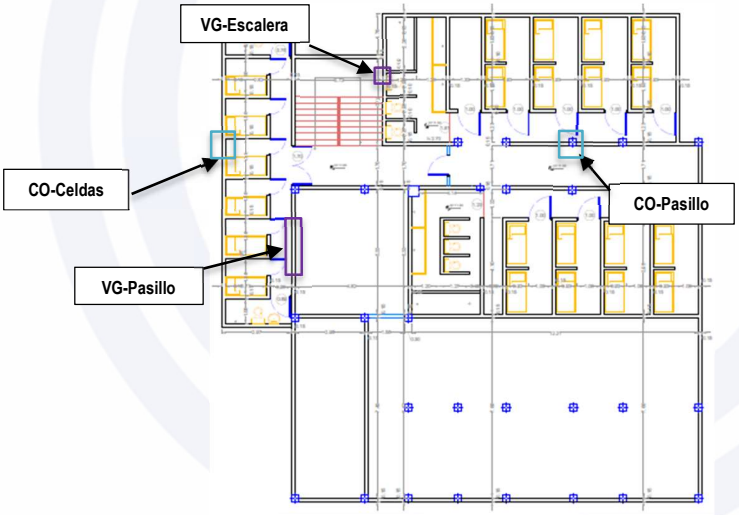

Imagen 11 Localización ensayos de extracción de núcleos y ensayo de carbonatación N+11.00

Tabla 2 Resumen localización ensayo extracción de núcleos

Elemento	Ubicación	Nivel
Columna	Patio 3	1 (N+7.00)
Columna	Fachada norte	1 (N+7.00)
Viga	Escalera patio 3	1 (N+11.00)
Viga	Fachada Occidental	1 (N+7.00)
Columna	Celdas patio 3	2 (N+11.00)
Columna	Pasillo patio 2	2 (N+11.00)
Viga	Pasillo patio 3	2 (N+14.00)
Viga	Escalera patio 2	2 (N+11.00)

5.2.3. Regatas de Inspección Directa de Refuerzo

En este ensayo se evidenciar de manera directa el acero de refuerzo que compone el elemento de concreto, buscando no afectar su resistencia estructural y comprometiendo al mínimo su integridad. Así las cosas, se propone en una longitud máxima de 70 cm, con profundidad variable (hasta alcanzar el acero de refuerzo).

Dado que la estructura la componen pórticos de concreto reforzado, se inspeccionarán vigas como columnas, definiendo el número de barras longitudinales, así como la separación de los estribos a lo largo del elemento; igualmente, se definirá en cada regata el tamaño de las barras de refuerzo, así como la textura de las mismas (lisa, estriada o venada).

Imagen 12 Regatas de inspección. Fuente: Propia

5.2.1. Ensayo de Potencial de Corrosión

Cuando una armadura se corroe su potencial y su velocidad de corrosión cambian, por lo tanto, la medida de los valores de estos parámetros sirve para evaluar el nivel de riesgo de corrosión tanto en el laboratorio como en la estructura real. La medida de potencial de corrosión consiste en determinar la diferencia de potencial eléctrico entre el acero evaluado y un electrodo de referencia que se coloca en la superficie del concreto. El ensayo se realizará de manera directa en los puntos donde se realicen regatas.

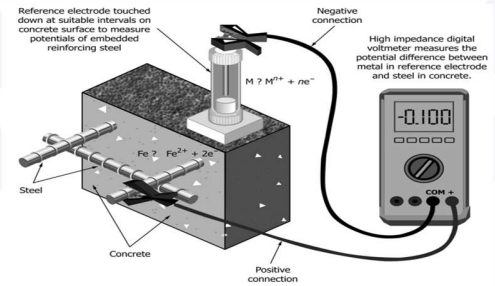

Imagen 13 Esquema de ensayo potencial de corrosión. Fuente: ASTM-C876

5.2.1.1. Localización Regatas de Inspección Directa de Refuerzo y Potencial de Corrosión

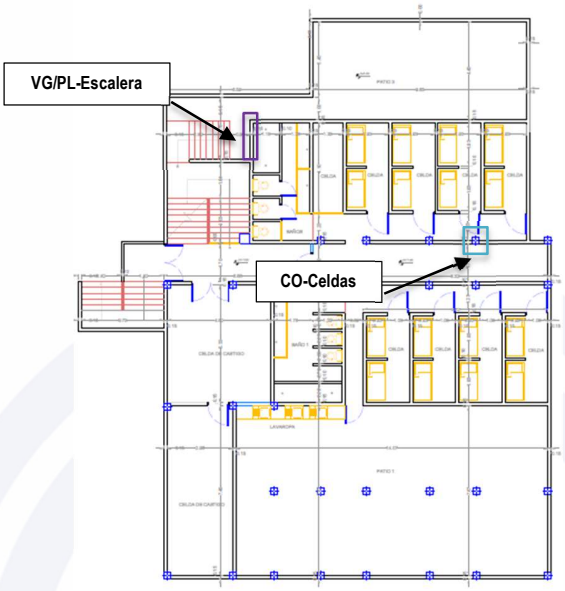

Imagen 14 Localización ensayos de regatas y potencial de corrosión N+7.00

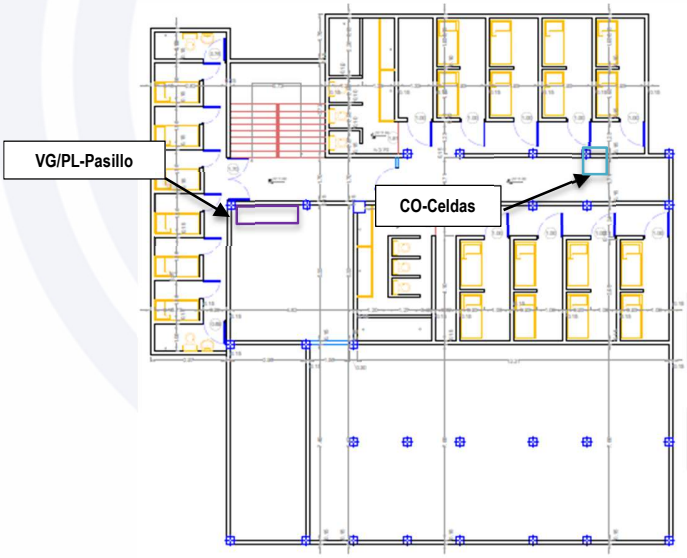

Imagen 15 Localización ensayos de regatas y potencial de corrosión N+11.00

Tabla 3 Resumen localización ensayos regatas y potencial de corrosión.

Elemento	Ubicación	Nivel	Tipo ensayo
Columna	Patio 3	1 (N+7.00)	Directo
Columna	Garita	1 (N+7.00)	Directo
Viga/Placa	Pasillo de acceso	1 (N+11.00)	Directo
Viga/Placa	Fachada Oriental	1 (N+7.00)	Directo
Viga/Placa	Celdas patio 3	2 (N+14.00)	Directo
Columna	Pasillo patio 3	2 (N+11.00)	Directo

5.3. DESCRIPCIÓN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

5.3.1. Ensayo de Detección de Refuerzo con Escáner

El escáner de refuerzo empleado funciona básicamente con una sonda que emite un campo electromagnético al interior del área a ensayar y recibe la señal inducida por el medio ferromagnético (refuerzo) como respuesta a la excitación del emisor. Para la realización de este ensayo, se empleará el equipo ZBL R800, con el cual se podrá determinar separaciones y profundidades del acero de refuerzo tanto en vigas, columnas y losas. Localización de ensayos.

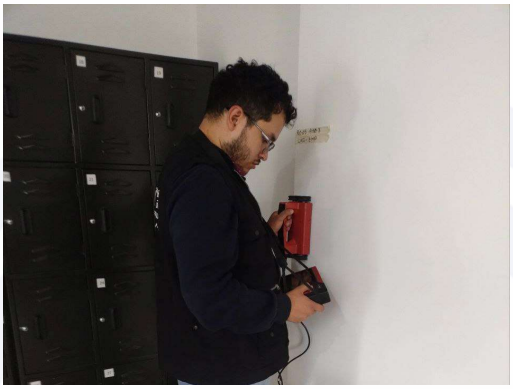

Imagen 16 Escáner de refuerzo. Fuente: Propia

5.3.2. Ensayo de Esclerometría

El ensayo de esclerometría busca determinar indirectamente la resistencia del concreto de manera no destructiva. Se sigue la norma NTC 3692, tomando 16 valores de rebote, de los cuales se calcula el promedio excluyendo los 3 valores máximos y 3 mínimos. Estos valores adimensionales se utilizan para evaluar la uniformidad del concreto construido en sitio y detectar áreas de posible baja calidad o deterioro, bajo las pautas de la Norma Europea UNE-EN12504-2:2012. Además, el esclerómetro permite comparaciones con un concreto de resistencia conocida o de la misma fundida, como se establece en la misma norma europea.

Imagen 17 Ensayo de Esclerometría. Fuente: Propia

5.3.2.1. Localización de Ensayos de Detección de Refuerzo con Escáner

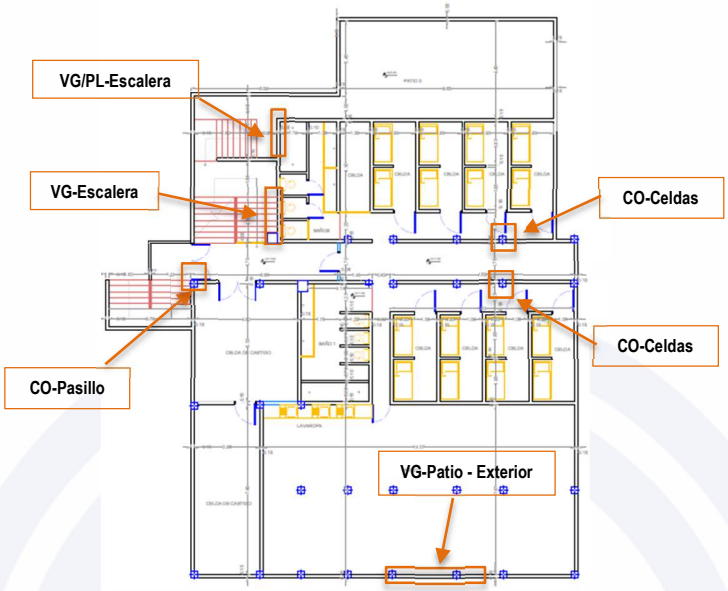

Imagen 18 Localización ensayos de detección de refuerzo con escáner N+7.00

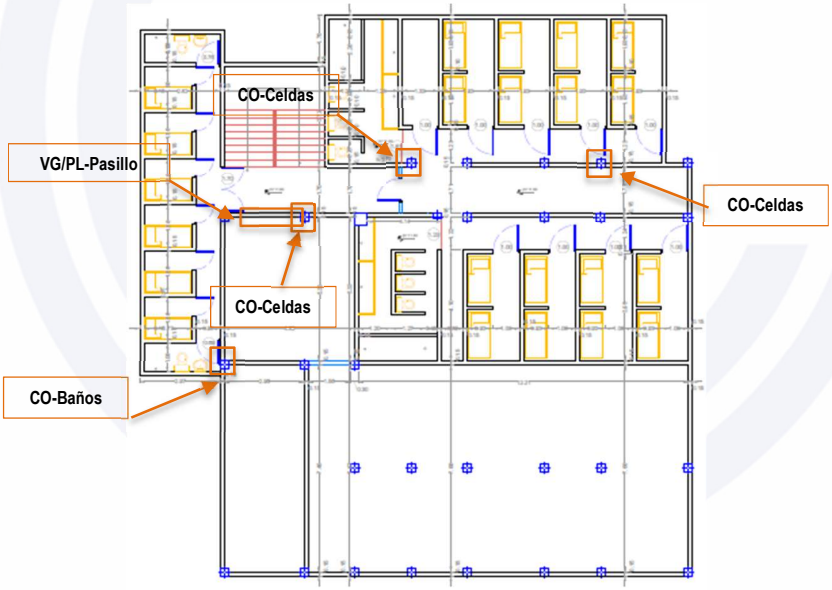

Imagen 19 Localización ensayos de detección de refuerzo con escáner N+11.00

Tabla 4 Resumen ensayos de detección de refuerzo con escáner

Elemento	Ejes de ubicación	Nivel	Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Viga	Pasillo	1 (N+3.40)	Columna	Celdas	2 (N+7.00)
Columna	Patio	1 (N+3.40)	Columna	Pasillo	2 (N+7.00)
Columna	Patio	1 (N+3.40)	Viga	Pasillo	3 (N+11.00)
Viga	Escalera	1 (N+3.40)	Columna	Celdas	3 (N+11.00)
Viga	Escalera	2 (N+7.00)	Columna	Celdas	3 (N+11.00)
Viga	Escalera	2 (N+7.00)	Columna	Pasillo	3 (N+11.00)
Viga	Patio	2 (N+7.00)	Columna	Baños	3 (N+11.00)
Columna	Celdas	2 (N+7.00)	(-)	(-)	(-)

5.3.2.2. Localización de Ensayos de Esclerometría

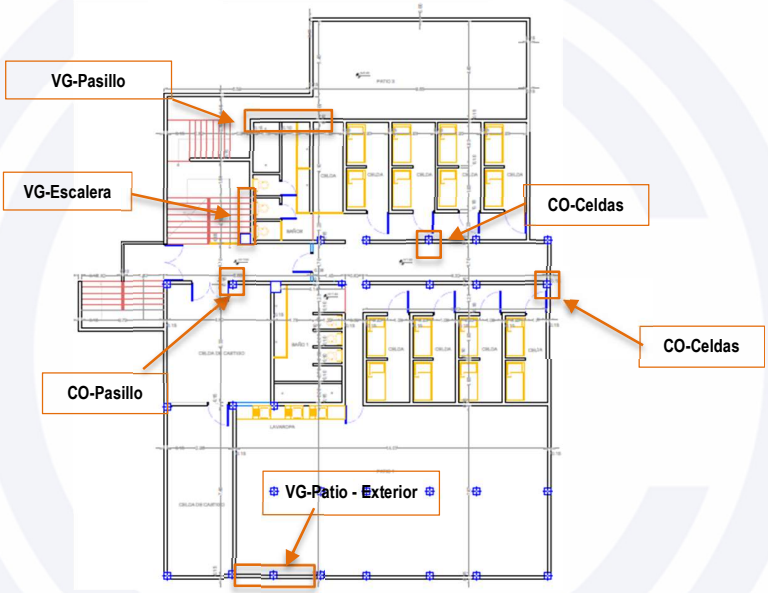

Imagen 20 Localización ensayos de esclerometría N+7.00

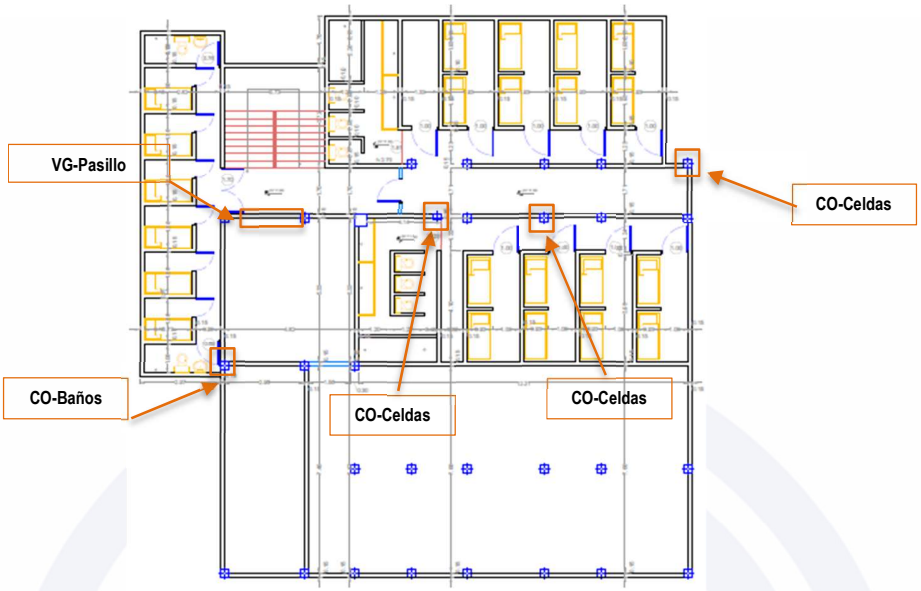

Imagen 21 Localización ensayos de esclerometría N+11.00

Tabla 5 Resumen ensayos de esclerometría

Elemento	Ejes de ubicación	Nivel	Elemento	Ejes de ubicación	Nivel
Viga	Pasillo	1 (N+3.40)	Columna	Celdas	2 (N+7.00)
Columna	Patio	1 (N+3.40)	Columna	Pasillo	2 (N+7.00)
Columna	Patio	1 (N+3.40)	Viga	Pasillo	3 (N+11.00)
Columna	Escalera	1 (N+3.40)	Columna	Celdas	3 (N+11.00)
Viga	Pasillo	2 (N+7.00)	Columna	Celdas	3 (N+11.00)
Viga	Escalera	2 (N+7.00)	Columna	Pasillo	3 (N+11.00)
Viga	Patio	2 (N+7.00)	Columna	Baños	3 (N+11.00)
Columna	Celdas	2 (N+7.00)	(-)	(-)	(-)