



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

**“HISTORIA CLINICA Y DIAGNOSTICO DEL EDIFICIO DONDE
FUNCIONABAN LAS EMPRESAS PUBLICAS DE CARTAGENA INDIAS”**



ING. WALBERTO RIVERA M.

ING. WILFRED BARBOZA H

ING. JOSE REYES J.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERIAS

ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

BARRANQUILLA D, I y P.

2015



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

**“HISTORIA CLINICA Y DIAGNOSTICO DEL EDIFICIO DONDE
FUNCIONABAN LAS EMPRESAS PUBLICAS DE CARTAGENA INDIAS”**

ING. WALBERTO RIVERA MARTINEZ

ING. WILFRED BARBOZA H.

ING. JOSE REYES J.

DIRECTOR

**PRESENTADO AL PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA
DE LA CONSTRUCCION COMO REQUERIMIENTO PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

ESPECIALISTA EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

BARRANQUILLA D, I y P.

2015



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo General	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. ALCANCE	14
6. METODOLOGÍA	15
6.1 Técnicas para la recolección de la información.....	16
5.1.2 Investigación Documental:	17
5.1.3 Inspección visual detallada:.....	17
5.1.4 Levantamiento gráfico de daños:.....	17
5.1.5 Registro de Lesiones:	19
5.1.6 Planeamiento y definición de ensayos.....	19
5.2. Técnicas para el análisis de la información	20
5.2.1 Diagnóstico de Patologías:	20
5.2.3 Informe de la Inspección:	20
5.2.4 Técnicas de Intervención.....	20
5.2.4.1 Reparación:.....	20
5.2.4.2 Restauración:	20
5.2.4.3 Rehabilitación:	21
5.2.4.4 Prevención:	21
7. HISTORIA CLINICA	22
7.1 Información Previa	22
7.2 Localización	22
7.3 Planos Existentes.....	24
7.4 Antecedentes	28
7.5 Uso de la estructura	29
7.6 Entorno.....	29
7.7 Reconocimiento Inicial	30
7.8 Descripción Arquitectónica y áreas.....	34
7.8.1 Áreas	34
7.8.2 Descripción y estado del Inmueble.....	35
7.9 Descripción Estructural	37



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

7.9.1 Cimentación	37
7.9.1.1 Geología y Geomorfología	37
7.9.1.2. Antecedentes del Estudio de Suelo	39
7.9.1.3 Alcance del Nuevo Estudio de Suelo	40
7.9.1.4 Características geotécnicas del subsuelo	40
7.9.1.5 Nivel freático	41
7.9.1.6 Características Geométricas de la Cimentación	43
7.10 Registro y Evaluación de Lesiones	48
7.11 Índices de Valoración y Riesgos del Proyecto	59
7.12 Hipótesis de Daño	59
8. DIAGNOSTICO	62
8.1 Capacidad de Soporte de la Cimentación	62
8.2 Inspección Estructura de Concreto Reforzado	66
8.2.1 Resistencias del Concreto con Martillo de Rebote	67
8.2.2 Correlaciones entre resistencia de núcleos y lecturas de rebote para las columnas investigadas.	68
8.2.3 Verificaciones de propiedades geométricas de elementos investigados	73
8.2.4 Registro fotográficos de ensayos y auscultamiento	81
8.2.5 Ensayos sobre el concreto para detectar acciones químicas	82
8.2.6 Inspección física de la Estructura	83
8.3 Análisis de las patologías encontradas	84
9. VULNERABILIDAD SISMICA	86
9.1 Parámetros sísmicos de la edificación	91
9.2 Espectro Sísmico de Respuesta	92
9.3 Distribución de Fuerzas Sísmicas	93
9.4 Análisis de Derivas de Piso	93
9.5 Cálculo de Índices de Flexibilidad	93
9.6 Modelo Estructural Tridimensional	94
9.7 Cálculo de Índices de Sobresfuerzos	102
9.7.1 Calificación del Sistema estructural de Resistencia	102
9.7.2 Índices de Sobresfuerzos	104
10. CONCLUSIONES Y EVALUACIONES GENERALES	107
11. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	109
11.1 Sistema Estructural de Resistencia	109
11.2 Elementos NO estructurales	109
11.3 Acabados de Fachadas	110
11.4 Sistema de Cubierta	110
11.5 Losa de Sexto Piso	110



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

11.6 Cielo Raso de Losa.....	111
11.7 Mobiliario.....	111
11.8. Ventanera y alfajías.....	111
11. RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	112
12. PROGRAMACION Y PRESUPUESTO	112
13. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	114
14. ANEXOS ESTUDIO DE LESIONES.....	115
15. ANEXOS DE REGISTRO FOTOGRAFICO	115
16. ANEXOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	116
17. ANEXOS PLANOS	118



INDICE DE TABLA

Tabla 1: Representación para Levantar daños	18
Tabla 2: Tipos de Ensayos	19
Tabla 3: Localización del Proyecto de estudio	23
Tabla 4: Descripción de áreas de estudio	34
Tabla 5: Ensayo de Penetración estándar SPT	42
Tabla 6: Ensayo de Penetración estándar SPT	43
Tabla 7: Geometría de la Cimentación.....	44
Tabla 8: Ensayo de Esclerometría Sobre las Zapatas C-5, B-2 y B-6.....	46
Tabla 9: Ensayo de Esclerometría Sobre la Zapata B-6.....	47
Tabla 10: Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes.....	63
Tabla 11: Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes.....	64
Tabla 12: Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes.....	65
Tabla 13: Resistencia de Núcleos de Concreto	66
Tabla 14: Resistencia del Concreto con martillo de rebote.....	67
Tabla 15: Resistencia del Concreto con martillo de rebote.....	67
Tabla 16: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos	70
Tabla 17: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos	71
Tabla 18: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos	72
Tabla 19: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos	73



INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Plano del Centro Histórico de Cartagena	23
Imagen 2: Plano del EEPPMM 1er Piso	24
Imagen 3: Plano del EEPPMM Mezzanine.....	25
Imagen 4: Plano del EEPPMM 2 ^{do} Piso.....	25
Imagen 5: Plano del EEPPMM 3 ^{er} Piso	26
Imagen 6: Plano del EEPPMM 4 ^{to} Piso	26
Imagen 7: Plano del EEPPMM 5 ^{to} Piso	27
Imagen 8: Plano del EEPPMM 6 ^{to} Piso	27
Imagen 9: Plano de la Cubierta del Edificio EEPPMM.....	28
Imagen 10: Localización regional del proyecto sobre el Centro Histórico de Cartagena.....	29
Imagen 11: Cubierta Abovedada.....	30
Imagen 12: Desprendimiento del manto Impermeable de la cubierta.....	31
Imagen 13: Fisuras de la Cubierta Abovedada	32
Imagen 14: Crecimiento de organismos en la Cubierta	32
Imagen 15: Taponamiento del sistema de desagüe	33
Imagen 16: Limpieza del sistema de desagüe	33
Imagen 17: Desprendimiento de la capa impermeabilizante de la cubierta.....	34
Imagen 18: Imagen del sexto piso con arrumes sillas y de escritorios	36
Imagen 19: Mapa Estructural del Cinturón de San Jacinto y Sinú Norte.	38
Imagen 20: Niveles estratigráficos del Centro Amurallado de Cartagena de Indias	39



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Imagen 21: Sondeo para estudio de geotécnico.	41
Imagen 22: Esquema de Cimentación Encontrada EPM Cartagena de Indias.....	45
Imagen 23: Esquema de Pilotes en la Cimentación Encontrada EPM Cartagena de Indias	48
Imagen 24: Regresión de la resistencia de los concretos	68
Imagen 25: Alturas Libres medidas entre placas para los entre pisos Edificio EPM Cartagena.....	74
Imagen 26: Sección Transversal Típica Columnas del primer piso. Edificio EPM76	
Imagen 27: Columna C-2 Segundo Piso a Tercer Piso Edificio EPM Cartagena. 76	
Imagen 28: Columna B-2 Segundo Piso a Tercer Piso Edificio EPM Cartagena. 77	
Imagen 29: Viga C entre Ejes 6-7 Tercer Piso Segunda Placa	77
Imagen 30: Viga 7 entre Ejes B-C Tercer Piso Segunda Placa.....	78
Imagen 31: Viga 6 entre Ejes B-C Tercer Piso Segunda Placa.....	78
Imagen 32: Viga B entre Ejes 5-6 Tercer Piso Segunda Placa	79
Imagen 33: Viga C entre Ejes 6-7 Quinto Piso Cuarta Placa.....	79
Imagen 34: Viga 6 entre Ejes C-D Quinto Piso Cuarta Placa.....	80
Imagen 35: Representación de Acero en Viga de Cubierta	80



1. INTRODUCCIÓN

El siguiente Trabajo de grado es un Trabajo Profesional Integrado (TPI) que da por culminado el ciclo de estudio universitario de la especialización de patología de la construcción demostrando de forma sintética y determinada lo que se aprendió tanto en el aula de clase como de manera independiente.

El trabajo investigativo inició con la selección del paciente a estudiar, que es un edificio de oficinas donde funcionaban las empresas públicas municipales en la Ciudad de Cartagena (EEPPMM) ubicado en la MATUNA en centro histórico de la ciudad.

En primera instancia se muestra la ubicación del paciente de estudio, todos los documentos obtenidos del edificio como planos y estudios previos; se presentan los antecedentes uso actual y futuro, y el estados de la estructura. Con objetivo de identificar la condición del paciente de estudio se realizó una inspección visual previa con los planos para conocer el estado del paciente y para ubicar las diferentes lesiones que posee la edificación, esto con el propósito de conocer el aspecto de la estructura y su estado arquitectónico.

Con el recorrido de la edificación se detectaron los diferentes signos y síntomas que el edificio refleja y fueron plasmados en la historia clínica, clasificando las lesiones encontradas de acuerdo a su agente y la severidad que esta posee; la historia clínica cuenta con un registro fotográfico y ubicación de las lesiones en los planos mostrando así de manera una base de datos para realizar todos los análisis patológicos que la edificación requiera para su futura rehabilitación.

Después de obtener toda la información necesaria se continúa con la realización de la etapa del análisis de las causas, basadas en ensayos y análisis de datos obtenidos en el laboratorio para realizar el informe respectivo del estudio realizado y se plantean diferentes alternativas de solución a la rehabilitación de la estructura.



El informe presenta el tratamiento o las reparaciones que se deben realizar para preservar la edificación y solucionar el problema patológico de la misma. Se realiza un análisis de vulnerabilidad sísmica basado en el reglamento sismo resistente Colombiano NSR-10, para valorar la estructura en su estado funcional y determinar el grado de inversión de la misma.

En conclusión este trabajo de grado Planteamientos y las conclusiones que se obtuvieron a lo largo del estudio.

La información aquí mostrada está basada en la toma de datos, fotografías, muestras, ensayos químico y de laboratorios, observaciones, levantamientos de daños, e investigaciones previas, entre otras.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar el diagnóstico clínico general del estado y las condiciones sismo resistente del edificio donde funcionaban las antiguas empresas públicas municipales de Cartagena de Indias, identificando los problemas que están causando las lesiones patológicas, y determinando la funcionalidad de la estructura en base al Reglamento Colombia de Construcción Sismo Resistente NSR-10 por medio de un análisis de vulnerabilidad sísmica con el propósito de rehabilitar la estructura en un 100%.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Analizar la estructura bajo un estudio de vulnerabilidad sísmica, con el propósito de conocer su comportamiento frente al sismo de diseño.
- ❖ Documentar en los planos de entrega el levantamiento de las lesiones patológicas de los elementos estructurales y los no estructurales del edificio, mostrando los tipos de lesiones y sus posibles causas.
- ❖ Detallar una ficha técnica resumen con todas las lesiones que presenta el edificio.
- ❖ Determinar los ensayos (de laboratorio y en campo) que se utilizan como base para la realización del diagnóstico Patológico del edificio.
- ❖ Analizar la edificación patológicamente con el propósito de hallar las causas de las lesiones típicas.
- ❖ Evaluar los elementos estructurales del edificio según la normatividad actual NSR-10.
- ❖ Proponer las intervenciones necesarias para la normalización de la estructura del edificio según la NSR-10 y su reutilización.
- ❖ Mostar un informe donde se reflejen todos los resultados obtenidos durante el análisis patológico del edificio.



3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El edificio donde funcionaban las empresas públicas de Cartagena se encuentra desocupado en un 90% debido a las filtraciones de la cubierta que posee la edificación afectando a todos los pisos y provocando lesiones patológicas que están deteriorando la estructura del edificio.

La cubierta, muros y losas presentan humedades, fisuras, mohos, entre otras lesiones; este proyecto está basado en realizar un diagnostico clínico de la estructura del edificio para valorar que porcentaje esta deteriorado, que áreas están en inicios de deterioro y cuales se pueden afectar. Con el objetivo de presentar los resultados obtenidos y de esta manera brindar las posibles soluciones para rehabilitar la estructura para que pueda cumplir la función para la cual fue diseñada.



4. JUSTIFICACIÓN

La utilización de materiales adecuados en la construcción de estructuras es la base para que las lesiones en las construcciones sean mínimas y se aparecen no sean de tipo estructural sino de tipo arquitectónico. Ya que la NSR-10 colombiana ha sido establecida con el propósito de regular tanto el diseño como la construcción para que éstas mantengan su estabilidad, durabilidad y capacidad de servicio.

Recuperar los inmuebles de origen histórico en el territorio Colombiano se ha vuelto una prioridad en la nación, dándole a las estructuras que a visión de algunos son ruinas, la funcionalidad para el uso óptimo de las personas que lo ocuparan, teniendo en cuenta que la reparación de la estructura será con el objeto de prolongar su vida útil, donde se involucra la durabilidad, calidad y servicio; siendo estos los objetivos de la implementación de los estudio patológicos a la hora de rehabilitar la edificación.

El estudio se plantea como parte integral del macro proyecto de revitalización del centro histórico de la ciudad de Cartagena en el cual se plantea la rehabilitación de la edificación para utilizarla como instalaciones para algunas dependencias de la alcaldía de Cartagena de Indias y/o como museo, aprovechando su ubicación privilegiada entre dos plazas.

El siguiente trabajo se realizó con el propósito de conocer cuál es el estado estructural en el cual se encuentra el edificio donde funcionaban las empresas públicas municipales de Cartagena de indias y dar las recomendaciones o posibles soluciones para intervenir la estructura, hacerla funcional y verificar que cumpla con la NRS-10, ya que se realizará un análisis de vulnerabilidad sísmica, pues cuando se diseñó no estaba vigente la norma que actualmente rige el diseño estructural en Colombia.



5. ALCANCE

Este proyecto es un estudio patológico con la ejecución de pruebas de campo y laboratorio con el objetivo de complementar el diagnóstico de la patología de la estructura en estudio, así podremos de identificar los tipos de daños, su magnitud y cantidad.

Con la realización de una inspección visual previa a los ensayos propuestos en la mitología se obtendrá un esquema de daños, para luego realizar una ficha técnica con la identificación de las diferentes lesiones ubicadas en los planos arquitectónicos.

El estudio, estará enmarcado en la exploración de 2,200 m², correspondientes a los niveles de, tanque elevado, cubierta abovedada, sexto, quinto, tercer y primer piso, dado que en las inspecciones iniciales al inmueble se pudo evidenciar que son las áreas de mayor afectación en la edificación.

La determinación de la resistencia de las columnas, vigas y losas en la estructura desde la base o unión con las cimentaciones hasta la cubierta para establecer la resistencia a la compresión del concreto existente sobre los núcleos extraídos y el ensayo con esclerómetro, la identificación del acero de refuerzo por medio de regatas de identificación y la utilización de fenolftaleína al 2% para determinar la profundidad de la carbonatación de los elementos estructurales del edificio.

Finalmente realizar un informe con las recomendaciones y posibles soluciones a las lesiones patológicas presentadas.



6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del general del TPI (Trabajo Profesional Integrado) del edificio de las EEPPMM se seguirá la siguiente metodología.

Historia clínica:

- Recolección de Información general (planos existentes, estudios anteriores, historia de la edificación, ubicación, urbanismo, levantamiento).
- Estudio de Suelos y estado de la cimentación (estudios de suelos actualizados, evaluación de la capacidad portante).
- Estructuras (análisis de vulnerabilidad sísmica, levantamiento estructural).
- El levantamiento tridimensional.
- Las fichas para la presentación de la información (Fichas de Historia Clínica, identificación de lesiones).
- Planteamiento de hipótesis sobre las causas de la lesión.

Diagnóstico:

- Técnicas de sondeo, prospección y ensayos (Sondeos, ensayos no destructivos, ensayos semidestructivos)
- Identificación causas directas de las lesiones.
- Identificación causas indirectas de lesiones.
- Identificación de Las deformaciones estructurales.
- Los estudios, pruebas y procedimientos (laboratorios).
- Capacidad de carga, elasticidad, densidad, intensidad, resistencia.
- Análisis de vulnerabilidad sísmica.
- Evaluación estado actual del edificio.

Propuesta de intervención:

- Tipificación de procesos de reparación de lesiones.
- Propuesta de reparación.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

- Propuesta de mantenimiento.
- Propuesta de intervención estructural normatividad NSR 10.
- Especificaciones, programación y presupuesto.

La realización de este proyecto de grado investigativo es de carácter patológico con una fundamentación bibliográfica y experimental en el análisis del edificio de las antiguas empresas públicas de Cartagena, distinguiendo así las clases de inspección que se pueden realizar:

- ❖ Inspección Preliminar
- ❖ Inspección Detallada
- ❖ Inspección Especial
- ❖ Inspección Rutinario de mantenimiento.

El proyecto desarrollará una inspección detalla con un diagnostico patológico cubriendo el siguiente conjunto de acciones forma secuencial y programada, que se muestran a continuación:

Investigación Documental

Inspección visual detallada

Levantamiento gráfico de daños

Recuento fotográfico

Planeamiento y definición de ensayos

Diagnóstico de Lesiones

Informe de la Inspección

6.1 Técnicas para la recolección de la información.

Según las labores mencionadas anteriormente que hacen parte de la inspección a realizar en este proyecto de investigación, las técnicas para la recolección de la información son las siguientes:



5.1.2 Investigación Documental: Esta investigación consistirá en hacer una recopilación de toda la información escrita, dibujada o esquematizada relativa al proyecto de estudio que en este es el edificio de las antiguas empresas públicas de Cartagena.

5.1.3 Inspección visual detallada: se realizara un detallado inventario de los daños mediante un levantamiento para determinar el grado de compromiso de la estructura portante y a fin de permitir la cuantificación de la intervención que se vaya a realizar.

5.1.4 Levantamiento gráfico de daños: Se hará un levantamiento gráfico de las causas asociadas con las patologías existentes en la estructura del edificio en estudio, siguiendo una metodología que parte de la definición de un conjunto de convenciones como las mostradas en la **Tabla 1 (Representación para levantar daños). Planos de calificación.**

Tipo de Daños	Representación Grafica	
Fisuras		Separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Los rangos de los anchos de acuerdo con el ACI son los siguientes: Fina: menos de 1mm Mediana: entre 1 y 2 mm Ancha: más de 2 mm
Desintegración		Deterioro en pequeños fragmentos o partículas por causa de algún deterioro.



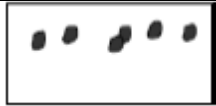
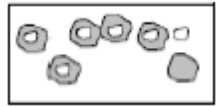
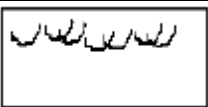
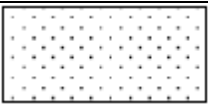
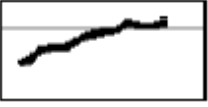
Distorsión		Cualquier deformación anormal de su forma original.
Eflorescencia		Depósito de sales, usualmente blancas que se forman en las superficies.
Exudación		Líquido o material como gel viscoso que brota de los poros, fisuras o aberturas de las superficies.
Incrustaciones		Costra o película generalmente dura que se forma en la superficie de concreto o de la mampostería.
Picaduras		Desarrollo de cavidades generalmente pequeñas en la superficie, debido a fenómenos tales como la corrosión, la cavitación o desintegración localizada.
Cráteres		Salida explosiva de pequeñas porciones de la superficie de concreto, debido a presiones internas en el concreto que permite en la superficie la formación típicamente cónica.
Escamas		Presencia de escamas cerca de la superficie del concreto o mortero.
Estalactita		Formación hacia abajo de materiales provenientes del interior del concreto.
Estalagmita		Formación hacia arriba de materiales provenientes del interior del concreto.
Polvo		Desarrollo de material de polvo sobre la superficie dura.
Corrosión		Desintegración o deterioro del concreto o del refuerzo por el fenómeno electroquímico de la corrosión.
Goteras		Humedad causada por las aguas lluvias bajo la cubierta.

Tabla 1: Representación para Levantar daños



Fuente: Evaluación de Patologías en estructuras de Concreto Harold Alberto Muñoz
M. Modificado por los autores.

5.1.5 Registro de Lesiones: Se realiza por medio de fichas patológicas de Auscultamiento a través de un recuento fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños mediante fotografías que sustenten cada patología con una breve descripción de ella señalando como referencia el lugar que le corresponde dentro del área en consideración. esto con el fin de establecer las diferentes parámetros donde están afectando estas lesiones.

5.1.6 Planeamiento y definición de ensayos. En esta etapa del estudio se definirán los lugares y tipo de labores a realizar, tomando en consideración circunstancias tan variadas como por ejemplo si la vivienda está habitada o no, o si está siendo intervenida.

TIPOS DE ENSAYOS	PROPOSITO
Prueba de Carbonatación	Determinar la profundidad del frente de disminución del pH.
Prueba de Humedad Relativa	Evaluar la humedad en los poros de los muros
Prueba de Contenido de Cloruro	Determinar la cantidad de cloruro soluble en los muros.
Pistola de Winsord	Determinar la resistencia asociada a la dureza.
Esclerómetro Schmidt	Determinar la resistencia asociada al golpe de un martillo.
Ensayo a Cortante y Compresión	Determinar la fuerza de cortante que soportan los muros y el esfuerzo a compresión de estos.

Tabla 2: Tipos de Ensayos

Fuente: Autores



Para cada uno de los ensayos relacionados en la tabla anterior, en el marco teórico se encuentran debidamente comentados y descritos los procedimientos que para su ejecución se seguirán.

5.2. Técnicas para el análisis de la información

Según las labores mencionadas anteriormente que hacen parte de la inspección a realizar en este proyecto de investigación, se encuentran para las técnicas de análisis de la información las siguientes:

5.2.1 Diagnóstico de Patologías: Se clasificarán y se calificarán los daños con el fin de tipificarlos tanto del daño en sí como de los posteriores procedimientos de obra para lo cual, basados en los esquemas del levantamiento de daños se procederá a formular las técnicas de intervención convenientes que la edificación requiera.

5.2.3 Informe de la Inspección: Por la trascendencia que tiene un Informe de Patología a la hora de intervenir una estructura, se transcribirá de manera parcial los apartes o la información que se haya recopilado y analizado, posteriormente se realizará un informe que contenga cada uno de los aspectos analizados durante la Inspección para interrelacionar una patología con su naturaleza.

5.2.4 Técnicas de Intervención

5.2.4.1 Reparación: La reparación es un conjunto de actuaciones, como demoliciones, saneamiento y aplicación de nuevos materiales, destinado a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad arquitectónica original. Solo comenzaremos el proceso de reparación una vez descrito el proceso patológico, con su origen o causa y la evolución de la lesión.

5.2.4.2 Restauración: Cuando la reparación se centra en un elemento concreto o en objeto de decoración hablamos de restauración. La restauración entraña una gran



dificultad para resultar coherente con el valor del edificio entendido como una entidad individual, tanto desde el aspecto arquitectónico, histórico y artístico que permita la transmisión de sus valores a la posteridad.

5.2.4.3 Rehabilitación: La rehabilitación comprende una serie de posibles fases: un proyecto arquitectónico para nuevos usos; un estudio patológico con diagnósticos parciales; reparaciones de las diferentes unidades constructivas dañadas, y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales.

5.2.4.4 Prevención: El estudio de los procesos patológicos y, sobre todo de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. En la prevención habrá que considerar, sobre todo, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento.



7. HISTORIA CLINICA

7.1 Información Previa

El edificio de las EEPPMM de Cartagena de indias posee en su totalidad 3.677 m² aprox., en este estudio solamente se analizaron los pisos 3-5-6 y la cubierta, que suman un área aproximada de 1305 m².

A la siguiente edificación se le realizó un T.P.I, debido a que este edificio fue construido en la época moderna y que en la década de los 60 fue considerado el más moderno y vanguardista en el centro de la ciudad, el edificio funcionó en su totalidad hasta hace 10 años. Hoy en día solo funcionan las oficinas de Impuestos Distrital de la Ciudad Cartagena, hoy se encuentra en estado lamentable y de abandono, pero afortunadamente hay interés de realizarle una rehabilitación por parte de la alcaldía de Cartagena.

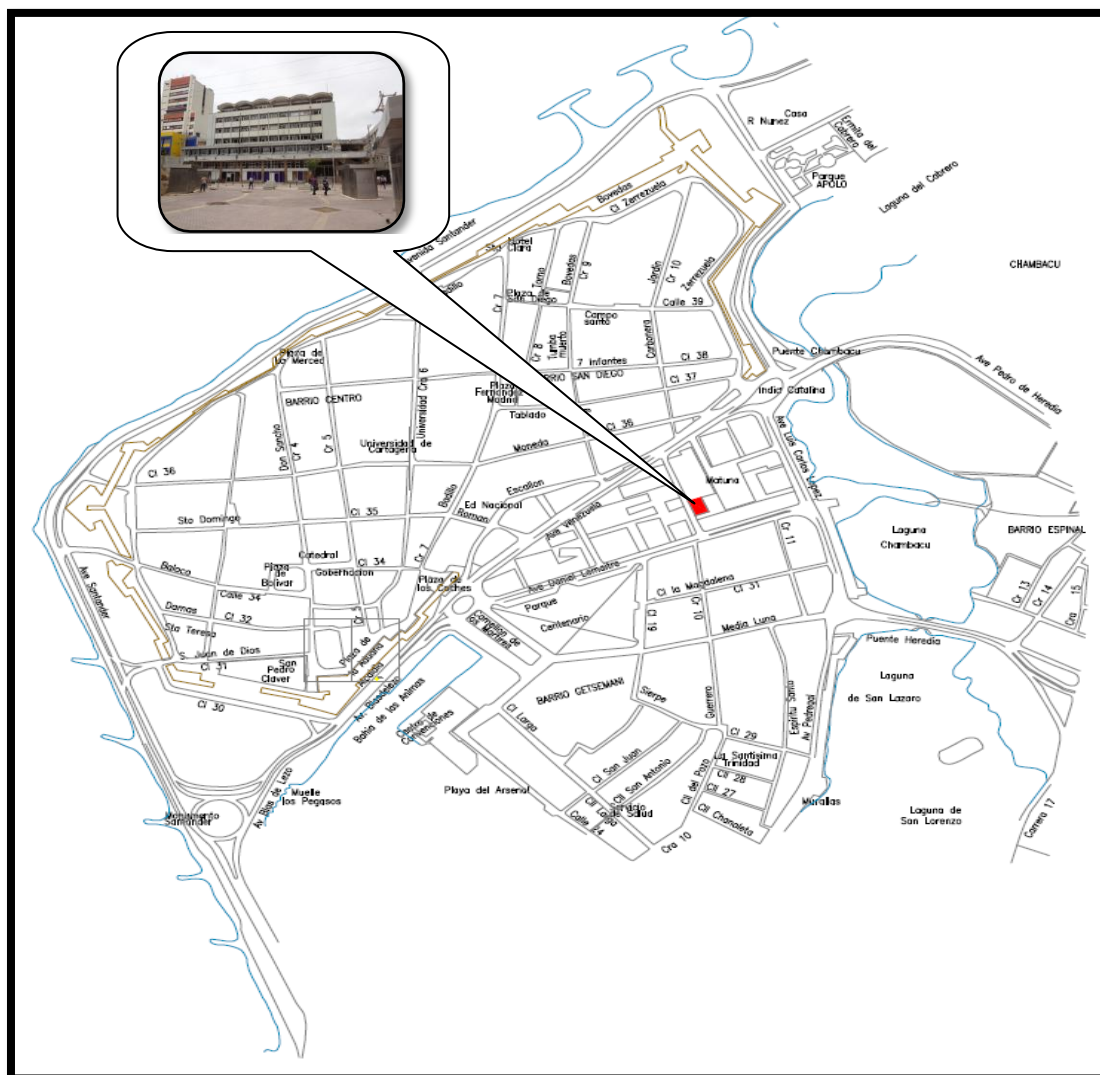
7.2 Localización

El proyecto se encuentra ubicado en el territorio colombiano , en el departamento de Bolívar, específicamente en la ciudad de Cartagena, en la zona conocida como centro de la histórico de la ciudad, en el sector de la matuna Carrera 10 #35-111, se encuentra ubicado entre la plaza Joe Arroyo y la Plazoleta de TELECOM, a las cuales en la actualidad se les realizó algunas restricciones de uso vehicular para convertirlas en zonas peatonales, la edificación construida para las Empresas públicas Municipales , se encuentra enmarcada en general en una zona de un importante flujo vehicular, entre la avenida Venezuela, la avenida Lemaitre y la carrera 10 , esta estructura basada en pórticos de concreto y sistema de losas nervadas armadas en dos direcciones, cuenta con 6 Pisos y cubierta abovedada, además , cuenta con un piso mecánico para ascensores y tanque elevado, con un área total de construcción de **4200 m²**., en la actualidad el inmueble se encuentra desocupado en un 80% de su área útil.



Región	Caribe
Departamento	Bolívar
Ciudad	Cartagena de Indias
Zona	Centro
Barrio	La Matuna
Dirección	Carrera 10 con Av. Daniel Lemaitre

Tabla 3: Localización del Proyecto de estudio



Fuente: Autores

Imagen 1: Plano del Centro Histórico de Cartagena



Un estudio detallado de la zona se encuentra en los Anexos de las fichas Generales **TPI-EPMC-GEN 01 a GEN 03**, del estudio de Lesiones.

Fuente: Autores

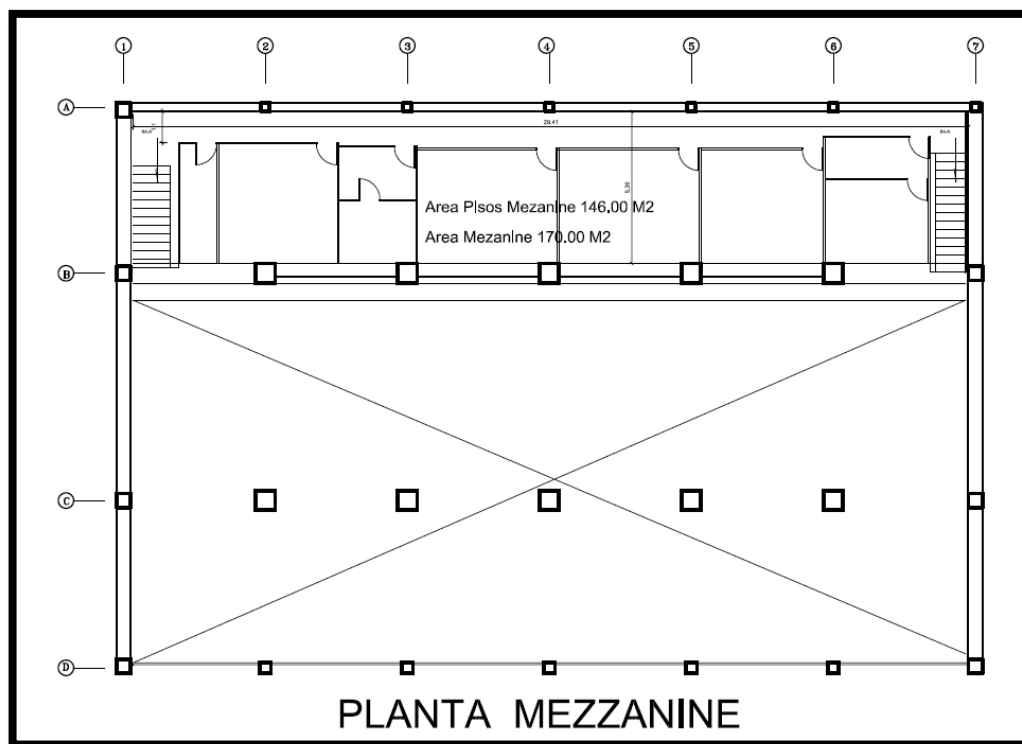


Imagen 3: Plano del EEPPMM Mezzanine

Fuente:Autores

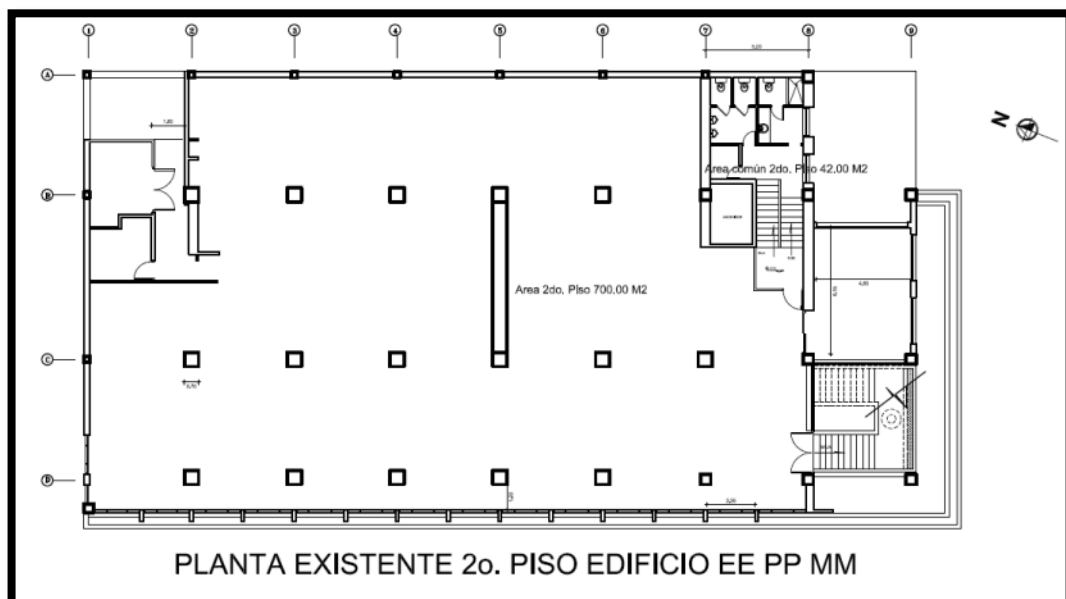


Imagen 4: Plano del EEPPMM 2^{do} Piso

Fuente:Autores

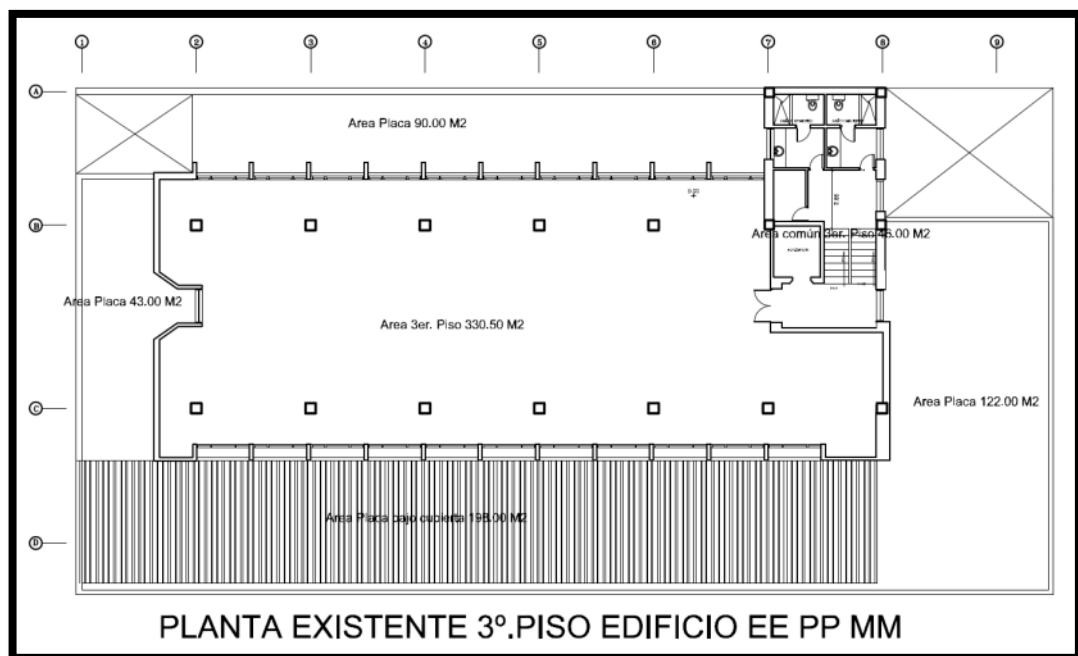


Imagen 5: Plano del EEPPMM 3^{er} Piso

Fuente:Autores



Imagen 6: Plano del EEPPMM 4^{to} Piso

Fuente:Autores



Imagen 7: Plano del EEPPMM 5^{to} Piso

Fuente:Autores

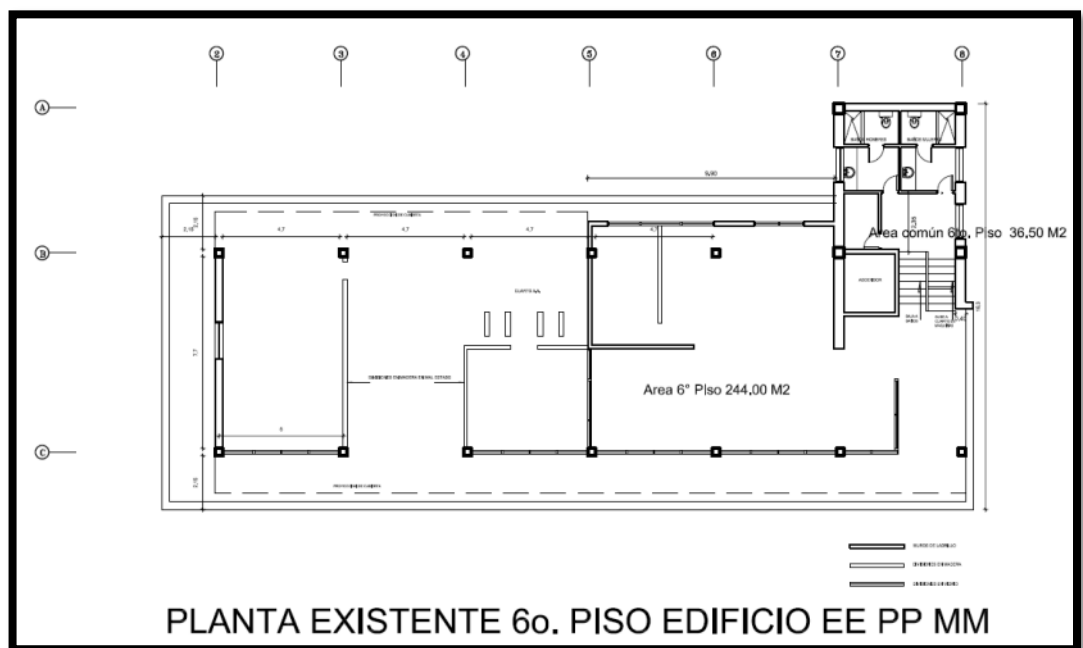


Imagen 8: Plano del EEPPMM 6^{to} Piso

Fuente:Autores

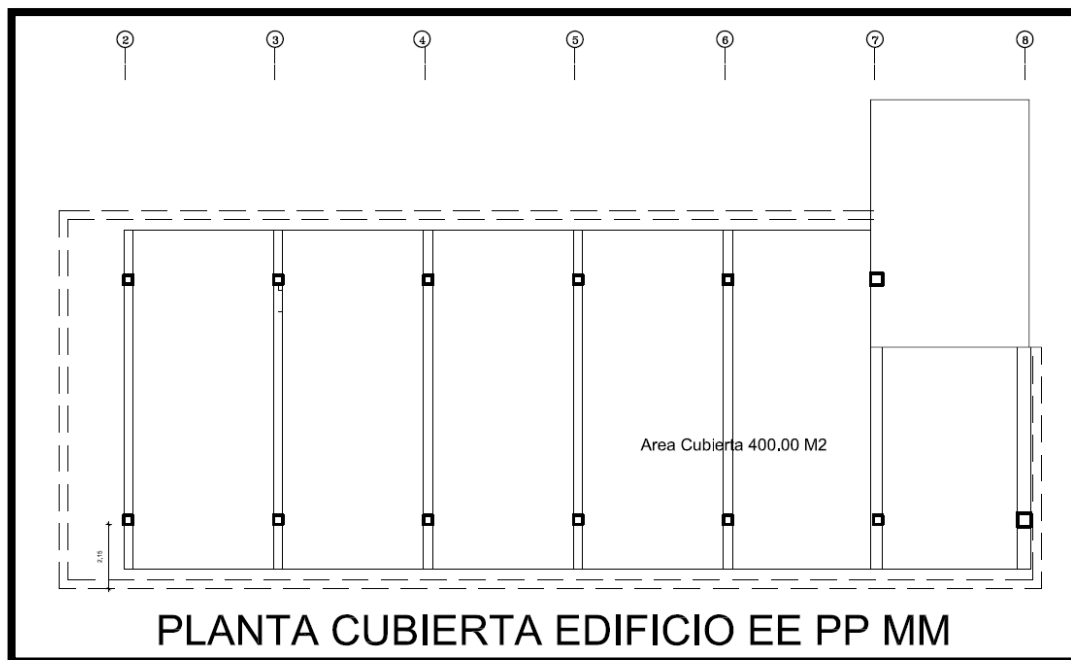


Imagen 9: Plano de la Cubierta del Edificio EEPPMM

Fuente:Autores

7.4 Antecedentes

El edificio EEPPMM, fue construido en 1960 como edificación de oficinas para el cobro de impuesto de la capital del departamento de Bolívar, la edificación se encuentra ubicada en el sector la Matuna entre las avenida Venezuela y la carrera 10º de la avenida Daniel Lemaitre, esta estructura funciono en su totalidad hasta hace 10 años atrás, en la actualidad funciona parcialmente con una ocupación del 20%.

Desde el análisis Patológico se cuenta con estudio realizado por la Universidad de Cartagena en el año 2010 que consiste en la evaluación y valoración del estado de vulnerabilidad de la infraestructura del edificio de las antiguas empresas públicas municipales de Cartagena. En el cual se presentan dos (2) sondeos de 2 metros de profundidad cada uno realizando pruebas de penetración estándar.

Además se indica la profundidad del nivel freático ubicado entre 1 a 1.4 metros, como oscilación del mismo durante la exploración pero no se indica la fecha de la



ejecución del estudio, ni se presenta un esquema o plano de localización de los sondeos realizados.

En el estudio realizado se indica que el suelo presenta una capacidad de soporte de 0.62 kg/cm^2 y una profundidad de desplante de las zapatas variable entre 1.5 y 2.0 metros, se indica que suelo se identifica como limo orgánico, y para efectos sísmicos se clasifica como perfil sísmico tipo E de acuerdo a los criterios del Título A2 de la NSR-10.

7.5 Uso de la estructura

El edificio de la EEPPMM de Cartagena de Indias posee 6 pisos utilizados como oficinas para el cobro de impuesto de la capital del departamento de Bolívar, cuenta con un mezzanine, un lobby, zonas de acceso por medio de escaleras y cuartos de maquinas. La ocupación actual del edificio es del 20%.

7.6 Entorno



Imagen 10: Localización regional del proyecto sobre el Centro Histórico de Cartagena.

Fuente: Tomado de googleearth.co.



El edificio de las Antiguas Empresas Públicas Municipales de Cartagena de Indias se encuentra ubicado en el sector de la Matuna en el centro histórico de Cartagena de Indias, limita con la avenida Venezuela y la carrera 10^o de la avenida Daniel Lemaitre frente a la plazoleta Joe Arroyo que está adosada a una estación de Bombeo de aguas negras sobre el centro de la plazoleta. Se puede observar como cuerpos de agua hacia el este del proyecto La Laguna del Cabrero y específicamente el sector denominado Puerto Duro y hacia el Sur Oeste la bahía interna frente al Muelle de Los Pegasos.

Las manzanas de alrededor son edificaciones de máximo tres pisos, parques y lotes de parqueaderos, exceptuando los edificios de altura que se encuentran en diagonal con la edificación en estudio.

7.7 Reconocimiento Inicial

Se decide realizar una inspección visual al edificio en orden descendente, desde la cubierta abovedada hacia la cimentación del mismo. De esta manera se detecta el orden de la filtración y humedecimiento de los distintos pisos de la edificación, siendo la humedad la principal causa de deterioro de la edificación y la principal causa de lesión patológica.



Imagen 11: Cubierta Abovedada



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

La cubierta de la edificación es abovedada, y a ella se accede a través del espacio donde se encuentra ubicado el foso del ascensor; que es la estructura que se observa hacia el fondo.

Sobre la estructura del foso del ascensor se encuentra un tanque que tiene forma de tetraedro el cual se utilizó para el almacenamiento de aguas, cubierto con láminas de asbesto cemento en mal estado. Actualmente no es funcional ya que presenta poca capacidad de almacenamiento y la presencia de aves que anidan dentro del mismo.



Imagen 12: Desprendimiento del manto Impermeable de la cubierta

La cubierta presenta el desprendimiento del manto impermeable, el cual es un mortero como substrato de desnivelación para permitir la evacuación de las aguas lluvias. Obsérvese el desprendimiento actual de la impermeabilización de la placa.



Imagen 13: Fisuras de la Cubierta Abovedada

El mortero que funciona como desnivelación para permitir la evacuación de las aguas lluvias, debajo del manto impermeable, presenta grietas de retracción térmica. Durante la inspección no se observó ningún tipo de refuerzo por temperatura sobre esta impermeabilización y consecuentemente una filtración a través de la placa de techo de manera vertical y hacia abajo.



Imagen 14: Crecimiento de organismos en la Cubierta

El proceso de degradación del manto impermeable provoca el taponamiento de los desagües debido a la acumulación de partículas de polvo grueso y de la textura rugosa del concreto expuesto, se producen zonas con concentración de humedad que



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

favorecen la proliferación de vegetación como promotor de mecanismos de deterioro del concreto.



Imagen 15: Taponamiento del sistema de desagüe



Imagen 16: Limpieza del sistema de desagüe

Se puede observar, luego de una limpieza de los orificios de desagüe que estos todavía presentan la capa de impermeabilización en buen estado, aunque en los alrededores ya se encuentra desgastada.



Imagen 17: Desprendimiento de la capa impermeabilizante de la cubierta
Pérdida de masa en algunas zonas donde se ha perdido el manto impermeable y eventualmente la capa de mortero sobre la cubierta.

7.8 Descripción Arquitectónica y áreas

7.8.1 Áreas

Piso	Contenido en el Piso	Área en m ² Total	Zona Intervenida	Estado de Zona Intervenida	Área m ² Intervenida
Piso 1	Lobby	200,0	X	Regular	
	Zona de Oficinas	572,0	X	Regular	60
Piso2	Zona de Oficinas	742,0		Regular	
Piso 3	Zona de Oficinas	376,5	X	Regular	30
Piso 4	Zona de Oficinas	376,5		Regular	
Piso 5	Zona de Oficinas	376,5	X	Regular	25
Piso 6	Zona de Oficinas	280,5	X	Regular	45
	Cubierta	400,0	X	Regular	30

Tabla 4: Descripción de áreas de estudio

Fuente: Autores

Estas áreas fueron intervenidas con el objetivo de realizar los ensayos respectivos para realizar un diagnóstico de acuerdo a los resultados, pero sin la realización de una rehabilitación.



7.8.2 Descripción y estado del Inmueble

Las edificaciones del Centro Histórico de Cartagena de Indias presentan usualmente unas características constructivas que contribuyen a disminuir su capacidad de respuesta ante los sismos. Frecuentemente la edad de estas edificaciones y el deterioro de las propiedades mecánicas de sus materiales llevan a una disminución adicional de su capacidad de soportar las cargas de servicios y aumentan su vulnerabilidad ante un posible sismo.

El Edificio sede de las Antigua Empresas Publicas Municipales de Cartagena hasta hace 10 años y hoy sede de las Oficinas de Impuestos Distrital de la Ciudad Cartagena y que en la década de los 60 fue considerado el más moderno y vanguardista en el centro de la ciudad, hoy se encuentra en estado lamentable de abandono debido al tiempo transcurrido y a la falta de mantenimiento, presenta problemas en ciertos elementos estructurales, pero éstos se pueden corregir si se realiza una rehabilitación de manera inmediata sobre el edificio.

El análisis patológico realizado en 2010 por el Ingeniero Carlos Villalba muestra una estructura con procesos de filtración y humedades como lesión más representativa de deterioro o/y ataques a la estructura. Se indica que la estructura no presenta efectos de carbonatación apreciables, debido a con una profundidad de carbonatación muy baja, un proceso corrosivo muy bajo a nulo por los recubrimientos muy generosos del acero de refuerzo y a recubrimientos arquitectónicos con láminas de mármol para las columnas del primer entre piso, recubrimientos en morteros en columnas de los pisos 4,5 y 6)

Finalmente las losas que sirven de cubierta del segundo piso muestran fallas por mantenimiento de la impermeabilización al igual que la cubierta abovedada de la edificación estas permiten el paso del agua de manera no controlada ni encausada.

Entre el 16 de Abril y el 3 de Mayo de 2013 se realizaron nuevos ensayos y estudios de laboratorios para la realización del diagnostico patológico de la EPM de Cartagena



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

por el Ing. Julio Carmona, tomando como metodología de trabajo, la toma de núcleos para determinación de resistencia a la compresión del concreto sobre las columnas del primer nivel, su peso volumétrico y sus características de absorción de agua y carbonatación en su estado actual.

Se realizó una inspección técnica para revisar el estado actual de los elementos estructurales que conforman la edificación, con el fin de revisar y elaborar un inventario de daños de la estructura en estudio con fines de refuerzo para actualización de la estructura de acuerdo a los requisitos de la NSR-2010, en esta se observó que la edificación presenta un primer nivel donde se encuentra un cal-center en funcionamiento y una sala de cómputo central que mantiene todas las redes de intranet y central de costos de todas las dependencias de la alcaldía de Cartagena, Durante el recorrido por los diferentes niveles se pueden notar arrumen de escritorios de madera, papelería y elementos mobiliarios en general, los cuales se encuentran en mal estado y producen una concentración de polvo y humedad permanente en los ambientes sobre los cuales se encuentran.



Imagen 18: Imagen del sexto piso con arrumes sillas y de escritorios

Fuente: Autores

En general, la edificación presenta en todos los pisos, un inadecuado uso de almacenamiento de mobiliario usados muy probablemente antes del abandono del edificio. No presenta ningún proceso de almacenamiento por lote, y se observan



mezclados elementos en mal estado y otros en proceso de deterioro por el inadecuado proceso de bodegaje existente.

La edificación presenta en su fachada frontal, presencia de hongos, especialmente en la placa de segundo y tercer nivel, al igual que la cubierta abovedada que se observa en el último nivel. Esta acción muestra una bioreceptividad de la estructura, especialmente las placas y las fachadas, que contribuyen y favorecen la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen vegetal y animal y que afectan su durabilidad de los material de construcción.

7.9 Descripción Estructural

7.9.1 Cimentación

7.9.1.1 Geología y Geomorfología.

Toda el área de Cartagena, se encuentra dentro del cinturón del Sinú. Litológicamente, este cinturón está constituido por Turbiditashemipléjicas y depósitos marinos terrígenos, con edades que van desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno. Este cinturón en el área de Cartagena – Barranquilla dobla hacia el Noreste, siguiendo la línea de costa (Duque, 1980, 1984). La zona en estudio se identifica como depósitos de playa, están localizados a lo largo de la línea de costa y constan de arenas de grano fino a grueso, ocasionalmente con gravas; la mayoría son de color amarillo ocrea grises; que en el sector en estudio fueron formados por acreción antrópica donde los rellenos hidráulicos de arenas con caracolejos fueron realizados para adosar el sector de La Matuna a la zona de expansión geográfica del centro histórico de Cartagena.

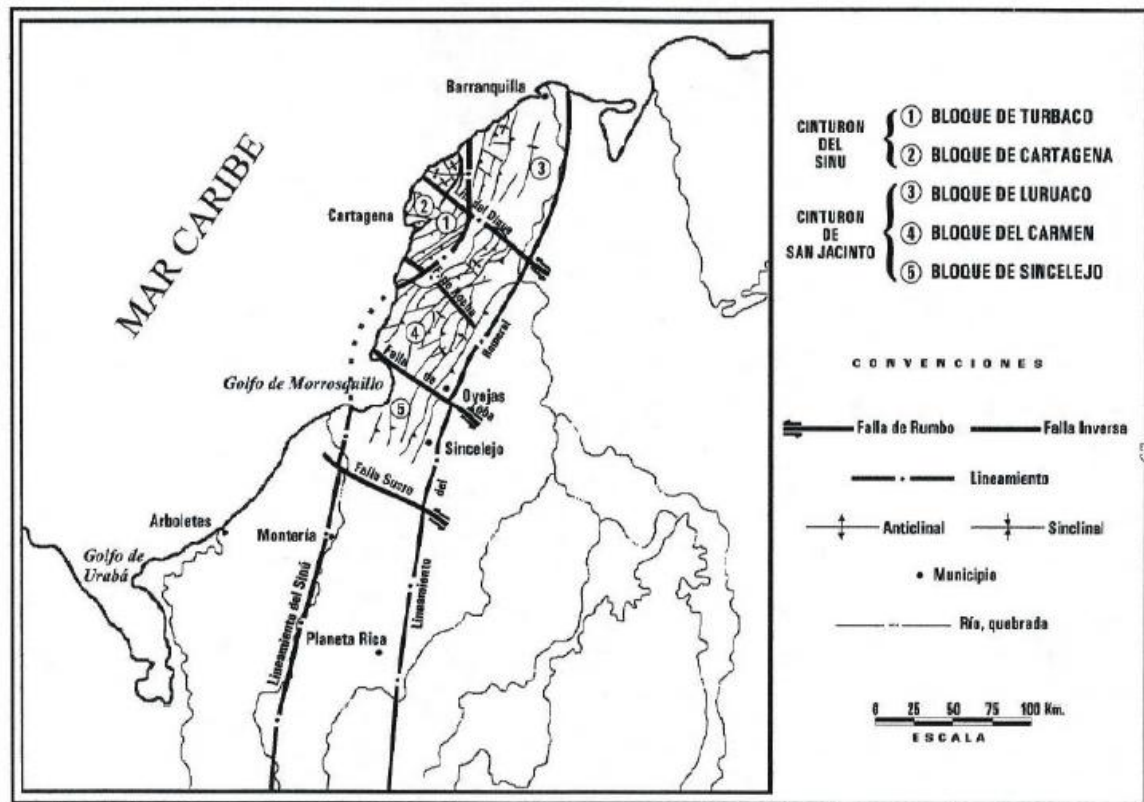


Imagen 19: Mapa Estructural del Cinturón de San Jacinto y Sinú Norte.

Fuente: "Geología de las Planchas 23 Cartagena y 29-30 Arjona, Memoria Explicativa, 2001".

Así, los perfiles de suelos indican rellenos de arenas y gravas de tonalidades grises, que presentan perfiles arenosos de compacidades sueltas a medias en los 8.00 a 12.00 metros más superficiales y bordeando los cuerpos de agua que presentan frecuentemente estratos orgánicos debido a capas de mangle en descomposición.

El nivel freático se encuentra entre 0.6 m y 1.2 m.

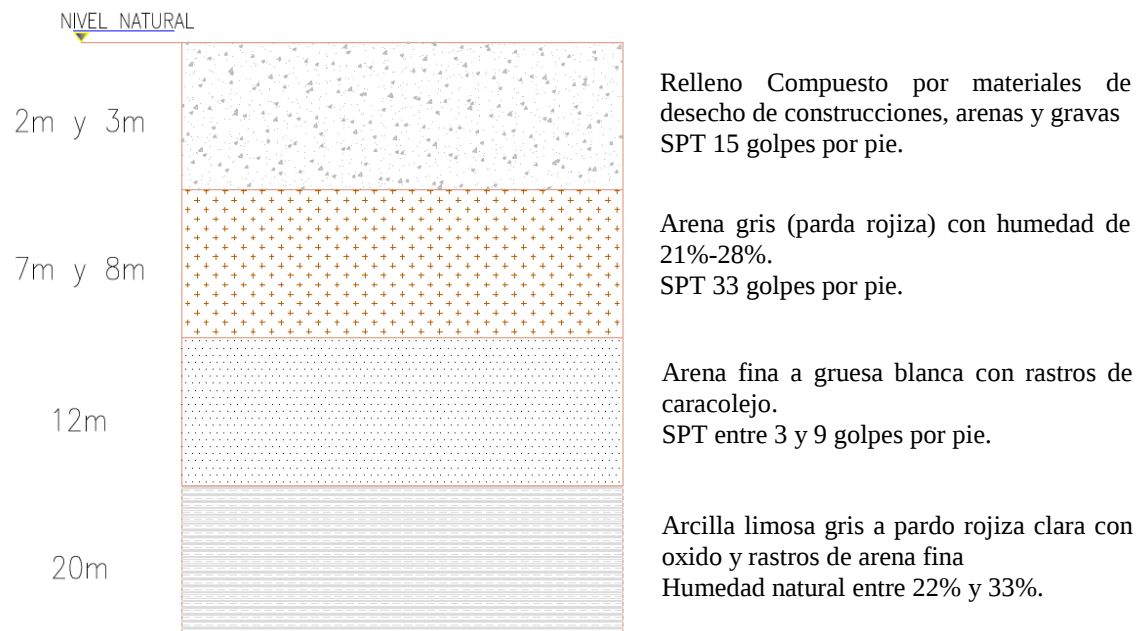


Imagen 20: Niveles estratigráficos del Centro Amurallado de Cartagena de Indias

Fuente: Autores

7.9.1.2. Antecedentes del Estudio de Suelo

Como antecedentes del estudio de suelos para análisis de las cimentaciones, el componente geotécnico y de cimentaciones, se cuenta con estudio realizado por la Universidad de Cartagena, en el cual se presenta la ejecución de dos (2) sondeos a 2,00 metros de profundidad cada uno, realizando pruebas de penetración estándar, Además en éste estudio se indica como profundidad del nivel freático 1.40 a 1.00 metro, como oscilación del mismo durante la exploración pero no se indica la fecha de ejecución del estudio, ni se presenta un esquema o plano de localización de los sondeos realizados.

El estudio indica que los suelos presentan una capacidad de soporte de 0.62 kg/cm^2 y una profundidad de desplante de las zapatas variable entre 1.50 y 2.00 metros, además se indica que el suelo se identifica como limos orgánicos, y para efectos sísmicos se cataloga como perfil sísmico tipo E de acuerdo a los criterios del título A2 de la NSR-2010.



7.9.1.3 Alcance del Nuevo Estudio de Suelo

Se realizó un sondeo con el fin de determinar la profundidad de los suelos blandos. De acuerdo a lo requerido en el numeral H3.1 de la NSR 2010, para una edificación de seis (6) niveles como la identificada en el presente estudio, se clasifica como unidad de construcción media y de acuerdo a la Tabla H.3.2.-1 se recomienda una profundidad mínima de 15 metros y un número de sondeos no menor de 4. Sin embargo, considerando que este estudio es complementario a otros anteriores, solo se ejecutará un sondeo adicional con el fin de obtener parámetros de diseño y complementarios a la información de estudios anteriores.

7.9.1.4 Características geotécnicas del subsuelo

Basados en la información obtenida en el sondeo ejecutado, se ha identificado el perfil de suelos encontrados como se resume a continuación: Existe una placa en concreto simple de 0.25 metros de espesor, debajo se observa un relleno de triturado calizo con caliza y pedazos de ladrillo rojo cerámico en un espesor de 0.90 metros.

Entre 1.15 y 3.50 metros se observa una arena limosa gris oscuro con rastros de piedras coralinas superficialmente y con caracuchos y algo de caracolejos hacia el fondo. Presenta una densidad relativa variable entre 15% a 35%, un ángulo de fricción interna entre 28 a 33° y un peso unitario saturado entre 15 y 19 KN/m³.

Entre 3.50 y 12.88 metros se presentan arenas de compacidad variables entre muy suelta y media, con intercalaciones de gravas de origen coralino y caracuchos menudas, que presentan a los suelos arenosos como de muy baja capacidad de soporte y susceptibles a presentar licuación en caso de sismos. Presenta una densidad relativa variable entre 15% a 65% aumentando en la zona de mayor concentración de gravas, un ángulo de fricción interna entre 28 a 45° y un peso unitario saturado entre 15 y 21 KN/m³.



A partir de los 12.88 metros y hasta la profundidad máxima de exploración se ha detectado una arcilla parda oscura con vetas grises y rastros de óxido de baja plasticidad y consistencia muy firme a dura, aumentando esta propiedad con la profundidad. Su peso unitario varía entre 1.66 gr/cm^3 a 12.88 y a 13.15 metros hasta 2.12 gr/cm^3 a profundidades entre 15.65 a 16.65 metros. Su resistencia a la compresión simple presenta valores de 1.75 kg/cm^2 y 3.21 kg/cm^2 , aumentando con la profundidad e indicando una meteorización superficial en el contacto con los suelos arcillosos que la cubren.

El perfil estratigráfico se presenta a continuación con la prueba de penetración estándar sobre el registro de perforación indicando la resistencia de los suelos a esta prueba.

7.9.1.5 Nivel freático

De acuerdo a la perforación ejecutada, el nivel freático se detectó a una profundidad de 1.60 metros, sin oscilación importante durante el tiempo de ejecución de la perforación.



Imagen 21: Sondeo para estudio de geotécnico.

Fuente: Julio Carmona Arango



PROYECTO	ESTUDIOS PARA EL USO DEL EDIFICIO DE LAS ANTIGUAS EMPRESAS PUBLICAS DE CARTAGENA						
LOCALIZACION	CENTRO HISTÓRICO SECTOR LA MATUNA FRENTE A PLAZA JOE ARROYO, CARTAGENA						
SONDEO No	1	FECHA: INICIACION	13 de marzo de 2013		FINALIZACION	miércoles, 13 de marzo de 2013	
CLIENTE					PROFUNDIDAD TOTAL (MTRS)	16,65	
NIVEL FREATICO	1,60 metros		HOJA		1	DE 2	
N. golpes/pie 020406080 Prof. (m) 0-0.15-0.65-1.15-1.65-2.15-2.65-3.15-3.65-4.15-4.65-5.15-5.65-6.15-6.65-7.15-7.65-8.15-8.65	MUESTRA			PROF. METROS	PB Kg/cm²	ESTRATOS	DESCRIPCION VISUAL
	NUMERO	TIPO	N.golpes/pie				
				0,25			Placa de Concreto Simple
				1,15			Relleno de Triturado calizo, arenas y fragmentos de ladrillos cerámicos.
	1	SS	3 2 1				Arena Limosa Gris Oscuro con rastros de Piedras coralinas , de compacidad muy suelta a suelta
		SS	1 1 8	2,15			
			5 2 2				Arena Limosa Gris Oscuro con rastros de caracuchas y caracolejos de grano medio y compacidad muy suelta a media (SM)
	2	SS	2 6 8				
		SS	8 6 7	3,50			
			7 4 8				Arena Limosa Gris Clara de grano fino no plástica, de compacidad media (SM)
		SS	6 6 6				
	3	SS	13 11 7	5,20			
			11 8 6				Mezcla de Arenas Limosas y caracuchas menudas gris claro de plasticidad nula y compacidad media a suelta (SM-SP)
			6 5 2				
			3 5 2				
	4	SS	1 3 2				
			1 2 2	7,53			
		1 3 2				Arena Gris Clara Limosa con Piedras coralinas (SM)	
5	SS	2 2 1	8,65				
CONVENCIONES							
S.S. - SPLIT SPOON		L - LAVADO		qu - COMPRESION INCONFINADA			
T.S. - TUBO SHELBY		A - TIPO AUGER		PB - PRUEBA CON PENETROMETRO MANUAL			
B - BOLSA		V - ENSAYO DE VELETA		R - RECHAZO			

Tabla 5: Ensayo de Penetración estándar SPT

Autor: Julio Carmona Arango

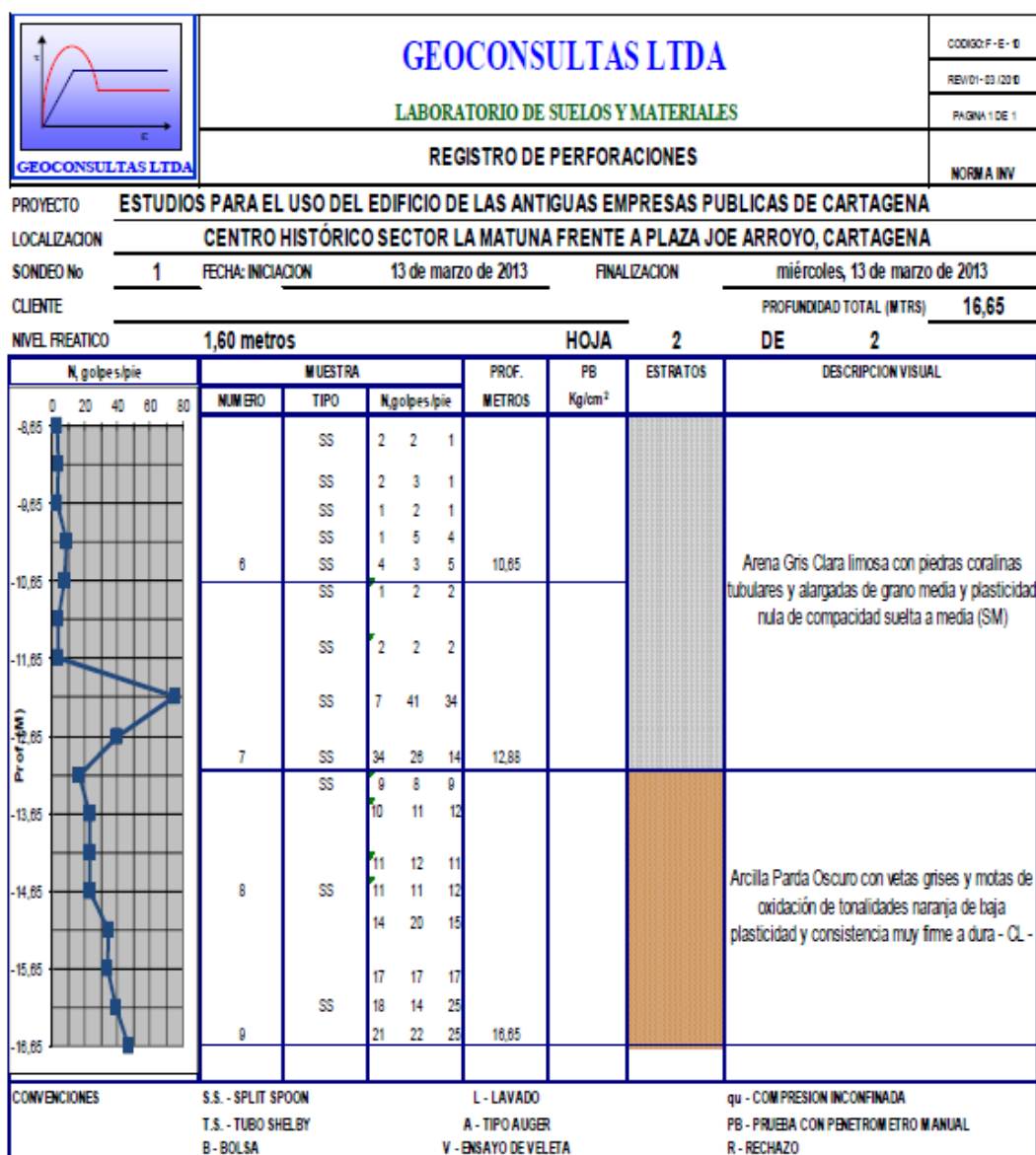


Tabla 6:Ensayo de Penetración estándar SPT

Autor: Julio Carmona Arango

7.9.1.6 Características Geométricas de la Cimentación

Las cimentaciones se han identificado como zapatas cuadradas de 2.50 por 2.50 metros de área de contacto con el suelo, desplantada sobre un solado de 0.07 metros de espesor hecho en concreto que presenta gravas hasta de 2 pulgadas de tamaño máximo. Las zapatas presentan una profundidad de desplante de 1.70 metros con



relación al nivel actual de piso terminado y un peralte muy constante de 1.10 metros en las tres zapatas investigadas.

Se realizó una zanja paralela al borde de la zapata, por debajo de la cual se excavó una distancia horizontal variable entre 0.50 y 0.70 metros, encontrándose en cada esquina de estas un pilote de concreto con un diámetro de 0.60 metros. Así, de acuerdo a lo detectado, se observa que los pilotes tienen una distancia al borde de la zapata de 0.20 metros y una distancia de tres veces el diámetro del pilote, centro a centro, esta distancia cumple con la norma. Por tal razón la dimensión de 2.50 metros como distancia del ancho de cimentación permite este arreglo típico de las zapatas. Podemos concluir de las exploraciones realizadas en campo, que las zapatas están transmitiendo la carga a través de 4 a 5 pilotes, localizados en las esquinas de las zapatas y posiblemente incluyendo un pilote central, no identificado en la presente exploración; adicionalmente no se encontraron elementos de amarre entre zapatas tales como vigas de amarre o elementos de enlace entre las cimentaciones exploradas. Las dimensiones medidas en campo se presentan resumidas en el siguiente cuadro:

Localización	Profundidad de Desplante	Dimensiones	
		B(m)	L(m)
Eje C - Eje 5	1,70 m	2,60	2,70
Eje B - Eje6	1,75 m	2,50	2,45
Eje B - Eje 2	1,75 m	2,25	2,45

Tabla 7: Geometría de la Cimentación

Fuente: Julio Carmona Arango

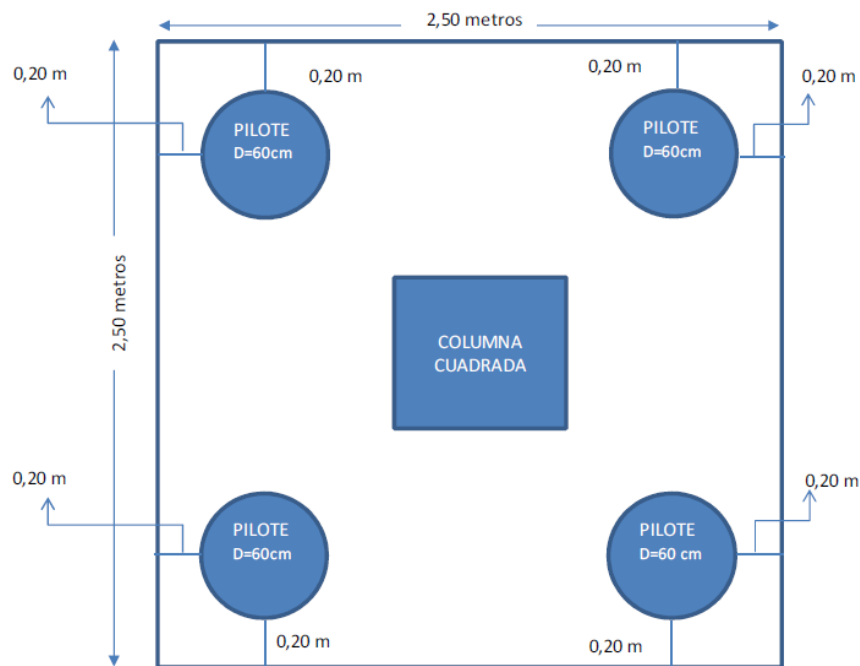


Imagen 22: Esquema de Cimentación Encontrada EPM Cartagena de Indias

Fuente: Julio Carmona Arango

Como condiciones inadecuadas que afectan la durabilidad de las cimentaciones, la zapata B2 presenta una tubería de aguas negras que pasa por encima de la zapata, con fugas que no solo humedecen sino que producen una acumulación de aguas hasta el nivel superior de la zapata, con olores orgánicos. Estas aguas son ácidas y atacan a los concretos. Como recomendación, estos desagües deben ser retirados de la parte superior de la zapata y evitar la ex filtración de estas aguas hacia las cimentaciones. Los concretos de las zapatas presentan una resistencia de 3500 PSI (245 kg/cm²) medido mediante esclerometrías, tal como se observa en los siguientes registros.



GEOCONSULTAS LTDA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

NORMA:
ASTM C181

ENSAYO DE MARTILLO TIPO C181 N° PARA CONCRETO

PROYECTO PATOLOGIA DE CIMENTACIONES ANTIGUO EDIFICIO DE LAS EMPRESAS PÚBLICAS DE CARTAGENA

LOCALIZACION CARTAGENA SECTOR LA MATUNA

HOJA

1

DE

2

FECHA DE VACIADO NO SE ESPECIFICA + 20 AÑOS

FECHA DE ENSAYO

sábado, 06 de abril de 2013

EDAD DEL CONCRETO MAS DE 90 DIAS

Elemento	Lecturas Esclerómetro	Posición del Esclerómetro	Valor Medio	Dispersión	Valores Probables de Resistencia				
			Lectura	Resistencia kg/cm ²	kg/cm ²	Kg/cm ²	Lbr/pulg ²		
Zapata C5	28	30	Vertical	-90°	32,80	333,57	67,06	333,57	4766,24
	38	30	Vertical	-90°					
	26	38	Vertical	-90°					
	34	38	Vertical	-90°					
	38	26	Vertical	-90°					
	24	30	Vertical	-90°	27,80	255,13	62,24	255,13	3644,69
	30	28	Vertical	-90°					
	30	26	Vertical	-90°					
	30	26	Vertical	-90°					
	28	24	Vertical	-90°					
Zapata B2	32	28	Vertical	-90°	28,40	267,14	63,07	267,14	3816,29
	28	22	Vertical	-90°					
	30	28	Vertical	-90°					
	28	28	Vertical	-90°					
	30	30	Vertical	-90°					
	24	30	Vertical	-90°	29,40	282,45	64,07	282,45	4034,96
	32	30	Vertical	-90°					
	30	34	Vertical	-90°					
	28	28	Vertical	-90°					
	30	28	Vertical	-90°					
Zapata B6	28	26	Vertical	-90°	30,20	294,92	64,85	294,92	4213,20
	28	30	Vertical	-90°					
	24	36	Vertical	-90°					
	32	38	Vertical	-90°					
	30	30	Vertical	-90°					

OBSERVACIONES

GEOCONSULTAS LTDA
Estudios y Diseño Geotécnico

Realizó

Jairo Jimenez Utria

Digitó

Julio Carmona Arango

Julio Carmona Lorduy

Formato

gcs-c12

Tabla 8: Ensayo de Esclerometría Sobre las Zapatas C-5, B-2 y B-6

Autor: Julio Carmona Arango



Tabla 9: Ensayo de Esclerometría Sobre la Zapata B-6

Autor: Julio Carmona Arango

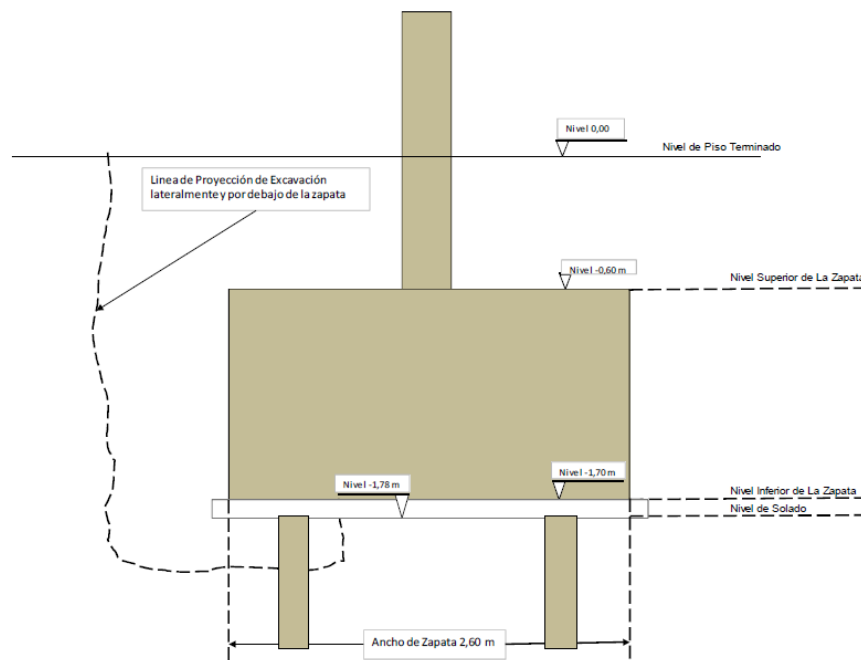


Imagen 23: Esquema de Pilotes en la Cimentación Encontrada EPM Cartagena de Indias

Fuente: Julio Carmona Arango

7.10 Registro y Evaluación de Lesiones

A continuación se presentan las fichas de la historia clínica del edificio, donde se muestran los datos, se transcriben las lesiones, signos, daños o evidencias en la edificación, el registro fotográfico y el resultado de la inspección visual mostrando la presencia de las diferentes lesiones lesión o signos encontrados en la estructuras con su respectiva ubicación en los planos.

Por medio de fotografías y ubicadas en el plano se realiza la valoración y la afectación de los diferentes daños, el nivel de recuperación y grado de cada lesión. En el análisis de las características Generales de la estructura, se puede apreciar el aspecto externo de las alteraciones y comportamientos químicos e higrotérmicos de la agresividad del medio, reflejando así la intensidad de la lesión en el área afectada sobre el edificio.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Se ordenan las lesiones por espacios afectados, se identifica el tipo de material afectado, se caracterizan las condiciones de estabilidad, aspecto, textura, y valoración de la estructura con sus respectivos comentarios. Se realiza una recopilación de la información del paciente con su respectiva localización en el plano, sustentando el desarrollo de la evaluación patológica con fotografías tanto en vista general como mostrando un detalle del área afectada.

[illegible]

AREA DE ANALISIS E INDICES DE VALORACION.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION BARRANQUILLA - NOVIEMBRE 2013		TRABAJO
			PROFESIONAL
			INTEGRADO TPI

AREA DE PROYECTO

ESTUDIO PATOLOGICO EDIFICIO	INVESTIGADORES	INFORMACION DESCRIPTIVA DEL AREA ESPECIFICA		
		Posicionamiento	Codificacion	Espacio
EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE CARTAGENA	Ing. Walberto Rivera Ing. Wilfred E. Barboza Ing. Jose M. Reyes	FACHADA FRONTAL	TPI - EPMC - F01	FACH 0 1
FICHAS DE HISTORIA CLINICA- AUSCULTAMIENTO Y CALIFICACION		Orientacion		
		MEZANINE Y 2DO PISO		

AREA DE CODIFICACION



AREA DE LOCALIZACION ESPACIAL

- AREA DE PROYECTO**

Esta contiene la información concerniente a la escogencia de la edificación en estudio, y la fecha de elaboración del mismo.

- AREA DE CODIFICACION**

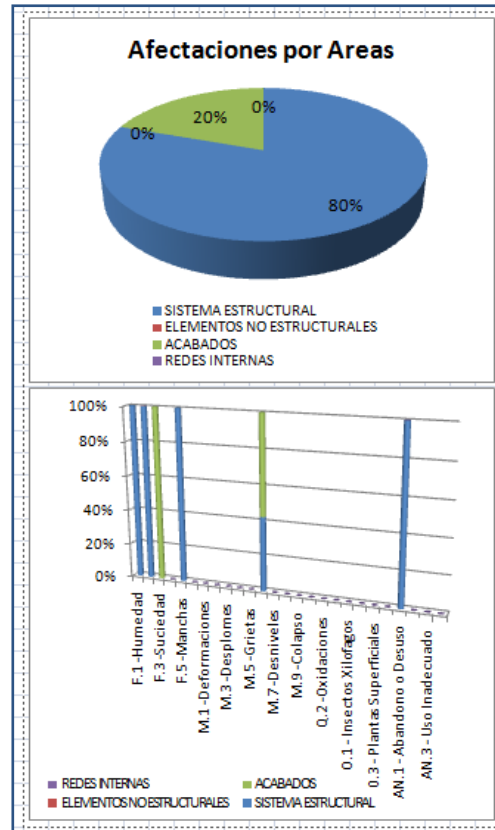
Esta corresponde a la zona en estudio, evaluada por los investigadores, localizando específicamente en el espacio bajo análisis y su codificación dentro del proyecto de tal forma que los espacios pueden ser internos o externos y su posición con respecto al proyecto sea localizable.

- AREA DE LOCALIZACION ESPACIAL**

Esta tiene como objetivo ubicar en el espacio codificado cada una de las afectaciones estudiadas en las microfichas y contextualizar cada zona dentro de área global de la edificación.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



AREA GRAFICA

Espacio	FACH01	Elemento	MUROS
Area de Estudio	CERRAMIENTOS	Material	Concreto
Fecha	Codificacion		
25-10-2013	TPI - EPMC - F01 A		
Registro Fotografico-Detallado		Características	
		ASPECTO EXTERNO	
		Manchas Humedades	
		ALTERACIONES TRAUMATICAS	
		Fisuras	
		COMPORTEAMIENTO HIGROTHERMICO	
		Material	
		PROTECCIONES	
		Adherente	
		INTERVENCIONES	
		Protesis	
Valoracion Visual			
Afectacion		Nivel de Recuperacio	Grado de Lesion
Estabilidad		Seguridad	Funcionalidad
Aspecto		Imprescindible	Necesario
		Conveniente	Conservacion
		Severo	Moderado
		Leve	
EVALUACION DEL RIESGO			
NOMBRE DE LESION		Clasificacion	
		Tipologia	Orden
Fisuras			
Carencia de Mantenimie			
Suciedad			
Observaciones y Anotaciones			
Fisura se conecta en la fachada Edificio Electro As			

4 MICROFICHAS POR ESPACIO
AREA DE REGISTRO Y CALIFICACION

- **AREA GRAFICA**

Esta muestra por medio de diagramas de tortas, las distribución de las lesiones que presenta el sitio en estudio, clasificando según la categoría donde estén afectando, las cuales pueden ser, el sistema estructural, los elementos NO estructurales, los acabados y las redes internas, también presenta un diagrama de barras que nos permite apreciar la tipología de lesiones y su ocurrencia en el espacio analizado.

- **AREA DE REGISTRO Y CALIFICACION**

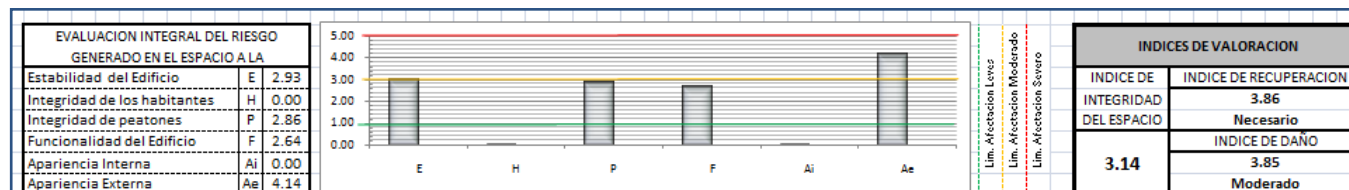
Compuesto por 4 microfichas que determinan el área de estudio y las lesiones que presenta, describiendo tanto los elementos, como el material y las características observadas, en estas microfichas se realiza una valoración subjetiva en una escala que va de 1 a 5 entendiéndose que los valores altos corresponde a consecuencias o daños graves. Ver Cuadro de Cualificación (1= Verde ; 3= Amarillo ;5= Rojo)

Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Este es el cuadro principal de la ficha y resume el estado general del espacio, especificando la tipología de la lesión (Físicas, Mecánicas, Químicas, organismos vivos y Antropogenicas), el grado de afectación (S = Severo ; M=Moderado) de la misma y el elementos que está afectando (Sistema Estructural, Elemento NO estructural, Acabados o Redes Interiores), esto se realiza por medio de las valoraciones subjetivas especificadas en cada lesión de las microfichas.

[illegible]

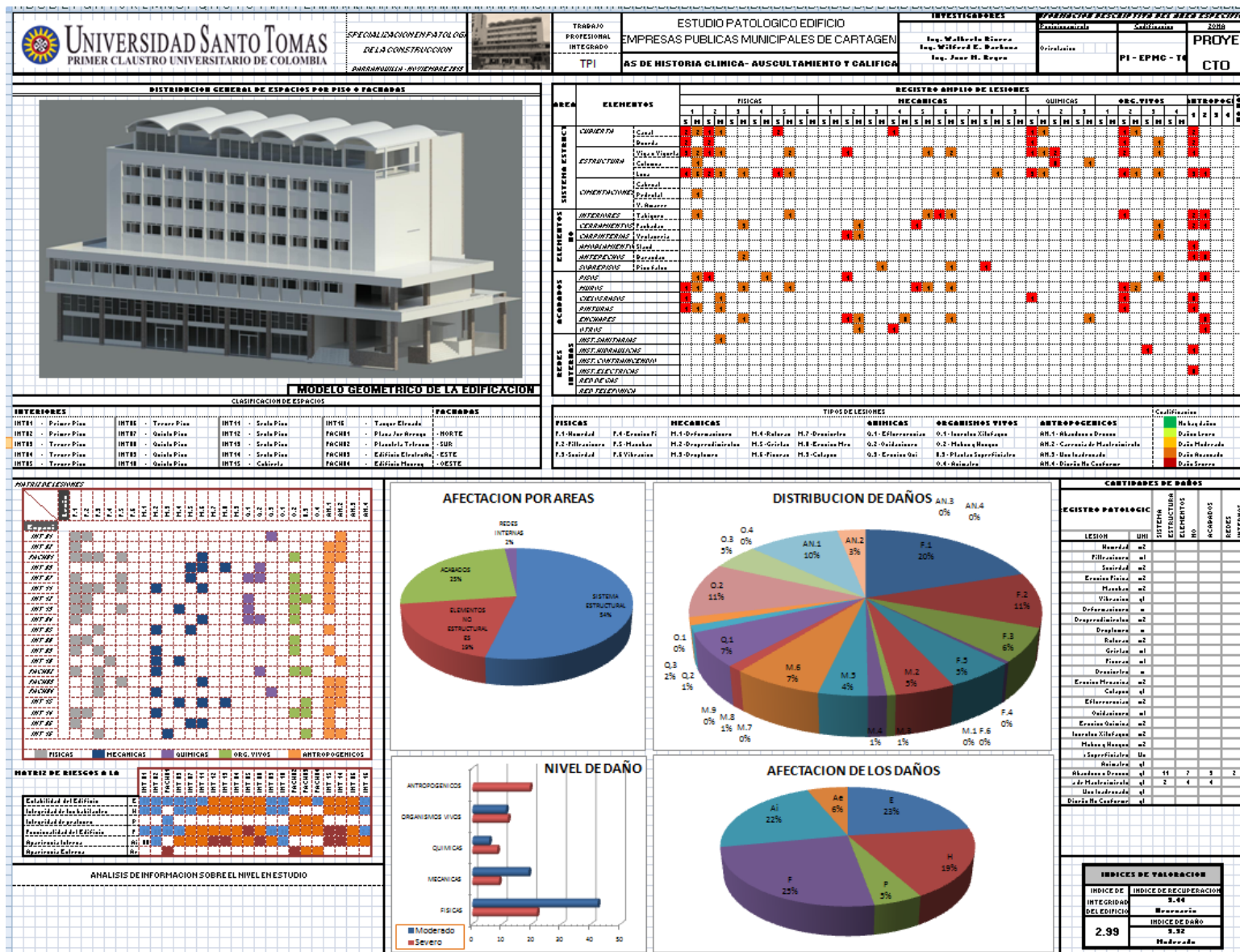
Esta área realiza el cálculo de la afectación y el riesgo que representan las lesiones encontradas en el espacio , evaluando su afectación a los parámetros de estabilidad de la edificación, Integridad de los Habitantes, Integridad de los peatones, funcionalidad del Edificio, Apariencia interna, Apariencia Externa, y la clasificación del nivel de Daño y de recuperación. . Con estos índices se busca establecer primero cuales áreas de la edificación se encuentran más dañadas y segundo que riesgo presentan para el publico y/o los usuarios. Ver escala de Cualificación





Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

FICHA GLOBAL DE ANALISIS PATOLOGICO DEL PROYECTO -FICHA RESUMEN





Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

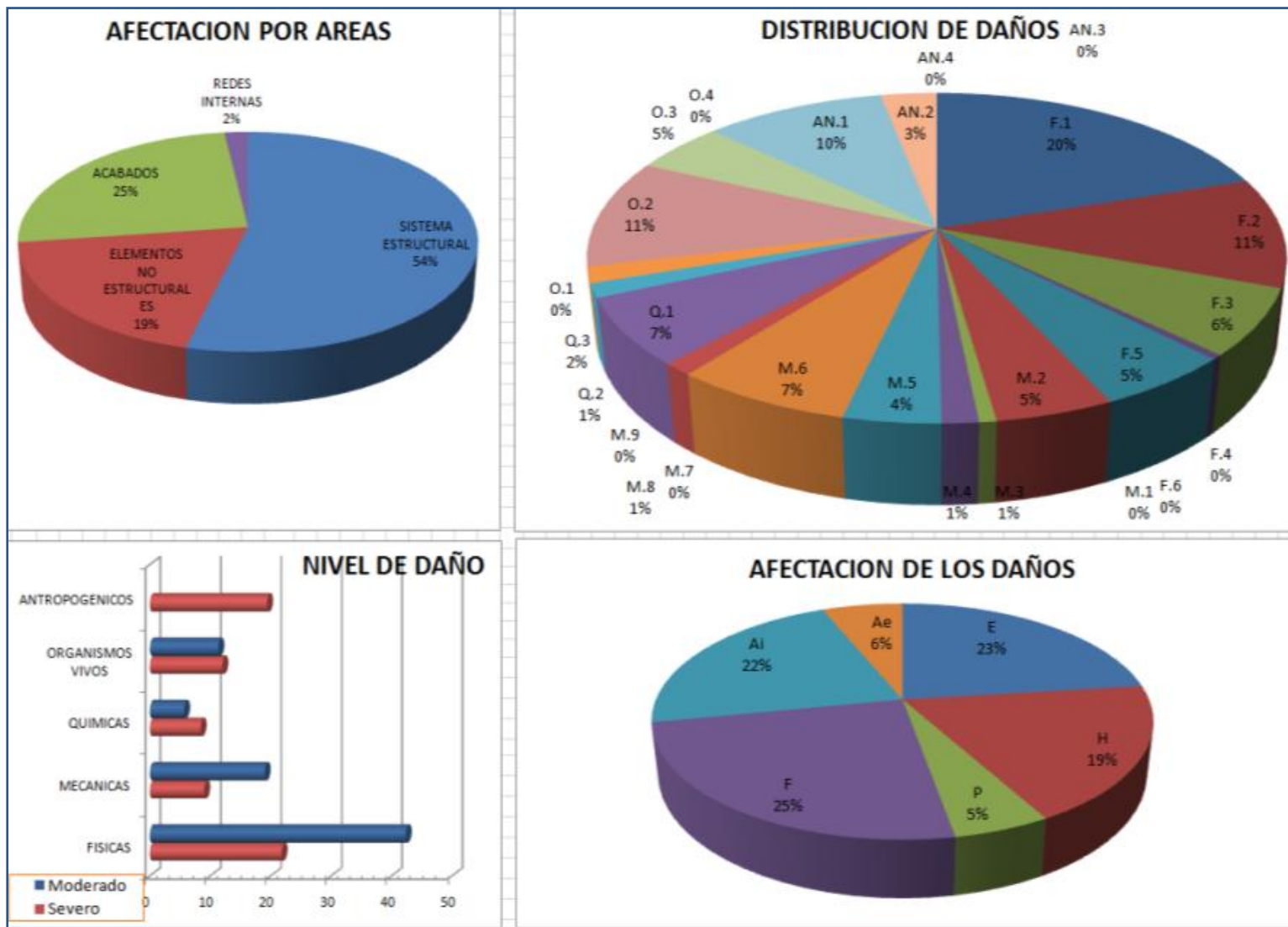
DISTRIBUCION DE ESPACIOS EVALUADOS EN EL PROYECTO



[illegible]



GRAFICAS DE DISTRIBUCION PORCENTUAL DE AFECTACION – LESIONES –NIVEL DE DAÑO - RIESGOS

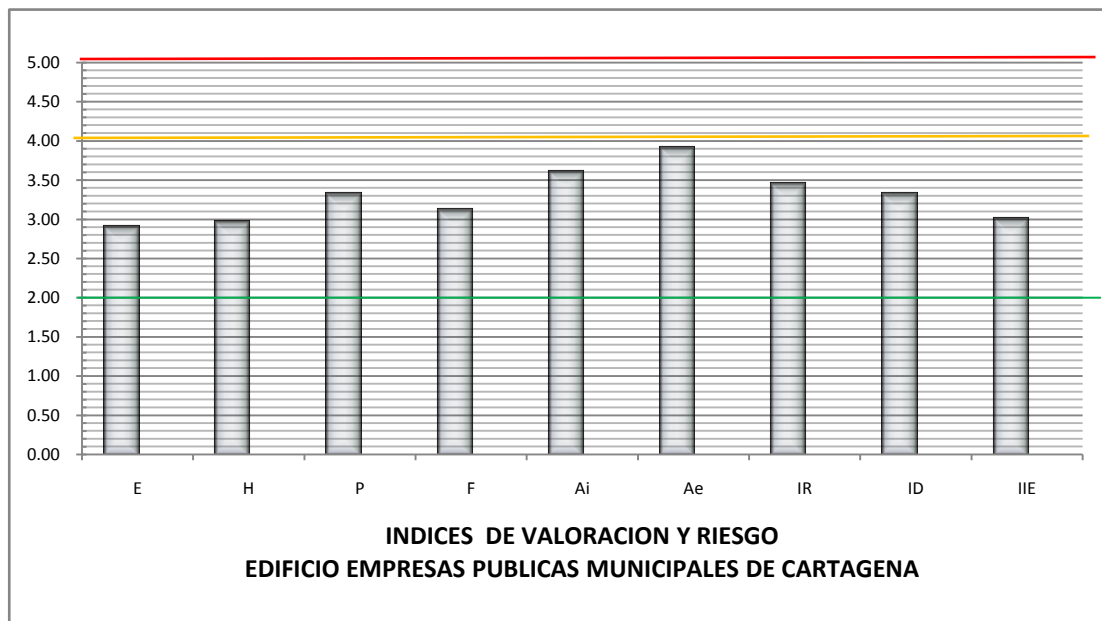




7.11 Índices de Valoración y Riesgos del Proyecto

INDICES DE VALORACION DE RIESGOS		
ESTABILIDAD DE LA EDIFICACION	E	2.90
INTEGRIDAD DE LOS HABITANTES	H	2.96
INTEGRIDAD DE LOS PEATONES	P	3.32
FUNCIONALIDAD DEL EDIFICIO	F	3.10
APARIENCIA INTERNA	Ai	3.60
APARIENCIA EXTERNA	Ae	3.90

INDICES DE VALORACION	
INDICE DE INTEGRIDAD DEL EDIFICIO (IIE)	INDICE DE RECUPERACION (IR)
	3.44 Necesario
2.99	INDICE DE DAÑO (ID)
	3.32 Moderado



7.12 Hipótesis de Daño

El Análisis de los datos resultado de la historia clínica del paciente, nos muestra una edificación con una distribución de lesiones ubicadas en su mayoría en el sistema estructural (54%), en la cual predominan las lesiones físicas, enmarcadas por la presencia de Humedades (20%) y filtraciones (11%), y las antropogénicas por efecto del abandono de la edificación (10%) y a su falta de mantenimiento, lo que ha iniciado procesos de proliferación de Moho y hongos (10%) y en algunos puntos específicos eflorescencias (7%) y fisuras (7%) en elementos NO estructurales.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Las lesiones presentadas por el edificio en general se encuentran en el rango de moderadas a severas, con una marcada tendencia a las lesiones físicas moderadas.

En general la edificación evaluada presenta afectaciones a nivel de su apariencia Interna, afectando la funcionalidad de la edificación, pero es estable y su apariencia externa no representa peligro para los peatones que la transitan, pero no es agradable al transeúnte.

Dada la distribución y tipología de las lesiones, se plantea que los daños observados son producto de un abandono de la edificación y falta de mantenimiento, ya que las señales de la secuencia de daño están establecidas de cubierta a primer piso. Los niveles superiores concentrándose en humedades, filtraciones, mohos y hongos, crecimiento de vegetación, en la cubierta y sexto piso, además de la pérdida en algunas zonas de la bóveda del sistema de impermeabilización tipo manto y plantilla. Y los pisos inferiores con efectos iniciales de daños

Estos daños se fueron trasladando a los pisos inferiores 5 4 y 3, por procesos de filtración en las losas de los pisos las cuales no estaban impermeabilizadas y además contenían material orgánico tipo cascarilla de arroz de propiciaron la aparición de mohos y hongos en los pisos 5 y 4 en menor magnitud, tanto es así que las inspecciones en los pisos bajos 3 y 1 presentan muy pocas lesiones y de niveles de severidad muy bajos, casi considerables como sin daño.

Los diferentes índices obtenidos, representan en forma general y particular de cada espacio el análisis patológico de los daños presentes en el proyecto, y con estos valores servirán de parámetro para la determinación de la **Calificación del Estado de conservación de la Edificación ϕ_a** , solicitada en la NSR-10 Capítulo A.10.

En esta se establecen tres categorías de Análisis, BUENOS, REGULAR Y MALO, por lo que las escalas de valoración tomadas para esta zona son

- Valores entre 0 a 2 = Estado de conservación BUENO – Limite Verde en la grafica
- Valores entre 2 a 4 = Estado de Conservación REGULAR – Limite Amarillo en la Grafica
- Valores Mayores a 4 = Estado de Conservación MALO - Limite Rojo en la Grafica



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Los valores de los índices evaluados para la edificación lo enmarcan en la franja de 2 a 4 con una marcada tendencia a pasar a MALO en las áreas de apariencia Interna y externa, el cual se ve reflejado en un índice de recuperación de carácter necesario y un índice de integridad localizado en el en centro de la franja, con lo que podemos concluir que la edificación se encuentra en un Estado de conservación **REGULAR**, es decir un $\phi_a = 0.8$



8. DIAGNOSTICO

8.1 Capacidad de Soporte de la Cimentación

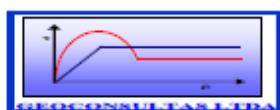
Con el fin de establecer la capacidad de soporte de los pilotes encontrados, se presentan las condiciones presumibles de diseño y construcción de los mismos.

Como premisas de diseño se considera que los pilotes son pre-excavados y fundidos en concreto in-situ. Esta condición, de acuerdo a los criterios de Poulos, indica que el ángulo de fricción interna del material para determinar su capacidad por fuste, estaría determinado disminuyendo su valor nominal en tres grados. Igualmente, para efectos de establecer la longitud mínima del pilote, se considera como criterio de diseño, la condición de empotramiento dentro de las arcillas firmes detectadas a partir de los 12.65 a 12.88 metros de profundidad. Y finalmente que se considera como punta del pilote para obtener la condición de estabilidad, una penetración dentro del estrato de arcillas no menor de ocho veces el diámetro del pilote. Así, el pilote penetrará 4.80 metros dentro de las arcillas detectadas, para lo cual se estima como profundidad probable de la punta $12.65 + 4.80 = 17.45$ metros.

El ensayo de corte directo realizado sobre las arenas indica como ángulo de fricción un valor de 29.32° como valor de diseño en las arenas. Y una cohesión en las arcillas de 15 Ton/m^2 a partir de los 12.65 a 12.88 metros de profundidad. Los valores de diseño de los pilotes se presentan en el siguiente cuadro que resume los parámetros de cálculo de las cimentaciones sobre pilotes.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



GEOCONSULTAS LTDA.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
CÁLCULO DE CAPACIDAD DE SOPORTE DE PILOTES PRE-EXCAVADOS

Proyecto : Estudio Diagnóstico y Recomendaciones de Uso del Edificio de Las Empresas Públicas FECHA 13 de marzo de 2013
Localización del Proyecto : Centro Histórico Sector La Matuna Frente Al Parque Joe Arroyo Cartagena
Descripción del Suelo : Arcillas de Plasticidad media y consistencia firme cubiertas por arenas limosas y gravilimosas
SONDEO N° 1 Nivel Freático de Aguas = 1.60 metros Diámetro 0.60 metros

Profundidad mtrs	Tipo de Material	Peso Unitario Húmedo Ton/m³	Cohesión en Arcillas Ton/m²	Ángulo de Fricción en Arenas	Esfuerzos (Ton/m²)			Arenas		Arcillas Kh = 67C _u /d Ton/m²
					Totales	De Poros	Efectivos	Arenas A=600 d = 0.40 m	K _h =n _h (z/d) Ton/pie² d = 0.40 m	
0.50	Reellenos de Triturado calizo con arena	1.428			0.71	0.00	0.71			
1.15		1.428			1.64	0.00	1.64			
1.65		1.428		28.00	2.42	0.05	2.37	17.97	61.32	
2.15		1.810		31.00	3.21	0.55	2.66	22.78	79.90	
2.65		1.564		28.67	3.99	1.05	2.94	19.68	98.48	
3.15		2.001		33.50	4.77	1.55	3.22	25.19	117.06	
3.65		1.963		33.00	5.55	2.05	3.50	24.70	135.65	
4.15		1.925		32.50	6.33	2.55	3.78	24.22	154.23	
4.65		1.925		33.7	7.11	3.05	4.06	24.22	172.81	
5.15		1.806		33.5	8.84	3.91	4.93	22.73	204.77	
5.65		2.001		30.0	9.12	4.05	5.07	25.15	229.97	
6.15		1.734		30.0	10.12	4.55	5.57	21.82	228.55	
6.65		1.734		29.3	11.12	5.05	6.07	21.82	247.14	
7.15		1.700		28.7	11.97	5.55	6.42	21.39	265.72	
7.65		1.564		29.3	12.75	6.05	6.70	19.68	284.30	
8.15		1.700		28.0	13.60	6.55	7.05	21.39	302.88	
8.65		1.428		28.7	14.31	7.05	7.26	19.97	321.46	
9.15		1.564		28.0	15.09	7.55	7.54	19.68	340.04	
9.65		1.428		31.0	15.81	8.05	7.76	19.97	358.63	
10.15		1.810		30.5	16.71	8.55	8.16	22.78	377.21	
10.65		1.772		28.7	17.60	9.05	8.55	22.30	395.79	
11.15		1.564		28.7	18.38	9.55	8.83	19.68	413.94	
11.65		1.564	36.3	42.0	19.16	10.05	9.11	19.68	432.50	
12.15		2.345		42.0	20.33	10.55	9.78	29.52	451.07	
12.65		2.243		33.4	21.46	11.05	10.41	28.23	469.63	
13.15		1.770		35.50	22.34	11.55	10.79	22.27	488.19	
13.65		1.988	15.00	0.00	23.34	12.05	11.29			1675
14.15		1.988	15.00	0.00	24.33	12.55	11.78			1675
14.65		1.925	15.00	0.00	25.29	13.05	12.24			1675
15.15		1.925	15.00	0.00	26.25	13.55	12.70			1675
15.65		1.925	15.00	0.00	27.22	14.05	13.17			1675
16.15		1.925	19.00	0.00	28.18	14.55	13.63			2122
16.65		1.925	19.00	0.00	29.14	15.05	14.09			2122
17.00		1.925	19.00	0.00	29.81	15.40	14.41			2122
17.50		1.970	25.00		30.80	15.90	14.90			2792
18.00		1.970	25.00		31.78	16.40	15.38			2792
18.50		1.970	25.00		32.77	16.90	15.87			2792
19.00		1.985	25.00		33.76	17.40	16.36			2792
19.50		1.985	25.00		34.75	17.90	16.85			2792
20.00		1.985	25.00		35.75	18.40	17.35			2792
20.50		2.008	26.50		36.75	18.90	17.85			2959
21.00		2.008	26.50		37.76	19.40	18.36			2959
21.50		2.008	26.50		38.76	19.90	18.86			2959
22.00		2.017	28.00		39.77	20.40	19.37			2959
22.50		2.017	28.00		40.78	20.90	19.88			3127
23.00		2.017	28.00		41.78	21.40	20.38			3127
23.50		2.017	28.00		42.79	21.90	20.89			3127
24.00		2.017	28.00		43.80	22.40	21.40			3127
24.50		2.017	28.00		44.81	22.90	21.91			3127
25.00		2.017	28.00		45.82	23.40	22.42			3127

Tabla 10: Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes

Autor: Julio Carmona Arango

Los resultados del análisis de capacidad de carga para las condiciones de construcción asumidas, se presenta en el siguiente cuadro, para longitudes de pilote variables entre 13.50 y 26.00 metros de profundidad de la punta con relación al nivel actual de piso existente, tomando como criterio lo establecido por Poulos and Davis (1972) para capacidad de soporte de pilotes individuales.



Longitud de		Pu fuste			Pu punta (Ton)			P adm
Pilote	Diámetro	Fuste	Ton	φ	Nq	Nc	Pu punta	Peso W(Ton)
13,65	0,60	13,50	29,0648	0,000	1,00	9,30	39,443	27,68
14,15	0,60	14,00	32,0776	0,000	1,00	9,30	39,443	29,19
14,65	0,60	14,50	38,4394	0,000	1,00	9,30	39,443	32,37
15,15	0,60	15,00	44,8011	0,000	1,00	9,30	39,443	35,55
15,65	0,60	15,50	51,1628	0,000	1,00	9,30	39,443	38,73
16,15	0,60	16,00	57,5245	0,000	1,00	9,30	49,961	45,42
16,65	0,60	16,50	63,8863	0,000	1,00	9,30	49,961	48,60
17,00	0,60	16,85	71,9444	0,000	1,00	9,30	49,961	52,63
17,50	0,60	17,35	80,0026	5,00	1,568	9,30	65,738	61,91
18,00	0,60	17,85	85,6434	5,00	1,568	9,30	65,738	64,73
18,50	0,60	18,35	96,2462	5,00	1,568	9,30	65,738	70,04
19,00	0,60	18,85	106,8491	8,00	2,06	9,30	65,738	75,34
19,50	0,60	14,70	117,4520	8,00	2,06	9,30	65,738	80,64
20,00	0,60	15,20	128,0549	8,00	2,06	9,30	65,738	85,94
20,50	0,60	15,70	138,6577	12,00	2,974	9,30	69,682	92,56
21,00	0,60	16,20	149,2606	12,00	2,974	9,30	69,682	97,86
21,50	0,60	16,70	160,4997	12,00	2,974	9,30	69,682	103,48
22,00	0,60	17,20	171,7387	15,00	3,941	9,30	69,682	109,10
22,50	0,60	17,70	182,9777	15,00	3,941	9,30	73,626	116,03
23,00	0,60	18,20	194,2168	15,00	3,941	9,30	73,626	121,65
23,50	0,60	18,70	206,0920	15,00	3,941	9,30	73,626	127,59
24,00	0,60	19,20	217,9672	15,00	3,941	9,30	73,626	133,53
24,50	0,60	19,70	229,8425	15,00	3,941	9,30	73,626	139,46
25,00	0,60	20,20	241,7177	15,00	3,941	9,30	73,626	145,40
25,50	0,60	20,70	253,5929	15,00	3,941	9,30	73,626	151,34
26,00	0,60	21,20	265,4681	15,00	3,941	9,30	73,626	157,28

Tabla 11: Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes

Autor: Julio Carmona Arango

Con el fin de tener en cuenta la distribución de los pilotes dentro del grupo, se ha calculado la eficiencia del grupo utilizando la ecuación de Converse-Labarre, para pilotes que presentan resistencia importante por fuste. Esta eficiencia presenta valores del 75.77% para zapatas con cuatro pilotes y de 61.75% para zapatas con cinco pilotes en su distribución geométrica en planta.

n	m	Diámetro del Pilote	Espaciamiento entre Pilote	θ Radinanes	θ Grados	Eficiencia de Grupo de Pilotes
2	2	0,6	1,5	0,3805	21,8014	75,78%
2	3	0,6	1,06	0,5151	29,5115	61,74%



Igualmente que para estas condiciones, los factores de seguridad utilizados en el cálculo de la capacidad de soporte es de tres (3) para la capacidad última por punta y dos (2) para la capacidad última por fuste o fricción. Los asentamientos elásticos para los cuales se estima la carga admisible de diseño se han calculado utilizando una resistencia del concreto de los pilotes de 3000 psi (210 kg/cm²), y módulos de deformación elástica en función del número de golpes en arena n (SPT) y de la resistencia a la compresión simple en arcillas. Los asentamientos elásticos estimados para cada elemento y nivel de carga se resumen en el siguiente cuadro.

Características del Píote			Cargas Admisibles		Módulo de Deformaciones Elásticas							
Longitud	Diámetro	Area Mínima	Por Punta	Por Fricción	Fuste	Fuste	Fuste	Deformación	Asentamiento de la interacción Píote-Suelo (metros)			
m	Punta, m	m ²	Ton	Ton	0,00-5,00	5,00 - 12,00	12,00 - 20,00	del Píote(m)	C _p	C _s	por Punta	por Fuste
13,65	0,60	0,283	13,15	14,53				5,461E-05	0,030	0,051	0,017	0,001
14,15	0,60	0,283	13,15	16,04				5,870E-05	0,030	0,051	0,017	0,001
14,65	0,60	0,283	13,15	19,22				6,534E-05	0,030	0,052	0,017	0,002
15,15	0,60	0,283	13,15	22,40				7,229E-05	0,030	0,052	0,017	0,002
15,65	0,60	0,283	13,15	25,58				7,955E-05	0,030	0,052	0,017	0,002
16,15	0,60	0,283	16,65	28,76				9,822E-05	0,030	0,053	0,017	0,002
16,65	0,60	0,283	16,65	31,94				1,065E-04	0,030	0,053	0,017	0,002
17,00	0,60	0,283	16,65	35,97				1,154E-04	0,030	0,053	0,017	0,002
17,50	0,60	0,283	21,91	40,00				1,437E-04	0,030	0,054	0,017	0,002
18,00	0,60	0,283	21,91	42,82				1,528E-04	0,030	0,054	0,017	0,002
18,50	0,60	0,283	21,91	48,12				1,667E-04	0,030	0,055	0,017	0,002
19,00	0,60	0,283	21,91	53,42	60	40	53318	1,811E-04	0,030	0,055	0,017	0,002
19,50	0,60	0,283	21,91	58,73				1,959E-04	0,030	0,055	0,017	0,003
20,00	0,60	0,283	21,91	64,03				2,114E-04	0,030	0,056	0,017	0,003
20,50	0,60	0,283	23,23	69,33				2,326E-04	0,030	0,056	0,017	0,003
21,00	0,60	0,283	23,23	74,63				2,492E-04	0,030	0,056	0,017	0,003
21,50	0,60	0,283	23,23	80,25				2,669E-04	0,030	0,057	0,017	0,003
22,00	0,60	0,283	23,23	85,87				2,852E-04	0,030	0,057	0,017	0,003
22,50	0,60	0,283	24,54	91,49				3,099E-04	0,030	0,057	0,017	0,003
23,00	0,60	0,283	24,54	97,11				3,295E-04	0,030	0,058	0,017	0,003
23,50	0,60	0,283	24,54	103,05				3,503E-04	0,030	0,058	0,017	0,003
24,00	0,60	0,283	24,54	108,98				3,717E-04	0,030	0,058	0,017	0,004
24,50	0,60	0,283	24,54	114,92				3,937E-04	0,030	0,059	0,017	0,004
25,00	0,60	0,283	24,54	120,86				4,163E-04	0,030	0,059	0,017	0,004
25,50	0,60	0,283	24,54	126,80				4,395E-04	0,030	0,059	0,017	0,004
26,00	0,60	0,283	24,54	132,73				4,632E-04	0,030	0,059	0,017	0,004

Tabla 12:Cálculo de Capacidad de Soporte de pilotes

Autor: Julio Carmona Arango



8.2 Inspección Estructura de Concreto Reforzado

De los núcleos de concreto tomados sobre las columnas del 1^{er} piso se han encontrado las siguientes propiedades físicas:

Propiedad	Máximo	Mínimo	Medio
Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	320.51	179.94	238.41
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.277	2.227	2.253
Absorción (%)	7.391	6.086	6.960
Gravedad Especifica Aparente	2.684	2.621	2.644
Gravedad Especifica Bulk	2.275	2.209	2.233
Gravedad Especifica Bulk SSS	2.413	2.366	2.388

Tabla 13: Resistencia de Núcleos de Concreto

Autor: Julio Carmona

Los concretos de más baja resistencia se localizaron sobre la base de la columna que se está en contacto con aguas residuales y es la que se encuentra ubicada en el eje B-2, la filtración de estas aguas se debe a las aguas servidas que se ex filtran de un registro y de una tubería en mal estado. Indicando esta acción el ataque químico sobre el concreto de la cimentación, de ácidos orgánicos que adicionalmente se estancan y entran en contacto directo con la zapata de la columna en mención.

A continuación se presentan los resultados de los ensayos a la compresión de los cilindros de concreto tomados con el saca núcleo de 5.63 cms sobre las columnas C-5, B-2 y B-6 del primer piso, procedimiento que se muestra en las fotos anexas a este informe.



8.2.1 Resistencias del Concreto con Martillo de Rebote

Los resultados de la resistencia de las columnas del 1er piso realizadas con el martillo de rebote indican como variación de la resistencia de los concretos sobre las columnas los siguientes valores:

Propiedad	Máximo	Mínimo	Medio
Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	324.69	189.44	254.15

Tabla 14: Resistencia del Concreto con martillo de rebote.

Autor: Julio Carmona

Se estima que los concretos de columnas presentan como resistencia de diseño 245 kg/cm² (3500 PSI). Un cálculo teórico de la porosidad del concreto indica que esta se encuentra sobre el 18 %, indicando concretos con porosidad abierta importante para agregados pétreos de tamaños tan grandes (1 a 1.5 pulgadas).

Además de las columnas del primer nivel se investigó las resistencias de las placas del segundo, tercero, sexto y de la cubierta, sobre las cuales se realizó un promedio para establecer la resistencia de los concretos basados en las lecturas de rebote realizadas con esclerómetro. Los resultados se resumen de la siguiente manera:

Propiedad	Máximo	Mínimo	Medio
Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	214.26	64.37	185.85

Tabla 15: Resistencia del Concreto con martillo de rebote.

Autor: Julio Carmona

Al final Anexo del documento todas las lecturas realizadas por elemento. Como complemento de la información, se ha encontrado que la resistencia de las placas se muestra diferencial, es decir, en la parte inferior de placas y vigas la resistencia corresponde a un valor entre 35 y 50% menor que el valor de rebote en la cara superior y se observa un humedecimiento y pérdida de granos superficiales indicando un ataque por aguas blandas que afecta la resistencia de estos elementos, especialmente sobre la zona de la escaleras al ascensor y un sector central donde se



observa una percolación permanente de aguas lluvias sobre todas las placas de la estructura.

8.2.2 Correlaciones entre resistencia de núcleos y lecturas de rebote para las columnas investigadas.

La ejecución de lecturas con esclerómetro sobre las columnas sobre las cuales se realizaron los núcleos tuvo como objeto encontrar una correlación de la resistencia de los concretos con las lecturas de rebote realizadas. La regresión fue realizada para un comportamiento logarítmico entre las dos variables, ya que este es el tipo de comportamiento encontrado entre la resistencia superficial y las lecturas esclerométricas. La relación encontrada gráficamente se presenta a continuación indicándose que no se encuentra alejado de las presentadas por el manual del equipo utilizado. Los resultados de la resistencia de los ensayos sobre las columnas.

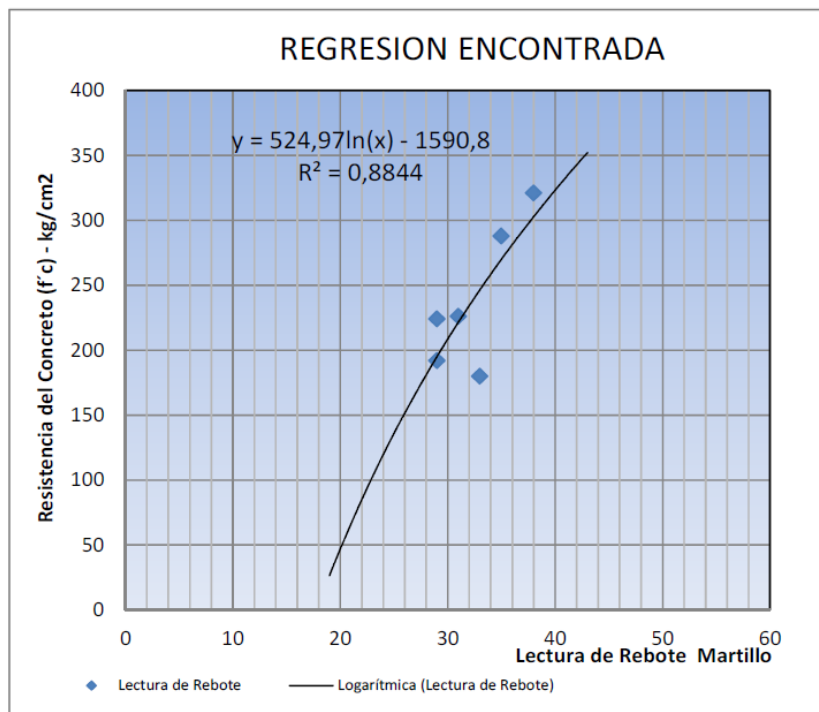


Imagen 24: Regresión de la resistencia de los concretos

Fuente: Julio Carmona

A continuación presentamos los resultados de los ensayos de esclerómetro tomados con el martillo tipo C181N para concreto, inicialmente sobre las columnas 5C, 3B, y



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

6B del primer piso, para correlacionar los valores obtenidos con los resultados de los cilindros de concreto tomados con saca núcleos, más tarde se realizaron ensayos sobre la placa de cubierta, terrazas, vigas y nervios; estos procedimientos se muestran en las fotos anexas a este informe.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

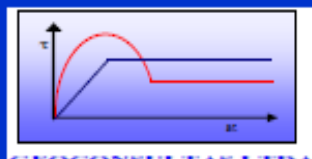
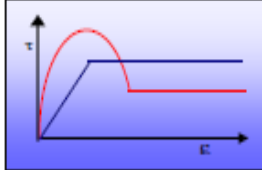
		GEOCONSULTAS LTDA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES		NORMA: ASTM C181					
ENSAYO DE MARTILLO TIPO C181 N° PARA CONCRETO									
PROYECTO PATOLOGIA CIMENTACIONES ANTIGUO EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE CARTAGENA									
LOCALIZACION Centro Sector La Matuna, Frente a Plazoleta Joe Arroyo				HOJA 1 DE 5					
FECHA DE VACIADO No se Especifica + 20 años		FECHA DE ENSAYO sábado, 06 de abril de 2013							
EDAD DEL CONCRETO MAS DE 90 DIAS									
Elemento	Lecturas Esclerómetro		Posición del Esclerómetro		Valor Medio		Dispersión	Valores Medio Probables de Resistencia	
					Lectura	Resistencia kg/cm ²		kg/cm ²	Lbr/pulg ²
Columna C-5 Cara 1 Primer Piso Sector Pedestal	48	40	Horizontal	0°					
	36	40	Horizontal	0°					
	36	36	Horizontal	0°	37,80	380,77	68,41	324,69	4838,42
	42	40	Horizontal	0°					
	28	32	Horizontal	0°					
Columna C - 5 Cara 2 Primer Piso Sector Pedestal	40	44	Horizontal	0°					
	38	40	Horizontal	0°					
	34	24	Horizontal	0°	35,00	311,50	66,74	280,35	4004,98
	30	30	Horizontal	0°					
	36	34	Horizontal	0°					
Columna B - 8 Cara 1 Primer Piso Sector Pedestal	30	26	Horizontal	0°					
	34	28	Horizontal	0°					
	34	36	Horizontal	0°	31,33	262,21	68,41	228,99	3242,68
			Horizontal	0°					
			Horizontal	0°					
Columna B-8 Cara 2 Primer Piso Sector Pedestal	38	26	Horizontal	0°					
	36	22	Horizontal	0°					
	42	22	Horizontal	0°	32,60	272,02	66,74	244,82	3497,36
	42	34	Horizontal	0°					
	42	22	Horizontal	0°					
OBSERVACIONES									
									
Realizó		Digitó		Revisó		Formato			
Jairo Jimenez Ulria		Julio Carmona Arango		Julio Carmona Lorduy		gcst-c12			

Tabla 16: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos

Autor: Julio Carmona Arango



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



GEOCONSULTAS LTDA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

GEOCONSULTAS LTDA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE MARTILLO TIPO C181 N° PARA CONCRETO

NORMA:
ASTM C181

PROYECTO **PATOLOGIA CIMENTACIONES ANTIGUO EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS MUNUCIPALES DE CARTAGENA**

LOCALIZACION **Centro Sector La Matuna, Frente a Plazoleta Joe Arroyo** HOJA **2** DE **5**

FECHA DE VACIADO **No se Especifica + 20 años** FECHA DE ENSAYO **sábado, 08 de abril de 2013**

EDAD DEL CONCRETO **MAS DE 90 DIAS**

Elemento	Lecturas Esclerómetro		Posición del Esclerómetro		Valor Medio		Dispersión kg/cm ²	Valores Medio Probables de Resistencia	
					Lectura	Resistencia kg/cm ²		Kg/cm ²	Lbr/pulg ²
Columna B - 3 Cara 1 Primer Piso Sector Pedestal	32	28	Horizontal	0°	29,20	220,48	83,28	198,42	2834,50
	32	28	Horizontal	0°					
	28	30	Horizontal	0°					
	30	30	Horizontal	0°					
	28	30	Horizontal	0°					
Columna B-3 Cara 2 Primer Piso Sector Pedestal	30	32	Horizontal	0°	28,50	210,49	59,48	189,44	2708,27
	28	28	Horizontal	0°					
	32	25	Horizontal	0°					

OBSERVACIONES _____



GEOCONSULTAS LTDA
Estudios e Ingenierías Geotécnicas

Realizó	Digitó	Revisó	Formato
Jairo Jimenez Utria	Julio Carmona Arango	Julio Carmona Lorduy	gcst-c12

Au
tor
:Jul
io
Car
mo
na
Ara
ngo

Tabla 17: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

	GEOCONSULTAS LTDA LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES	NORMA: ASTM C181
	ENSAYO DE MARTILLO TIPO C181 N° PARA CONCRETO	

PROYECTO	PATOLOGIA CIMENTACIONES ANTIGUO EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS MUNUCIPALES DE CARTANGENA		
LOCALIZACION	Centro Sector La Matuna, Frente a Plazoleta Joe Arroyo	HOJA	3 DE 5
FECHA DE VACIADO	No se Especifica + 20 años	FECHA DE ENSAYO	sábado, 06 de abril de 2013
EDAD DEL CONCRETO	MAS DE 90 DIAS		

Elemento	Lecturas Esclerómetro		Posición del Esclerómetro	Valor Medio		Dispersión	Valores Probables de Resistencia	
				Lectura	Resistencia kg/cm ²		Kg/cm ²	Lbr/pulg ²
Placa Cubierta Edificio	28	27	Vertical -90°	26,40	237,51	60,86	213,76	3053,66
	28	25	Vertical -90°					
	24	27	Vertical -90°					
	25	27	Vertical -90°					
	27	26	Vertical -90°					
	27	26	Vertical -90°	25,70	227,45	60,18	204,70	2924,35
	27	27	Vertical -90°					
	24	24	Vertical -90°					
	25	25	Vertical -90°					
	28	24	Vertical -90°					
Viga 2do Piso eje 3 entre ejes C-D	26	28	Vertical -90°	26,30	236,06	60,85	212,45	3035,05
	28	22	Vertical -90°					
	25	28	Vertical -90°					
	28	28	Vertical -90°					
	25	25	Vertical -90°					
	24	30	Vertical -90°	26,00	231,74	60,51	208,57	2979,51
	26	30	Vertical -90°					
	26	26	Vertical -90°					
	24	24	Vertical -90°					
	26	24	Vertical -90°					
Nervio 2do Nivel entre ejes 3-4 y ejes B - C	26	26	Vertical -90°	25,40	223,19	59,84	200,87	2869,58
	28	24	Vertical -90°					
	24	26	Vertical -90°					
	24	26	Vertical -90°					
	26	24	Vertical -90°					

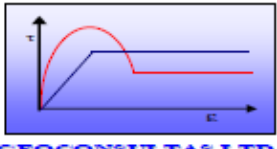
OBSERVACIONES

Realizó Jairo Jimenez Ulria	Digitó Julio Carmona Arango	 GEOCONSULTAS LTDA Estudios y Diseño Geotécnico	Formato gcst-c12
--------------------------------	--------------------------------	--	---------------------

Tabla 18: Ensayo de Martillo Tipo C181N* Para Concretos

Autor: Julio Carmona Arango





GEOCONSULTAS LTDA

GEOCONSULTAS LTDA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

NORMA:

ASTM C181

ENSAYO DE MARTILLO TIPO C181 N° PARA CONCRETO

PROYECTO

PATOLOGIA CIMENTACIONES ANTIGUO EDIFICIO EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE CARTANGENA

LOCALIZACION

Centro Sector La Matuna, Frente a Plazoleta Joe Arroyo

FECHA DE VACIADO

No se Especifica + 20 años

FECHA DE ENSAYO

sábado, 06 de abril de 2013

EDAD DEL CONCRETO

MAS DE 90 DIAS

Elemento	Lecturas Esclerómetro		Posición del Esclerómetro		Valor Medio		Dispersión kg/cm ²	Valores Probables de Resistencia	
					Lectura	Resistencia kg/cm ²		Kg/cm ²	Lbr/pulg ²
Placa Segundo Piso Parte Superior entre ejes B-C y 4-5	22	26	Vertical	-90°	20,80	161,79	54,06	145,62	2080,22
	22	22	Vertical	-90°					
	20	18	Vertical	-90°					
	18	18	Vertical	-90°					
	22	20	Vertical	-90°					
Placa Segundo Piso Parte Superior entre ejes C-D y 2-3	22	30	Vertical	-90°	25,40	223,19	59,84	200,87	2869,58
	28	20	Vertical	-90°					
	22	28	Vertical	-90°					
	30	20	Vertical	-90°					
	26	28	Vertical	-90°					
Placa Tercer Piso Parte Inferior Escaleras	20	22	Vertical	+90°	21,00	71,52	39,50	64,37	919,54
	20	20	Vertical	+90°					
	20	20	Vertical	+90°					
	22	22	Vertical	+90°					
	22	22	Vertical	+90°					
Placa Tercer Piso Parte Inferior Escaleras	20	22	Vertical	0°	20,80	69,93	39,09	62,93	899,07
	18	24	Vertical	0°					
	18	24	Vertical	0°					
	18	22	Vertical	0°					
	20	22	Vertical	0°					
OBSERVACIONES							Mínimo	62,93	899,07
							Máximo	200,87	919,54
							Promedio	118,45	909,31

GEOCONSULTAS LTDA

Estudios e Ingeniería

Julio Carmona Arango

06/04/2013

Realizó	Digitó	Revisó	Formato
Jairo Jimenez Utria	Julio Carmona Arango	Julio Carmona Lorduy	gcst-c12



En primer lugar se ha verificado la altura libre entre placas de entrepiso con el fin de definir las alturas libre de columnas. Esta verificación se presenta en el siguiente esquema.

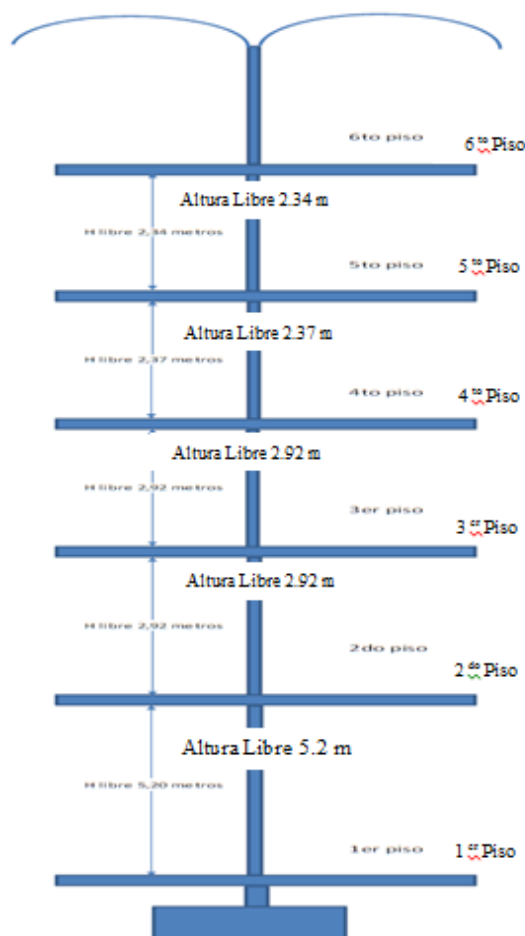


Imagen 25: Alturas Libres medidas entre placas para los entre pisos Edificio EPM Cartagena

Fuente: Autores

El sistema de vigas y placas, de acuerdo a lo observado, podemos suponer que fue fundido en etapas diferentes. Primero parece que fueron fundidas las vigas principales y secundarias, y en una segunda etapa fue fabricada una cascarilla de arroz mezclada con cemento que presenta un manto asfáltico adherido a la superficie superior de la misma. Debido a que esta capa presenta poca dureza superficial, suponemos que



requiere una plantilla en mortero de 2.00 – 4.00 centímetros y sobre esta plantilla son colocados láminas de vinilo ó plásticos que son las que conforman la textura y acabado final del piso.

El prefabricado que sirve como elemento aligerado presenta tapas en los extremos superior e inferior y conforma una plataforma sobre la cual se puede caminar. Sin haber vaciado el falso fondo con cascarilla. Así, no existe una placa en concreto como tal en los pisos. La parte inferior de las placas también presenta un pañete de 1 – 3 cms de espesor como acabado de cielos rasos.

El ataque interno de cloruros y sulfatos puede estar relacionado con la presencia de aguas servidas, las cuales están restringidas a la zona de las escaleras. Allí se encuentran los baños en todos los niveles y presenta un sistema de placas de 0.20 metros de altura. No se ha definido en este momento el detalle de las placas en la zona de escaleras.

Es necesario confirmar, pero parece que las vigas que se encuentran sobre el eje 6 de todos los niveles presentan un ancho de 85 cms y un refuerzo diferente a las demás vigas exploradas en el sentido corto de la estructura. Confirmamos que la cubierta abovedada no presenta oxidación sobre las vigas principales y que los escurrimientos de agua se presentan por entre los bloques.

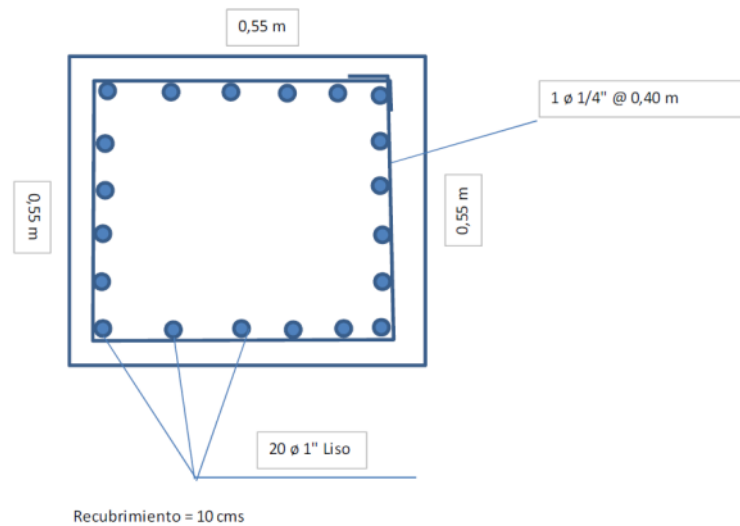


Imagen 26: Sección Transversal Típica Columnas del primer piso. Edificio EPM

Fuente: Julio Carmona Arango

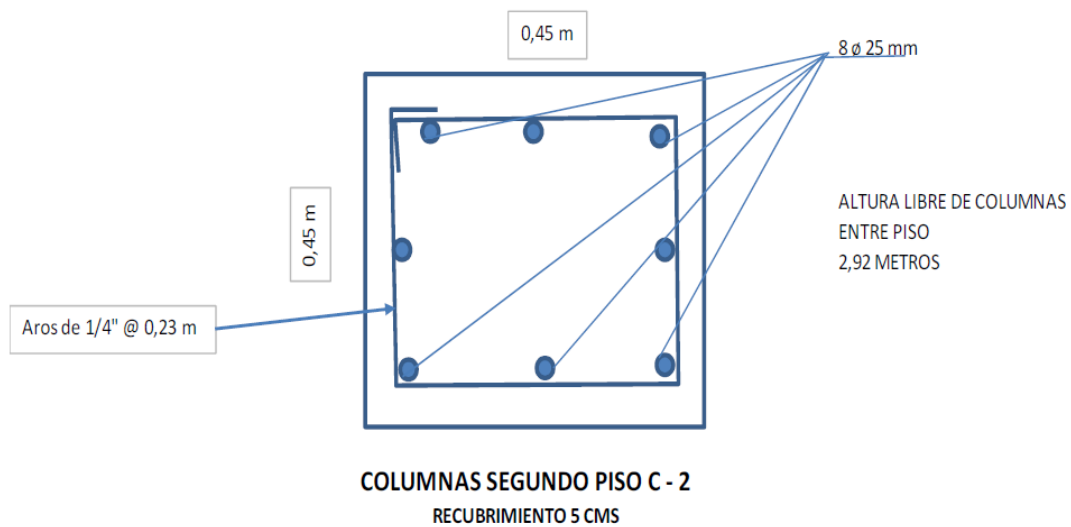


Imagen 27: ColumnaC-2 Segundo Piso a Tercer Piso Edificio EPM Cartagena

Fuente: Julio Carmona Arango

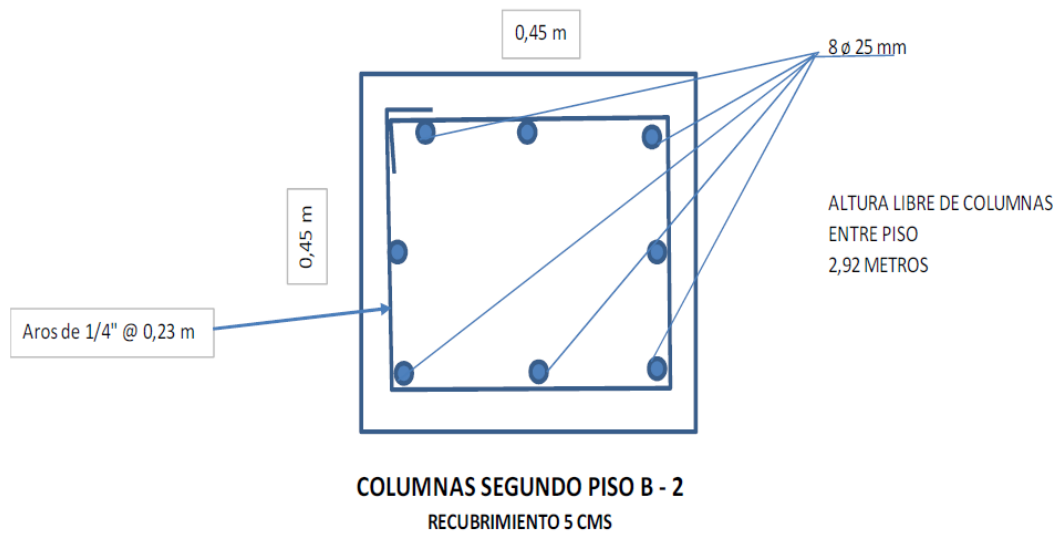


Imagen 28: Columna B-2 Segundo Piso a Tercer Piso Edificio EPM Cartagena

Fuente: Julio Carmona Arango

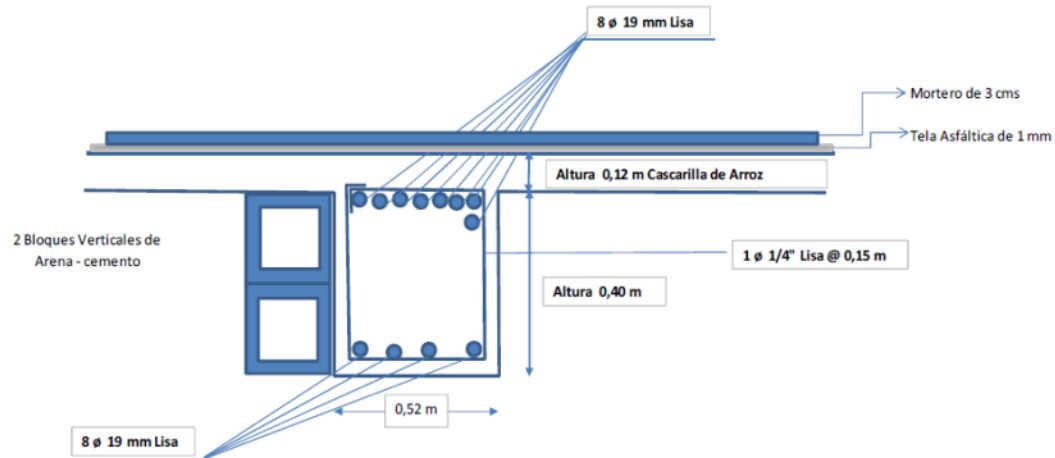


Imagen 29: Viga C entre Ejes 6-7 Tercer Piso Segunda Placa

Fuente: Julio Carmona Arango

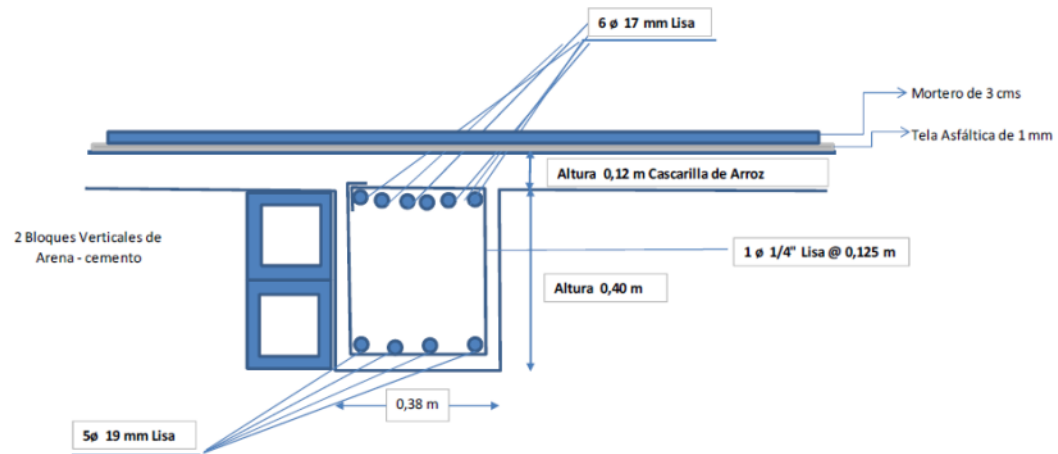


Imagen 30: Viga 7 entre Ejes B-C Tercer Piso Segunda Placa

Fuente: Julio Carmona Arango

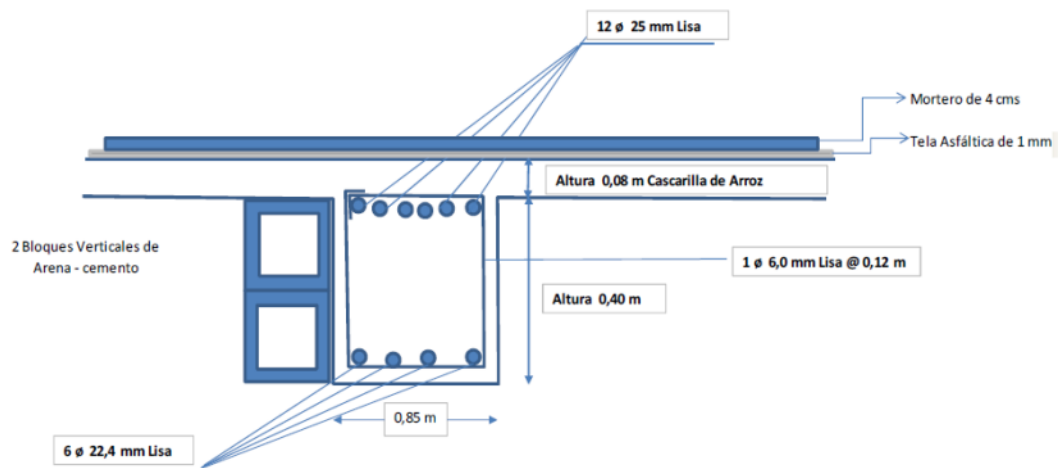


Imagen 31: Viga 6 entre Ejes B-C Tercer Piso Segunda Placa

Fuente: Julio Carmona Arango

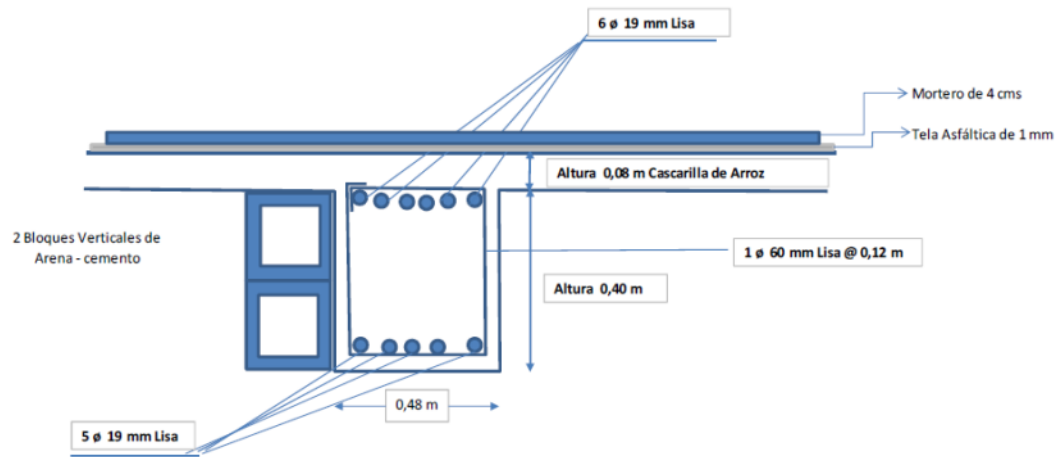


Imagen 32: Viga B entre Ejes 5-6 Tercer Piso Segunda Placa

Fuente: Julio Carmona Arango

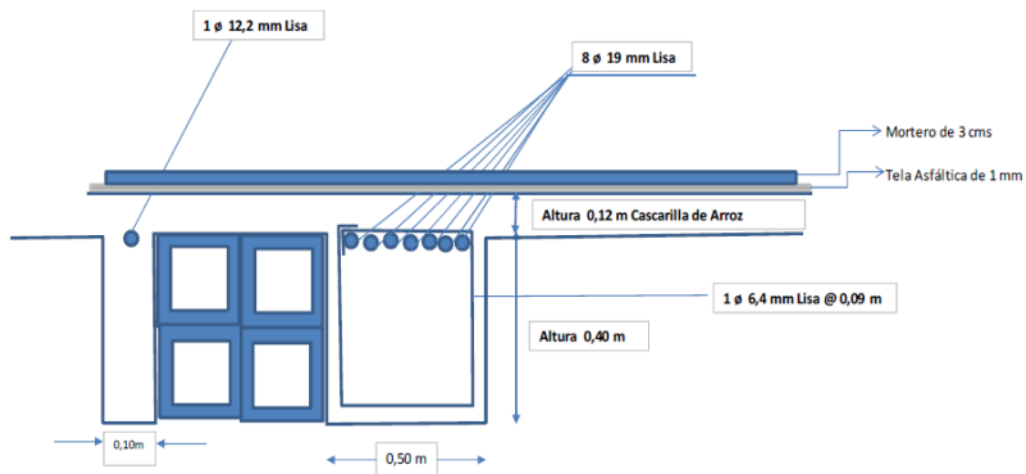


Imagen 33: Viga C entre Ejes 6-7 Quinto Piso Cuarta Placa

Fuente: Julio Carmona Arango

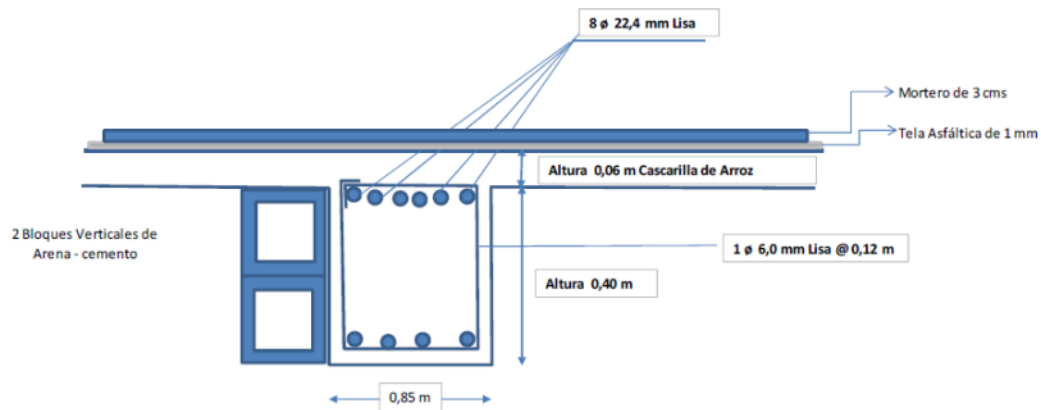
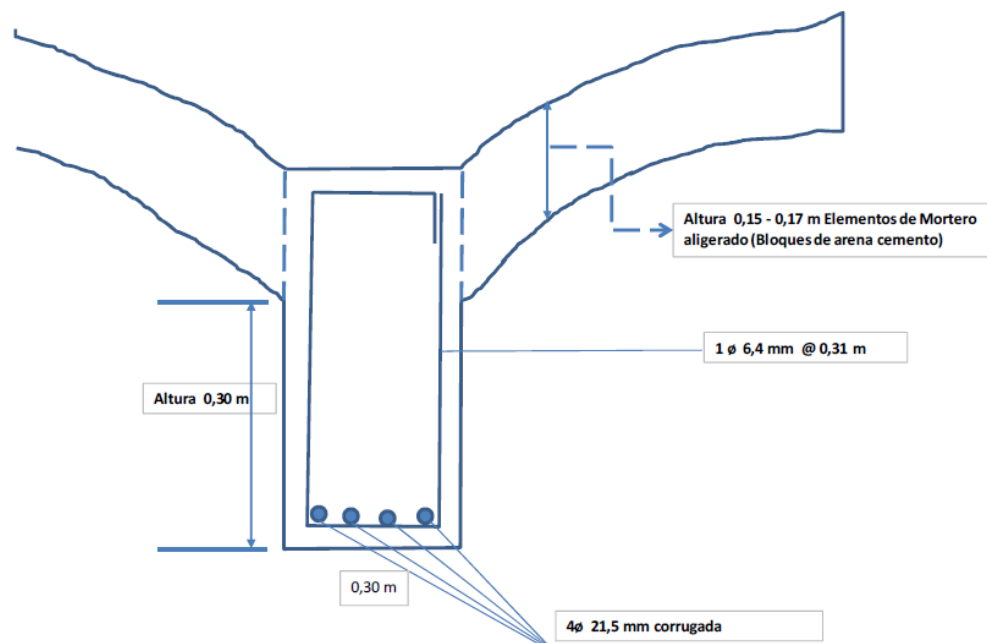


Imagen 34: Viga 6 entre Ejes C-D Quinto Piso Cuarta Placa

Fuente: Julio Carmona Arango



Cubierta abovedada sexto piso

Recubrimiento lateral 4 cm

Recubrimiento Inferior 5cm

Pañete Inferior 1 cm

Imagen 35: Representación de Acero en Viga de Cubierta

Fuente: Julio Carmona Arango



Aceros en muy buen estado sin síntomas de oxidación, debido a que el agua atraviesa la placa en la pared vertical de la viga. Los elementos aligerados se observan saturados y presentan exceso de humedad a pesar de haber cesado las lluvias.

8.2.4 Registro fotográficos de ensayos y auscultación

Estos registros corresponden a la verificación de los resultados obtenidos por los ensayos no destructivos y exploratorios de la edificación



Corresponde a la exploración del sistema de losa presente en la edificación



Detalle del sistema de Piso encontrado en los ensayos exploratorios.

8.2.5 Ensayos sobre el concreto para detectar acciones químicas

En las estructura que conforman el edificio de la antigua sede de la EPM de Cartagena, sector la Matuna, se realizaron ensayos de carbonatación con fenolftaleína al 2% en todas las estructuras y al 5% en las columnas sobre el concreto de recubrimiento del acero de refuerzo. En todos los elementos la profundidad de carbonatación fue menor de 2 centímetros en columnas para recubrimientos de más de cinco (5.0) centímetros y en algunos sectores con presencia de morteros y elementos adicionales que aumentan los recubrimientos y disminuyen la exposición de la estructura a la carbonatación.

Las placas y vigas en las zonas de auscultación se encontraron en estado de saturación o muy próximas a este estado de manera cualitativa. Esta condición presenta el mecanismo de carbonatación como de efecto muy ligero o insignificante en estas estructuras.

Igualmente la presencia de cloruros o sulfatos sobre los 1.50 a 3.00 centímetros más superficiales, no indican valores importantes en los concretos auscultados y por lo



tanto no se considera como una variable significativa en el proceso de deterioro encontrado sobre la estructura.

8.2.6 Inspección física de la Estructura

Por lo que se procede a realizar una regata de inspección para corroborar los datos de los ensayos , en la cual se toma un punto donde se evidencia la presencia de la mayoría de las lesiones establecidas en la edificación y donde se evidencia que los procesos de deterioro por carbonatación , oxidación , cloruros y sulfatos no son un factor de gran importancia ya que el acero de refuerzo se encuentra en perfecto estado



Este ensayo se realizo en una viga de cubierta del nivel 6 y se puede apreciar que tanto los concretos como los aceros se encuentran un muy buen estado. Ver ficha TPI-EPMC-602C



8.3 Análisis de las patologías encontradas

Como ataque más evidente detectado durante la inspección visual, se presenta la lixiviación de los concretos en las placas y localmente sobre algunas columnas adyacentes al área correspondiente al sector central, que sirve de acceso a todos los niveles a través de las escaleras, donde se observa el mayor flujo de aguas y rebose hacia otros sectores de placa (ataque químico). Como proceso de deterioro, en teoría se conoce que las aguas lluvias disuelven los compuestos cálcicos del concreto de igual manera que los ácidos, y por lo tanto el resultado es la descomposición y lixiviación de la parte del cemento endurecido; La lixiviación del hidróxido de calcio del concreto trae como consecuencia la degradación de los otros componentes de la pasta hidratada y por ello el concreto pierde resistencia y se desintegra.

Como fenómeno que incrementa estos resultados está la presencia de cielos rasos en yeso sobre la zona de escaleras y ascensor, los cuales están soportados por estructuras de madera, que concentran y retienen la humedad que pércola a través de algunos sectores de placas y produce adicionalmente un efecto de humedecimiento y secado de las placas. Estructuralmente las placas no poseen aceros que controlen los cambios de temperatura y consecuentemente la zona de percolación de aguas sobre las placas muestra un fenómeno de propagación lenta de micro grietas que probablemente sean estables ante cargas sostenidas. Aunque no se observan grietas abiertas, se presenta un proceso de filtración de las placas que indica una falla del sistema de impermeabilidad de las mismas a través de todos los niveles investigados, y estos humedecimientos y secado potencialmente provocan una propagación rápida de grietas, grietas por cambios de temperatura y rigidez entre placas y vigas existentes que es probable que esté en proceso acelerado en las pisos de los niveles más altos.

Adicionalmente se observa un proceso de agrietamiento muy importante con grietas abiertas en muros de fachada, especialmente en la fachada frontal y la lateral izquierda, al igual que el tanque elevado sobre la cubierta abovedada, las cuales presentan grietas abiertas en los pisos 3 y 4, además de las grietas en elementos adheridos en fachadas como los baldosines, los cuales son potencialmente peligrosos



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

por su efecto de caída sobre los peatones que transitan en los alrededores de la edificación en estudio. Estos muros presentan manchas típicas de humedecimiento, indicando que el proceso de deterioro es el humedecimiento-secado y la pérdida de impermeabilidad del elemento. Consecuentemente, los cambios de temperatura han provocado la formación de grietas y la mayor concentración de humedad ante grietas abiertas.

La estructura presenta muchas divisiones internas en madera, la cual ha mostrado niveles de deterioro muy variables. Sin embargo, como proceso de deterioro de los elementos que conforman las divisiones internas por piso, estas divisiones en madera presentan pudrición, y crecimiento de hongos y bacterias que lo hacen poco aptos para ser reparadas. Se estima que el 50% al 70% de las divisiones en madera existentes y/o que recubren las columnas, cielo raso y mobiliario en general está en regular a mal estado y debe ser considerado como elementos a demoler y rediseñados, actualizando estas divisiones, para ser considerados en la modelación estructural.

Finalmente, la estructura presenta zonas que no han sido completamente accesibles debido a su uso actual como bodega.



9. VULNERABILIDAD SISMICA

El cálculo de las fuerzas sísmicas sobre la estructura se realiza de acuerdo a lo que establece el capítulo A.5 de la NSR-10 METODO DEL ANALISIS DINAMICO, analizando el comportamiento de la estructura del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas bajo el efecto de un posible sismo.

Estos movimientos sísmicos, presentados por la norma a través de una serie de *acelerogramas* o espectros que relacionan la aceleración y el periodo de la edificación, se encuentran definidos a partir de la aceleración pico efectiva y de la velocidad pico efectiva, los cuales se identifican en la norma por los parámetros **Aa** y **Av** respectivamente, para una probabilidad del 10% de ser excedidos en un tiempo de 50 años. El valor de dichos parámetros puede ser determinado de acuerdo con las secciones A.2.2.2 y A.2.2.3 de la NSR-10. Ver Tabla 1.

Adicionalmente la NSR-10 permite, de acuerdo con el CAPÍTULO A.10, determinar la vulnerabilidad de las estructuras construidas antes de la vigencia de dicha norma con un espectro reducido basado en movimientos sísmicos con seguridad limitada; los cuales se definen para una probabilidad del 20% de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, en función de la aceleración pico efectiva reducida, representada por el parámetro **Ae**, cuyo valor se determina de acuerdo con las secciones A.10.3.2 y A.10.3.3 del reglamento. , esta basándonos en lo establecido en lo descrito en A.10.9.2.3, numeral (b). y aceptado por el propietario.

. A continuación, se exponen una serie de parámetros importantes para el cálculo de las fuerzas sísmicas. Los valores para estos parámetros dependerán de las zonas de amenaza sísmica que estipula la norma y se obtienen determinando el número de la región donde está ubicada la estructura usando las tablas correspondientes de la NSR-10. Tabla 1. Valores de Aa y Av según las regiones de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 (NSR-10) se reemplazaran por los valores de Ae de la Tabla A.10.3-2 según la región donde se ubique la estructura a analizar.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

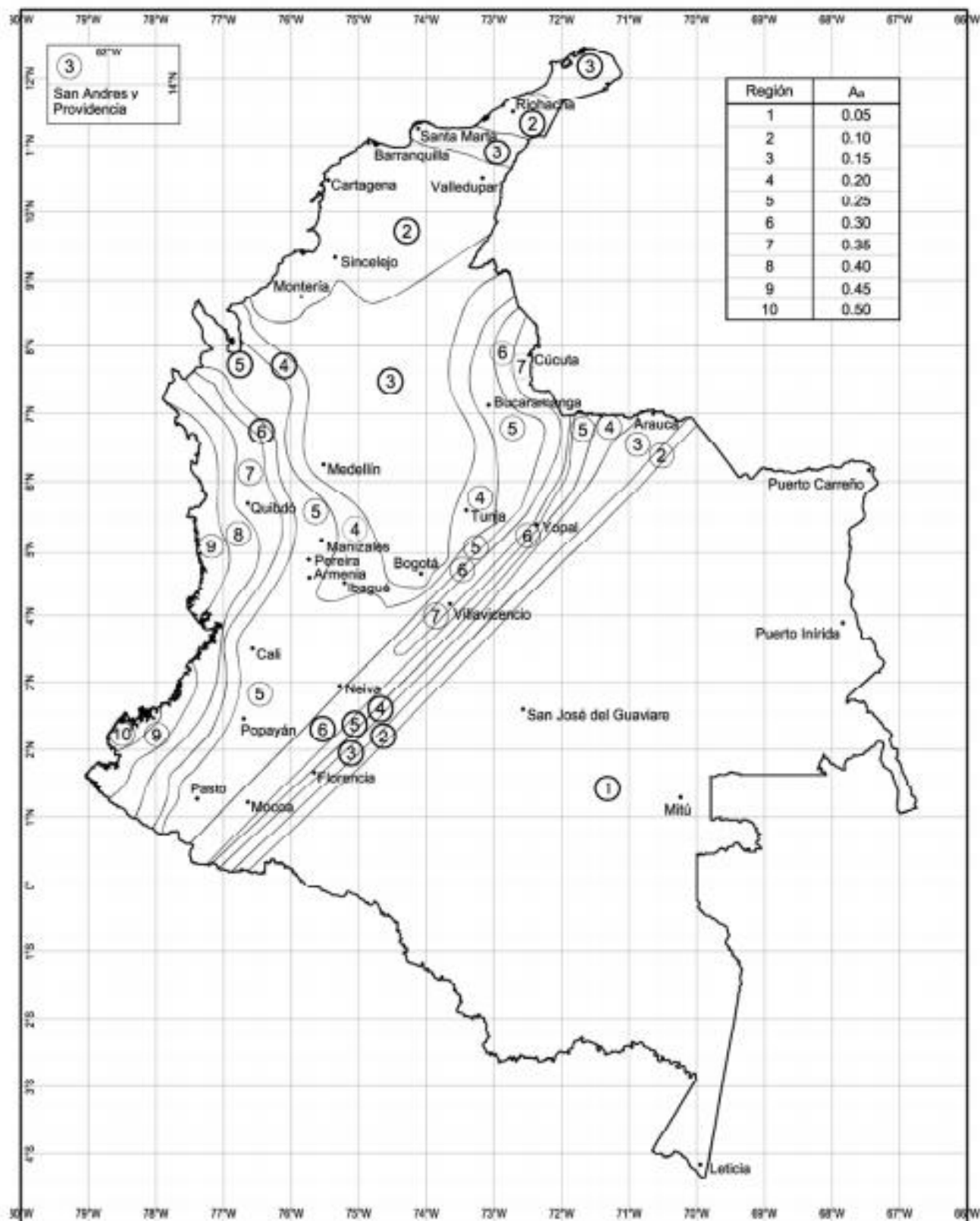


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a

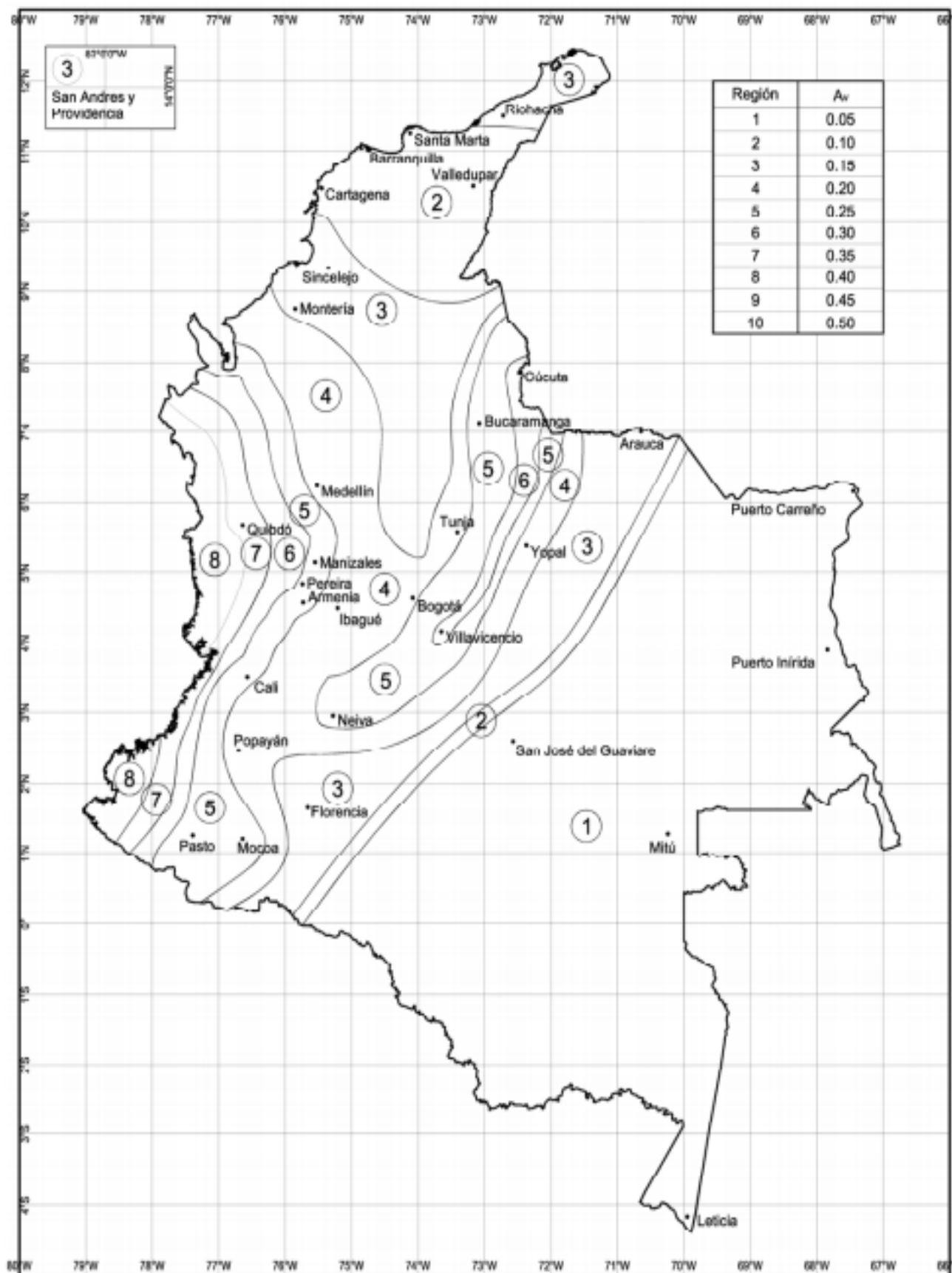


Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de A_v



Tabla A.2.2-1
Valores de A_a y de A_v , según las regiones
De los mapas de las figuras A.2.3-2 Y A.2.3-3

Región N°	Valor de A_a o de A_v
10	0.50
9	0.45
8	0.40
7	0.35
6	0.30
5	0.25
4	0.20
3	0.15
2	0.10
1	0.05

Fuente. NSR-10. Tabla

De acuerdo a la NSR-10 se debe determinarse si la edificación en su estado actual está en capacidad de resistir adecuadamente las cargas prescritas por el presente Reglamento y las diferentes solicitaciones que ésta exige, utilizando los siguientes criterios.

- ❖ Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva.
- ❖ Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada.
- ❖ Clasificación del sistema estructural.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

❖ Coeficiente de capacidad de disipación de energía, R' .

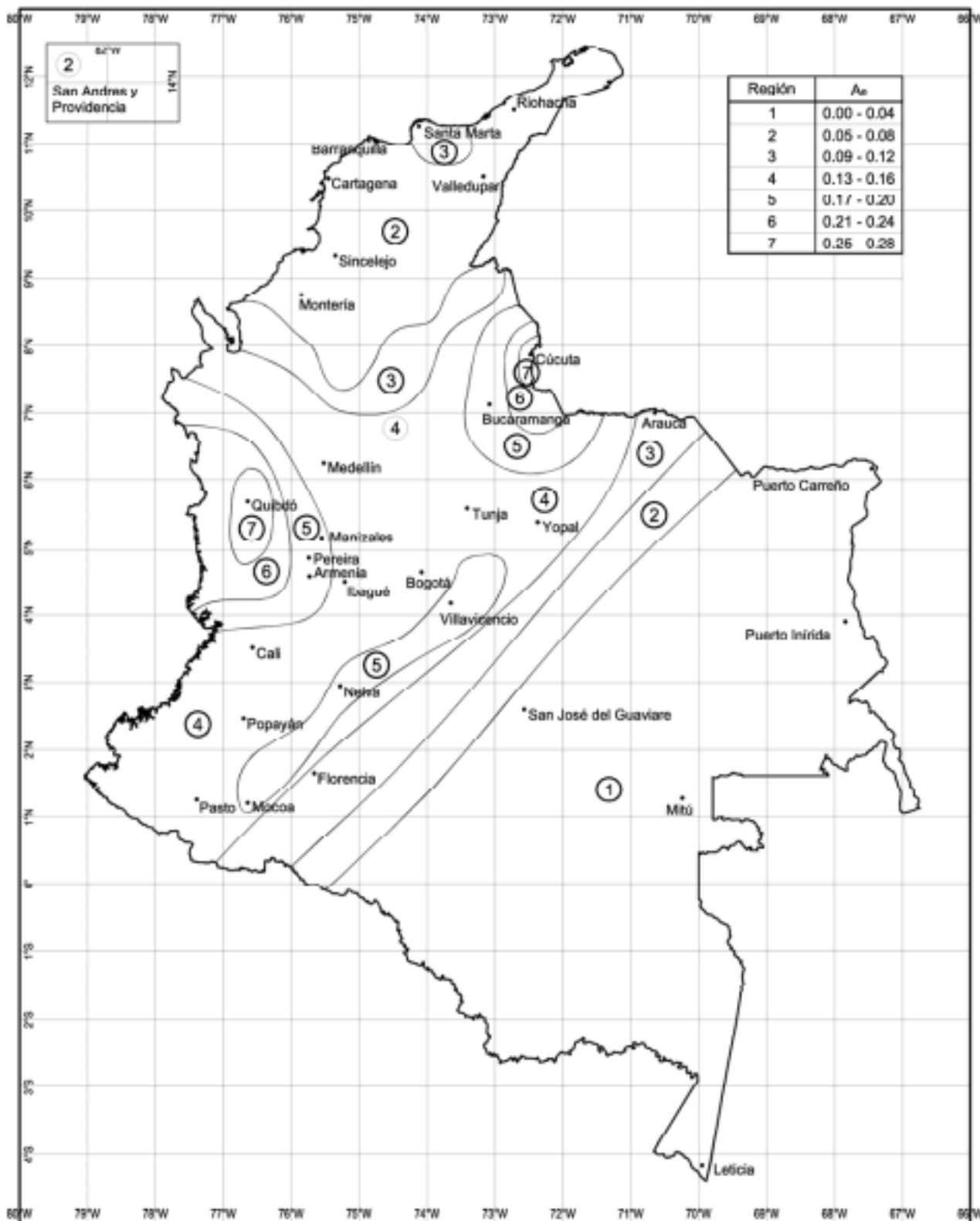


Figura A.10.3-1 — Mapa de valores de A_e

Nota: Las regiones representan rangos de valores. Debe consultarse el Apéndice A-4 para determinar el valor de A_e en cada municipio.

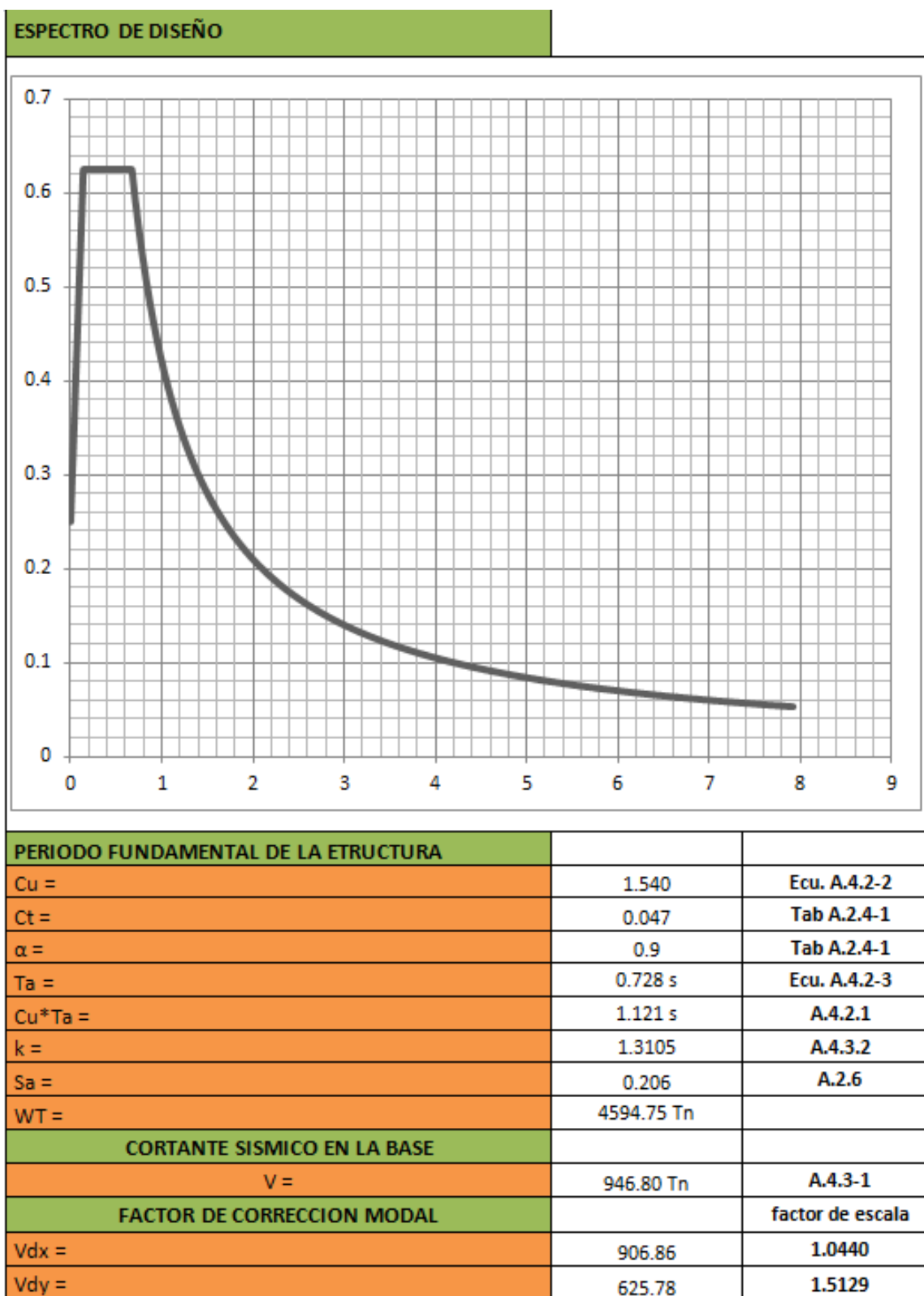


9.1 Parámetros sísmicos de la edificación

DATOS DEL PROYECTO		
DATOS DE ENTRADA		REF. en la NSR-10
DEPARTAMENTO =	Bolívar	
LOCALIZACION GEOGRAFICA =	Cartagena	CAP. A.2
GRUPO DE USO =	I	A.2.5.1.4
TIPO DE SUELO =	E (Suelos de criterio de la onda cortante)	Tabla A.2.4-1
SISTEMA ETRUCTURAL =	SISTEMA DE PÓRICO RESISTENTE A MOMENTOS	A.3.2.1.3
MATERIAL =	CONCRETO ESTRUCTURAL	
NUMERO DE PISOS =	6	
ALTURA TOTAL =	21.00 m	
Capacidad de Disipación de Energía:	DMO	
Coefficiente de Capacidad de Disipación de Energía Básico (R0):	5.0	Tab A.3-3
Coefficiente de Reducción (ϕ_a):	1.0	Tab A.3-7
Coefficiente de Reducción (ϕ_p):	1.0	Tab A.3-6
Coefficiente de Reducción (ϕ_r):	0.9	A.3.3.8
Energía de Diseño ($R = \phi_a * \phi_p * \phi_r * R0$):	4.5	A.3.3-1
Energía de Diseño Por Vulnerabilidad R' :	3.4	A.10.4.2.4 - C
METODO DE ANALISIS		
MÉTODO DE ANÁLISIS A UTILIZAR =	Método del análisis dinámico elástico	A.3.4.2.2
DEFINICION DE LOS MOVIMIENTOS SISMICOS		
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I) =	1.1	Tab A.2.5-1
ZONA DE AMENAZA SISMICA =	Baja	Fig. A.2.3-1
ACELERACION PICO EFECTIVA (A_a : A_e) =	0.05	Fig. A.2.3-2
VELOCIDAD PICO EFECTIVA (A_v : A_e) =	0.05	Fig. A.2.3-3
COEFICIENTE DE AMPLIFICACION (F_a) =	2.5	Tab A.2.4-3
COEFICIENTE DE AMPLIFICACION (F_v) =	3.5	Tab A.2.4-4
PERIODOS DE VIBRACION		
T_c =	0.67 s	A.2.6.1.1
T_l =	8.40 s	A.2.6.1.2
T_o =	0.14 s	A.2.6.1.3



9.2 Espectro Sísmico de Respuesta





9.3 Distribución de Fuerzas Sísmicas

CORTANTE							
NIVEL	ALTURA, ha	PESO, W	h^k	$W \cdot h^k$	Cv	Fuerza	S Fuerza
SISMICOS	(m.)	(Tn)	(m.)	(Tn-m)	(%)	(Tn)	(Tn)
6	21.00	198.266	54.049	10716.038	0.10	90.441	90.441
5	18.00	515.959	44.162	22785.919	0.20	192.309	282.75
4	15.21	511.241	35.416	18105.969	0.16	152.811	435.560
3	12.39	1092.918	27.072	29585.036	0.26	249.692	685.252
2	9.02	1105.687	17.857	19744.362	0.18	166.638	851.59
1	5.62	1170.683	9.606	11245.499	0.10	94.910	946.80
S=		4594.8		112182.8	1.00	946.80	

9.4 Análisis de Derivas de Piso

DERIVAS								
NIVEL	Desplazamiento		Delta		deriva		CHEKEO	
SISMICOS	x (m)	y (m)	Δx	Δy	δx	δy	EN X	EN Y
6	0.0715	0.0918	0.0097	0.0038	0.0032	0.0013	ok	ok
5	0.0618	0.0880	0.0087	0.0128	0.0031	0.0046	ok	ok
4	0.0531	0.0752	0.0096	0.0103	0.0034	0.0037	ok	ok
3	0.0435	0.0649	0.0132	0.0201	0.0039	0.0060	ok	ok
2	0.0303	0.0448	0.0128	0.0178	0.0038	0.0052	ok	ok
1	0.0175	0.0270	0.0175	0.0270	0.0031	0.0048	ok	ok

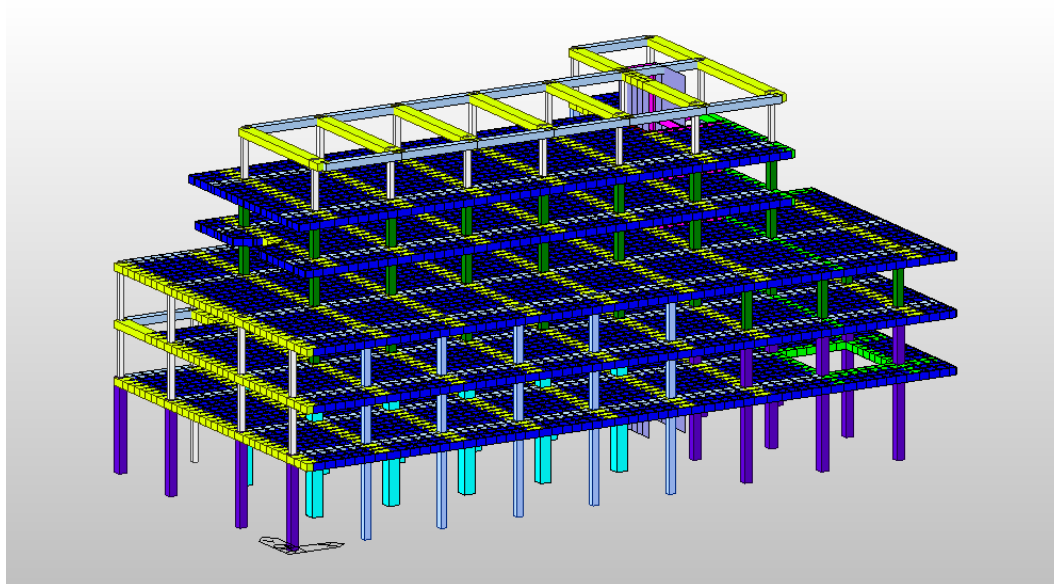
9.5 Calculo de Índices de Flexibilidad

INDICE DE FLEXIBILIDAD POR PISO						
NIVEL	Deriva del Análisis		Deriva Según NSR-10		Índice de Flexibilidad	
SISMICOS	δx	δy	δx	δy	X	Y
6	0.0032	0.0013	0.0300	0.0300	0.1078	0.0422
5	0.0031	0.0046	0.0279	0.0279	0.1118	0.1644
4	0.0034	0.0037	0.0282	0.0282	0.1207	0.1295
3	0.0039	0.0060	0.0337	0.0337	0.1162	0.1770
2	0.0038	0.0052	0.0340	0.0340	0.1107	0.1540
1	0.0031	0.0048	0.0562	0.0562	0.0554	0.0855
Índice de Flexibilidad de la Estructura (%)				17.70		

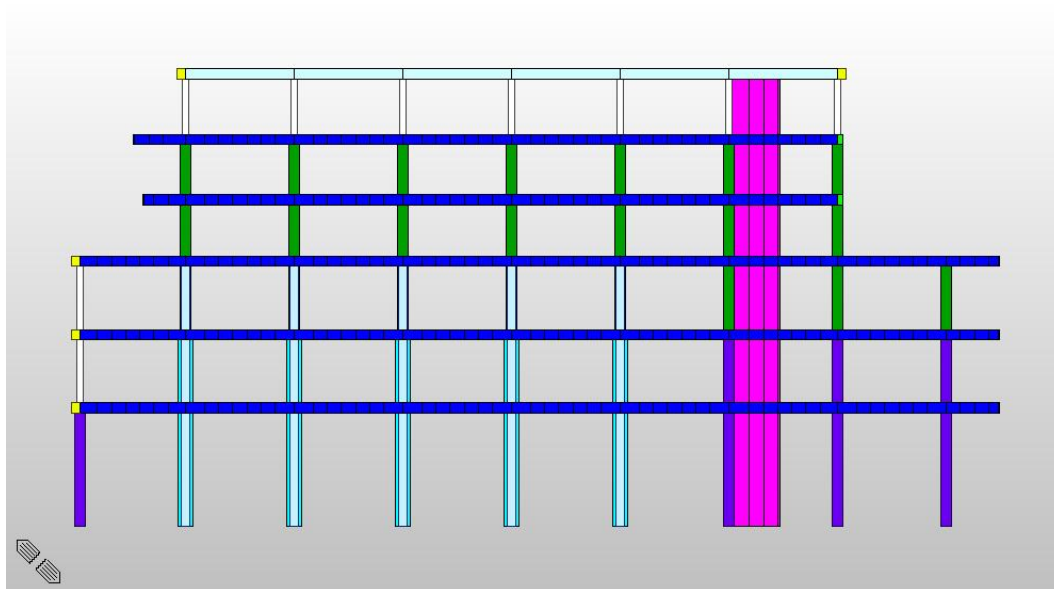


9.6 Modelo Estructural Tridimensional

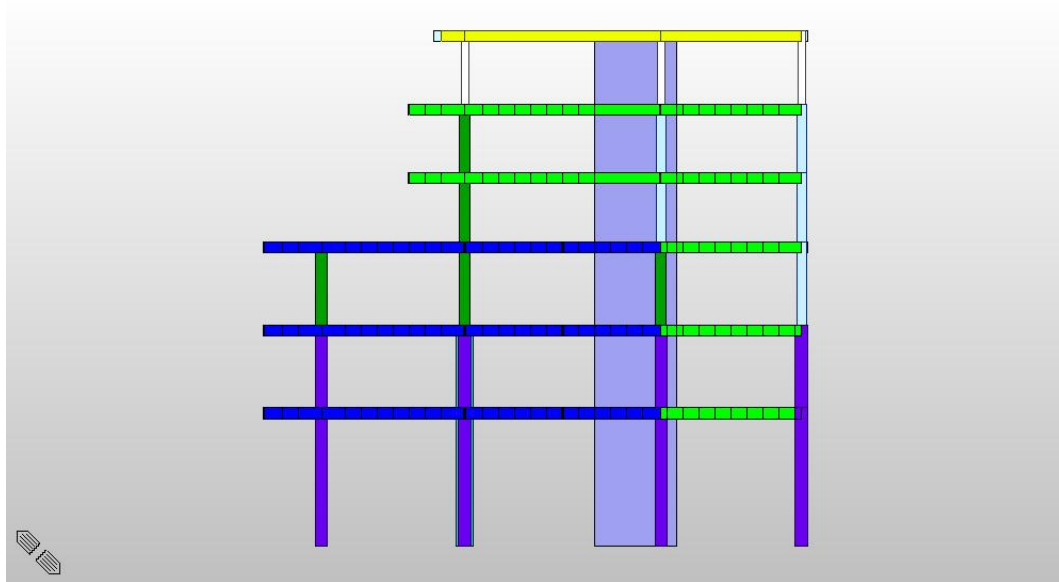
MODELO MATEMATICO DEL EDIFICIO



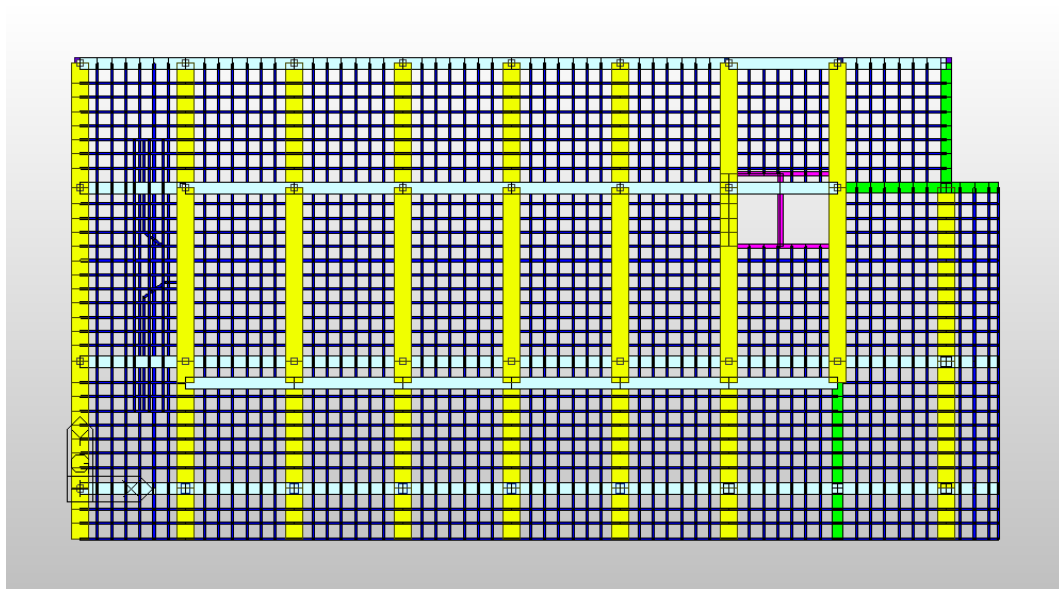
VISTA ISOMETRICA



VISTA FRONTAL



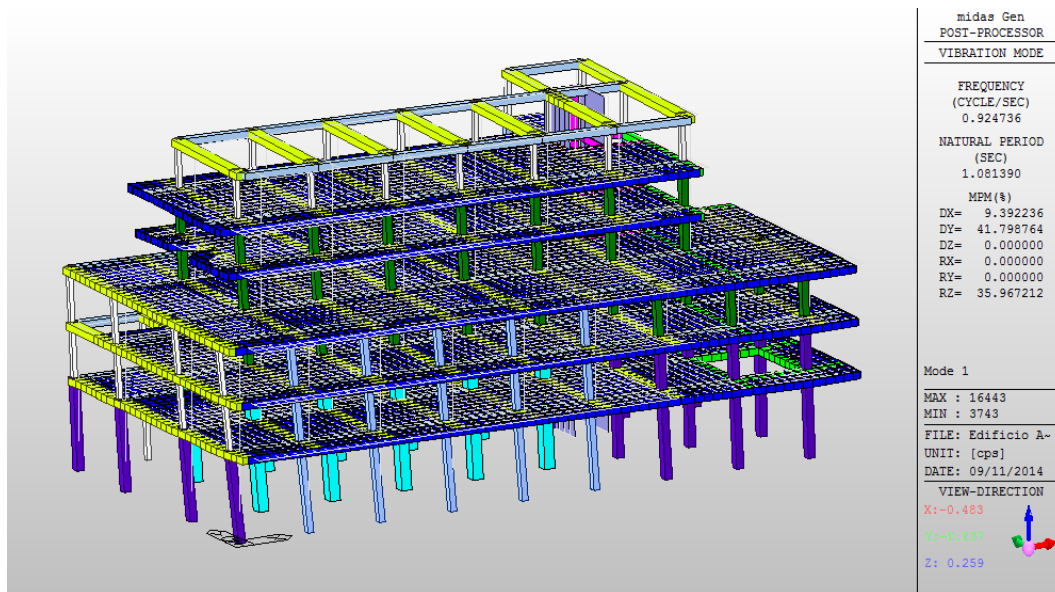
VISTA LATERAL



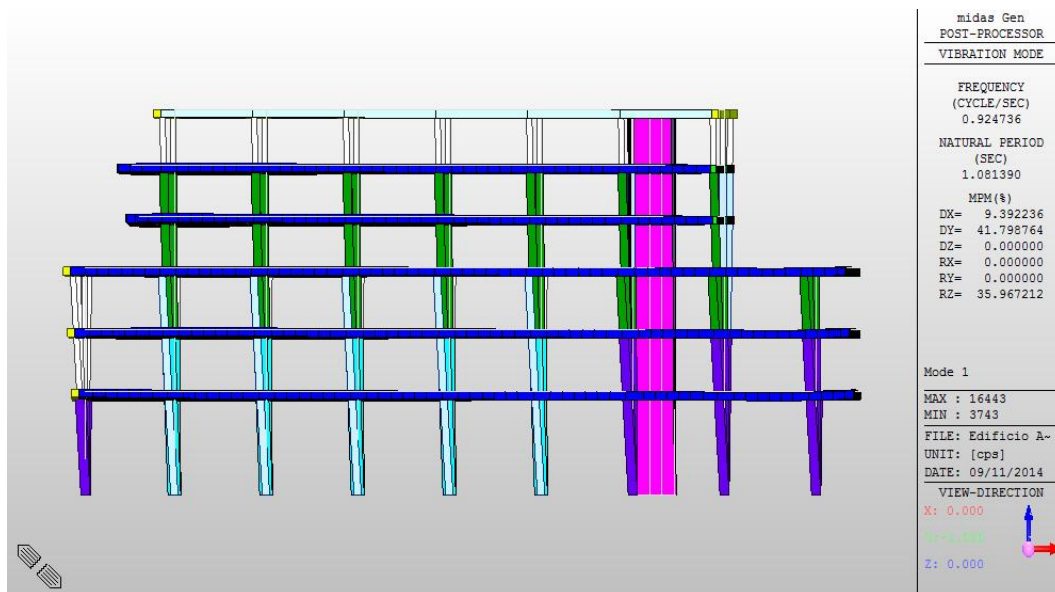
VISTA EN PLANTA



1^{er} MODO DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA



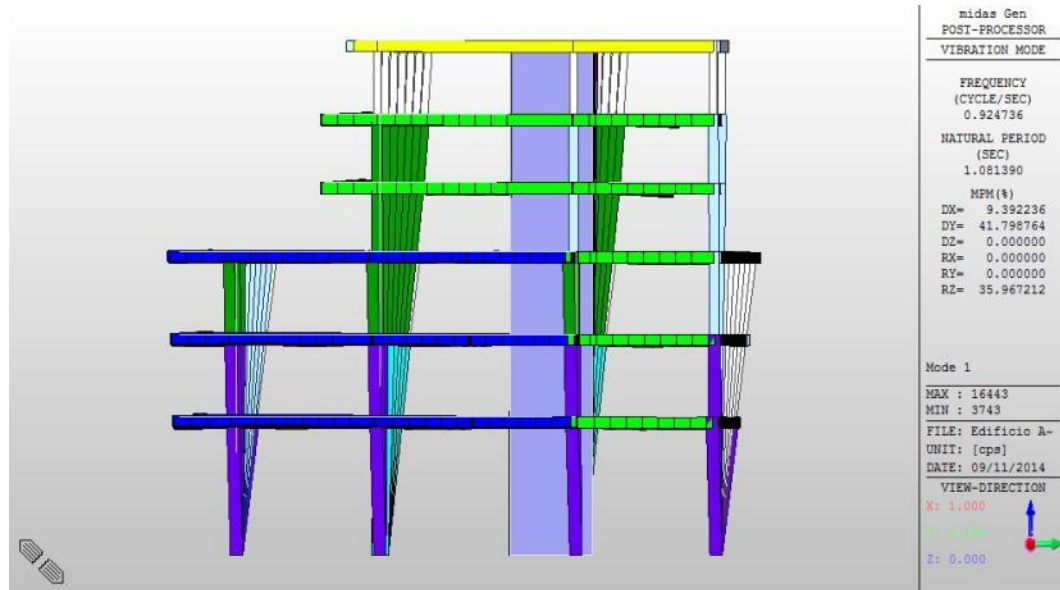
VISTA ISOMETRICA



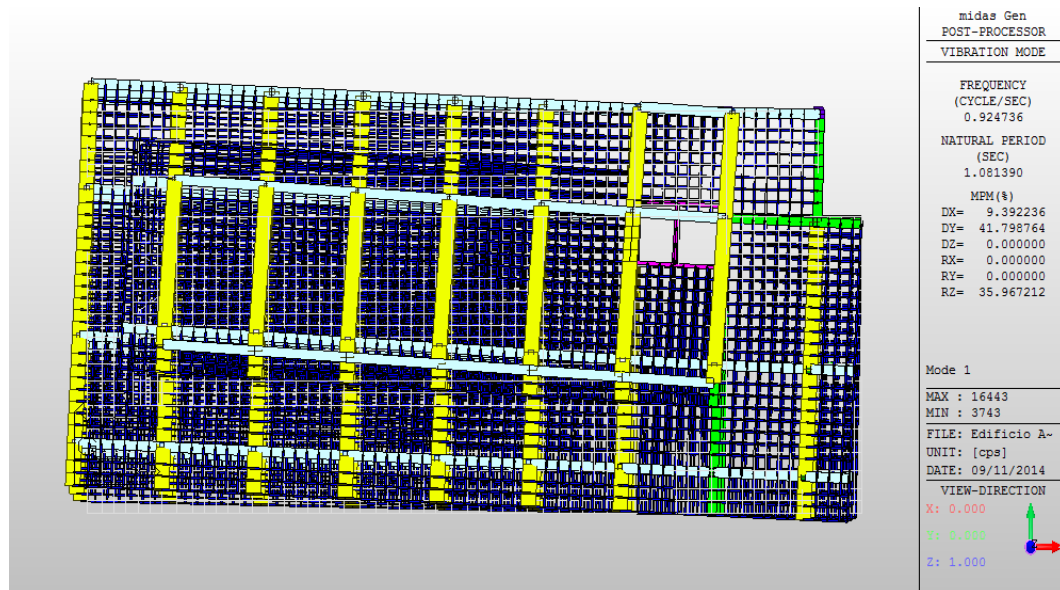
VISTA FRONTAL



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



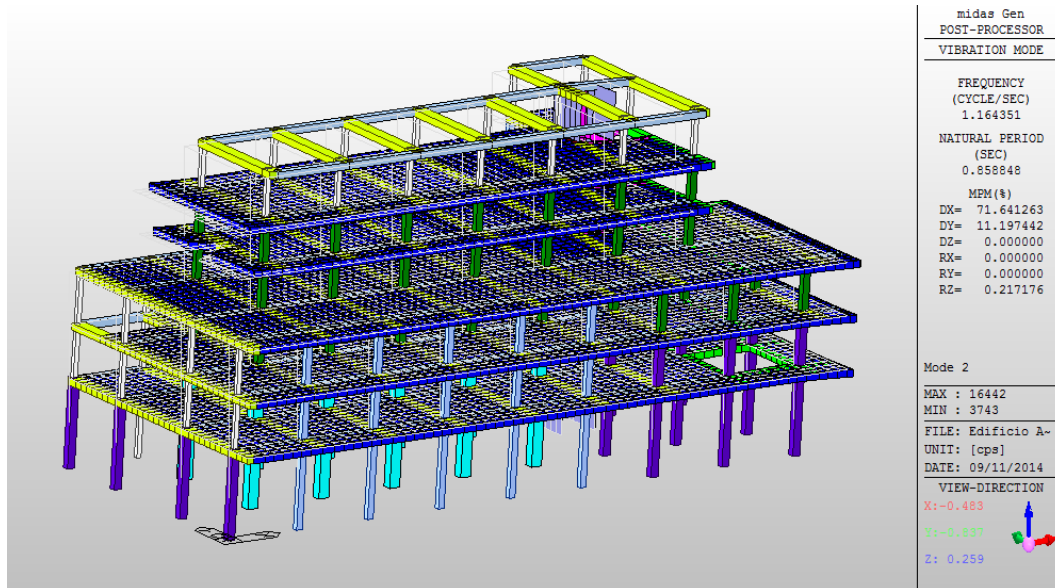
VISTA LATERAL



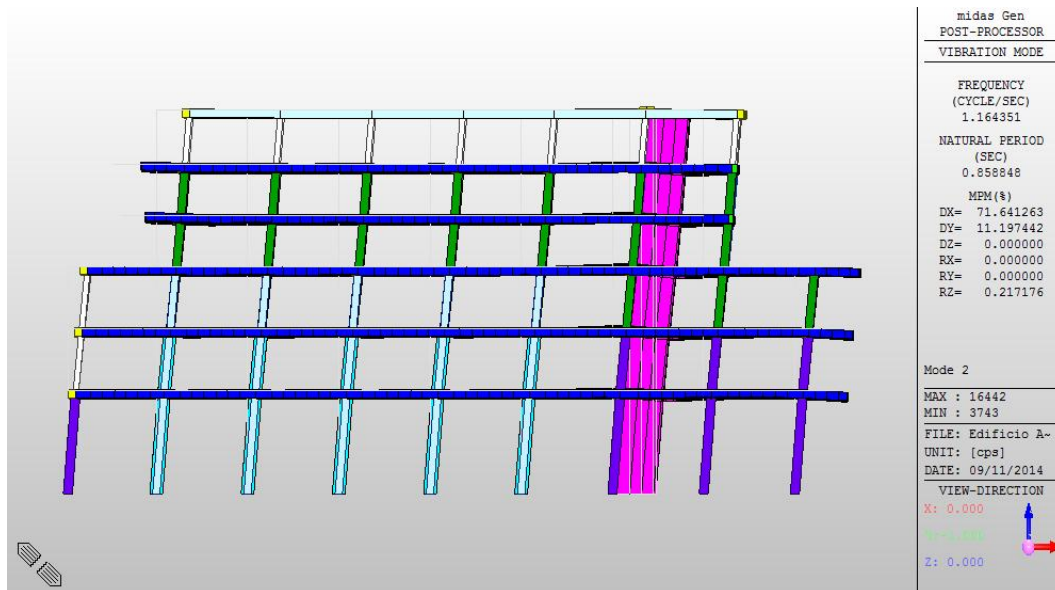
VISTA EN PLANTA



2^{do} MODO DE VIBRACION 2 DE LA ESTRUCTURA



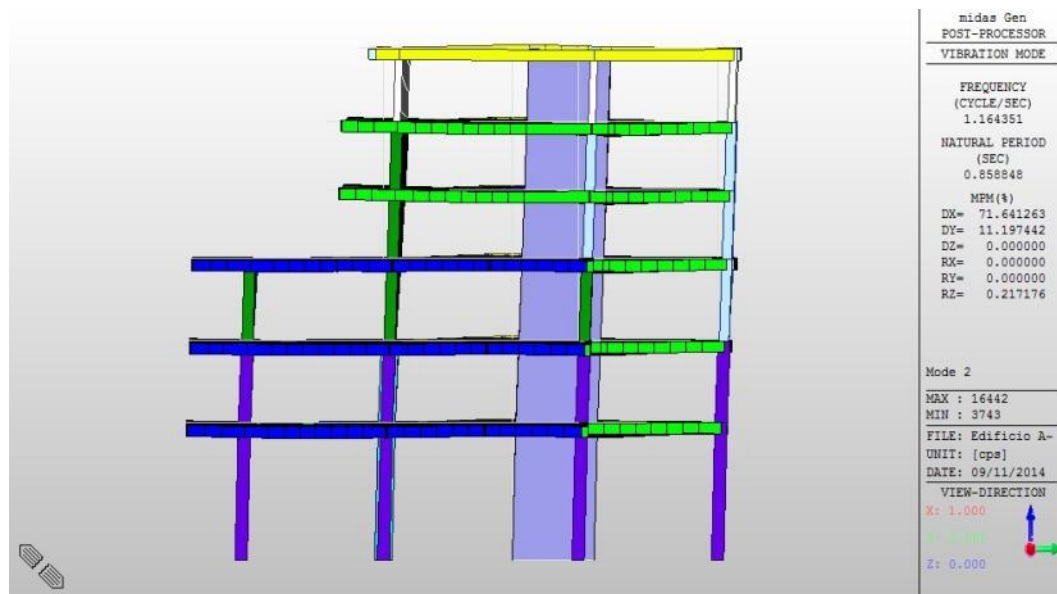
VISTA ISOMETRICA



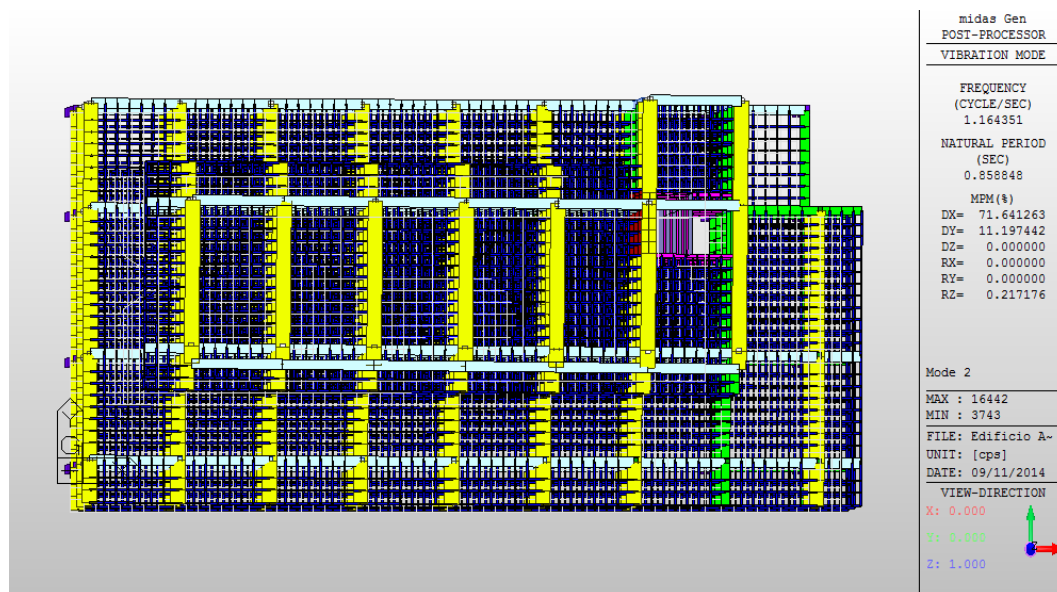
VISTA FRONTAL



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



VISTA LATERAL



VISTA EN PLANTA

De acuerdo a lo que prescribe la NSR-10 en el título A.4.2.1 donde establece que el valor de T , calculado a partir de las propiedades del sistema de resistencia sísmica, de acuerdo con los principios de la dinámica estructural utilizando un modelo matemático elástico o mediante la ecuación A.4.2-1, no puede exceder $C_u T_a$.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

De lo anteriormente expuesto se tiene que el valor de T por medio de la modelación matemática es 1.0813 seg. Y por teoría es 1.121 seg, lo cual cumple que $CuTa > T$.

Diagrama general de la estructura bajo esfuerzos de compresión.

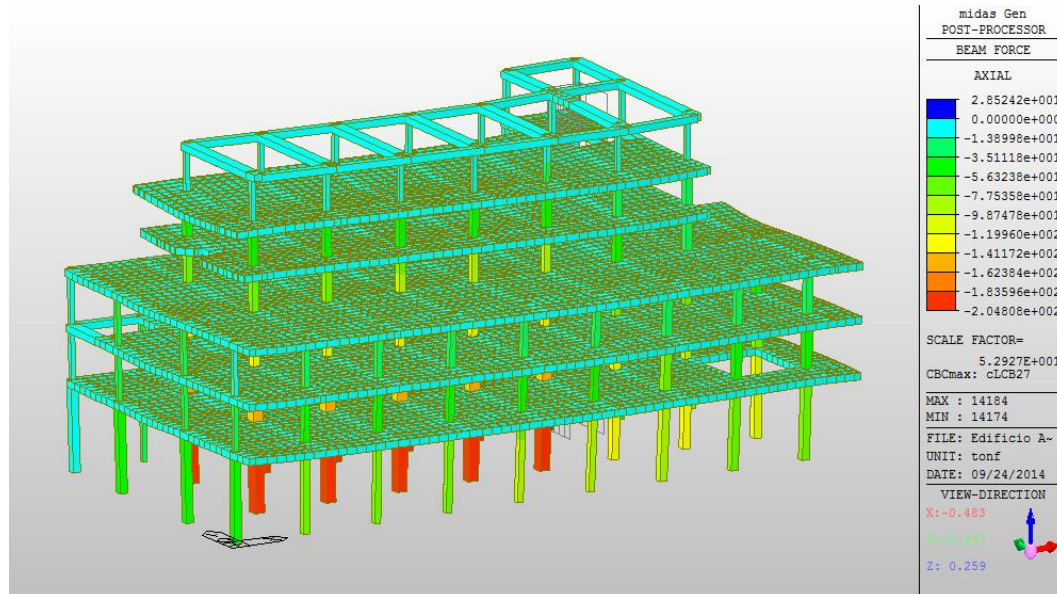


Ilustración 1 Beam Force iso

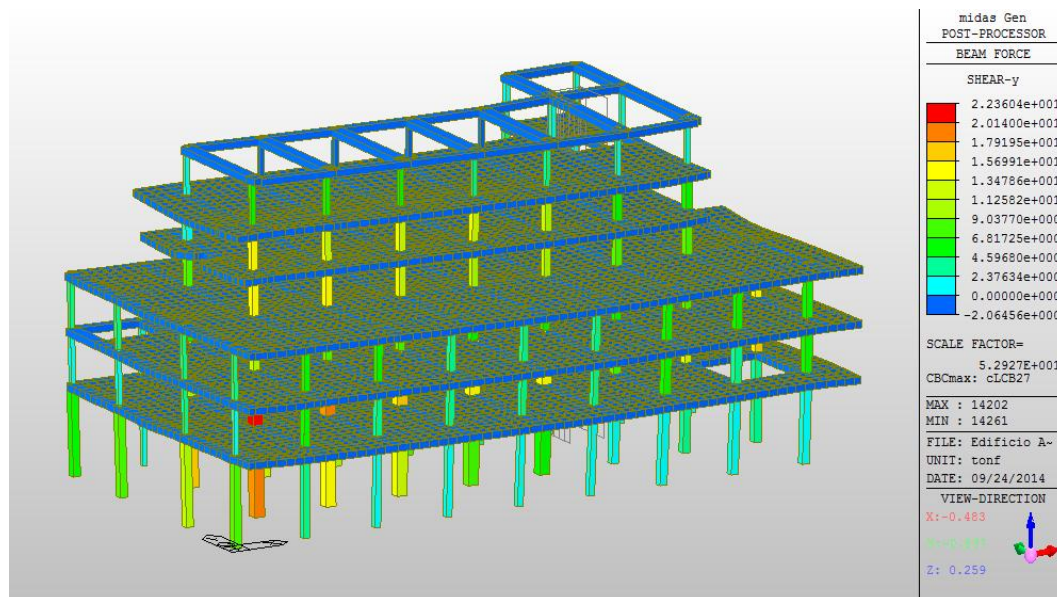


Ilustración 2 shear y

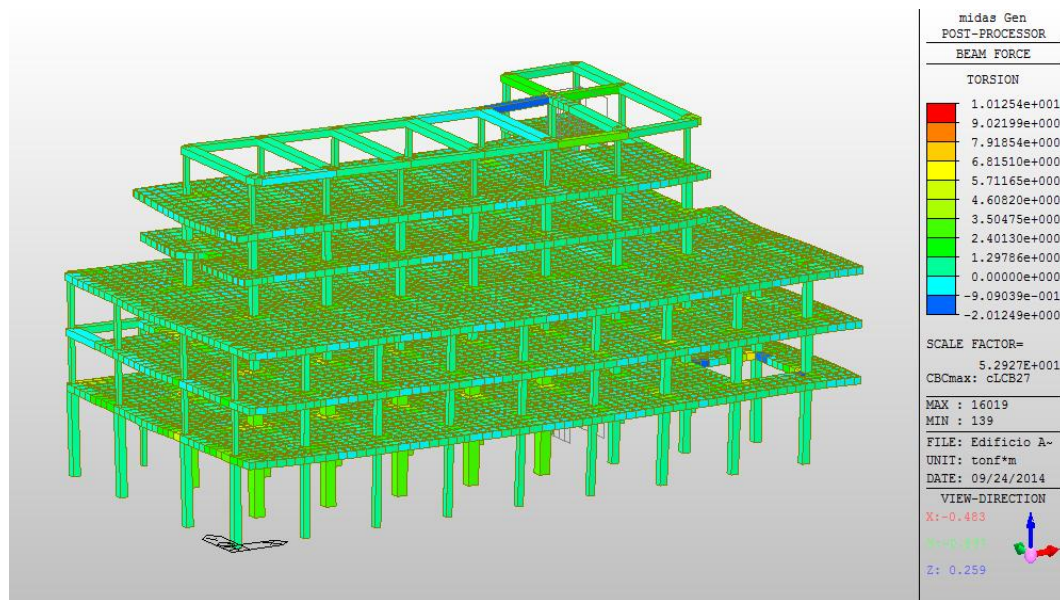


Ilustración 3 Torsión

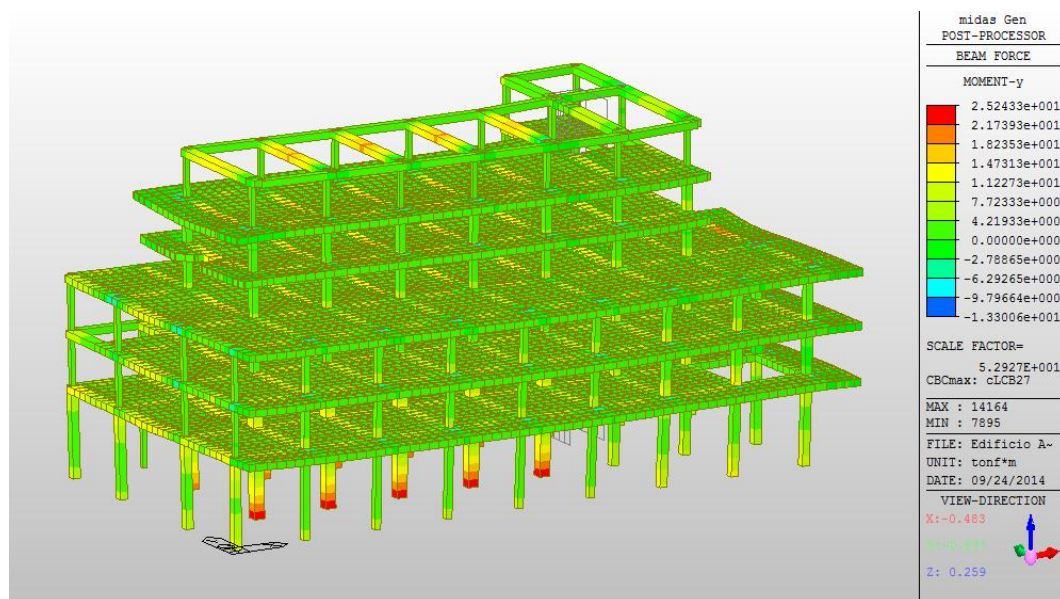


Ilustración 4 Momento en y



9.7 Cálculo de Índices de Sobresfuerzos

9.7.1 Calificación del Sistema estructural de Resistencia

Calidad del Diseño y la Construcción, o del estado de la			
$\phi_e \phi_c$	Buena	Regular	Mala
	1.0	0.8	0.6

Tabla A.10.4-1. NSR-10

Calidad del Diseño y la Construcción	Regular
$\phi_e \phi_c$	0.8

A continuación se calculó el índice de sobreesfuerzo de las vigas y las viguetas de los pisos del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena que fueron intervenidos para la realización de este estudio. Ver planos estructurales.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Vigas	Acero del Elemento		Momento Flector (+) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Momento Flector (-) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Índice de Sobreesfuerzo Max	Chequeo Índice de Sobreesfuerzo
	A's (cm ²)	As (cm ²)	M+ Actuante	M+ Resistente		M- Actuante	M- Resistente			
V-201(.55x.45)	15.52	7.92	4.7	12.1	0.61	2.4	12.1	0.31	0.61	ok
V-202(.20x.45)	11.4	5.7	5.7	8.5	1.04	0.1	8.5	0.02	1.04	Reforzar
V-202a(.20x.45)	5.7	5.7	2.8	8.5	0.51	0.3	8.5	0.05	0.51	ok
V-203(.55x.45)	15.52	7.92	7.3	12.1	0.95	0.9	12.1	0.12	0.95	ok
V-204(.50x.45)	13.86	7.92	7.5	12.0	0.97	6.2	12.0	0.80	0.97	ok
V-205(.20x.45)	5.7	3.96	2.6	6.0	0.68	0.7	6.0	0.18	0.68	ok
V-205(.35x.45)	8.55	5.94	0.7	9.0	0.12	0.5	9.0	0.09	0.12	ok
V-206(.55x.45)	15.52	7.92	7.3	12.1	0.95	1.6	12.1	0.21	0.95	ok
V-207(.55x.45)	13.86	7.92	7.5	12.1	0.97	17.5	12.1	2.27	2.27	Reforzar
V-208(.80x.45)	59.85	11.4	14.3	17.4	1.29	9.5	17.4	0.85	1.29	Reforzar
V-209(.80x.45)	21.78	9.9	9.4	15.2	0.97	8.4	15.2	0.87	0.97	ok
V-210(.50x.45)	23.76	9.9	12.6	15.0	1.32	7.9	15.0	0.83	1.32	Reforzar
VT-201(.10x.45)	1.98	1.98	1.33	3.0	0.69	0.6	3.0	0.31	0.69	ok
VT-202(.10x.45)	1.98	1.98	1.38	3.0	0.72	0.53	3.0	0.28	0.72	ok
VT-203(.10x.45)	1.98	1.98	1.40	3.0	0.73	1.31	3.0	0.68	0.73	ok
VT-204(.10x.45)	1.98	1.98	1.39	3.0	0.73	1.58	3.0	0.83	0.83	ok
VT-205(.10x.45)	1.98	1.98	1.35	3.0	0.71	0.55	3.0	0.29	0.71	ok
VT-206(.10x.45)	1.98	1.98	0.02	3.0	0.01	0.69	3.0	0.36	0.36	ok
VT-207(.10x.45)	1.98	1.98	1.14	3.0	0.60	0.86	3.0	0.45	0.60	ok
VT-208(.10x.45)	1.98	1.98	1.79	3.0	0.93	1.14	3.0	0.60	0.93	ok
VT-209(.10x.45)	1.98	1.98	1.32	3.0	0.69	0.11	3.0	0.06	0.69	ok
VT-210(.10x.45)	1.98	1.98	1.51	3.0	0.79	0.88	3.0	0.46	0.79	ok
VT-211(.10x.45)	1.98	1.98	2.39	3.0	1.25	1.55	3.0	0.81	1.25	Reforzar
VT-212(.10x.45)	1.98	1.98	2.62	3.0	1.37	0.5	3.0	0.26	1.37	Reforzar
VT-213(.10x.45)	1.98	1.98	2.4	3.0	1.25	1.75	3.0	0.91	1.25	Reforzar



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

9.7.2 Índices de Sobresfuerzos

Vigas	Acero del Elemento		Momento Flector (+) (Ton-m)		Índice de Sobresfuerzo	Momento Flector (-) (Ton-m)		Índice de Sobresfuerzo	Índice de Sobresfuerzo Max	Chequeo Índice de Sobresfuerzo
	A's (cm ²)	As (cm ²)	M+ Actuante	M+ Resistente		M- Actuante	M- Resistente			
V-301(.55x.45)	7.92	5.94	4.53	9.1	0.77	1.94	9.1	0.33	0.77	ok
V-302(.20x.45)	11.25	3.52	4.88	5.3	1.43	0.01	5.3	0.00	1.43	Reforzar
V-302a(.20x.45)	2.7913	4.305	5.68	6.5	1.37	0.36	6.5	0.09	1.37	Reforzar
V-303(.55x.45)	13.86	7.92	6.76	12.1	0.88	2.04	12.1	0.26	0.88	ok
V-304(.50x.45)	9.90	5.94	4.04	9.1	0.69	5.38	9.1	0.92	0.92	ok
V-305(.20x.45)	6.27	2.58	3.39	3.9	1.34	0.45	3.9	0.18	1.34	Reforzar
V-305(.35x.45)	7.50	3.58	3.40	5.5	0.96	0.46	5.5	0.13	0.96	ok
V-306(.55x.45)	14.44	7.09	7.75	10.8	1.12	10.11	10.8	1.46	1.46	Reforzar
V-307(.55x.45)	13.36	6.35	6.8	9.8	1.09	6.73	9.8	1.08	1.09	Reforzar
V-308(.80x.45)	36.87	10.52	14.81	16.1	1.44	10.2	16.1	0.99	1.44	Reforzar
V-309(.80x.45)	23.08	8.98	9.63	13.8	1.09	7.77	13.8	0.88	1.09	Reforzar
V-310(.50x.45)	19.80	6.44	8.7	9.8	1.38	5.53	9.8	0.88	1.38	Reforzar
V-311(.50x.45)	30.91	12.13	16.97	18.2	1.45	9.48	18.2	0.81	1.45	Reforzar
VT-301(.10x.45)	1.98	1.98	0.91	3.0	0.48	0.5	3.0	0.26	0.48	ok
VT-302(.10x.45)	1.98	1.98	1.19	3.0	0.62	0.44	3.0	0.23	0.62	ok
VT-303(.10x.45)	1.98	1.98	1.27	3.0	0.66	0.6	3.0	0.31	0.66	ok
VT-304(.10x.45)	1.98	1.98	1.16	3.0	0.61	1.09	3.0	0.57	0.61	ok
VT-305(.10x.45)	1.98	1.98	1.38	3.0	0.72	1.38	3.0	0.72	0.72	ok
VT-306(.10x.45)	1.98	1.98	1.78	3.0	0.93	0.9	3.0	0.47	0.93	ok
VT-307(.10x.45)	1.98	1.98	1.76	3.0	0.92	1.21	3.0	0.63	0.92	ok
VT-308(.10x.45)	1.98	1.98	1.53	3.0	0.80	0.89	3.0	0.46	0.80	ok
VT-309(.10x.45)	1.98	1.98	1.27	3.0	0.66	0.08	3.0	0.04	0.66	ok
VT-310(.10x.45)	1.98	1.98	1.38	3.0	0.72	1.38	3.0	0.72	0.72	ok
VT-311(.10x.45)	1.98	1.98	1.35	3.0	0.71	1.12	3.0	0.59	0.71	ok



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Vigas	Acero del Elemento		Momento Flector (+) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Momento Flector (-) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Índice de Sobreesfuerzo Max	Chequeo Índice de Sobreesfuerzo
	A's (cm ²)	As (cm ²)	M+ Actuante	M+ Resistente		M- Actuante	M- Resistente			
V-501(.55x.45)	6.98	4.18	4.54	6.5	1.08	0	6.5	0.00	1.08	Reforzar
V-502(.20x.45)	4.85	2.58	3.23	3.9	1.28	2.48	3.9	0.98	1.28	Reforzar
V-502a(.20x.45)	2.33	5.07	6.6	7.6	1.36	0	7.6	0.00	1.36	Reforzar
V-503(.55x.45)	10.56	5.57	5.99	8.6	1.09	4.09	8.6	0.74	1.09	Reforzar
V-504(.35x.45)	4.92	2.58	3.42	4.1	1.29	0.43	4.1	0.16	1.29	Reforzar
V-505(.55x.45)	12.31	5.94	6.37	9.1	1.09	4.12	9.1	0.70	1.09	Reforzar
V-506(.80x.45)	29.97	11.21	15.74	17.1	1.44	10.16	17.1	0.93	1.44	Reforzar
V-507(.80x.45)	24.13	8.80	9.44	13.5	1.09	6.63	13.5	0.77	1.09	Reforzar
V-508(.50x.45)	13.29	4.95	5.32	7.6	1.09	2.98	7.6	0.61	1.09	Reforzar
VT-501(.10x.45)	1.98	1.98	0.91	3.0	0.48	0.35	3.0	0.18	0.48	ok
VT-502(.10x.45)	1.98	1.98	1.39	3.0	0.73	0.83	3.0	0.43	0.73	ok
VT-503(.10x.45)	1.98	1.98	1.11	3.0	0.58	0.78	3.0	0.41	0.58	ok
VT-504(.10x.45)	1.98	1.98	1.15	3.0	0.60	0.72	3.0	0.38	0.60	ok
VT-505(.10x.45)	1.98	1.98	1.12	3.0	0.59	0.77	3.0	0.40	0.59	ok
VT-506(.10x.45)	1.98	1.98	1.40	3.0	0.73	0.82	3.0	0.43	0.73	ok
VT-507(.10x.45)	1.98	1.98	1.02	3.0	0.53	0.75	3.0	0.39	0.53	ok
VT-508(.10x.45)	1.98	1.98	1.34	3.0	0.70	0.76	3.0	0.40	0.70	ok
VT-509(.10x.45)	1.98	1.98	1.45	3.0	0.76	0.95	3.0	0.50	0.76	ok
VT-510(.10x.45)	1.98	1.98	1.32	3.0	0.69	0.98	3.0	0.51	0.69	ok
VT-511(.10x.45)	1.98	1.98	1.28	3.0	0.67	0.84	3.0	0.44	0.67	ok
VT-512(.10x.45)	1.98	1.98	1.32	3.0	0.69	0.96	3.0	0.50	0.69	ok
VT-513(.10x.45)	1.98	1.98	1.36	3.0	0.71	0.97	3.0	0.51	0.71	ok



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.

Vigas	Acero del Elemento		Momento Flector (+) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Momento Flector (-) (Ton-m)		Índice de Sobreesfuerzo	Índice de Sobreesfuerzo Max	Chequeo Índice de Sobreesfuerzo
	A's (cm ²)	As (cm ²)	M+ Actuante	M+ Resistente		M- Actuante	M- Resistente			
V-601(.55x.45)	6.98	4.18	4.54	6.2	1.14	0	6.2	0.00	1.14	Reforzar
V-602(.20x.45)	4.85	2.58	3.23	3.9	1.30	2.34	3.9	0.94	1.30	Reforzar
V-602a(.20x.45)	2.33	5.07	6.6	7.4	1.39	0	7.4	0.00	1.39	Reforzar
V-603(.55x.45)	10.56	5.57	5.99	8.3	1.13	3.80	8.3	0.72	1.13	Reforzar
V-604(.35x.45)	4.92	2.58	3.42	3.9	1.38	0.40	3.9	0.16	1.38	Reforzar
V-605(.55x.45)	12.31	5.94	6.37	8.8	1.13	4.15	8.8	0.73	1.13	Reforzar
V-606(.80x.45)	29.97	11.21	15.74	16.6	1.48	9.5	16.6	0.89	1.48	Reforzar
V-607(.80x.45)	24.13	8.80	9.44	13.0	1.13	6.34	13.0	0.76	1.13	Reforzar
V-608(.50x.45)	13.29	4.95	5.32	7.4	1.13	2.98	7.4	0.63	1.13	Reforzar
VT-601(.10x.45)	1.98	1.98	1.12	3.0	0.59	1.00	3.0	0.52	0.59	ok
VT-602(.10x.45)	1.98	1.98	1.15	3.0	0.60	1.20	3.0	0.63	0.63	ok
VT-603(.10x.45)	1.98	1.98	1.32	3.0	0.69	0.67	3.0	0.35	0.69	ok
VT-604(.10x.45)	1.98	1.98	1.4	3.0	0.73	0.89	3.0	0.46	0.73	ok
VT-605(.10x.45)	1.98	1.98	1.25	3.0	0.65	0.94	3.0	0.49	0.65	ok
VT-606(.10x.45)	1.98	1.98	1.18	3.0	0.62	0.96	3.0	0.50	0.62	ok

El índice de sobreesfuerzo del edificio es 2.27 y supera la unidad lo indica que la estructura hay que reforzarla en los elementos indicados.



10. CONCLUSIONES Y EVALUACIONES GENERALES

En general, la estructura presenta un sistema de vigas en dos direcciones con placa aligerada y columnas como sistema estructural.

Como principal mecanismo de deterioro, se ha reconocido la lixiviación por aguas blandas y consecuentemente las reparaciones deben ser llevadas a contrarrestar la fácil percolación de aguas lluvias sobre el sistema de placas vigas y columnas.

Como recomendación, se deben retirar las zonas que presentan el crecimiento de hongos, algas y microorganismos sobre las placas y las uniones con las columnas a fin de mejorar y restituir la resistencia de los concretos en placas, vigas y su unión con las columnas, que presenten reblandecimiento.

Igualmente, es necesario intervenir las placas de piso con el fin de colocar aceros que eviten la formación y propagación de grietas por cambios de temperatura que actualmente permiten la filtración de aguas a través de las placas hasta el primer piso.

Los elementos que conforman los cielos rasos sobre la zona de escaleras y ascensores, están contruidos con estructuras en madera como soporte; actualmente son susceptibles a pudrición y potencialmente pueden desprenderse ante efectos sísmicos o por la continua percolación y efecto de humedecimiento-secado de la madera. Es recomendable, que estos elementos sean cambiados por otros que representen mayor seguridad de uso y menor riesgo de daño ante una eventual caída por fallas en su estructura de soporte. Es decir, se recomienda demoler y rediseñar los cielos rasos existentes en esta zona de la edificación, ya que esta edificación será de uso estatal,

Las placas actualmente expuestas directamente a los efectos de la intemperie, como la placa del segundo nivel, la planta de cubierta y el sistema de cubierta abovedado,



deben ser intervenidas para que presenten una menor resistencia a los cambios de temperatura. Estos pueden ser definidos mediante la demolición de la placa y refuerzo para estos efectos y/o la presencia de membranas impermeables que eviten la infiltración de las aguas a través de ellas. Se recomienda una solución que conlleve la intervención de estas dos variables.

Finalmente, los muros que conforman las fachadas laterales presentan una alta permeabilidad ante aguas lluvias por su grado de agrietamiento y por la cantidad de ventanas que presentan las fachadas de la edificación. Estos elementos deben ser intervenidos y diseñados para evitar la formación de grietas por cambios de humedad y temperatura que actualmente están provocando un agrietamiento cada vez más acelerada a nivel de fachadas, especialmente en las zonas de construcción de muros que soportan las ventanas.

Esta recomendación implica la cuantificación de los muros de fachada con el fin de medir cuales deben ser demolidos y cuáles pueden ser reparados sin llegar a la demolición total de los mismos. Igualmente, se deben cambiar los baldosines que conforman parte de la fachada por otros elementos que no presenten desprendimientos y conlleven un peligro para los peatones en la zona de afectación de la edificación.



11. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La edificación en general se encuentra en un estado **regular**, pero anotándose que los efectos de corrosión del acero de refuerzo no se han iniciado aun, y que las lesiones presentes están afectando en mayor porcentaje la apariencia y la funcionalidad de la edificación, por lo que las intervenciones desde el punto de vista patológicos corresponderán a la **Rehabilitación de la edificación**, incluyendo en esta el reforzamiento de puntos específicos de la misma para su actualización Normativa a la NSR-10.

11.1 Sistema Estructural de Resistencia

Estructuralmente, la edificación debe ser reforzada en algunos puntos, ya que su evaluación ante las solicitaciones sísmicas establecidas en la NSR-10 capítulo A.10, para edificaciones construidas antes del decreto 1400 de 1984 y dado que el propietario de la edificación contempla la intervención para un nivel de seguridad limitada, el sistema estructural se intervendrá reforzando las vigas en las zonas donde el refuerzo investigado No es suficiente para soportar las solicitaciones exigidas por la norma.

Esta intervención corresponde a la ampliación de sección y adición de refuerzo en las zonas de las vigas donde sea necesaria, esto se realizara por medio de fijación de nuevos refuerzos a través del sistema de anclajes epoxicos tipo Sikadur 42-Anclaje y puente de adherencia Sikadur 32Gel para conexión con los concretos nuevos.

El sistema de columnas debe ser intervenido para reforzar algunos elementos que están siendo solicitados mas allá de su capacidad, esto se realizara por medio de encamisado de columnas hasta los niveles donde sea necesario. Ver detalles en planos

11.2 Elementos NO estructurales

Los muros con grietas abiertas deben ser reparados y recomfortados para volver a sus condiciones de impermeabilidad y confinamiento que asegure una durabilidad adecuada al uso, , esto se realizara por medio de remoción del pañete existente en los muros y reparando las grietas, por medio de sistema de cosido y pañetando



nuevamente las superficies con morteros especificados para disminuir la permeabilidad. Ver detalles en planos

11.3 Acabados de Fachadas

Debe ser retirado de las fachadas exteriores todo tipo de baldosines que puedan desprenderse y convertirse en elementos que caigan sobre peatones con posibilidad de causar daño, los faltantes deben ser instalados para cubrir las áreas de acabados y la totalidad de estos elementos de fachada deben ser protegidos con productos hidrófugos Tipo Sika Transparente que permitan aislarlos de la humedad

11.4 Sistema de Cubierta

La placa de cubierta abovedada requiere que se le coloque nuevamente la impermeabilización; esto implica un retiro del sistema actual de impermeabilización en la totalidad del área de cubierta, esta incluye la demolición del mortero de recubrimiento que se encuentra agrietado y volver a colocar una impermeabilización para la placa abovedada, la cual estructuralmente NO presenta en la actualidad carbonatación sobre el concreto pero si del mortero de recubrimiento.

Los puntos de desagüe de la cubierta deben ser destapados y la plantilla de nivelación impermeable debe disponer de una pendiente adecuada para una evacuación rápida y eficiente para evitar empozamientos sobre esta cubierta.

11.5 Losa de Sexto Piso

Se requiere arrancar todo tipo de vegetación sobre la placa de cubierta, realizando un desprendimiento de todas las baldosas, curando las zonas sobre las cuales se detectó vegetación y reparando la placa en el espesor total de la misma. Además, el piso cerámico existente debe ser modificado por un piso que soporte los cambios de temperatura ya que esta placa queda a la intemperie y actualmente los baldosines existentes presentan levantamientos locales debido no solo a raíces sino a efectos de cambios térmicos no contemplados por diseños. Dado que esta área también está expuesta a las condiciones ambientales se recomienda impermeabilizar todas las áreas



de corredores perimetrales y determinar un pendiente adecuado a los puntos de desagüe de la edificación

11.6 Cielo Raso de Losa

Esta intervención se refiere al tratamiento que se dará a las superficies que presentan mohos y hongos, que básicamente corresponden a las plantas espejos de la cubierta abovedada, la planta espejo de la losa de los pisos sexto, quinto y cuarto y algunas paredes, para la limpieza de estas superficies se dispondrá del proceso de lavado a presión por medio de hidrolavadoras, teniendo en consideración que los elementos de pañete que se desprendan durante el proceso, deben ser restituido.

11.7 Mobiliario

Los muebles, equipos de oficinas que se encuentran almacenados por todos los pisos, deben ser removidos ya que NO están aptos para el uso, por acumulación de polvo y humedad tanto en escritorios, como archivadores y muebles de madera.

11.8. Ventanera y alfajías

Las ventanas de fachada y la alfajías que las soportan deben ser reemplazados por elementos nuevos que permitan garantizar la NO presencia de filtraciones, ya que los actuales presentan aislamientos y juntas por donde ingresa polvo y lluvia al interior de la edificación.

11.9. Instalaciones

Las instalaciones tanto hidráulicas, como eléctricas están funcionando en la actualidad, mas aun se anota que las lámparas en los niveles superiores al estar expuestas a la humedad se han oxidado por lo que sería conveniente pensar en un futuro en cambiarlas.



11. RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A Continuación se presentan recomendaciones que se deben tener a la hora de la construcción de los elementos estructurales y de los no estructurales del edificio, previendo futuras apariciones de lesiones sobre la edificación.

Se evitara la formación de eflorescencias en los muros o placas que no tengan fisuras o grietas y que no sean susceptibles al volcamiento teniendo las siguientes prevenciones:

- a) Se Evitará el empleo de materiales con alto contenido de sales solubles. Se realizaran los ensayos necesarios al escoger los materiales de construcción. En los aglomerantes se puede adicionar cloruro cálcico durante el amasado (1 Kg por cada 50 Kg de cemento o cal) que absorbe la humedad y forma sulfato cálcico, menos soluble que los sulfatos alcalinos.
- b) Evitar la penetración de humedades en los muros mediante un proyecto apropiado y el empleo de aislantes eficaces.
- c) Evitar el uso de ladrillos porosos en contacto con piedra caliza, porque favorece la contaminación atmosférica como origen de las sales.
- d) Evitar un mojado excesivo de los materiales durante la construcción.
- e) Prever una aireación conveniente que evite la condensación del vapor de agua en las paredes de los cuartos de baño, salones, oficinas, etc. (con el propósito de evitar eflorescencias en los interiores.

Como las eflorescencias son debidos a infiltraciones que sufren las losas de los diferentes pisos debido a que la cubierta ha perdido su impermeabilización, deben eliminarse las humedades desde el origen para que desaparezcan las eflorescencias en placas, muros, vigas y columnas.

12. PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

Este se encuentra basado en la documentación resultado del la propuesta de intervención y las recomendaciones para el proceso de intervención.



Historia Clínica del Edificio de las Antiguas Empresas Públicas de Cartagena.



13. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Emmons, P. H. (2005). *Manual Ilustrado de Reparación y Mantenimiento del Concreto*. Mexico: Imcyc.

Pereira, P. H.-F. (2003). *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón (Repación, Refuerzo y Protección)*. Sao Paulo-Brasil: Red Rehabilitar CYTED XV.F.

Tommasi, G. D. (2000). *El Riesgo Sismico en la Arquitectura Tradicional*. Roma-Italia: Politecnico de Bari.

Ulsamer, F. (1955). *Las Humedades en la Construcción*. Barcelona - España: Ediciones Ceac/Perú 164/Barcelona 20/España.

Universidad Politecnica de Madrid. (1998). *Patología y Técnicas de Intervención Elementos Estructurales*. Madrid-España: Munilla-Lería.

Zanni, E. (2010). *Patología de la Construcción y Restauo de Obras de Arquitectura*. Buenos Aires-Argentina: Editorial Brujas.



14. ANEXOS ESTUDIO DE LESIONES

Este corresponde a las información del proceso de auscultamiento de la edificación y está comprendido por 3 fichas generales, 16 fichas de Evaluación de espacios internos en los pisos 1,3,5,6 y cubierta (Especificados como alcance para el presente) , 4 fichas para la evaluación de las fachadas de la edificación y 1 ficha de análisis patológico general del proyecto.

Las fichas generales están enfocadas a la ubicación y conocimiento del sitio donde está construida la edificación, y el resto para la determinación de las lesiones y su análisis, calificación y planteamiento de las causas de los daños.

15. ANEXOS DE REGISTRO FOTOGRAFICO



Exploración para determinar los espesores de las zapatas Columna-5C.



Exploración de la zapata de la Columna-2B, vecina a registro y tubería de aguas negras.



Momento de anclaje de la maquinaria sobre la columna 5-C para la extracción de núcleos para determinar la resistencia a la compresión del concreto en el primer nivel en su base o unión.

16. ANEXOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOCONSULTAS LTDA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

REV/01-03/2010

PAGINA 1 DE 1

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA INV

E - 122

OBRA : ESTUDIO, DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIONES DEL USO

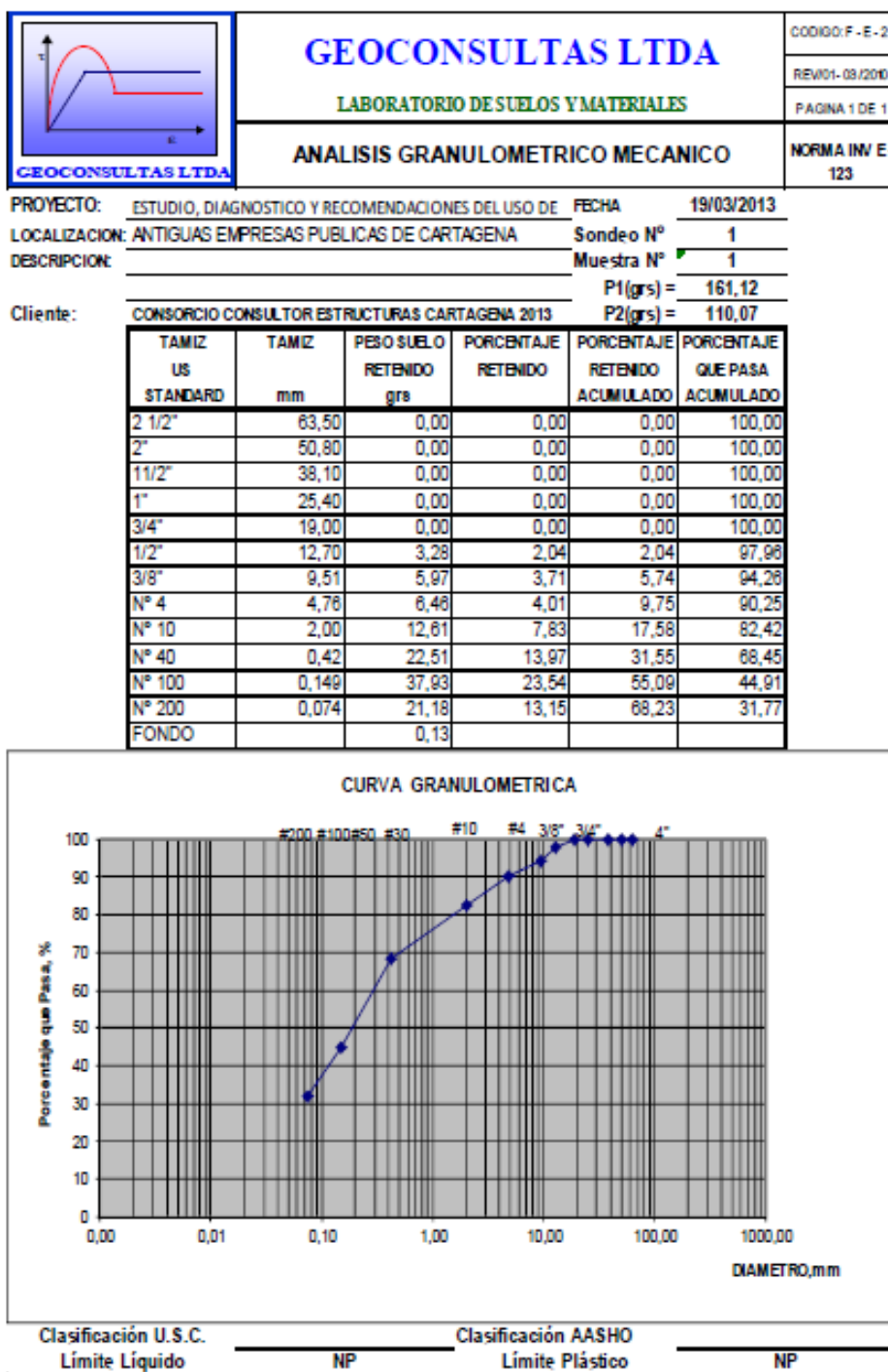
Localización: ANTIGUAS EMPRESAS PUBLICAS DE CARTAGENA

Cliente: Fecha : 18/03/2013

Descripción del Suelo :

Profundidad, mtrs	1,15 - 2,65	2,65 - 4,15	4,15 - 5,15	5,15 - 7,15	7,15 - 8,65	8,65 - 10,65	10,65 - 12,65	12,65 - 14,15
Lata Nº	2	51	46	20	9	48	38	61
Peso Lata+Suelo Húmedo, grs	59,75	48,09	48,03	44,04	51,80	57,60	39,99	62,80
Peso Lata+Suelo Seco, grs	50,07	42,80	41,99	38,91	46,22	50,82	34,95	56,72
Peso Agua Evaporada, grs	9,68	5,29	6,04	5,13	5,58	6,78	5,04	6,08
Peso Lata Vacía, grs	18,87	16,80	17,48	17,43	11,83	16,79	18,10	17,14
Peso Suelo Seco, grs	31,20	26,00	24,51	21,48	34,39	34,03	16,85	39,58
Contenido de Humedad, %	31,03	20,35	24,64	23,88	16,23	19,92	29,91	15,36
Sondeo Nº	S 1 - M 1	S 1 - M 2	S 1 - M 3	S 1 - M 4	S 1 - M 5	S 1 - M 6	S 1 - M 7	S 1 - M 8

Profundidad, mtrs	14,15 - 15,65							
Lata Nº	13							
Peso Lata+Suelo Húmedo, grs	62,87							
Peso Lata+Suelo Seco, grs	53,18							
Peso Agua Evaporada, grs	9,69							
Peso Lata Vacía, grs	12,25							
Peso Suelo Seco, grs	40,93							
Contenido de Humedad, %	23,67							
Sondeo Nº	S 1 - M 9							





17. ANEXOS PLANOS

PLANOS DE LEVANTAMIENTO

PLANOS DE CALIFICACION

PLANOS DE INTERVENCION Y DETALLES