

CASO DE ESTUDIO PATOLÓGICO DEL BLOQUE EDUCATIVO DE LA UNIVERSIDAD
DE CUNDINAMARCA SEDE GIRARDOT.

ARQ. ANA MARÍA TRONCOSO VALENCIA.

ING. FREDY VARGAS GARCÍA.

ING. MIGUEL ANDRÉS CAPERA HERNÁNDEZ.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO II.

BOGOTÁ-COLOMBIA

2021

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	15
2. Objetivo General.....	17
2.1. Objetivos específicos.....	17
3. MARCO TEÓRICO.....	18
3.1. ¿Qué es la patología de la construcción?.....	18
3.1.1. Etimología.....	19
3.2. Tipos de causas:.....	20
3.3. ¿Qué es una lesión en el campo de la construcción?.....	20
3.3.1. Lesiones físicas:.....	20
3.3.2. Lesiones mecánicas.....	22
3.3.3. Lesiones químicas.....	23
4. MARCO LEGAL.....	25
5. JUSTIFICACIÓN.....	27
6. ALCANCE DEL PROYECTO.....	28
6.1. Limitación espacial.....	28
7. METODOLOGÍA.....	31
7.1. Descripción de la edificación escogida.....	37
7.2. Recopilación de información de la edificación.....	37
7.3. Permisos y autorización de la inspección.....	38
7.4. Inspección Visual:.....	38

7.5. Equipo de trabajo que hará los concernientes estudios:	38
8. Historia Clínica.	38
8.2. Fecha de realización del estudio.	39
8.3. Datos del paciente.....	40
8.3.3. Contexto:	41
8.3.4. Medio ambiente:.....	41
8.3.5. Temperatura.	42
8.3.6. Precipitaciones.	43
9. FORMACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA.	62
9.1.1. Uso:	67
9.1.2. Normativa actual que lo rige:	68
9.2. Datos específicos de la edificación.....	68
9.2.4. Área total de la edificación.....	68
9.2.9. Arquitectura.....	87
9.2.10. Acabados.	90
9.2.12.1. Técnica constructiva.	91
9.2.13. Descripción del uso actual.....	93
9.2.14. Importancia del paciente.....	94
9.2.15. Sistema estructural y constructivo.....	95
10. INSPECCIÓN FÍSICA.....	97
10.1. Localización y levantamiento de las lesiones.	97

11.	PREDIAGNÓSTICO.	145
11.1.	Evaluación de las lesiones encontradas en el Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot.	145
12.	DIAGNOSTICO.....	148
13.	POSIBLES ENSAYOS A REALIZAR.	149
13.1.	Ensayos no destructivos.	149
13.2.	Ensayos destructivos.	150
14.	ENSAYOS DE LABORATORIO, ANÁLISIS Y PRUEBAS DE CAMPO.....	152
14.1.	Control de asentamientos.....	152
14.2.	Clasificación y medición de fisuras.	154
14.2.1.	Resultados del ensayo.....	155
14.3.	Ensayos a elementos estructurales.....	155
14.3.1.	Detector de armadura de acero.	155
14.3.2.	Potencial de corrosión.	156
14.3.3.	Resistencia del hormigón con índice esclerometrico.	157
14.3.4.	Resistencia del concreto por medio de ultrasonido.	158
14.3.5.	Resumen de los resultados de ensayos a elementos estructurales.	160
14.4.	Estudio de suelos.....	164
14.5.	ENSAYOS DE OBSERVACIÓN.	165
14.5.1.	Plomada en columnas.	165
14.5.2.	Escuadras en muros y columnas.....	166

14.5.3.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS.	166
14.6.	ANÁLISIS DE LA INFILTRACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA LLUVIA AL SUELO POR TOPOGRAFÍA.	168
14.6.1.	TOPOGRAFÍA.	176
14.6.2.	SUELOS.	180
14.7.	CALCULO DE PENDIENTES SOBRE EL EDIFICIO DE ESTUDIO.	184
14.7.1.	MODELO MATEMATICO REALIZADO CON ETABS.	185
14.7.2.	Combinaciones de carga.	186
14.7.3.	Calculo de derivas.	187
14.7.4.	Materiales.	188
14.7.5.	ÍNDICE DE SOBRESFUERZO DE LOS ELEMENTOS.	188
15.	CONCLUSIONES.	192
	BIBLIOGRAFÍA.	194

TABLA DE CONTENIDO DE IMÁGENES.

Ilustración 1 Girardot	28
Ilustración 2 Ubicación Universidad Cundinamarca	29
Ilustración 3 Metodología.	32
Ilustración 4 Ubicación Girardot.....	41
Ilustración 5 Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificación de la NSR 10, figura A.2.3-1, fuente: Título A NSR10	45
Ilustración 6 Zona de amenaza sísmica en función de la aceleración horizontal pico efectiva y la aceleración vertical pico efectiva	46
Ilustración 7 Clasificación de perfiles del suelo, fuente: NSR-10.	47
Ilustración 8 Tabla A.3-1 irregularidades en planta, fuente: Título A NSR 10.	50
Ilustración 9 Plancha geológica 242.....	63
Ilustración 10 memoria explicativa plancha geológica 245	64
Ilustración 11 Plancha geológica 242.....	65
Ilustración 12 Mapa de principales estructuras geológicas 245	66
Ilustración 13 Historial de sismo, fuente: http://sish.sgc.gov.co	67
Ilustración 14 Localización bloque educativo.....	70
Ilustración 15 Plano primer piso Bloque Educativo.....	71
Ilustración 16 Plano segundo piso Bloque Educativo.....	72
Ilustración 17 Plano tercer piso Bloque Educativo	73
Ilustración 18 Plano cubiertas Bloque Educativo.	74
Ilustración 19 Fachada Lateral Derecha.....	75
Ilustración 20 Fachada Frontal.....	75
Ilustración 21 Fachada Lateral Izquierda	75

Ilustración 22 Fachada posterior	76
Ilustración 23 Corte A-A'	76
Ilustración 24 Corte B-B'	76
Ilustración 25 Planta de cimentaciones	77
Ilustración 26 Implantación Muros De Carga N 0.00	78
Ilustración 27 Planta Estructural N+ 2.65	79
Ilustración 28 Implantación Muros De Carga N+ 2.65	80
Ilustración 29 Planta Estructural N+ 5.73	81
Ilustración 30 Implantación Muros De Carga N+ 5.73	82
Ilustración 31 Planta Estructural De Carga N+ 9.78	83
Ilustración 32 Planta Estructural De Carga N+ 9.78	84
Ilustración 33 Implantación Muro Estructural	85
Ilustración 34 Topografía	86
Ilustración 35 Plano localización interna y áreas lote general.	86
Ilustración 36 Referencia histórica	92
Ilustración 37 Ubicación lesión 1	99
Ilustración 38 Ubicación lesión 2	101
Ilustración 39 Ubicación Lesión 3	103
Ilustración 40 Ubicación Lesión 4	105
Ilustración 41 Ubicación Lesión 5	107
Ilustración 42 Ubicación Lesión 6	109
Ilustración 43 Ubicación Lesión 7	111
Ilustración 44 Ubicación Lesión 8	113
Ilustración 45 Ubicación Lesión 9	115
Ilustración 46 Ubicación Lesión 11	117
Ilustración 47 Ubicación Lesión 12	119

Ilustración 48 Ubicación Lesión 13	121
Ilustración 49 Ubicación Lesión 14	123
Ilustración 50 Ubicación Lesión 15	125
Ilustración 51 Ubicación Lesión 16	126
Ilustración 52 Ubicación Lesión 17	127
Ilustración 53 Ubicación Lesión 18	128
Ilustración 54 Ubicación Lesión 19	129
Ilustración 55 Ubicación Lesión 20	130
Ilustración 56 Ubicación Lesión 21	131
Ilustración 57 Ubicación Lesión 22	132
Ilustración 58 Ubicación Lesión 23	133
Ilustración 59 Ubicación Lesión 24	134
Ilustración 60 Ubicación Lesión 25	135
Ilustración 61 Ubicación Lesión 26	136
Ilustración 62 Ubicación Lesión 27	137
Ilustración 63 Ubicación Lesión 28	139
Ilustración 64 Ubicación Lesión 29	140
Ilustración 65 Ubicación Lesión 30	141
Ilustración 66 ubicación puntos de referencia	153
Ilustración 67 medida de ancho de fisura ZBL F-800.....	155
Ilustración 68 detector de armaduras utilizado.	156
Ilustración 69 parámetros potenciales de corrosión.	157
Ilustración 70 Angulo de utilización de esclerómetro.....	157
Ilustración 71 prueba esclerometrica.....	158
Ilustración 72 acoplamiento de transductores	159
Ilustración 73 muestra de suelo N-2.00.....	164

Ilustración 74 proceso de plomadas en columnas	165
Ilustración 75 proceso de escuadras en muros	166
Ilustración 76 topografía base levantamiento planimetrico y altimétrico de la universidad de Cundinamarca Girardot	177
Ilustración 77 exportación de curvas de nivel a civil 3d	178
Ilustración 78 análisis de curvas de nivel surfer 9	178

TABLA DE CONTENIDO DE GRÁFICOS.

Gráfico 1 Clima Girardot anual.....	42
Gráfico 2 Temperatura promedio Girardot.	42
Gráfico 3 Precipitaciones Girardot anuales.....	43
Gráfico 4 Vientos anuales Girardot.....	44
Gráfico 5 Composición y organización espacial.....	88
Gráfico 6 Distribución espacial.....	88
Gráfico 7 Organización y composición de fachadas.....	89
Gráfico 8 Zonificación.	90
Gráfico 9 Recorrido inspección visual.	97
Gráfico 10 Inspección visual de fachadas.....	98
Gráfico 11 Lesiones tercer piso, elaboración: autores.....	142
Gráfico 12 Lesiones segundo piso, elaboración autores.	143
Gráfico 13 Lesiones tercer piso, elaboración autores.	144
Gráfico 14 intensidad en función de la duración.....	173
Gráfico 15 intensidad en función de la duración.....	174
Gráfico 16 comportamiento de flujo del agua lluvia por topografía.....	179
Gráfico 17 modelo tridimensional de la topografía de la universidad de Cundinamarca.	180
Gráfico 18 pendientes sobre el edificio de estudio.	184
Gráfico 19 VISTA ELEMENTOS ESTRUCTURALES 3D.....	186
Gráfico 20 desplazamientos de la estructura.....	188
Gráfico 21 espectro de aceleración utilizado.	189
Gráfico 22 Sobre esfuerzos en elementos estructurales.....	190
Gráfico 23 diagrama de cargas axiales.....	190
Gráfico 24 diagrama de cortante en elementos estructurales.....	190

Gráfico 25 Diagrama de torsión 191
Gráfico 26 diagrama de momentos 191

TABLA DE TABLAS

Tabla 1 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.	170
Tabla 2 Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma	170
Tabla 3 Intensidad - Duración - Período de retorno.....	171
Tabla 4 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 10 años	172
Tabla 5 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 25 años	173
Tabla 6 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 100 años.	174
Tabla 7 Intensidades - Tiempo de duración	175
Tabla 8 Caudales	176
Tabla 9 Ensayos de permeabilidad tipo de suelo CL	183
Tabla 10 ENSAYO DE PERMEABILIDAD SUELO TIPO SM.....	184
Tabla 11 tablas de cálculo de caudales de descarga y caudales de infiltración para los suelos...185	

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1 Ficha 1 “Reconocimiento Inicial”.

Anexo 2 Ficha 2 “Reconocimiento Inicial: Información general”.

Anexo 3 Ficha 3 “Reconocimiento Inicial: Medio ambiente”.

Anexo 4 Ficha 4 “Reconocimiento Inicial: estado general”.

Anexo 5 Ficha 5 “Lesión 1”.

Anexo 6 Ficha 6 “Lesión 2”.

Anexo 7 Ficha 7 “Lesión 3”.

Anexo 8 Ficha 8 “Lesión 4”.

Anexo 9 Ficha 9 “Lesión 5”.

Anexo 10 Ficha 10 “Lesión 6”.

Anexo 11 Ficha 11 “Lesión 7”.

Anexo 12 Ficha 12 “Lesión 8”.

Anexo 13 Ficha 13 “Lesión 9”.

Anexo 14 Ficha 14 “Lesión 10”.

Anexo 15 Ficha 15 “Lesión 11”.

Anexo 16 Ficha 16 “Lesión 12”.

Anexo 17 Ficha 17 “Lesión 13”.

Anexo 18 Ficha 18 “Lesión 14”.

Anexo 19 Ficha 19 “Lesión 15”.

Anexo 20 Ficha 20 “Lesión 16”.

Anexo 21 Ficha 21 “Lesión 17”.

Anexo 22 Ficha 22 “Lesión 18”.

Anexo 23 Ficha 23 “Lesión 19”.

Anexo 24 Ficha 24 “Lesión 20”.

Anexo 25 Ficha 25 “Lesión 21”.

Anexo 26 Ficha 26 “Lesión 22”

1. Introducción.

Bien se sabe que la Arquitectura es el arte de diseñar, proyectar y edificar construcciones donde se puedan desarrollar las actividades humanas, esto parte de una serie de determinantes y condicionantes para hacer lo más habitable posible estos espacios. La Ingeniería Civil se encarga de calcular, diseñar, administrar donde se emplea cálculos matemáticos para la construcción de infraestructura del entorno social. Si bien, estas dos profesiones tienen diferencias y cada una su especialidad; por pertenecer al campo de la construcción, se complementan una a la otra.

La Arquitectura e Ingeniería civil tiene un compromiso donde no solo se encargan de la creación de proyectos civiles y arquitectónicos si no de mantener un legado en la sociedad donde prime el bienestar social y la preservación de la identidad.

Como profesiones del campo de la construcción, los arquitectos e ingenieros están comprometidos a preservar y salvaguardar los bienes de la comunidad mediante el estudio de las problemáticas de la construcción.

La Patología de la construcción proviene de la palabra griega “pathos” que significa enfermedad y de “logos” estudio. Es el estudio de las problemáticas de origen físico, químico o mecánico que presenta una edificación u obra, se realiza un diagnóstico, luego se recomiendan soluciones para recuperar una construcción afectada y como prevenir futuros daños.

Girardot cuenta con Centro de Educación Superior, donde destaca la Universidad de Cundinamarca. En 1974 empiezan actividades con los programas de Enfermería, Biología, Química y Ciencias Sociales. Esta Universidad tiene un gran aporte a la educación del municipio; está al alcance de la población sin necesidad de trasladarse a capitales como Bogotá o Ibagué. Cuenta con su propio plantel físico el cual está en una zona central de la ciudad.

Actualmente esta edificación presenta problemáticas como agrietamientos, los cuales amenazan el buen funcionamiento de esta. Se necesita una intervención para asegurar el desarrollo y calidad de vida de sus estudiantes y de la comunidad en general.

Debido a esto, se realizará un estudio patológico de la Universidad de Cundinamarca, por parte de ingenieros y arquitectos, donde se identifica y clasifica las lesiones para reflejar el estado actual de la Universidad de Cundinamarca, posterior dar recomendaciones y soluciones para mejorar el plantel.

2. Objetivo General.

Realizar el estudio patológico de la infraestructura del bloque educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot, lo que permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la especialización, desarrollando actividades de diagnóstico, reparación y/o mejoramiento de este plantel, adicionalmente la ejecución de ensayos no destructivos a elementos estructurales y no estructurales.

2.1. Objetivos específicos.

- 1). Implementar una metodología y criterios de identificación y diagnóstico de lesiones.
- 2) Identificar las lesiones y problemáticas estructurales presentes en el plantel.
- 3). Clasificar las lesiones y problemáticas encontradas de acuerdo al proceso patológico o mecanismo de daño.
- 4). Aplicar la metodología diseñada para diagnosticar y evaluar las lesiones, lo cual permita reflejar la situación del plantel de la universidad.
- 5). Proponer soluciones y recomendaciones a los daños y problemas encontrados en el paciente.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1. ¿Qué es la patología de la construcción?

La patología de la construcción es una línea de estudio de los ingenieros, arquitectos y constructores, que brinda los conocimientos pertinentes para la evaluación de todo tipo de edificaciones, con el objetivo de observar y analizar las lesiones presentadas en la infraestructura y su causa de origen; como se expresa a continuación “La Especialización en Patología de la Construcción promueve la formación integral y específica en el campo del saber de los procesos de diseño, supervisión de obra y los específicos de la construcción; entre ellos: concretos, maderas, metales, comportamiento de los materiales, conceptualización estructural, mecánica de suelos, cimentaciones, vulnerabilidad sísmica, vías y pavimentos y desde luego las metodologías en los procesos de Historia Clínica, Diagnóstico e Intervención; mediante acciones y procesos de enseñanza-aprendizaje, investigación y proyección social, para responder de manera ética, creativa, crítica y de autoevaluación a las exigencias y necesidades del país y las regiones frente a una necesidad real de la problemática de las construcciones, aportando soluciones y generando un nuevo conocimiento de utilidad institucional y social como aporte al desarrollo de un país moderno.” (USTA, 2015). Como se puede observar, el objetivo de los patólogos de la construcción abarca un importante escalón en la evolución de la construcción en general, debido a sus aportes en la investigación de los comportamientos presentados post-construcción; para ahondar en lo anterior, se puede describir la patología de la construcción como la ciencia encargada de evaluar los síntomas de las edificaciones, con el propósito de diagnosticar una enfermedad y su procedimiento de recuperación.

De lo analizado se conoce que la patología de la construcción no es una ciencia moderna, en sus inicios no fue tan representativa, puesto que, no se le otorgaba la importancia de su estudio, esta

surgió desde que el hombre empezó a construir sus refugios, cuando se cuestionaba por el mantenimiento, preservación, restauración y rehabilitación de sus estructuras; en la antigüedad algunos códigos que otorgaban la ley por mano propia o la ley de ojo por ojo, castigaban a los constructores con sanciones extremas, como pérdida de partes del cuerpo, familiares o la vida propia cuando la construcción no cumplía lo esperado en el tema de estabilidad, de una manera extrema surgió la importancia de crear infraestructura estable y segura, lo que conllevó a la investigación de comportamiento de construcciones durante la fenómenos atmosféricos y movimientos telúricos, mediante el estudio de experiencias vividas de estos fenómenos, se fue desarrollando normatividad de obligatorio cumplimiento y guías o códigos de construcción.

3.1.1. Etimología.

Etimología es el estudio del origen de las palabras individuales, la etimología de la palabra patología proviene de dos palabras griegas una es παθος (phatos) y la otra λόγος (logos), la primera palabra significa enfermedad y la segunda palabra es traducida a tratado, estudio o indagación, lo que deduce que la patología es el estudio de enfermedades a rasgos generales, el verbo construir proviene del latín construere (fabricar, edificar) compuesto por el prefijo con- significando unión, todo, junto y el verbo struere que se traduce a juntar, amontonar; es por esto que la etimología de la patología de la construcción hace referencia al estudio de enfermedades de las edificaciones de varios elementos.

Esta ciencia gracias a las diferentes investigaciones ha logrado clasificar las lesiones y las causas presentadas en las construcciones de acuerdo a su origen, composición o deformación, se mencionan a continuación los tipos referenciados en la enciclopedia de Broto.

3.2. Tipos de causas:

Los problemas patológicos aparecen cuando hay una respuesta de un elementos estructural o no estructural ante una acción. Las acciones que producen estas lesiones son llamadas causas, de las cuales hay dos tipos:

Directas: “son el origen inmediato del proceso patológico” es decir, donde intervienen agentes activos. Se clasifican según el tipo de lesiones: físicas, químicas, biológicas y mecánicas.

Indirectas: errores y defectos de diseño o ejecución, que necesitan la conjunción de la causa directa para iniciar un proceso patológico”, es decir, donde intervienen agentes pasivos.

3.3. ¿Qué es una lesión en el campo de la construcción?

Según la Enciclopedia de Broto una lesión es “una manifestación de un problema constructivo, es decir, el síntoma final de un proceso patológico”.

Algunas lesiones pueden ser originadas por otras lesiones, todas hacen parte de un proceso. No suele aparecer una lesión aislada. Por esta razón, se debe hacer una distinción y clasificar cada lesión. Se le conoce como lesión primaria a la lesión que surge en primer lugar y “lesión secundaria” producto de la primera lesión (Enciclopedia de Broto)

Según la Enciclopedia de Broto, las lesiones se dividen dependiendo su carácter y tipología de proceso patológico, estas son: físicas, químicas y mecánicas.

3.3.1. Lesiones físicas:

Tienen como orígenes agentes atmosféricos como: lluvia, sol, temperatura, contaminación, viento.

Entre las lesiones físicas más comunes están:

Humedad: presencia de agua en un porcentaje mayor de lo normal en un material. Se conocen cinco tipos de humedad en función de la causa:

-Humedad de obra: se genera durante el proceso de construcción, cuando la evaporación no se ha producido debido a una barrera.

-Humedad por capilaridad: el agua del suelo sube por medio de los poros de elementos verticales.

-Humedad por filtración: se genera cuando el agua del exterior penetra un elemento en su interior.

-Humedad por condensación: condensación del vapor de agua de ambientes con mayor presión de vapor, hacia espacios de presión más baja. Hay varios tipos de condensación dependiendo la zona donde se halle.

Condensación por superficial interior: aparece al interior de un cerramiento.

Condensación intersticial: aparece en una masa de cerramiento o entre dos de sus capas.

Condensación higroscópica: se produce dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua del ambiente.

-Humedad accidental: se produce por rotura de conducciones y cañerías y produce humedades puntuales.

Erosión: transformación o pérdida del material de una superficie.

Erosión atmosférica: causada por acción física de agentes atmosféricos.

Suciedad: depósito de partículas en suspensión sobre una superficie. Hay distintos tipos de suciedad:

Suciedad por depósito: acción de la gravedad sobre partículas en suspensión en la atmósfera.

Ensuciamiento por lavado diferencial: sucede cuando las partículas en suspensión penetran los poros superficiales por acción del agua de lluvia y tiene como consecuencia los ‘churretones’ que se ven en las fachadas.

3.3.2. Lesiones mecánicas.

Se denomina lesión física a toda aquella donde predomina un factor mecánico que produce movimientos, desgastes, aberturas o separación del elementos o materiales. Se pueden dividir en cinco:

-Deformaciones: variación en la forma del elementos o material y son consecuencia de esfuerzos mecánicos que se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando está entre la carga. Estas se dividen en cuatro subgrupos, que pueden dar origen a lesiones secundarias, como fisuras, grietas y desprendimientos.

-Flechas: consecuencia directa del exceso de cargas verticales o la transmisión carga de otro elemento empotrado a elementos horizontales.

-Pandeos: consecuencia de un esfuerzo a compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical.

-Alabeos: consecuencia de la rotación de elementos, debido a esfuerzos horizontales.

-Grietas: aperturas longitudinales que afectan el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento.

-Grietas por exceso de carga: afectan a elementos estructurales o de cerramiento sometidos a cargas para las cuales no están diseñados. Estas grietas de este tipo requieren de un esfuerzo para mantener la seguridad.

-Por dilataciones y contracciones higrotérmicas: afectan sobre todo a elementos no estructurales y también pueden afectar elementos estructurales si no prevén juntas de dilatación.

-Fisuras: aperturas longitudinales que afectan la superficie o el acabado de un elemento constructivo. Su origen y evolución es diferentes al de las grietas. Las fisuras se dividen en dos grupos.

-Reflejo del soporte: se produce cuando hay una discontinuidad constructiva, por una junta, falta de adherencia o deformación, cuando el soporte se somete a un movimiento que no puede resistir.

-Inherente al acabado: se produce por movimientos de dilatación-contracción, en chapados y alicatados y por retracción, en el caso de morteros.

-Desprendimientos: separación de un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos. Puede producirse como consecuencia de lesiones previas como humedades, deformaciones y grietas. El desprendimiento afecta acabados continuos como por elementos.

-Erosiones mecánicas: pérdida de material superficial debido a esfuerzos mecánicos, golpes o rozaduras. Se presentan mayormente en vías, pero pueden aparecer en elementos como fachadas y tabiques, o en partes altas y cornisas, debido a partículas que transporta el viento.

3.3.3. Lesiones químicas.

Se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico. En muchas ocasiones sus síntomas confunden con el resto de lesiones.

El origen de estas lesiones suele ser por la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando la descomposición que afectan la integridad del material. Este tipo de lesiones se dividen en cuatro:

-Eflorescencias: tiene como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles y son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalización.

Se presentan dos variantes:

Sales cristalizadas que no proceden del material: es muy común encontrarlo en morteros protegidos o ladrillos unidos de donde proceden las sales.

Sales cristalizadas bajo la superficie del material: en oquedades, que se acabarán desprendiendo. También se les denomina criptoflorescencias.

-Oxidación y corrosión: transformación molecular que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de los metales como acero e hierro. Los dos presentan procesos patológicos distintos, pero tienen una sintomatología similar.

Oxidación: transformación de los metales al entrar en contacto con el oxígeno. La superficie tiende a transformarse en óxido y en este modo se protege el metal de la acción del oxígeno.

Corrosión: pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal. Sucede cuando el metal actúa como ánodo o polo negativo y pierde electrones a favor del cátodo o polo positivo. Se puede diferenciar dos tipos de corrosión.

-Organismos: los animales, sobre todo los insectos se alojan al interior de los materiales alimentándose de este. También animales de peso como aves o pequeños mamíferos que causan lesiones erosivas.

-Plantas: las plantas de porte causan lesiones debido a su peso o a la acción de sus raíces, también las plantas microscópicas, que causan lesiones mediante ataques químicos. Las plantas microscópicas se subdividen en mohos, los cuales se encuentran en materiales porosos, donde desprenden sustancias químicas que producen cambios de aspecto, olor y incluso erosiones. Y hongos que atacan normalmente la madera.

4. MARCO LEGAL.

El marco legal de la patología de la construcción, no ha presentado o no existen parámetros que indique los criterios para análisis patológicos de las edificaciones según alguna ley o decreto, sin embargo, si existe una gran variedad de leyes y normas que rigen el estudio, diseño y construcción de todo tipo de obras civiles a realizarse en la república de Colombia.

Para el caso concreto del presente trabajo, son aplicables las siguientes normas de calidad y diseño contempladas en la normatividad colombiana:

Norma sismo resistente NRS-10, la cual brinda los parámetros para la resistencia a los movimientos telúricos en las construcciones, referenciando el estudio, diseño y construcción de edificaciones habitacionales, especificaciones que varían de acuerdo al nivel de importancia y la zona a ejecutar la construcción, además adiciona un literal aplicable a la evaluación construcciones antiguas.

Norma Técnica colombiana NTC-4595 planteamiento de diseño de instalaciones y ambientes escolares, estableciéndose allí las áreas y condiciones que deben cumplir los centros educativos para el desarrollo de sus funciones.

Norma Técnica colombiana NTC-6047 Accesibilidad al medio físico espacios de servicio al ciudadano en la administración pública. Requisitos, estableciendo las especificaciones que las entidades deben cumplir para inclusión de las personas discapacitadas a todos los espacios.

Norma Técnica colombiana NTC-5828 pinturas al agua tipo emulsión para uso exterior de alta resistencia, aplicable en la recuperación de los muros fisurados y con lesiones de ensuciamiento por lavado diferencial.

5. JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto se enfoca en buscar una solución a las problemáticas constructivas que presenta el recurso físico de aulas de clase de la Universidad de Cundinamarca en la ciudad de Girardot, debido a que con el pasar de los años ha venido presentando lesiones, sobretodo grietas y no se tiene conocimiento de cuál sea el origen de estas. Anteriormente se intentado realizar estudios, pero se descontinuaron.

Este presente trabajo permitirá mostrar cuáles son sus lesiones, cómo y qué factores las causaron a través de los años; profundizar los conocimientos teóricos sobre la metodología de diagnóstico aprendidos en el programa; resaltar la importancia de la patología en el medio de la construcción; el impacto que tiene sobre el plantel, la ciudadanía; las soluciones; prevenciones para evitar de nuevo la aparición de lesiones y ver la evolución del plantel mediante la comparación de antes y después.

6. ALCANCE DEL PROYECTO.

6.1. Limitación espacial.

La ciudad de Girardot se encuentra al sur-occidente del Departamento de Cundinamarca, limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con Flandes y el Río Magdalena, al oeste con Coello y al este con el Ricaurte y el Río Bogotá. (Alcaldía de Girardot Cundinamarca, 2020) es la capital de la Provincia del Alto Magdalena, con una extensión de 129 km².

Tiene una población de 150,178 habitantes, su temperatura máxima es de 38°C y la mínima de 29.3° C



Ilustración 1 Girardot
(Instituto Geográfico Agustín Codazzi. , 2020)

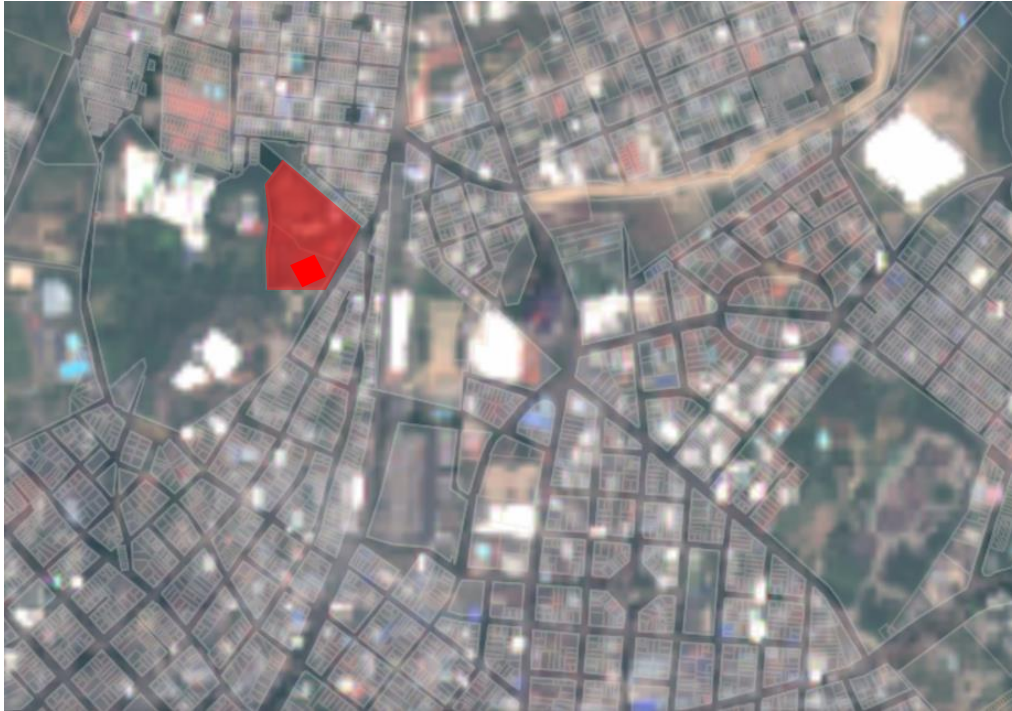


Ilustración 2 Ubicación Universidad Cundinamarca
(Instituto Geográfico Agustín Codazzi. , 2020)

Se realiza unos estudios sobre las lesiones que presenta el plante de aulas de la Universidad de Cundinamarca, la cual se encuentra ubicada en el barrio Santa Isabel de Girardot.

Se resalta que los conceptos utilizando en este trabajo son tomados del aprendizaje enseñado durante la Especialización en Patología de la Construcción o referencias encontradas de acuerdo a las pautas y criterios enseñados en el programa.

Posteriormente, ya con unos criterios y conceptos establecidos, se busca una edificación para desarrollar el trabajo de campo. Se selecciona el bloque educativo de la Universidad de

Cundinamarca sede Girardot donde primeramente se recolecta información de esta como planos y fotografías y luego se hace una visita de campo donde se evalúan las lesiones que la afectan.

7. METODOLOGÍA

Para poder ejecutar una intervención constructiva, es necesario realizar un proyecto de rehabilitación en el cual se planteen soluciones con base a un diagnóstico donde se estudien las lesiones de un edificio, se examina su historia, entorno y estado para determinar cuáles han sido las causas que lo afectaron y posteriormente proponer una reparación.

Para poder concluir un tipo de intervención, debe plantearse una metodología que determine una evolución y pronóstico adecuado. Debe repercutir en la obtención de resultados gratos. Para determinar la metodología deben tenerse en cuenta factores científicos, técnicos y económicos.

Para el desarrollo de este trabajo, tomamos como referencia puntual la metodología planteada por Juan Antonio Chávez y Odalys Álvarez Rodríguez, la cual planean en su documento ‘‘Metodología para el Diagnóstico y Restauración de Edificios’’.

Proceso Patológico:

Origen → Causas → Evolución → Síntomas → Estado Actual.

También dan las premisas para la elaboración de la metodología, las cuales son:

- 1, ‘Caracterizar y clasificar tipologías constructivas’.
2. ‘Identificar daños de cada elemento constituyente’.
3. ‘Identificar deterioros’.

4. “Determinación del origen, evolución, y estado de los diferentes estados patológicos”.

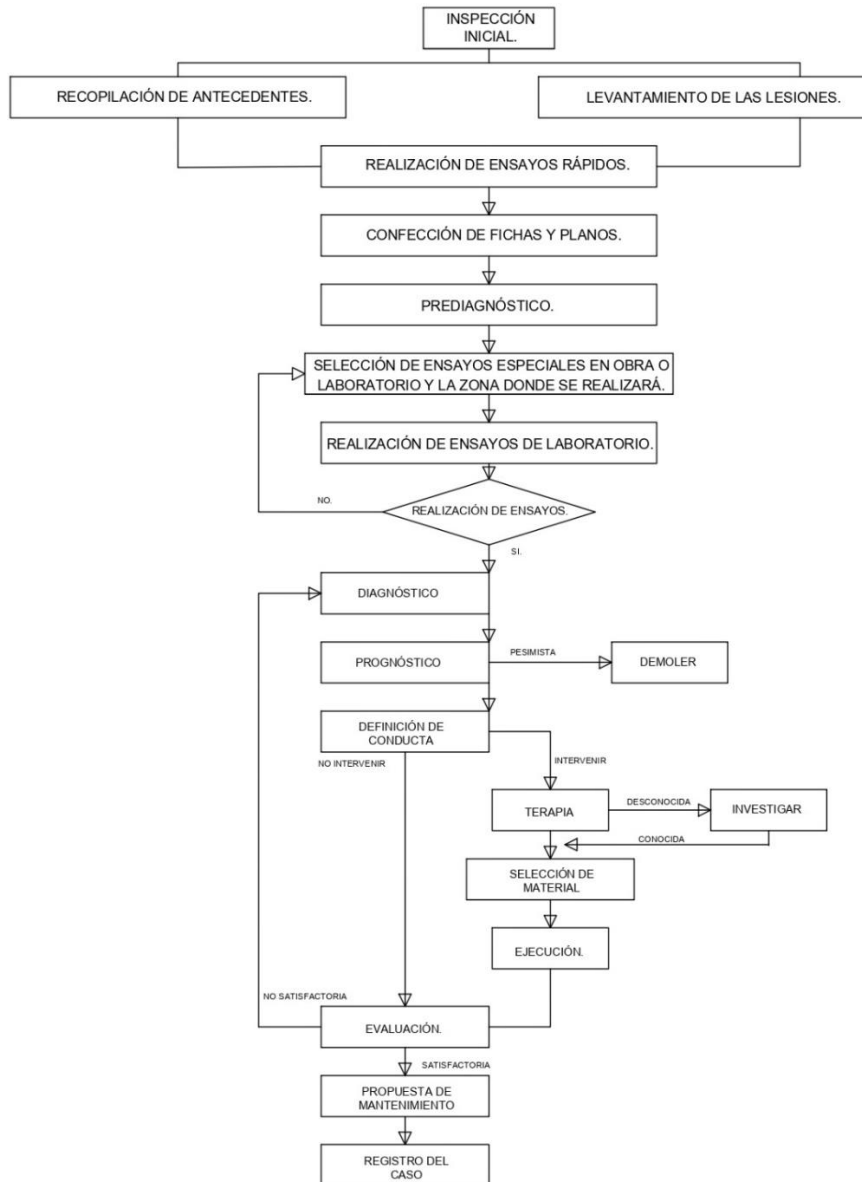


Ilustración 3 Metodología.
(Chávez & Alvarez, 2005)

1. Inspección inicial: se reconocer el entorno donde se encuentra localizado el paciente y se determina características fundamentales. (Escuela de Construcción civil, 2005)

2. Recopilación de antecedentes: documentación gráfica o escrita de la edificación. Obtención de planimetría, informes de diagnóstico, fecha de aparición de lesiones, usos del edificio, fecha de construcción, sistema y detalles constructivos o nivel de contaminación. (Escuela de Construcción civil, 2005)

2.1 Levantamiento de lesiones: detección de lesiones e independizarlas. También detectar los procesos patológicos diferentes con el objetivo de seguirlos adecuadamente.

Toma de fotografías para plasmar las lesiones en un inventario, para facilitar la comprensión del proceso. Se recoge la información como: tipo de lesión, descripción, causas, materiales afectados, elementos constructivos dañados, localización de lesiones en el edificio, nivel de exposición del punto de aparición del síntoma respecto al nivel de la calle. Deben realizarse durante la primera etapa:

A). Fichas de inspección.

B) Procedimientos generales para hacer inspecciones.

3. Realización de ensayos rápidos: evaluación de forma rápida los puntos más críticos, para poder determinar si necesitan ser intervenidos de forma urgente.

Recomendación de ensayos que es posible llevar a cabo con el objeto de facilitar el trabajo de selección de los mismos, en función del tipo de material existente y de la tipología de daño. (Escuela de Construcción civil, 2005)

4. Confección de fichas y planos: deben recoger toda la información obtenida en las etapas anteriores. Los planos deben señalar los deterioros observados en la inspección con mayor precisión posible representando el área afectada. (Escuela de Construcción civil, 2005)

5. Pre diagnóstico: conclusión con los que se llega con los datos obtenidos. Es establecer una hipótesis. Con el pre diagnóstico solamente es posible realizar la propuesta de intervención, se obvian los pasos intermedios. (Escuela de Construcción civil, 2005)

6. Selección de ensayos especiales: deberá priorizarse la realización de ensayos no destructivos para afectar lo menos posible la edificación. En caso de ser ensayos destructivos, el plan de muestras debe estar diseñado por personal capacitado. (Escuela de Construcción civil, 2005)

7. Diagnóstico: se inicia la reconstrucción de los hechos, es decir, trata de conocer como se ha desarrollado el proceso patológico, cual ha sido su origen y sus causas, cuál es su evolución y cuál su estado actual. (Escuela de Construcción civil, 2005)

Se deben contemplar los siguientes aspectos:

- 1) Causas que han originado el proceso, distinguiendo entre directas e indirectas, con descripción precisa de cada una y explicación de su relación, es decir, de todas las posibles causas que hayan actuado conjuntamente.
- 2) Evolución del proceso patológico, indica sus tiempos, posible periodicidad, transformación o ramificación de procesos patológicos.
- 3) Mecanismo de actuación, causas de forma primaria o secundaria.
- 4) Estado actual, situación del proceso, su posible vigencia o su desaparición y las lesiones que se ha dado en el lugar y que constituyen los síntomas perceptibles.

8. Pronóstico: se debe apoyar en el diagnóstico para prevenir la evolución de daños y orientar la evolución de los daños y orientar su correcto tratamiento en una fase posterior. Debe basarse tanto en el diagnóstico del proceso patológico como en el conocimiento del edificio, pues al ser este el que da soporte físico, incide en mayor o menor grado sobre su evolución.

En conclusión, es prever a distintos niveles lo que puede ocurrirle al edificio o a parte de él por un problema patológico. (Escuela de Construcción civil, 2005)

9. Terapia: el diagnóstico permite llegar a propuestas de intervención constructiva que tendrán como objetivo devolverle a la edificación su función inicial.

La terapia dependerá del conocimiento que se tenga sobre la edificación, sus materiales componentes, etc. Puede ser conocida o no, en cuyo caso habrá que investigar en aras de garantizar la compatibilidad entre lo que ya existe y la técnica a emplear para su reparación. (Escuela de Construcción civil, 2005)

Debe referirse tanto a la causa como al efecto, recordando la preferencia de la eliminación de la causa.

A) De las causas: Sobre las causas indirectas se podrá actuar en ocasiones de forma general, por lo que conviene analizar distintos casos tipos.

B) De los defectos: Una vez corregida la causa, y solo después de ello, se deberá proceder a la reparación del defecto, lo que tendrá como objetivo el devolver al elemento su aspecto y funcionalidad originales.

10. Ejecución: Esta etapa requiere de mano de obra especializada en las labores de conservación y de programación adecuada del proceso de intervención en el inmueble para que la acción sobre el mismo no resulte perjudicial. Además, es necesario que se cuente con el equipamiento y herramientas necesarias para llevar a cabo los trabajos. (Escuela de Construcción civil, 2005)

11. Evaluación: se evalúan los resultados finales alcanzados en la intervención realizada. Se debe prestar atención a la compatibilidad entre los materiales originales y los que fueron colocados durante la reparación, a la cura de los defectos y sus causas, etc.

En esta etapa se debe comprobar en la práctica que el diagnóstico fue certero y en su defecto se deberá volver a la etapa de diagnóstico con el objetivo de corregir cualquier equivocación que ponga nuevamente en riesgo a la edificación o elemento estudiado anteriormente. (Escuela de Construcción civil, 2005)

12. Propuesta de mantenimiento: acciones destinadas a mantener la integridad de la edificación.

Los aspectos más importantes que toda propuesta de mantenimiento debe contemplar son los siguientes:

1. Revisiones visuales periódicas.
2. Reposición periódica del material de acabado.
3. Limpieza periódica de superficies y elementos de drenaje.

13. Registro de caso: se archivará en las entidades correspondientes todo lo concerniente a la intervención que se ha llevado a cabo en la edificación con el objetivo de que sirva de base a posibles reparaciones posteriores y a la consulta. (Escuela de Construcción civil, 2005)

7.1. Descripción de la edificación escogida.

Se realizó una búsqueda por parte de los realizadores de este trabajo en las ciudades de Ibagué y Girardot. Se buscaron distintos pacientes, y se descartaron aquellos a los que no se tuvo acceso a información como planimetrías, permisos e historia. Finalmente se escogió el bloque de Aulas de la Universidad de Cundinamarca en Girardot, a la cual tuvimos acceso a información muy detallada y además de poder realizar visitas técnicas.

7.2. Recopilación de información de la edificación.

Se recopiló información como planos arquitectónicos, fachadas, fotografías y datos relevantes del bloque educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot. Donde se investigó que con anterioridad habían mandado a realizar una inspección patológica puesto a que presentaba grietas

y fisuras en la placa de entrepiso siendo más evidente en la parte. No se encontraron planos estructurales del bloque educativo.

Por lo anterior se hace necesario hacer un levantamiento estructural, con base en los planos arquitectónico para cerciorarse que cumpla con la distribución de elementos estructurales, también hacer un estudio donde se examine la distribución de los refuerzos, también las resistencias del concreto de los elementos.

7.3. Permisos y autorización de la inspección.

Mediante una carta, firmada por el coordinador de la Especialización en Patología de la Construcción, y los estudiantes Arq. Ana María Troncoso V, Ing. Fredy Vargas G, Ing. Miguel Capera H, se solicitó el permiso del ingreso a la Universidad de Cundinamarca sede Girardot, el cual fue autorizado por El Director Seccional Juan Carlos Méndez Forero.

7.4. Inspección Visual:

se realizó una inspección visual del bloque educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot en noviembre del 2020. Se inspeccionó las lesiones que tiene, donde se encontraron mayormente grietas y oxidación en la placa maciza de entrepiso, humedades y fisura y grietas en elementos no estructurales. A partir de esto, se realizó un archivo fotográfico.

7.5. Equipo de trabajo que hará los concernientes estudios:

En el mes de noviembre de 2020, se realizó la visita al bloque académico de la Universidad de Cundinamarca. Los estudios y ensayos se realizarán en el semestre A-2021.

8. Historia Clínica.

En el diagnóstico de un estudio patológico es muy importante verificar el estado actual del paciente. cuando se trata de un paciente nuevo debemos verificar su historia clínica y en dado caso de no existir, debemos abrir una todo con el fin de que futuras investigaciones conozcan el diagnóstico del especialista y puedan verificar el estado actual.

8.1. Responsables del estudio.

Los responsables del estudio son los siguientes profesionales:

- Arq. Ana María Troncoso, arquitecta egresada de la Universidad del Tolima en el año 2019, estudiante actual de la Especialización en Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás.
- Ing. Miguel Ángel Capera, Ingeniero egresado de la Universidad Cooperativa de Colombia en el año 2014, estudiante actual de la Especialización en Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás.
- Ing. Fredy Vargas García, Ingeniero Civil egresado de la Universidad Minuto de Dios, actual estudiante de Especialización en Patología de la Construcción Universidad Santo Tomás.

8.2. Fecha de realización del estudio.

La investigación inicial empezó el 1 de noviembre del 2020, se realizó una visita de diagnóstico el día 20 de noviembre de 2020, en esta se verificaron las lesiones sus posibles orígenes y se realizaron algunos ensayos para poder clasificar las lesiones y así poder determinar el proceso del estudio patológico que se deberá realizar.

8.3. Datos del paciente.

8.3.1. Nombre. Bloque educativo universidad de Cundinamarca seccional Girardot.

8.3.2. Localización.

la universidad Cundinamarca está ubicada al noroccidente del municipio de Girardot exactamente en la calle 20 carrera 22 lote la salud. El lote cuenta con un área de 14654.88 m² identificado con una matrícula inmobiliaria N° 307-0065168 y una cedula catastral N°25307010201670155, y unas coordenadas base según placas de amarre coordenadas magna sirga Bogotá IGAC (N= 919083.924 E= 967998.655)

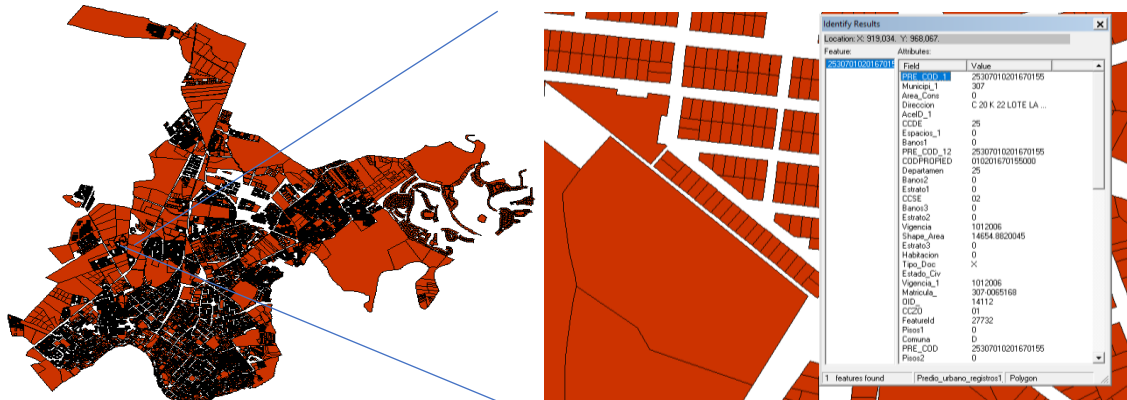


Ilustración 4 Ubicación Girardot (Sirga Bogotá, 2020)

8.3.3. Contexto:

La Universidad de Cundinamarca se encuentra emplazada en una zona de uso mixto donde hay presencia de vivienda con pequeños locales de comida. Se encuentra cerca de la zona, el terminal de transporte, el estadio municipal, piscinas olímpicas, supermercados Yumbo, Sena-Girardot. Se conecta con Unicentro, por la Avenida Caños del Norte, donde se extiende un eje peatonal.

La Universidad de Cundinamarca está rodeada de mucho movimiento residencial y de comercio, central a la ciudad, lo cual le da una accesibilidad fácil para cualquier ciudadano. También ayuda a determinar el nivel de importancia que tiene la ciudad para la región, debido a que mide en parte el desarrollo educativo haciendo presencia en esta.

8.3.4. Medio ambiente:

El municipio de Girardot se encuentra localizado en los límites del departamento de Cundinamarca con el departamento del Tolima, estamos ubicados a 326 metros sobre el nivel del mar con un clima tropical monzónico a una temperatura media de 27.8°C

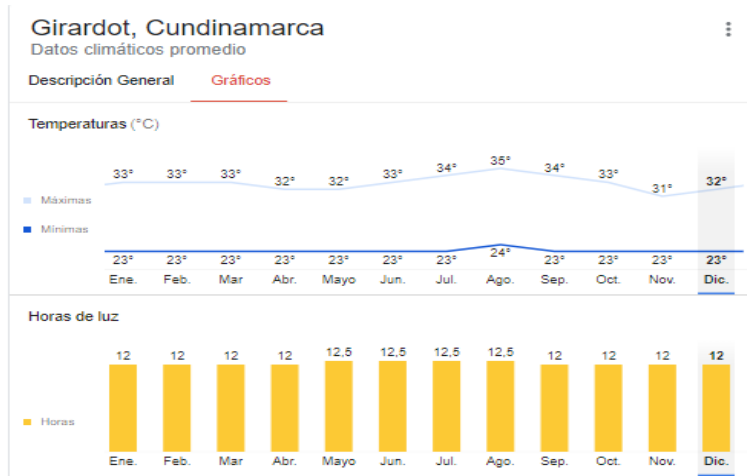


Gráfico 1 Clima Girardot anual.
Fuente. Información clima Google.

8.3.5. Temperatura.

Girardot se encuentra a 283 metros sobre el nivel del mar. El clima aquí es tropical. La mayoría de los meses del año están marcados por lluvias significativas. La corta estación seca tiene poco impacto. El clima aquí se clasifica como Am por el sistema Köppen-Geiger. (clima de Girardot <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/colombia/cundinamarca/girardot-876022/>).

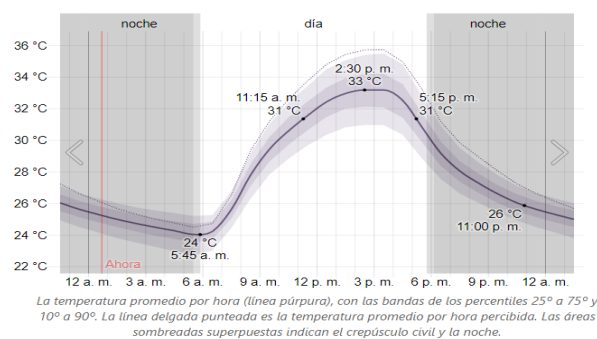


Gráfico 2 Temperatura promedio Girardot.

8.3.6. Precipitaciones.

En el municipio de Girardot se tienen probabilidades de precipitación muy bajas, aunque es de considerar que los tiempos de duración son bajos pero los mm de agua por m² son relativamente altos para la zona. Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Girardot City varía considerablemente durante el año. La temporada más mojada dura 9,0 meses, de 7 de marzo a 7 de diciembre, con una probabilidad de más del 52 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 74 % el 17 de abril.

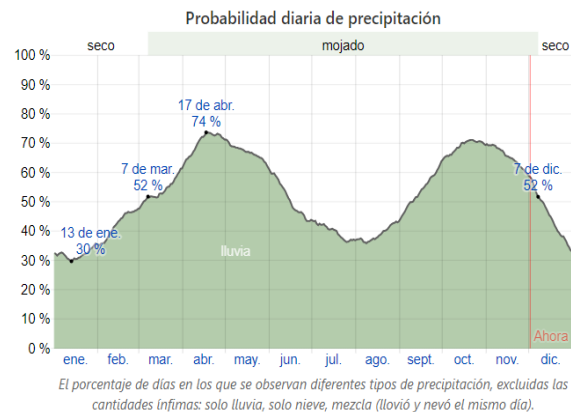


Gráfico 3 Precipitaciones Girardot anuales.

8.3.7. Viento.

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y c del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Girardot City tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3,7 meses, del 26 de mayo al 16 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 5,3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 6 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 6,9 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8,3 meses, del 16 de septiembre al 26 de mayo. El día más calmado del año es el 8 de febrero, con una velocidad promedio del viento de 3,8 kilómetros por hora.

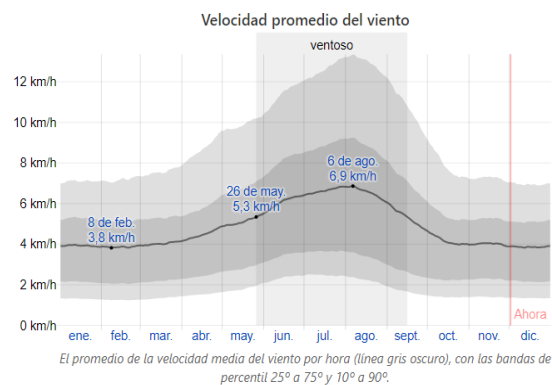


Gráfico 4 Vientos anuales Girardot.

RIESGO SÍSMICO:

Zona de amenaza sísmica: la ciudad de Girardot-Cundinamarca, según la figura A.2.3-1 del título A de la NSR 10, se encuentra ubicada en una zona de amenaza intermedia.

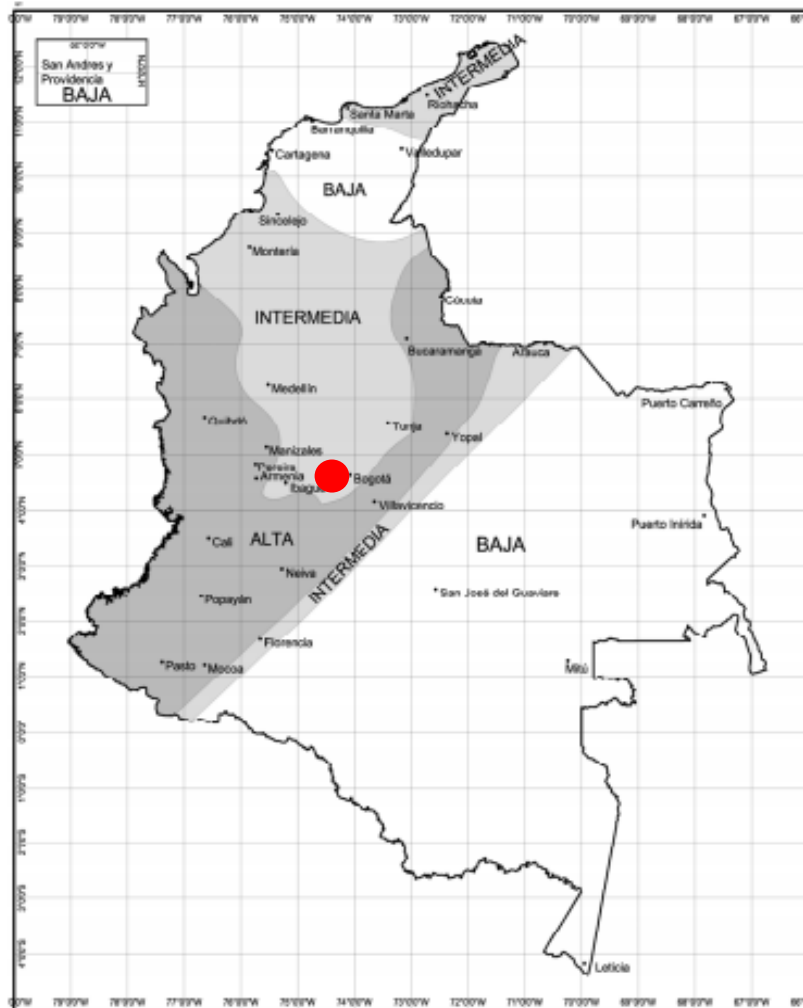


Ilustración 5 Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificación de la NSR 10, figura A.2.3-1, fuente: Título A NSR10

Zona de amenaza sísmica en función de la aceleración horizontal pico efectiva y la aceleración vertical pico efectiva. Ubicado en la zona 3 con un $A_a=0.15$ y un $A_v=0.15$

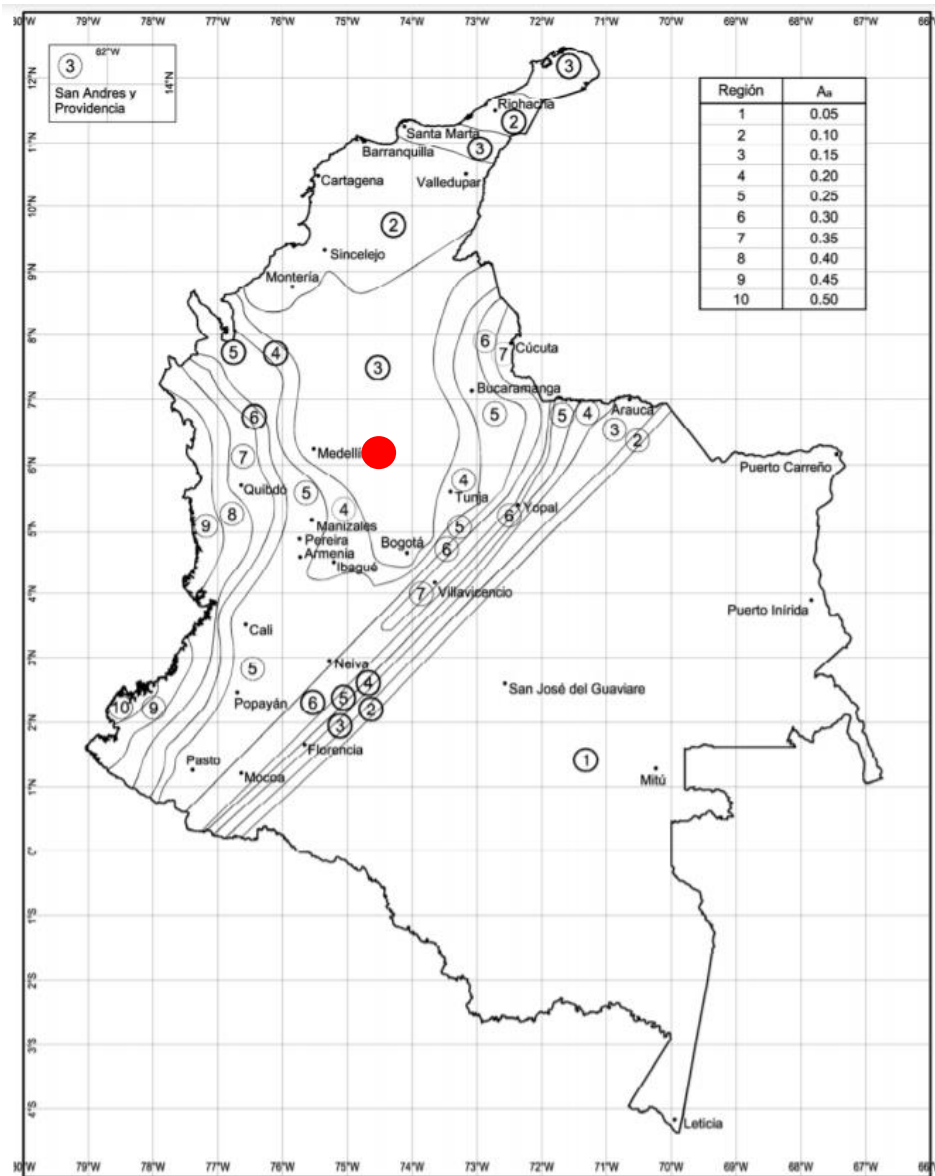


Ilustración 6 Zona de amenaza sísmica en función de la aceleración horizontal pico efectiva y la aceleración vertical pico efectiva

DEFINICIÓN DEL TIPO DE SUELO.

Según el título A de la NSR10, el Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca se encuentra ubicado en el tipo de perfil C.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (=1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (=1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (=0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > \bar{v}_s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (=0.50 kgf/cm ²) > \bar{s}_u
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Ilustración 7 Clasificación de perfiles del suelo, fuente: NSR-10.
COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN F_a PERIODOS CORTOS.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN F_v . PERIODOS INTERMEDIOS.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

GRUPOS DE USO.

Grupo III, Edificaciones de atención a la comunidad: se incluye las edificaciones que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y seguridad de las personas. Según el título A de la NSR 10 en su apartado A.2.5.1.2 Edificaciones de atención a la comunidad, el bloque educativo se encuentra en la categoría D “Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.

COEFICIENTE DE IMPORTANCIA EN FUNCIÓN DEL GRUPO DE USO.

Grupo de Uso	Coefficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE.

El Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot cumple con lo descrito en el numeral A.3.2.1.3 sistema de pórtico, donde dice “ Sistema estructural compuesto por pórtico

espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales”.

C. SISTEMA DE PÓRICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DES)	el mismo	7.0 (Nota-3)	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite
d. De acero con cerchas dúctiles (DES)	Pórticos de acero resistentes o no a momentos	6.0	3.0	si	30 m	si	45 m	si	sin límite

MÉTODO DE ANÁLISIS A UTILIZAR.

Se determina como método de análisis a utilizar el Método de la Fuerza Horizontal Equivalente A.3.4.2.1, donde expone: (d) edificaciones regulares, de 20 niveles o menos y 60m de altura o menos medidos desde la base, en cualquier zona de amenaza sísmica, exceptuando edificaciones localizadas en lugares que tengan un perfil del sueño tipo D, E o F, con periodos de vibración mayores de 2TC.”.

Para realizar el Método de la Fuerza Horizontal Equivalente debe realizarse un modelo matemático linealmente elástico de la estructura.

IRREGULARIDADES EN PLANTA Y EN ALTURA.

El edificio no presenta ninguna de las irregularidades en su forma u altura, sin embargo, existen dos casos aplicables de irregularidades en la tabla A.3-1.

Irregularidades torsional TIPO 1aP y TIPO 1bp: para poder calcular esta irregularidad es necesario realizar un modelo matemático.

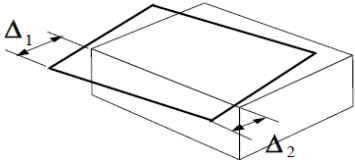
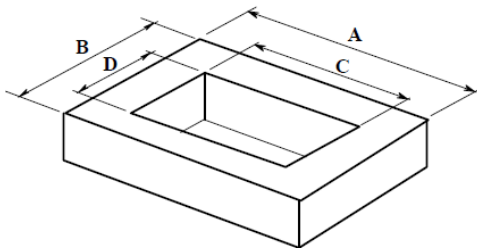
Tipo 1aP — Irregularidad torsional $\phi_p = 0.9$ $1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$	Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema $\phi_p = 0.8$ $\Delta_1 > 1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$
	

Ilustración 8 Tabla A.3-1 irregularidades en planta, fuente: Título A NSR 10.
IRREGULARIDAD DEL DIAFRÁGMA: según los cálculos no presenta ninguna irregularidad en su diafragma.

1) $C \times D > 0.5 A \times B$



A: 34.7 m.

B: 34.7 m.

C: 31 m.

D: 31 m.

$(31 \times 31) > 0.5 (34.7 \times 34.7) =$

$961 > 602.045$

CÁLCULO DE DERIVAS.

Desplazamiento Horizontales en el centro de la masa del piso: desplazamientos horizontales, en las dos direcciones principales de la planta.

Cuando se utiliza el método de la fuerza horizontal equivalente, las fuerzas horizontales que se emplee para determinar los desplazamientos horizontales y torsionales en el centro de la masa pueden calcularse utilizando el periodo.

En las edificaciones pertenecientes a los grupos de uso **II**, **III** y **IV**, para la determinación de las fuerzas horizontales que se empleen para calcular los desplazamientos horizontales en el centro de masa, se permite que el coeficiente de importancia **I**, tenga un valor igual a la unidad (**I = 1.0**), y las fuerzas de diseño a emplear para obtener la resistencia de la estructura deben utilizar el valor del coeficiente de importancia **I** correspondiente al grupo de uso de la edificación.

Grado de desempeño de los elementos no estructurales.

Grado de desempeño mínimo:

Tabla A.9.2-1
Grado de desempeño mínimo requerido

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

A. Superior: “el daño que se presenta en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño”.



Elemento no estructural	a _p	Tipo de anclajes o amarres para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R _p , mínimo requerido en A.9.4.9		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Fachadas				
• paneles prefabricados apoyados arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• en vidrio apoyadas arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• lámina en yeso, con costillas de acero	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas arriba y abajo	1.0	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles ⁽¹⁾
• mampostería no reforzada, separada lateralmente de la estructura, apoyadas solo abajo	2.5	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles ⁽¹⁾
• mampostería no reforzada, confinada por la estructura	1.0	No se permite este tipo de elemento no estructural		No dúctiles ⁽²⁾
Muros que encierran puntos fijos y ductos de escaleras, ascensores, y otros	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos ⁽¹⁾
Muros divisorios y particiones				
• corredores en áreas públicas	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos ⁽¹⁾
• muros divisorios de altura total	1.0	No dúctiles	No dúctiles	Húmedos ⁽¹⁾
• muros divisorios de altura parcial	2.5	No dúctiles	No dúctiles	Húmedos ⁽¹⁾
Elementos en voladizo vertical				
• áticos, parapetos y chimeneas	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
Anclaje de enchapes de fachada	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos
Atillos	1.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
Cielos rasos	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido ⁽³⁾
Anaqueles, estanterías y bibliotecas de más de 2.50 m de altura, incluyendo el contenido				
• Diseñadas de acuerdo al Título F	2.5	Especiales	Dúctiles	No requerido ⁽³⁾
• Otras	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No requerido ⁽³⁾
Tejas	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido ⁽³⁾

INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

Elemento no estructural	a_p^b	Tipo de anclajes o amarres para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p , mínimo requerido en A.9.4.9		
		Grado de desempeño		
		Superior	Bueno	Bajo
Sistemas de protección contra el fuego	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
Plantas eléctricas de emergencia	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g
Maquinaria de ascensores, guías y rieles del ascensor y el contrapeso	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g
Equipo en general				
<ul style="list-style-type: none"> Calderas, hornos, incineradores, calentadores de agua y otros equipos que utilicen combustibles, y sus chimeneas y escapes. Sistemas de comunicación Ductos eléctricos, cárcamos y bandejas de cables^c Equipo eléctrico, transformadores, subestaciones, motores, etc. Bombas hidráulicas Tanques, condensadores, intercambiadores de calor, equipos de presión Empates con las redes de servicios públicos 	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g
Maquinaria de producción industrial	1.0	Dúctiles	No dúctiles	Húmedos
Sistemas de tuberías				
<ul style="list-style-type: none"> Tuberías de gases y combustibles Tuberías del sistema contra incendio Otros sistemas de tuberías^d 	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
	2.5	Dúctiles	No dúctiles	No dúctiles
	2.5	No dúctiles	No requerido ^g	No requerido ^g
Sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación, y sus ductos ^e	1.0	Dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g
Paneles de control y gabinetes eléctricos		No dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g
Luminarias y sistemas de iluminación ^f	1.0	No dúctiles	No dúctiles	No requerido ^g

A.10 EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES ANTES DE LA VIGENCIA DE LA NSR-10.

A. 10.1.3 ALCANCE: se debe llevar a cabo una evaluación del comportamiento sísmico y el diseño de la intervención.

A.10.1.3.1 Reparaciones y cambios menores: el sistema estructura de la edificación no sufre modificaciones cuando se hacen reparaciones y cambios menores que no afecten el sistema de resistencia sísmica ni la integridad estructural de la edificación.

A.10.1.3. Vulnerabilidad sísmica: los criterios del capítulo A.10 se pueden utilizar en diagnóstico y evaluación de vulnerabilidad sísmica antes de la vigencia de la presencia de la NSR-10.

A.10.1.4 Procedimiento de la evaluación de intervención:

Información preliminar:

Etapas 1: que cumpla con alguno de los puntos del apartado A.10.1.3

Etapas 2: recopilar información existente acerca del diseño geotécnico y estructural.

Etapas 3: el sistema estructural debe calificarse con respecto a). la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma y b). el estado de mantenimiento y conservación. Esta calificación debe hacerse de acuerdo con los requisitos de A.10.2.

Evaluación de la estructura existente:

Etapas 4: Deben determinarse unas sollicitaciones equivalentes de acuerdo con los requisitos de A.10.4.2.

Etapas 5: Debe llevarse a cabo un análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las sollicitaciones equivalentes.

Etapas 6: La resistencia existente de la estructura debe determinarse utilizando los requisitos de A.10.4.3.3.

Etapas 7: Se debe obtener una resistencia efectiva de la estructura, a partir de la resistencia existente, afectándola por dos coeficientes de reducción de resistencia obtenidos de los resultados de la calificación

Etapas 8: Debe determinarse un índice de sobreesfuerzo como el máximo cociente obtenido para cualquier elemento o sección de éste, entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural.

Etapas 9: Utilizando los desplazamientos horizontales obtenidos en el análisis de la Etapa 5 deben obtenerse las derivas de la estructura.

Etapas 10: Debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos horizontales como el máximo cociente entre las derivas obtenidas en la Etapa 9 y las derivas permitidas por el Reglamento en el Capítulo A.6. Igualmente debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos verticales como el máximo cociente entre las deflexiones verticales medidas en la edificación y las deflexiones permitidas por el presente Reglamento.

A.10.2.2 ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL: Debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación de una manera totalmente cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura original y en su estado actual.

A.10.3 MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO CON SEGURIDAD LIMITADA:

La ciudad de Girardot se encuentra según la Tabla A.10.3-1 en la región n° 4 donde presenta un Ae de 0.13-0.16.

Tabla A.10.3-1
Valor de A_e según las regiones
de los mapas de la figura A.10.3-1

Región N°	A_e
7	0.25 – 0.28
6	0.21 – 0.24
5	0.17 – 0.20
4	0.13 – 0.16
3	0.09 – 0.12
2	0.05 – 0.08
1	0.00 – 0.04

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

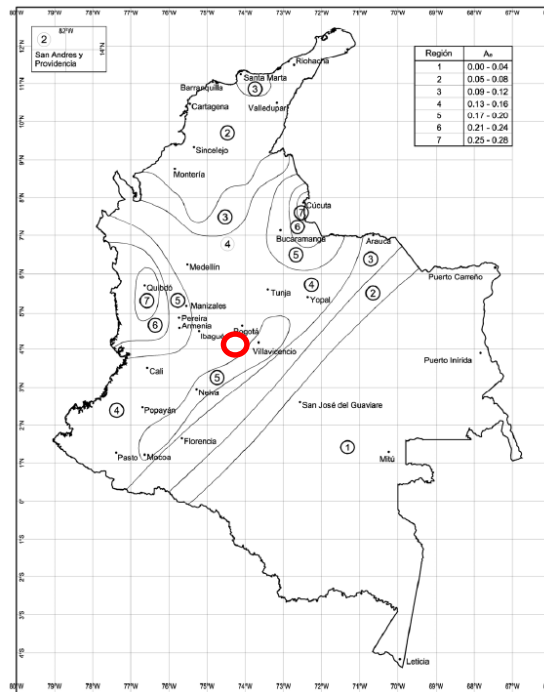


Figura A.10.3-1 — Mapa de valores de A_e

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

RELACIÓN ENTRE DEMANDA Y CAPACIDAD.

Deben determinarse unos índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, que permitan definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las solicitudes equivalentes definidas.

Para poder determinar los valores de ϕ_c y ϕ_e , se debe realizar un modelo matemático de la edificación.

Tabla A.10.4-1
Valores de ϕ_c y ϕ_e

	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Mala
ϕ_c o ϕ_e	1.0	0.8	0.6

REQUISITOS ESPECIALES PARA EDIFICACIONES INDISPENSABLES DE LOS GRUPOS III Y IV.

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN: verificar que la estructura y los elementos no estructurales se mantienen dentro del rango elástico de respuesta cuando se presenten los movimientos sísmicos correspondientes al umbral de daño:

Paso A — Movimientos sísmicos correspondientes al umbral de daño.

Paso B — Fuerzas sísmicas correspondientes al umbral de daño.

Paso C — Análisis de la estructura para las fuerzas sísmicas correspondientes al umbral de daño

Paso D — Verificación para el umbral de daño.

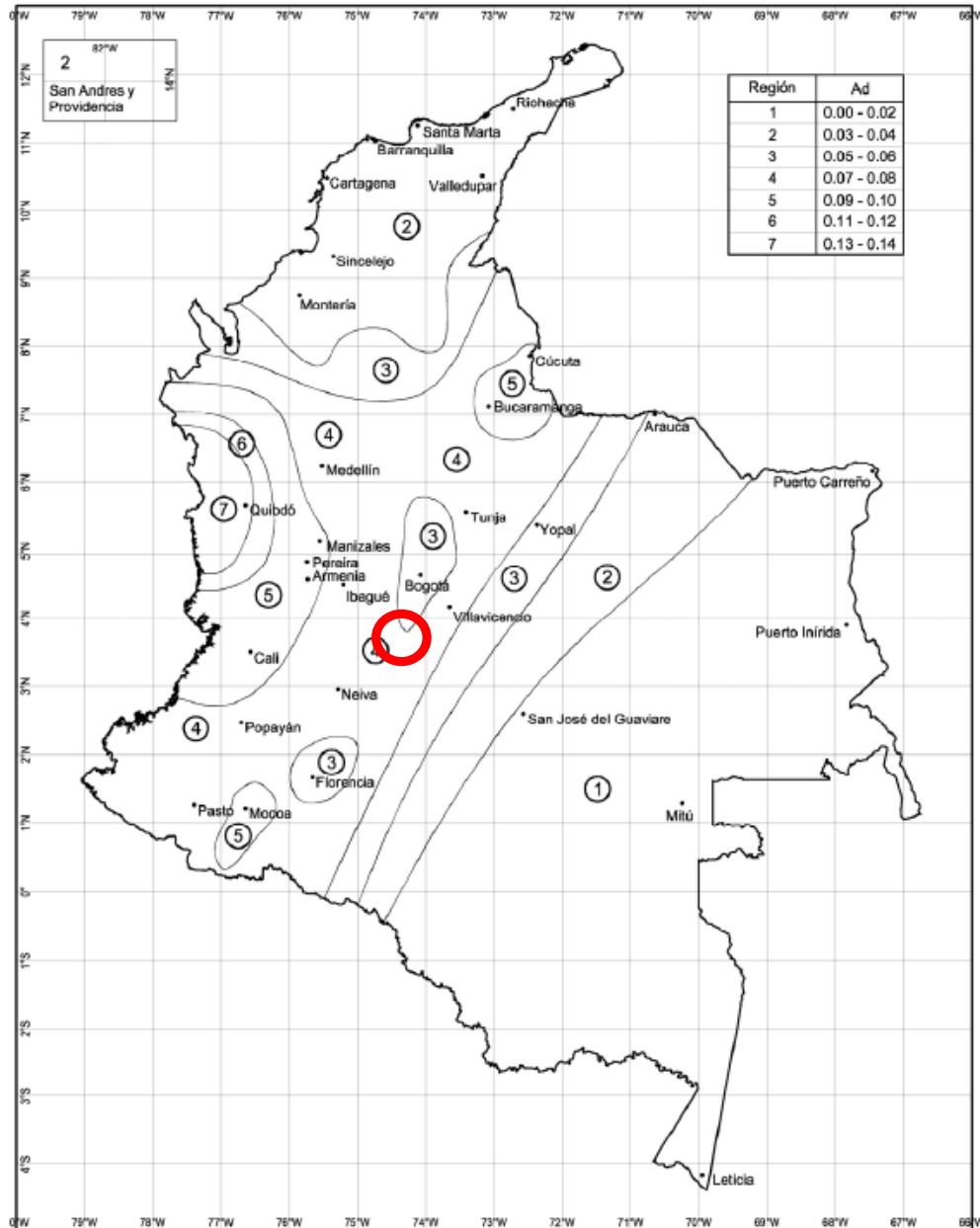
Tabla A.12.2-1
Valores de A_d según la región del mapa de la figura A.12.2-1

Región N°	A_d
7	0.13 – 0.14
6	0.11 – 0.12
5	0.09 – 0.10
4	0.07 – 0.08
3	0.05 – 0.06
2	0.03 – 0.04
1	0.00 – 0.02

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



NSR-10 – Capítulo A.12 – Requisitos especiales para edificaciones
indispensables de los grupos de uso III y IV



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

Figura A.12.2-1 — Mapa de valores de A_d

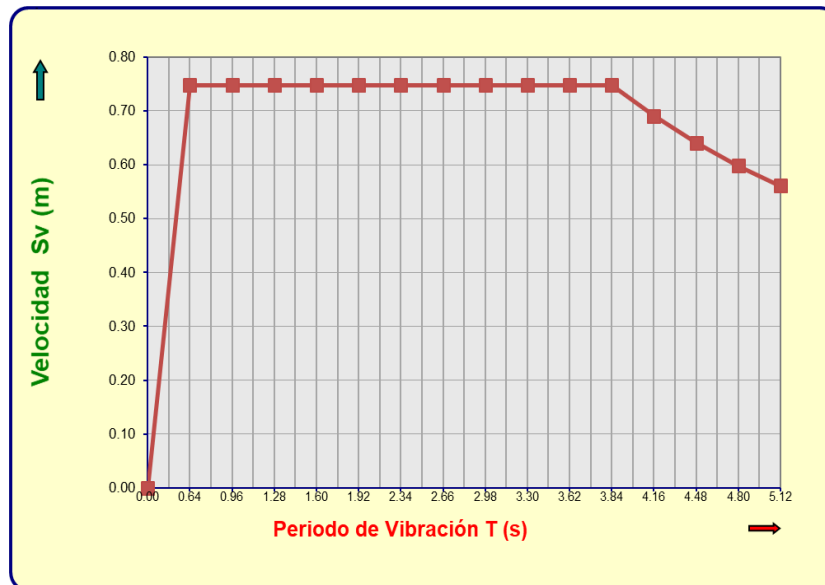
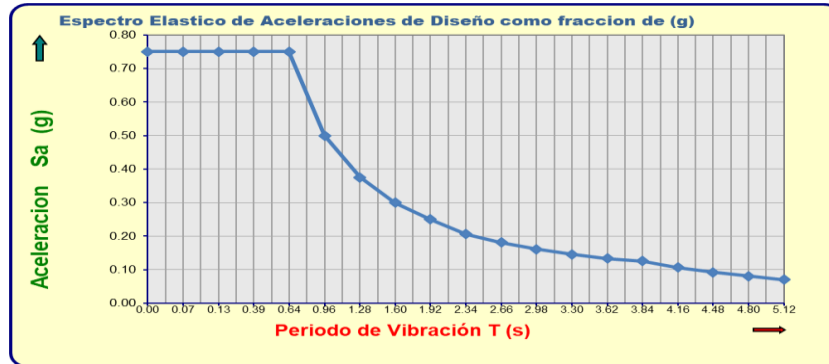


ESPECTRO SÍSMICO PARA EL UMBRAL DE DAÑO

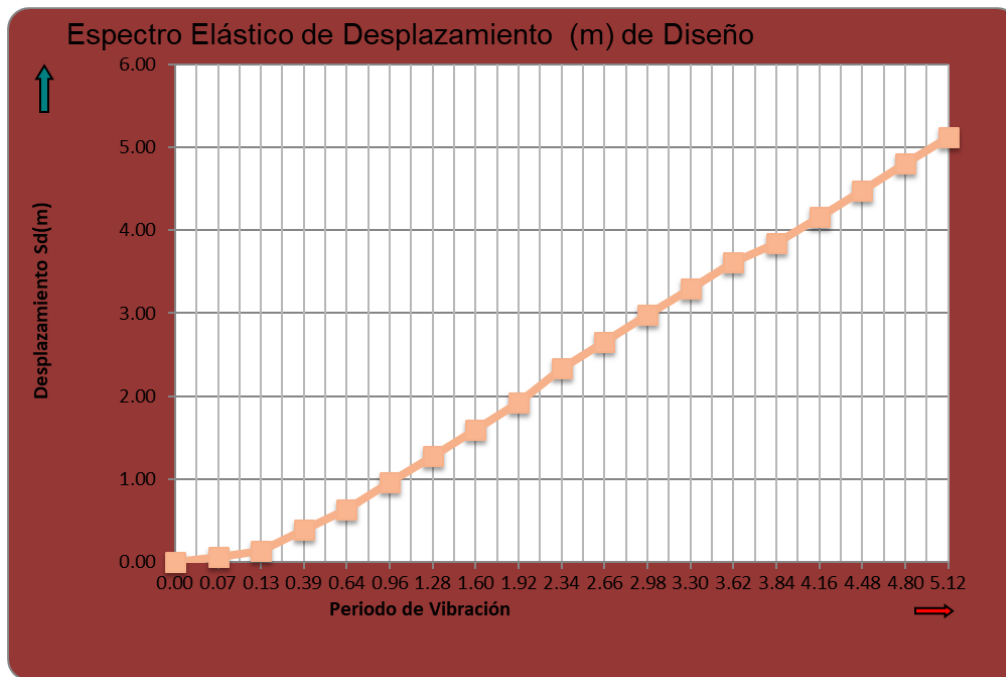
NSR-10 A.2.6.1: Coeficiente de amortiguamiento:	5%
Como Definir los Parametros de Aa y Av por:	CIUDAD
NSR-10 A.2.3.: TABLA A.2.3-1 Valores de Aa, Av y Nivel de Amenaza Sísmica Según la Region (Figura A.2.3-1)	5
NSR-10 APÉNDICE A-4 VALORES DE Aa, Av, Ae Y Ad Y DEFINICIÓN DE LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS MUNICIPIOS COLOMBIANOS	GIRARDOT
NSR-10 A.2.5.1 - GRUPOS DE USO	III - Edificaciones de Atención a la Comunidad
NSR-10 A.2.4.4 : TABLA A.2.4-1 - Clasificación del Perfil de Suelo	C
Region No.	4
Nivel de Amenaza Sísmica	INTERMEDIA
Coef. de Aceleracion Horizontal Pico Efectiva, para Diseño (Aa)	0.20
Coef. de Velocidad Horizontal Pico Efectiva, para Diseño (Av)	0.20
Coef. de Sitio para Zonas de Periodos Cortos del Espectro (Fa)	1.20
Coef. de Sitio para Zonas de Periodos Intermedios del Espectro (Fv)	1.60
Coeficiente de Importancia (I)	1.25
PERIODOS DE VIBRACION (En segundos)	
Periodo Inicial $To = 0.1 \cdot (Av \cdot Fv) / (Aa \cdot Fa)$	0.13
Periodo Corto $Tc = 0.48 \cdot (Av \cdot Fv) / (Aa \cdot Fa)$	0.64
Periodo Largo $TL = 2.40 \cdot Fv$	3.84
ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO (Sa)	
$Sa = 2,5 \cdot Aa \cdot Fa \cdot I$	Para $To < T < Tc$
$Sa = 1,2 \cdot Av \cdot Fv \cdot I / T$	Para $Tc < T < TL$
$Sa = 1,2 \cdot Av \cdot Fv \cdot TL \cdot I / T^2$	Para $T > TL$



ESPECTRO ELASTICO DE VELOCIDAD (SV)	
$S_v = 3,9 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I \cdot T$	Para $T_c < T < T_c$
$S_v = 1,87 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I$	Para $T_c < T < T_L$
$S_v = 1,87 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I / T$	Para $T > T_L$



ESPECTRO ELÁSTICO DESPLAZAMIENTO (Sd)	
$S_d = 0,62 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I \cdot T^2$	Para $T_0 < T < T_c$
$S_d = 0,3 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I \cdot T$	Para $T_c < T < T_L$
$S_d = 0,3 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I$	Para $T > T_L$



METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

USO DEL MÉTODO DE LA FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE EN LA

EVALUACIÓN DEL UMBRAL DE DAÑO: Cuando se utilice el método de la fuerza horizontal equivalente en el análisis de la estructura para los movimientos sísmicos del umbral de daño deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Período fundamental de la edificación.

Fuerzas sísmicas horizontales del umbral de daño.

Análisis de la estructura para las fuerzas sísmicas horizontales del umbral de daño.

A.12.5 REQUISITOS DE LA DERIVA PARA EL UMBRAL DE DAÑO.

DESPLAZAMIENTOS TOTALES HORIZONTALES PARA EL UMBRAL DE DAÑO: Los desplazamientos horizontales, en las dos direcciones principales en planta, que tienen todos los grados de libertad de la estructura al verse afectada por los movimientos sísmicos para el umbral de daño, definidos en A.12.2, se determinan por medio del análisis estructural realizado utilizando el método de análisis, para este caso el Método de la fuerza horizontal equivalente.

DERIVA MÁXIMA PARA EL UMBRAL DE DAÑO.

LÍMITES DE LA DERIVA PARA EL UMBRAL DE DAÑO.

Tabla A.12.5-1
 Derivas máximas para el umbral de daño como porcentaje de h_{pi}

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.12.5.3.1	0.40% ($\Delta_{max}^i \leq 0.0040 h_{pi}$)
de mampostería que cumplen los requisitos de A.12.5.3.2	0.20% ($\Delta_{max}^i \leq 0.0020 h_{pi}$)

9. FORMACIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA.

La formación geológica obtenida sobre la zona de estudio dada en el sistema geológico colombiano determinada como la plancha 245 de Girardot. La plancha se encuentra localizada en el límite del valle medio y valle superior del Magdalena,

El área total de la plancha es de 2.400 km², y abarca la parte suroriente del Departamento de Cundinamarca y la parte nororiente del Departamento del Tolima, y sus principales poblaciones son Girardot.

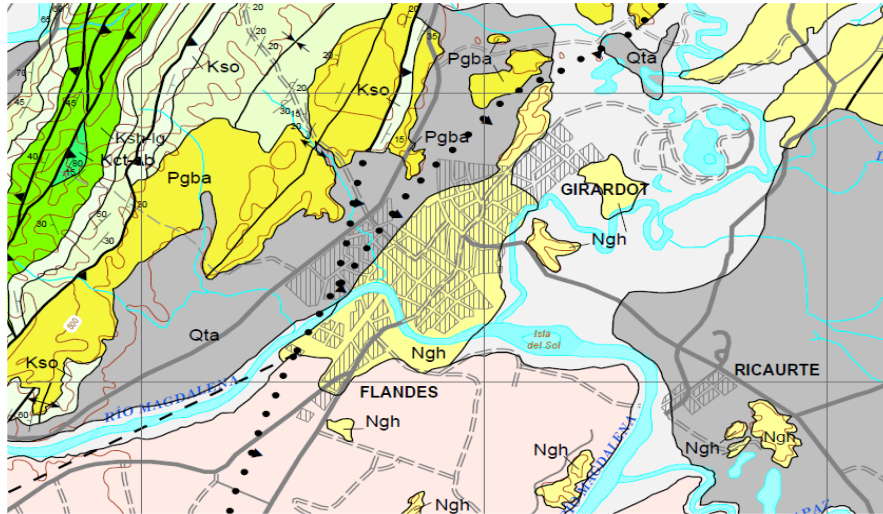
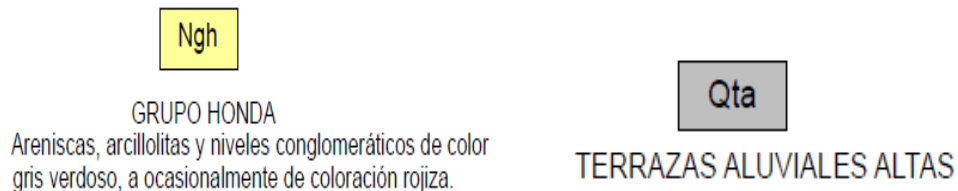


Ilustración 9 Plancha geológica 242

Fuente: servicio geológico colombiano, plancha geológica 242.

Según la información recolectada las formaciones geológicas que comprenden la ciudad de Girardot, se basan en dos.



GRUPO HONDA (NGH)

Nombre introducido por Hettner (1892) derivado de la población de Honda, en el Departamento del Tolima, para designar una arenita típica, gris verdosa. Su localidad tipo fue establecida en la Cordillera de San Antonio, al este de la población de Honda (De Porta, 1966). En la Tabla 3 se observa la equivalencia del término Grupo Honda en el Departamento del Tolima de acuerdo con

distintos autores. En el área de estudio, el Grupo Honda aflora al noreste de Girardot, en el sector sur de Tocaima y en las inmediaciones de Agua de Dios, y hace parte del valle del río Bogotá, el cual se encuentra cubierto por depósitos cuaternarios.

TABLA 3
Equivalencia del término Honda en los Valles Medio y Superior del Magdalena, Departamento del Tolima (Modificada de Guerrero, 1993)

EDAD	Hettner (1892)	Butler (1942)	De Porta (1965/66)	Wellman (1970)	Guerrero (1993)	Esta publicación Plancha 245 Girardot
Neógeno	Mioceno	Honda Sandstone (Andestico)	Formación Los Limones	Formación Villaveja	Miembro Caro Colada	Formación Villaveja
			Miembro La Ceibita		Miembro Baraya	
Honda Superior	Honda Superior (Andestico)	Grupo Honda	Formación San Antonio	Formación La Dorada	Miembro Petco	Formación La Victoria
			Miembro Los Coccos		Miembro Puerto Salgar	
			Miembro Flor Colada		Formación Tune	
Honda Inferior			Formación Cambidá			Grupo Honda

Ilustración 10 memoria explicativa plancha geológica 245 TERRAZAS ALUVIALES ALTAS (QTA)

Cuya información descende de la formación geológica cuaternarios depósitos sedimentarios y volcano sedimentarios del cuaternario se cartografiaron y son descritos como unidades geomorfológicas, tales como abanicos, terrazas, aluviales y coluviones.

Se observan terrazas antiguas y recientes en las márgenes de los ríos principales como el Magdalena, Bogotá, Sumapaz y Coello. Son de extensión limitada, apenas cartografiables, con alturas entre 10 y 15 m respecto al nivel de aguas medias de dichos cauces. La mayoría reposan sobre rocas del Grupo Honda, y forman pequeñas mesetas sobre las partes altas de las rocas mencionadas; de la misma manera, protegen de la erosión a los afloramientos que las subyacen.

Descripción litológica. En general, son depósitos no consolidados constituidos por gravas y cantos, de tamaño heterométrico, subangulares a redondeados, en una matriz areno arcillosa de baja

compactación. En las márgenes del río Magdalena, la composición es principalmente de arenitas y limolitas silíceas, en una matriz arcillosa roja, con un espesor variable que puede alcanzar los 10 m.

Sobre la plancha geológica 245 se indica la zona norte de la ciudad sobre la cual está localizado la sede de la universidad Cundinamarca sobre esta la edificación de estudio, en la cual predomina las terrazas altas (QTA) descritas brevemente y de las cuales son denotables en el estudio de suelo realizado en la edificación.

FALLAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA.

Sobre la zona de la plancha geológica 242 se identifica una falla geológica que atraviesa la zona de estudio tal como se muestra en la siguiente imagen, se denomina la falla del río Bogotá, aunque cabe resaltar que el municipio de encuentra rodeado de dos fallas comprendidas como la falla agua de dios y falla la mata.

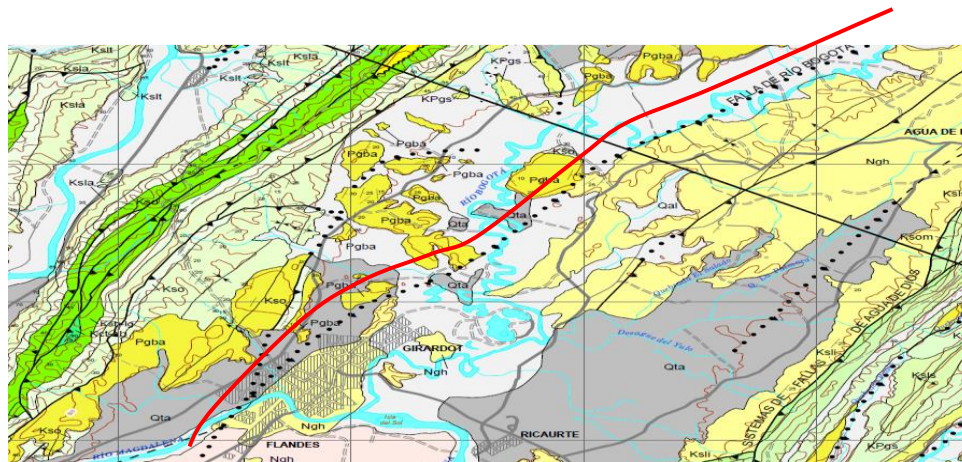


Ilustración 11 Plancha geológica 242

Fuente: servicio geológico colombiano, plancha geológica 242.

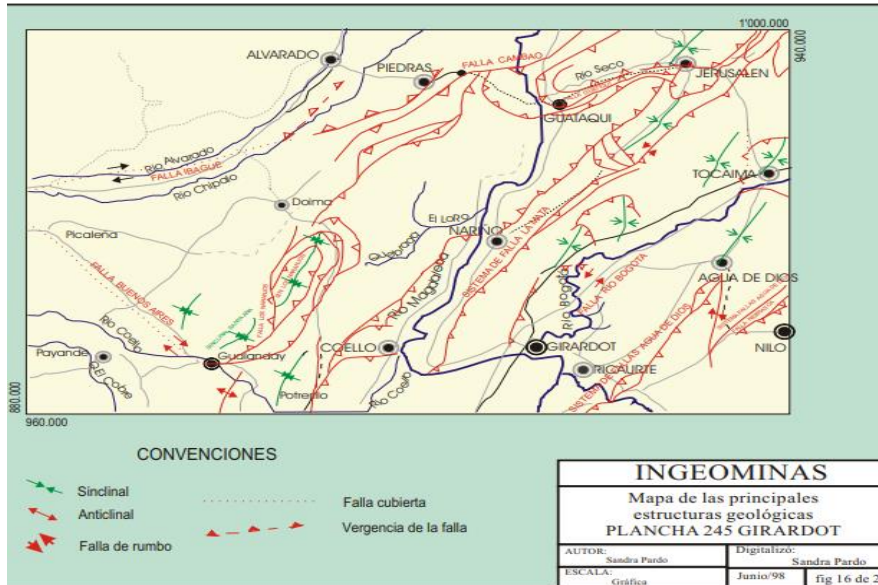


Ilustración 12 Mapa de principales estructuras geológicas 245

Fuente: ingeominas.

El valle del río Bogotá está formado por pliegues sinclinales amplios, afectados en sus flancos por fallas con componente de rumbo, como la que corre a lo largo del río Bogotá, la cual tiene algunos rasgos de actividad geotectónica. Los sinclinales terminan hacia el norte, mediante frentes de cabalgamiento; esto se puede observar claramente al norte de la población de Tocaima (D-12), donde la terminación del Sinclinal de Tocaima, cabalga sobre el cerro del Copó y delimita la Falla de Salcedo en la Plancha 246 Fusagasugá (Acosta & Ulloa, 1997). En este valle los sinclinales posiblemente se deslizaron, y siguieron una dirección suroccidente - nororiente sobre estructuras pre-existentes, y repitieron secuencias de rocas cretácicas y cenozoicas.

1. HISTORIAL SÍSMICO EN GIRARDOT.

Sismos más importantes

No.	Fecha del sismo	Hora local	Lat.	Long.	Magnitud	Prof. (km)	Centro poblado	Int. sitio	Int. Máx.	Área epicentral
1	1917/08/31	06:36	3.78	-74	6.7	15	Girardot	6	9	Villavicencio, Meta
2	1923/12/22	04:56	4.64	-73.36	5.9	15	Girardot	5	8	Medina, Cundinamarca
3	1925/06/07	18:41	4.02	-76.07	6.1	120	Girardot	5	7.5	Tuluá, Valle Del Cauca
4	1928/11/01	11:08	5.16	-73.23	5.9	15	Girardot	3	8	Chinavita, Boyacá
5	1938/02/04	21:23	4.68	-75.69	7	150	Girardot	5	8	Eje Cafetero, Colombia
6	1942/05/22	05:30	4.53	-74.84	5.7	15	Girardot	7	7	Girardot, Cundinamarca
7	1957/04/21	16:12	6.868	-72.095	6.6	25	Girardot	4	7	Málaga, Santander
8	1961/12/20	08:25	4.49	-75.51	6.8	163	Girardot	5	8	Eje Cafetero, Colombia
9	1962/07/30	15:18	5.17	-76.35	6.5	64	Girardot	6	8	Eje Cafetero, Colombia
10	1966/09/04	17:15	4.62	-73.98	5.3	15	Girardot	4	7	Choachí, Cundinamarca
11	1967/02/09	10:24	2.85	-74.8	7	55	Girardot	5	10	Colombia, Huila
12	1967/07/29	05:24	6.747	-73.03	6.8	161	Girardot	6	8	Betulia, Santander
13	1973/08/30	13:25	7.14	-72.76	6.3	180	Girardot	5	8	Convención, Norte De Santander
14	1979/11/23	18:40	4.73	-76.16	7.2	110	Girardot	5	8	Eje Cafetero, Colombia
15	1992/10/18	11:12	7.07	-76.8	7.1	10	Girardot	5	10	Murindó, Antioquia

16	1995/01/19	10:05	5.1	-72.89	6.5	15	Girardot	5	8	Tauramena, Casanare
17	2016/10/30	19:20	3.405	-74.636	5.2	13.2	Girardot	4	6	Colombia, Huila

Ilustración 13 Historial de sismo, fuente: <http://sish.sgc.gov.co>

Se registran 17 sismos registrados en el Sistema Geológico Colombiano, los cuales han afectado a la ciudad de Girardot de con diferentes magnitudes a través de los años.

9.1.1. Uso:

El uso general de la edificación es educativo, la universidad cuenta actualmente cuenta con tres bloques de construcciones, el bloque administrativo, el bloque de laboratorios, auditorio y el bloque educativo que es el bloque al que se le realizara el estudio patológico. Este bloque es de

vital importancia para el funcionamiento de la universidad ya que sobre este todas las carreras universitarias presenciales albergan a sus estudiantes y está en constante uso durante el día y la noche.

9.1.2. Normativa actual que lo rige:

El bloque educativo no fue construido bajo ninguna norma sismo resistente de construcción y se debe realizar la verificación y actualización a la norma sismo resistente actual NSR10.

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000)

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (Retie).

Norma técnica colombiana NTC 4595

9.2. Datos específicos de la edificación.

9.2.1. Descripción de la edificación. La información correcta actual de la edificación hace parte de lineamientos base para le elaboración del estudio patológico.

9.2.2. Altura. La edificación cuenta con una altura total de 5.58 metros

9.2.3. Número de pisos. se describen 3 pisos con la descripción antes nombrada

9.2.4. Área total de la edificación.

Área planimétrica. Tiene un área total de planimetría de 622.39 m²

Área planta piso 1 622.39 m²

Área planta piso 2 319.86 m²

Área planta piso 3 319.86 m²

Área de cubiertas 349.48 m²

9.2.5. Estado general de construcción. El estado actual de la construcción como ya se ha descrito es bueno, aunque es importante considera la patología que se viene presentado para poder prevenir mayores daños en la edificación.

9.2.6. Información existente. La información que tenemos actualmente fue transmitida por la universidad de Cundinamarca y solo se cuenta con:

- Planos arquitectónicos.
- Levantamiento topográfico del predio.

9.2.7. Fidelidad de los planos.

Antes de realizar una inspección visual se estudiaron los planos cedidos por la administración de la universidad para poder comprobar la efectividad de estos no se cuentan con más información de la construcción y los planos existentes fueron elaborados en el año 2012 por medio del contrato de consultoría N° 016 de 2012 por el arquitecto Gustavo García Hernández.



Ilustración 14 Localización bloque educativo.

Plano primer piso.

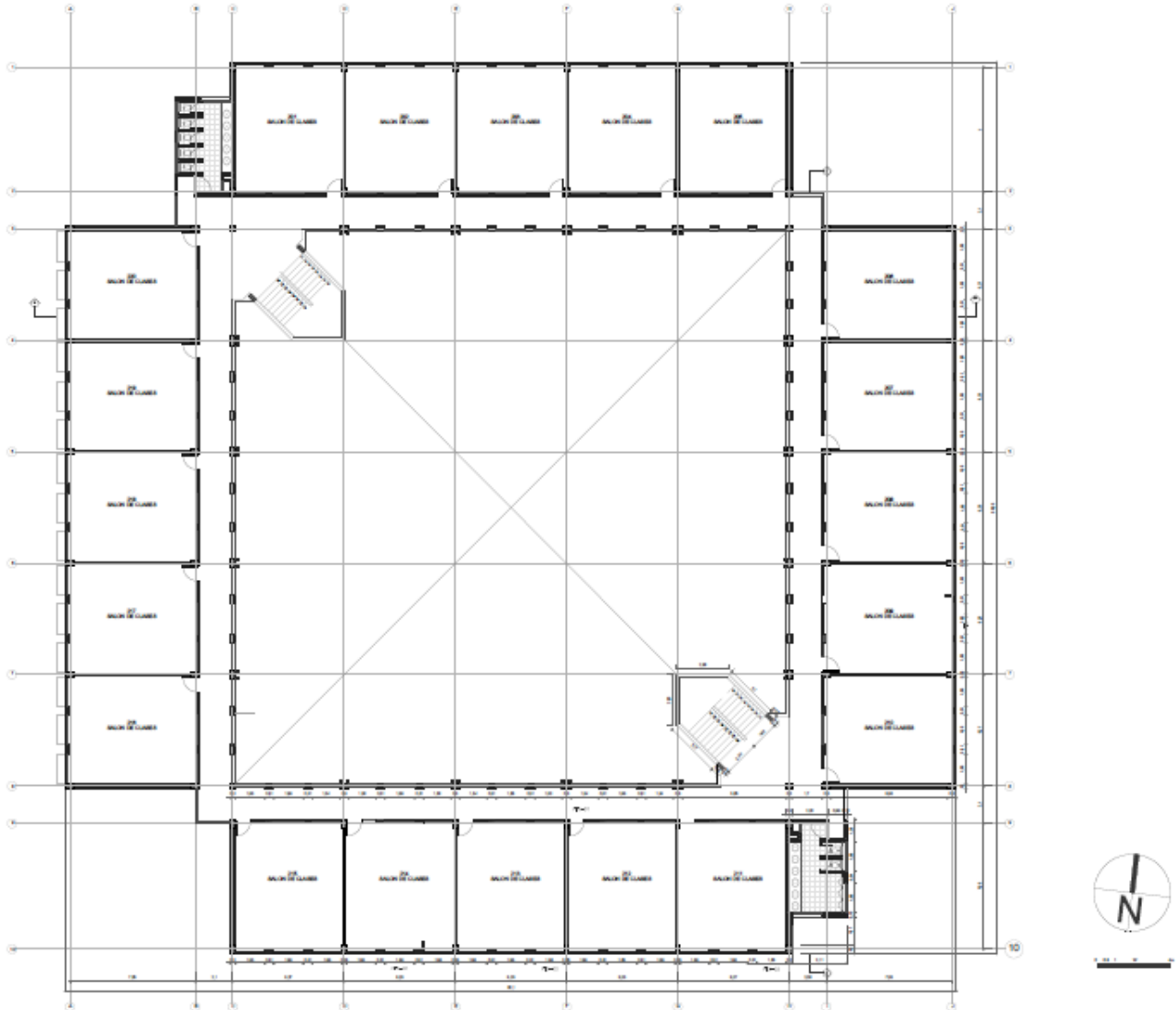


Ilustración 15 Plano primer piso Bloque Educativo



Plano segundo piso.

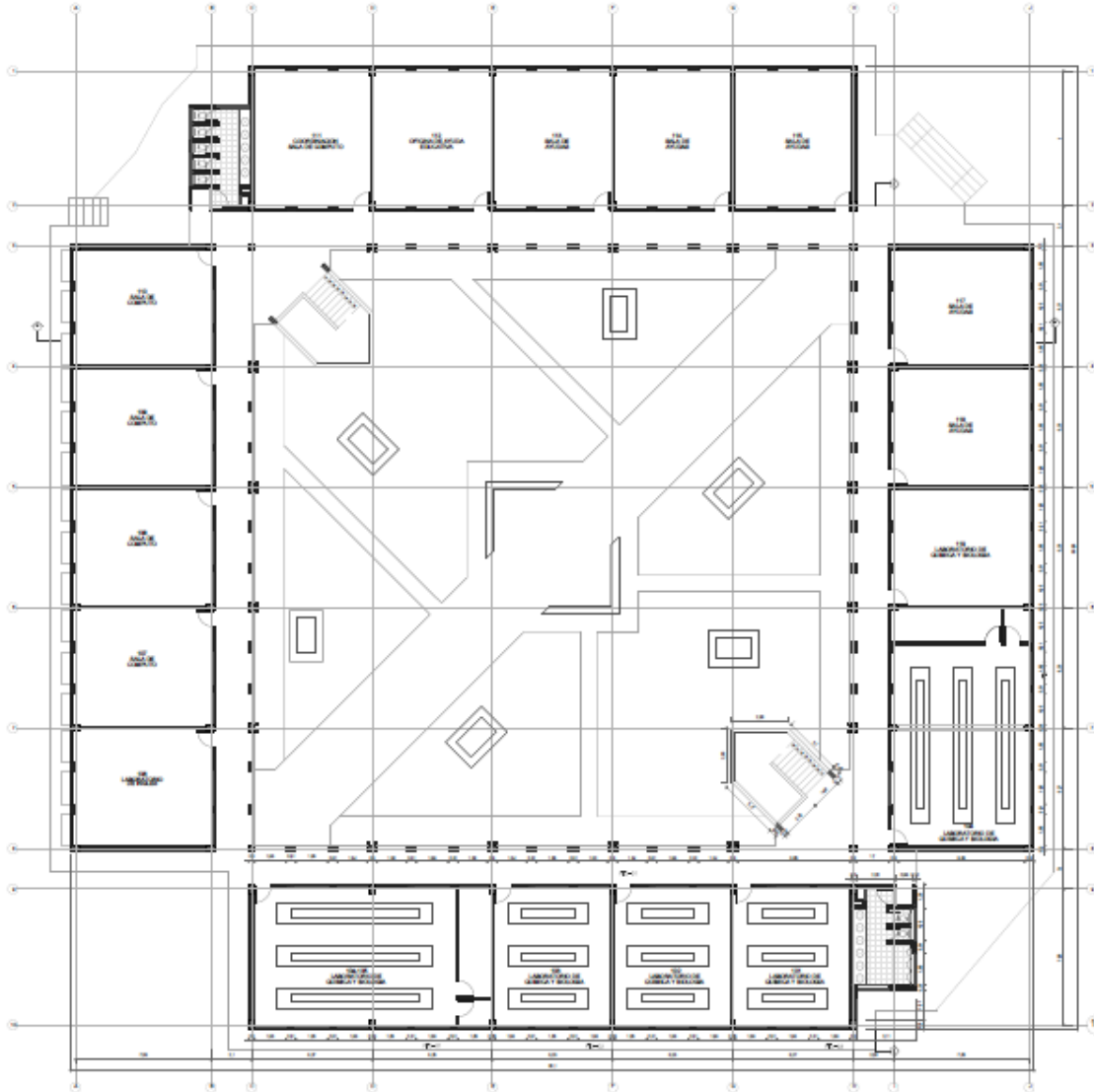


Ilustración 16 Plano segundo piso Bloque Educativo.

Plano Tercer piso.

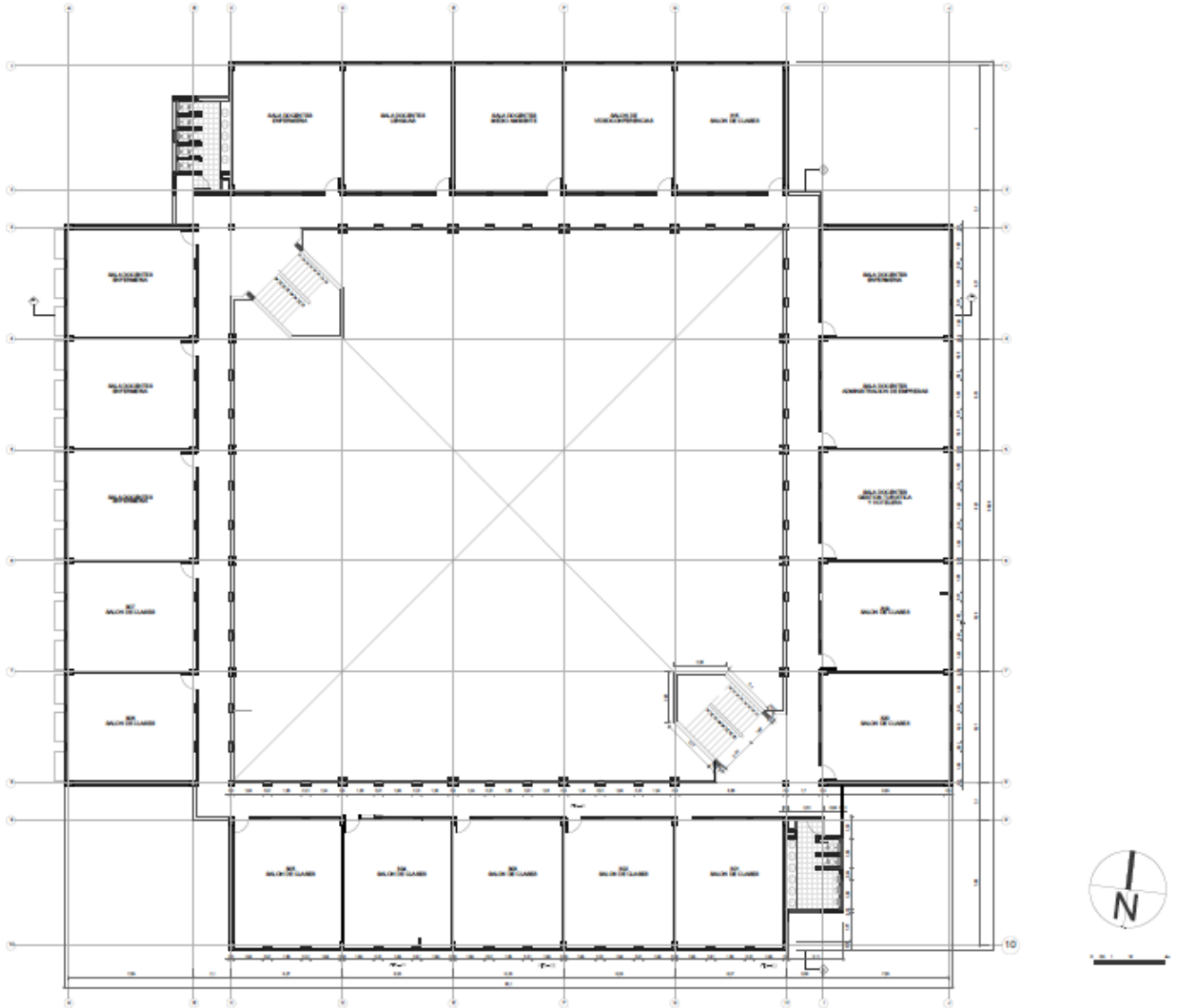


Ilustración 17 Plano tercer piso Bloque Educativo

Plano cubierta.

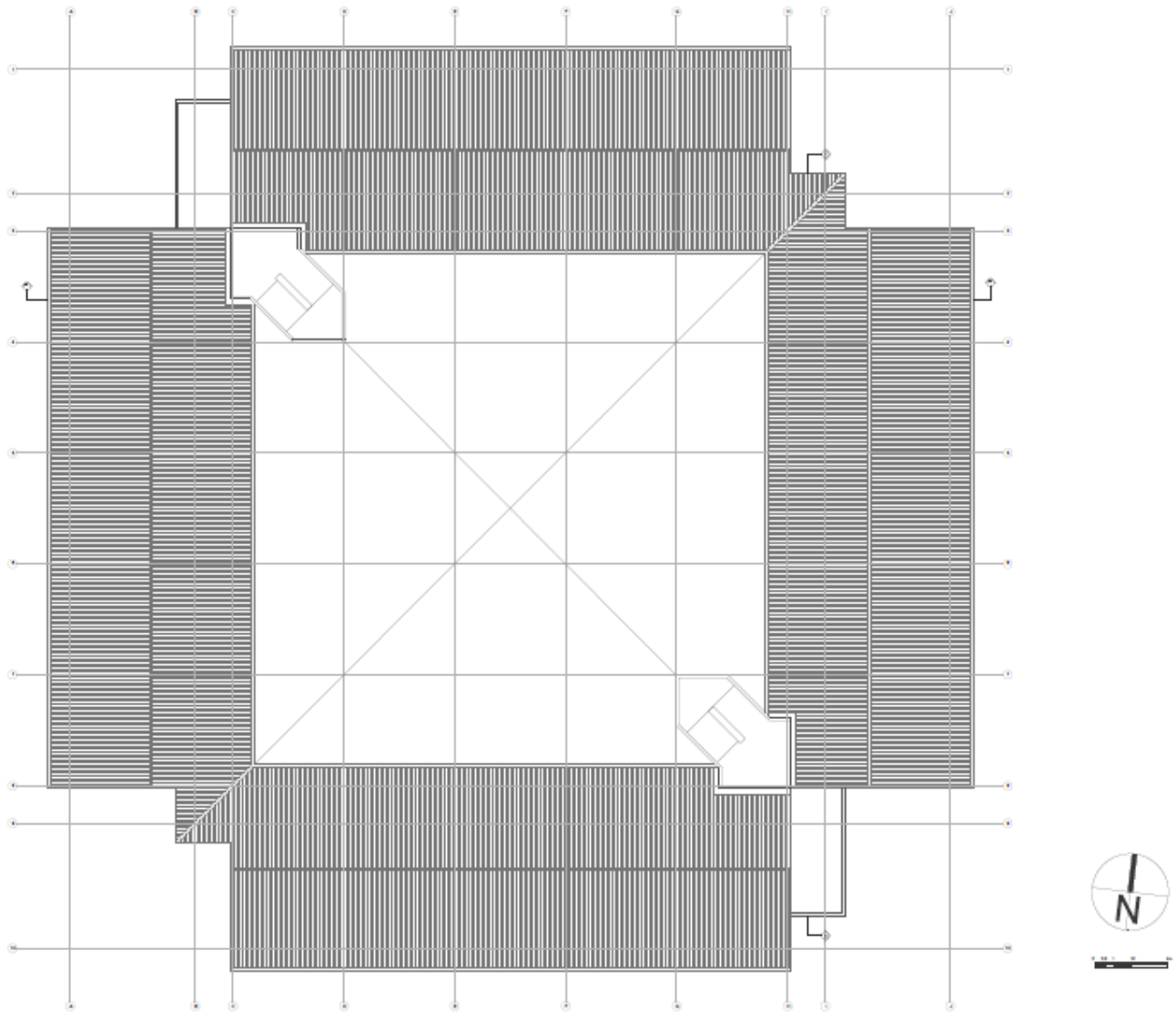


Ilustración 18 Plano cubiertas Bloque Educativo.

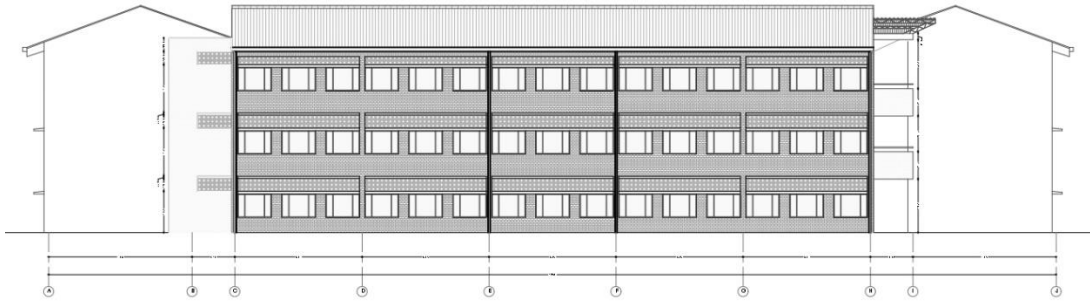


Ilustración 19 Fachada Lateral Derecha

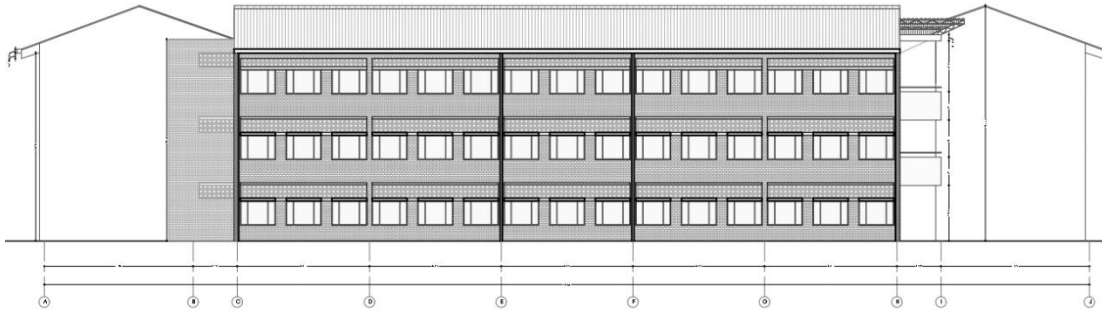


Ilustración 20 Fachada Frontal.

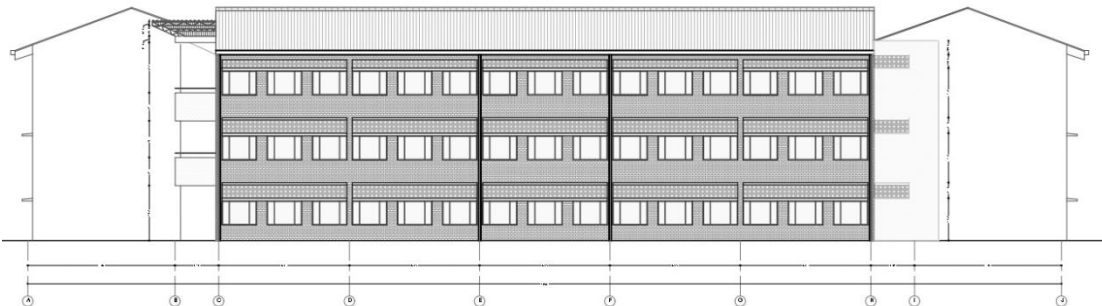


Ilustración 21 Fachada Lateral Izquierda

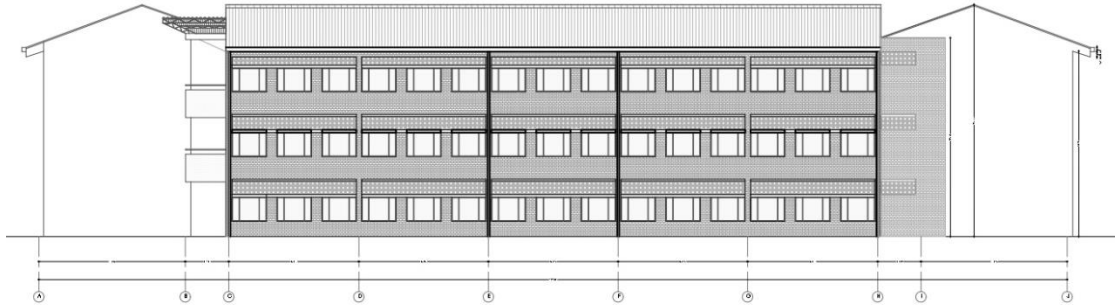


Ilustración 22 Fachada posterior

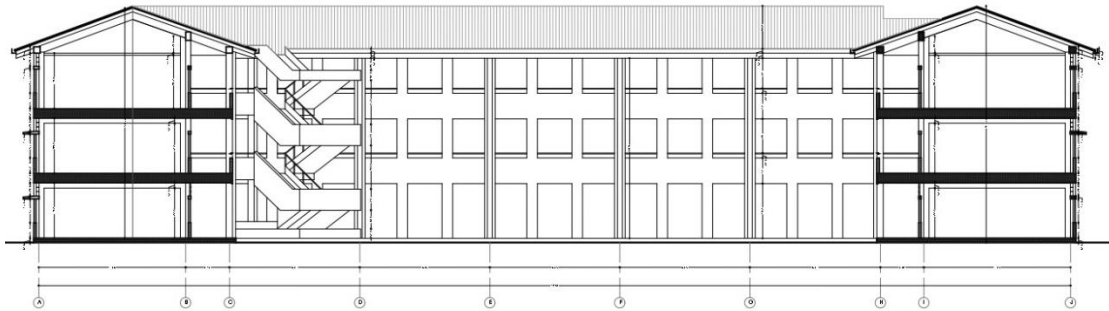


Ilustración 23 Corte A-A'



Ilustración 24 Corte B-B'

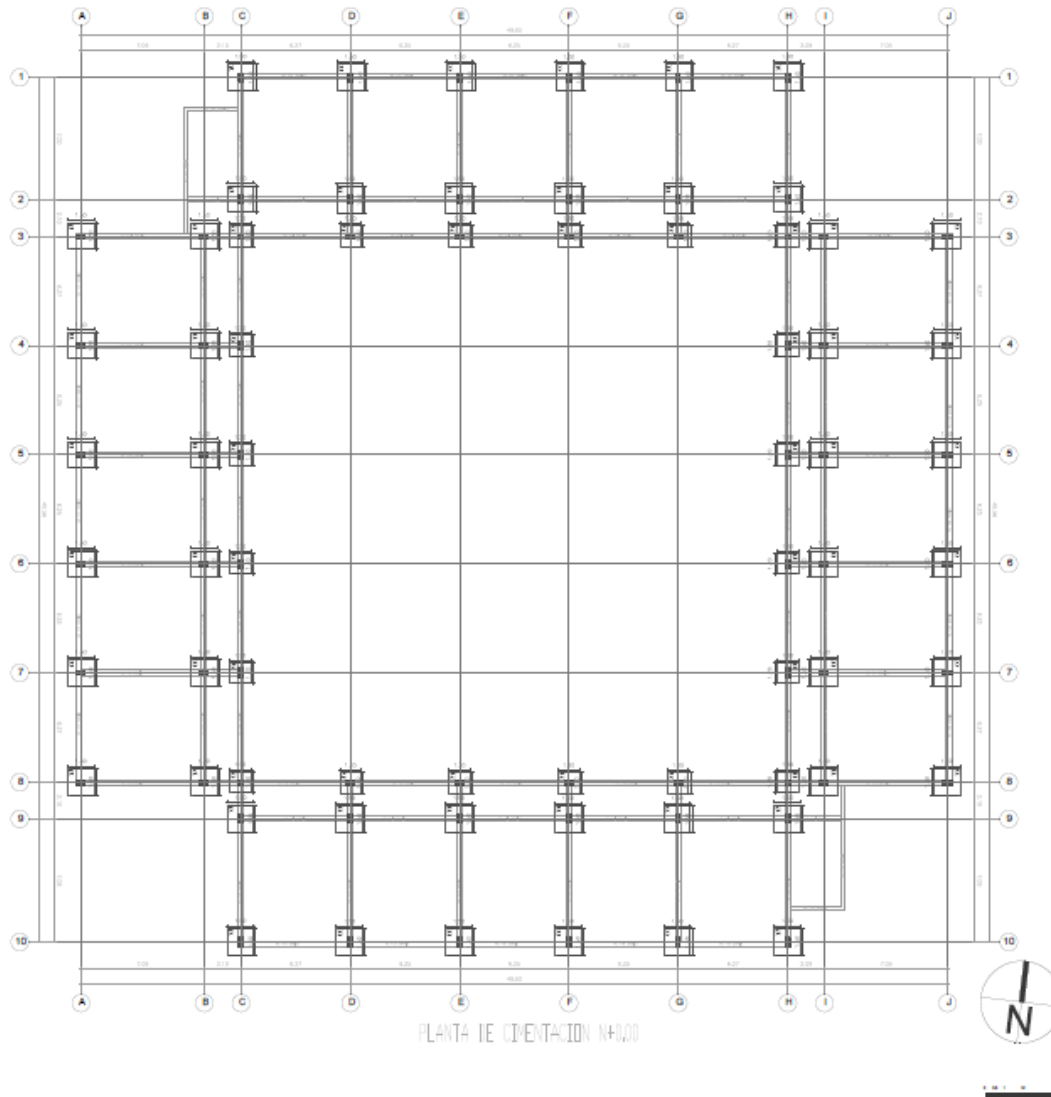


Ilustración 25 Planta de cimentaciones

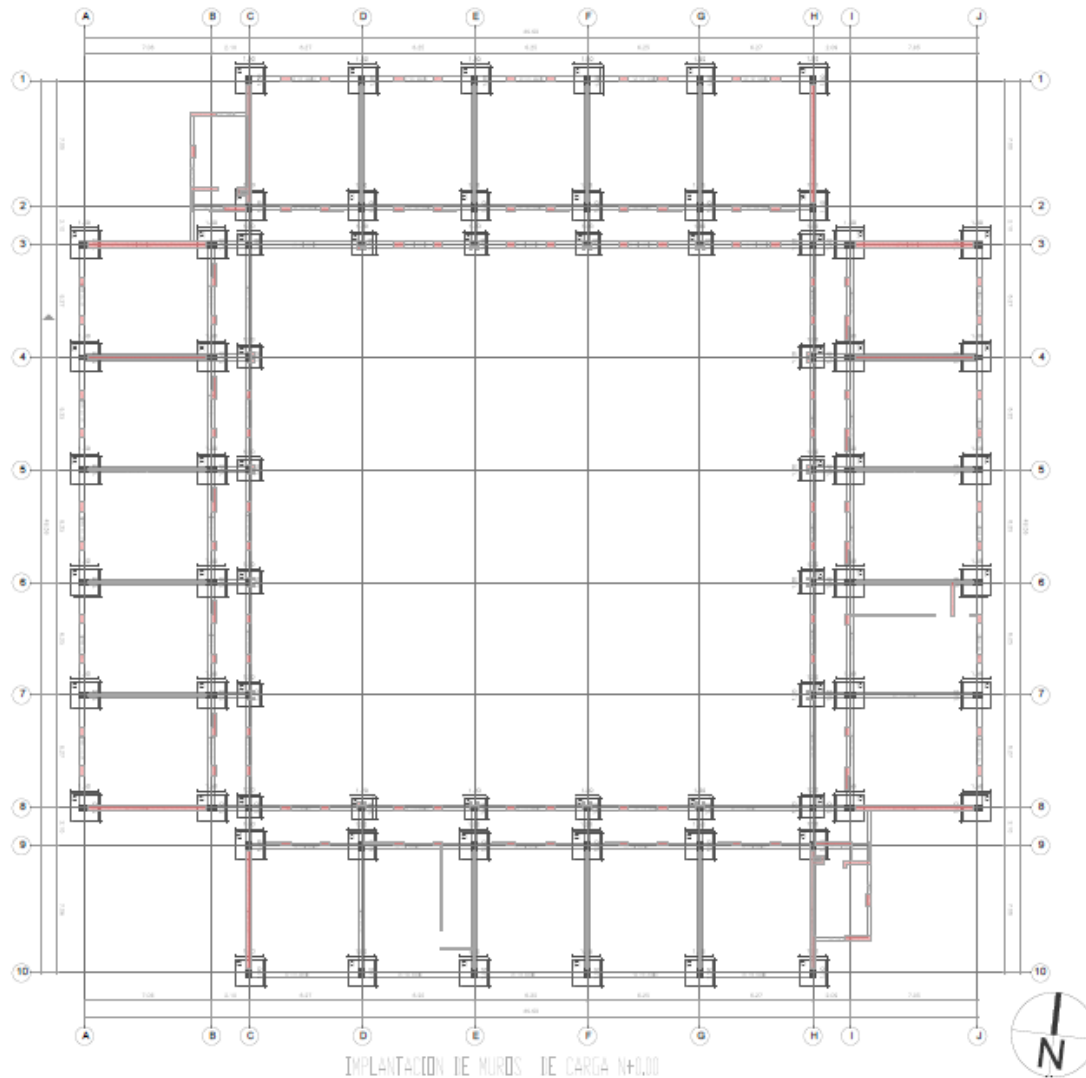


Ilustración 26 Implantación Muros De Carga N 0.00

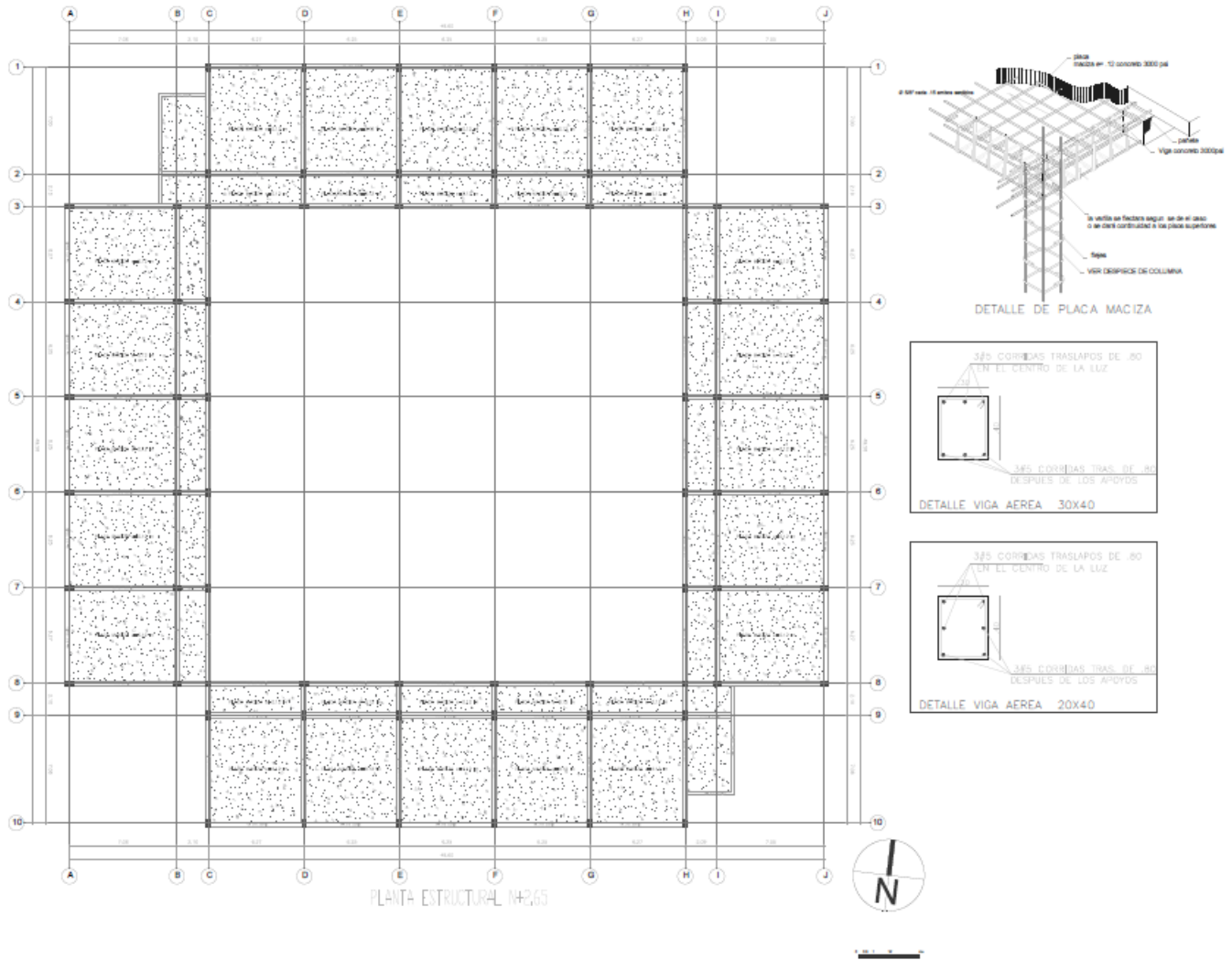


Ilustración 27 Planta Estructural N+ 2.65

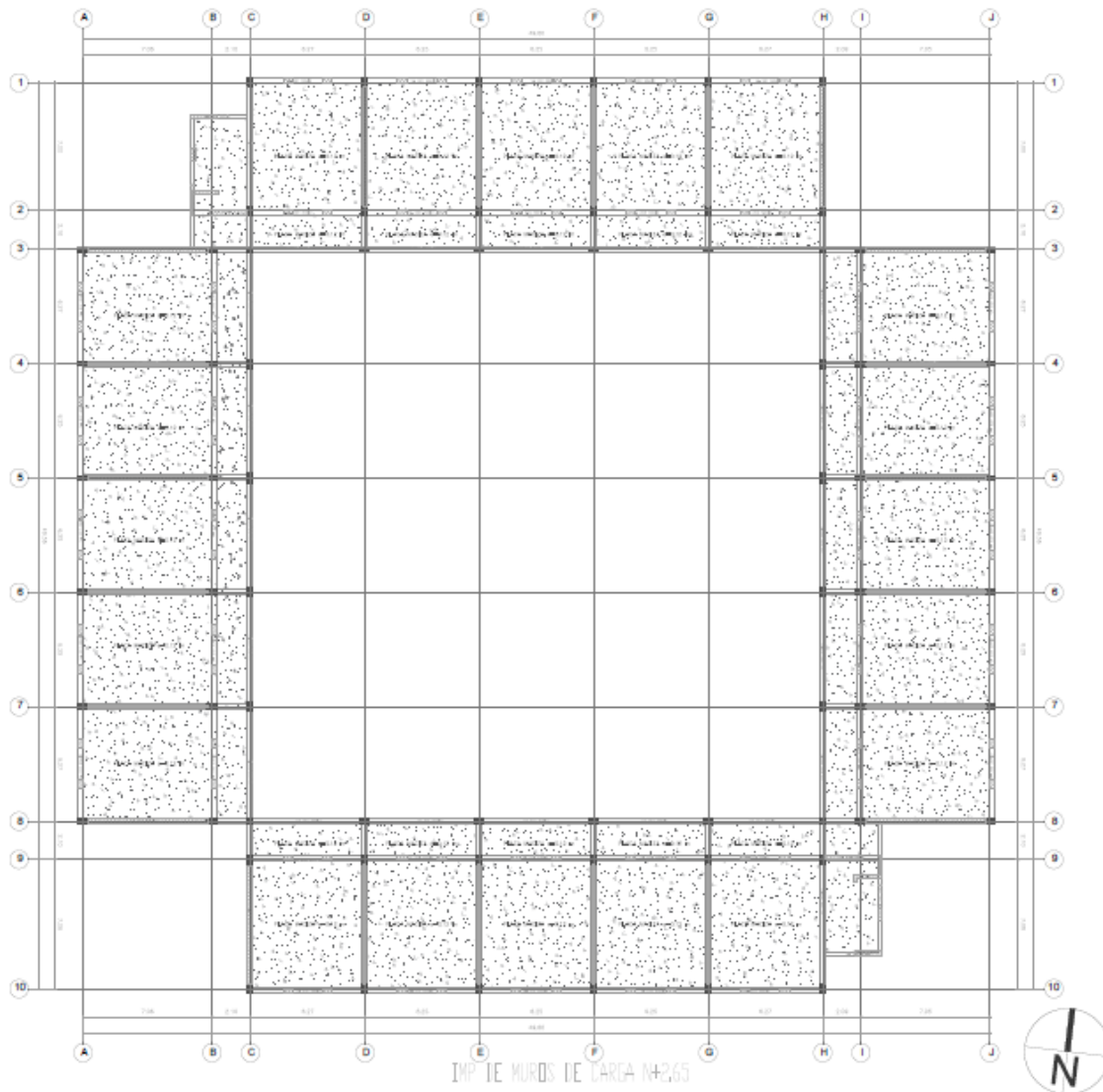


Ilustración 28 Implantación Muros De Carga N+ 2.65

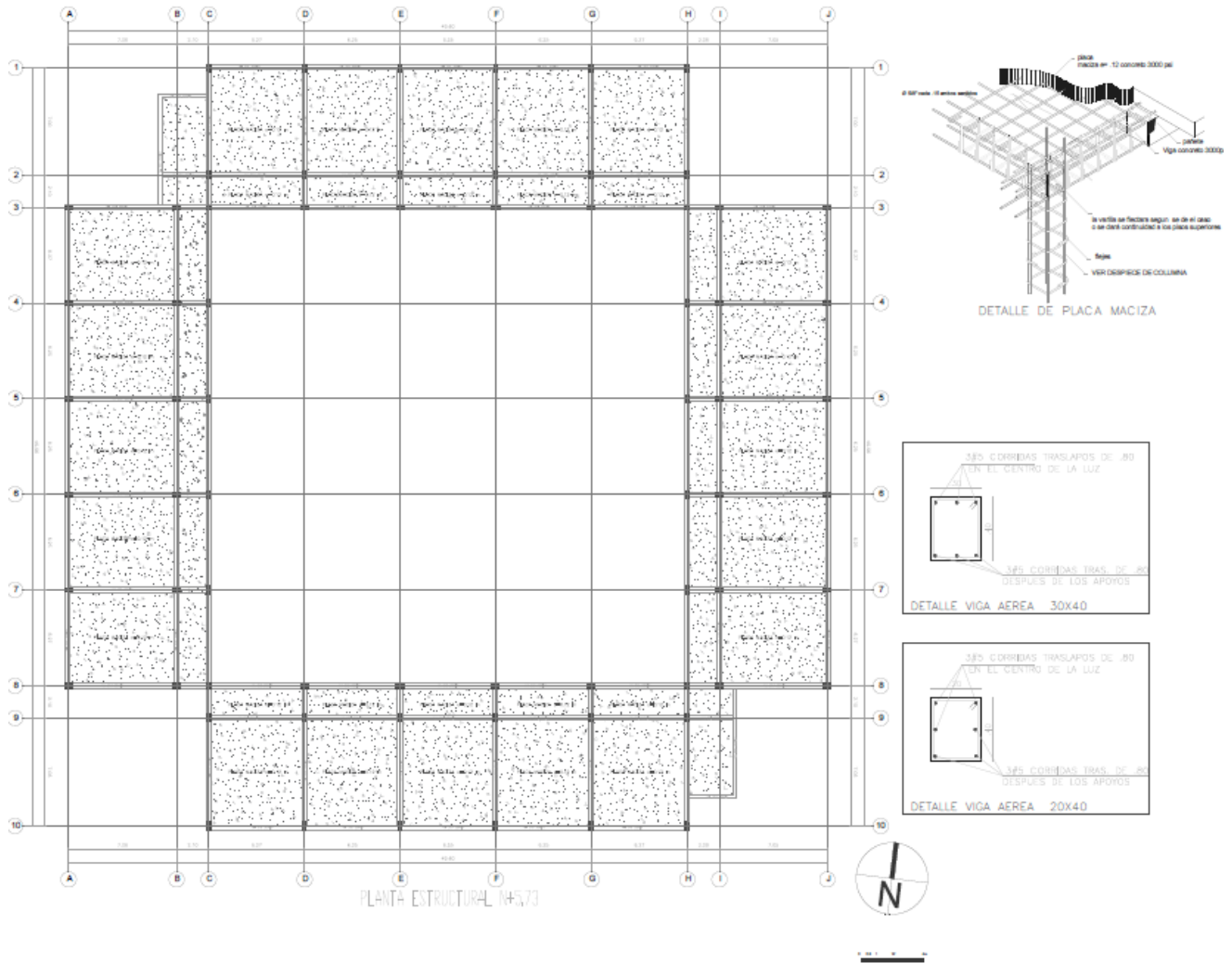


Ilustración 29 Planta Estructural N+ 5.73

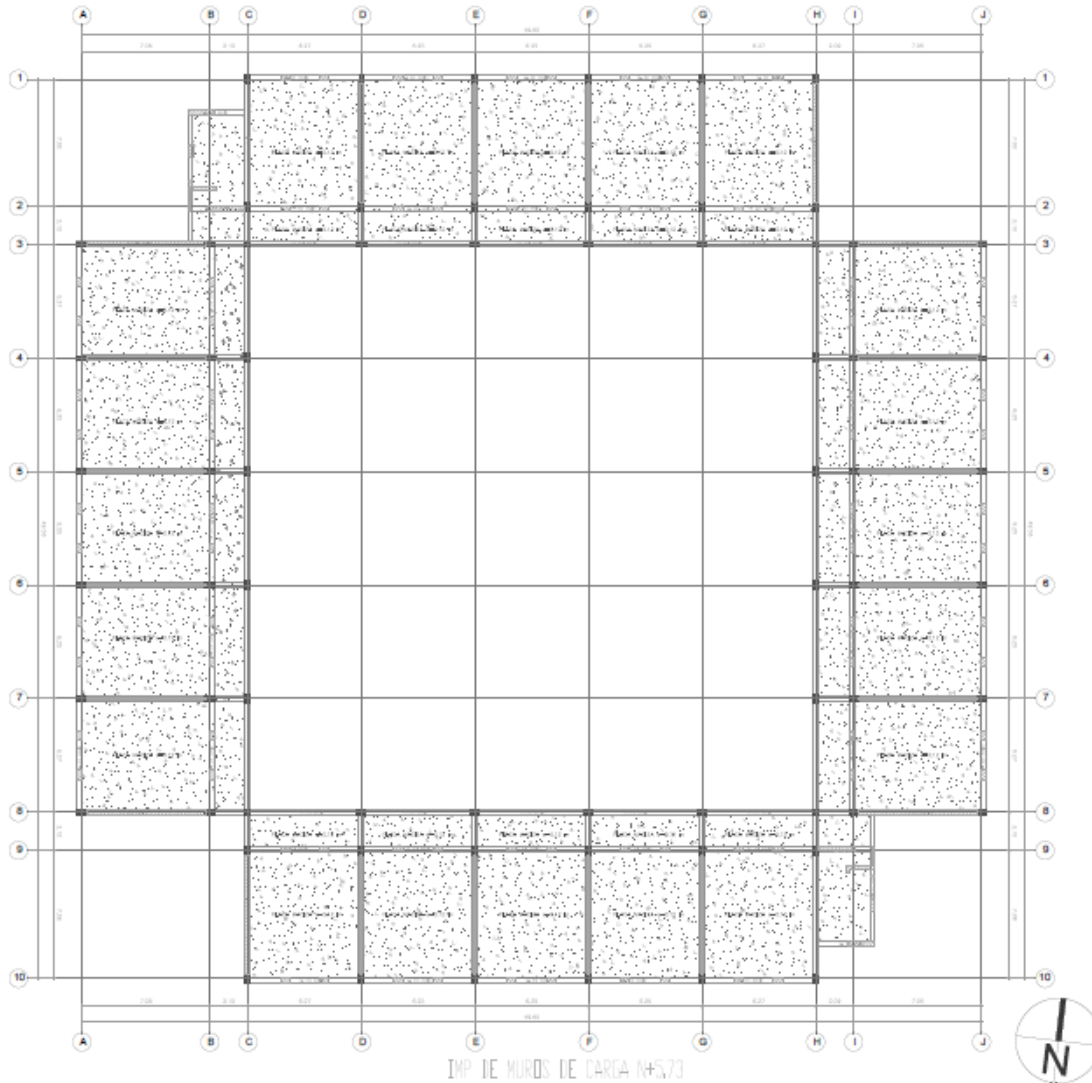


Ilustración 30 Implantación Muros De Carga N+ 5.73

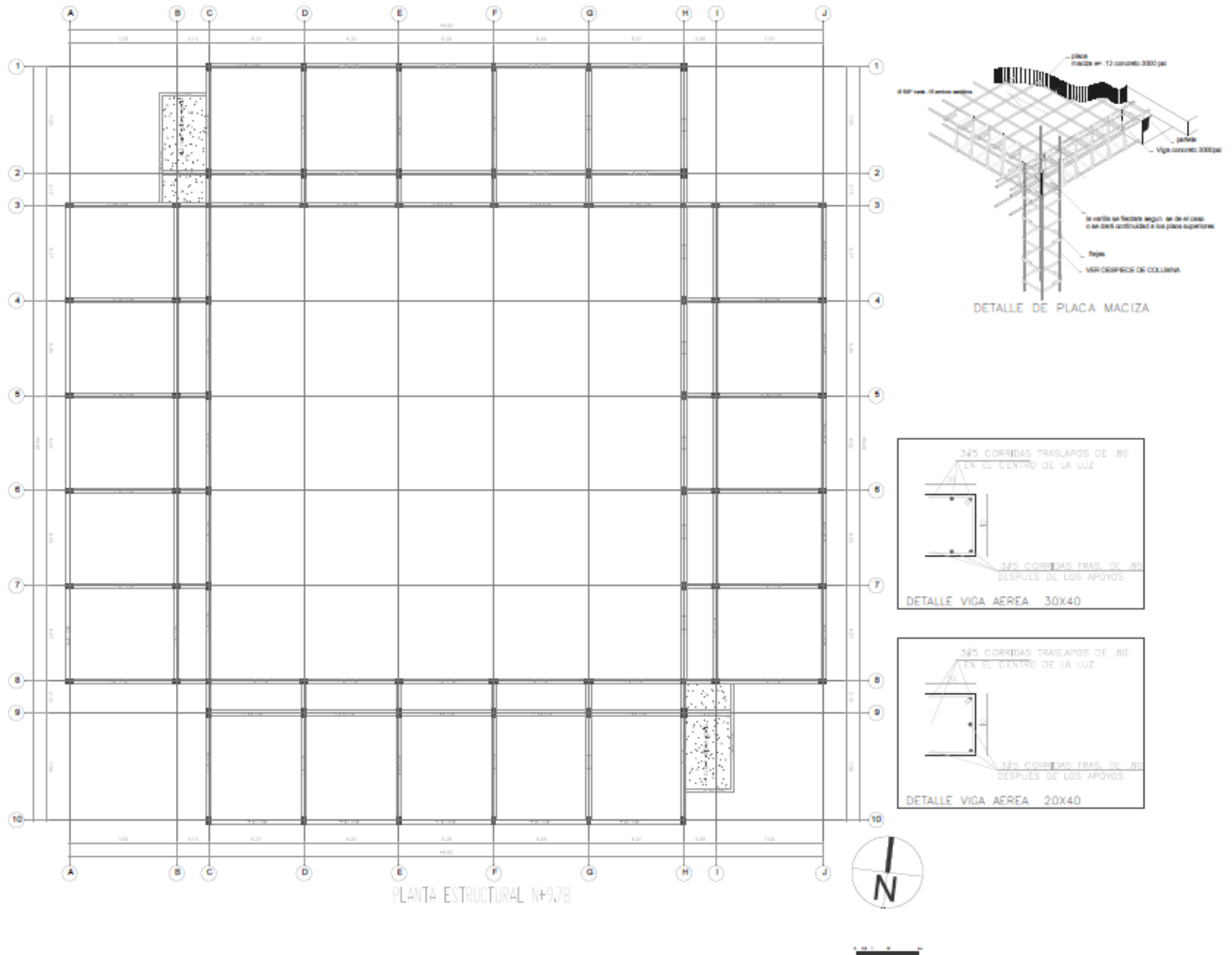


Ilustración 31 Planta Estructural De Carga N+ 9.78

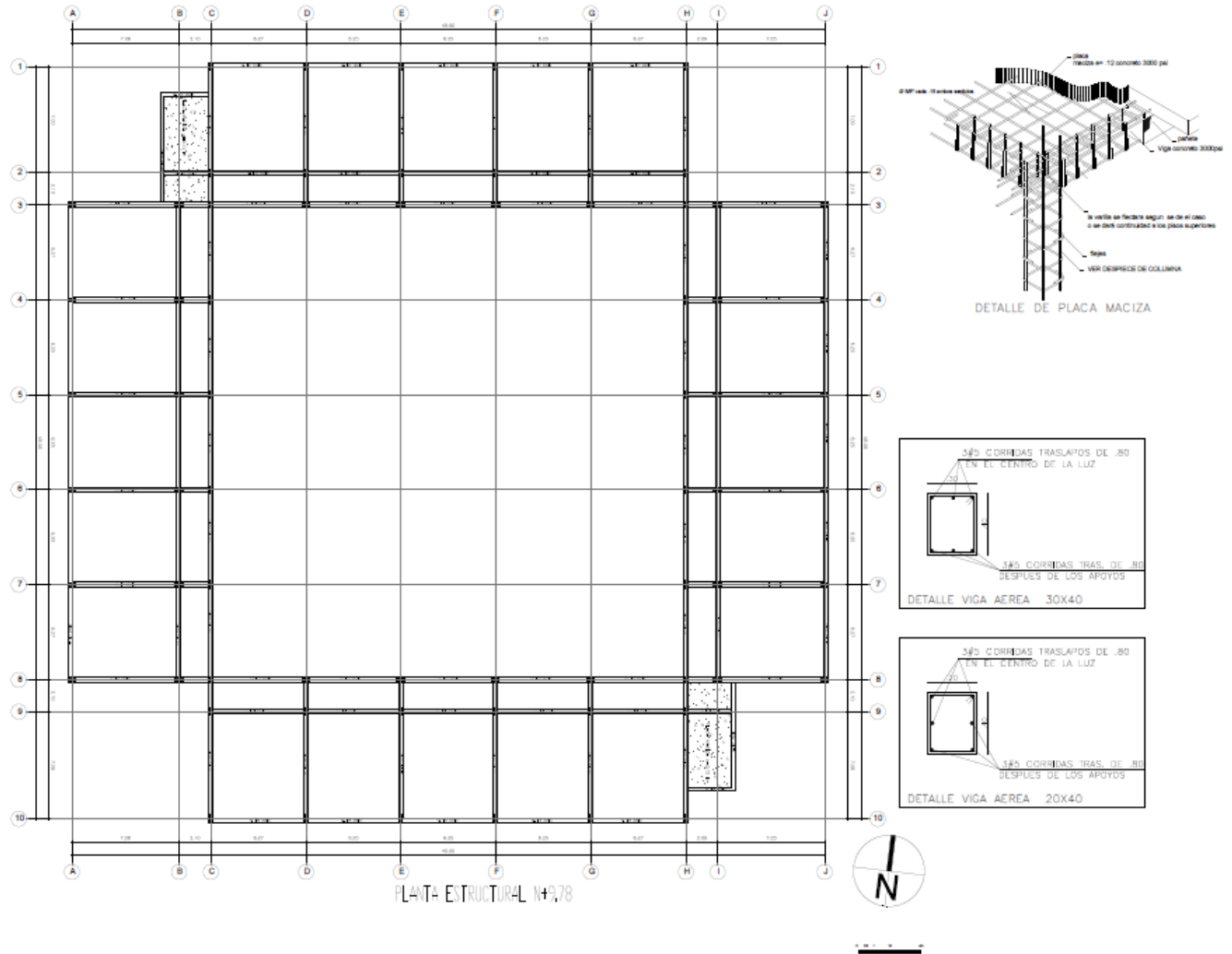


Ilustración 32 Planta Estructural De Carga N+ 9.78

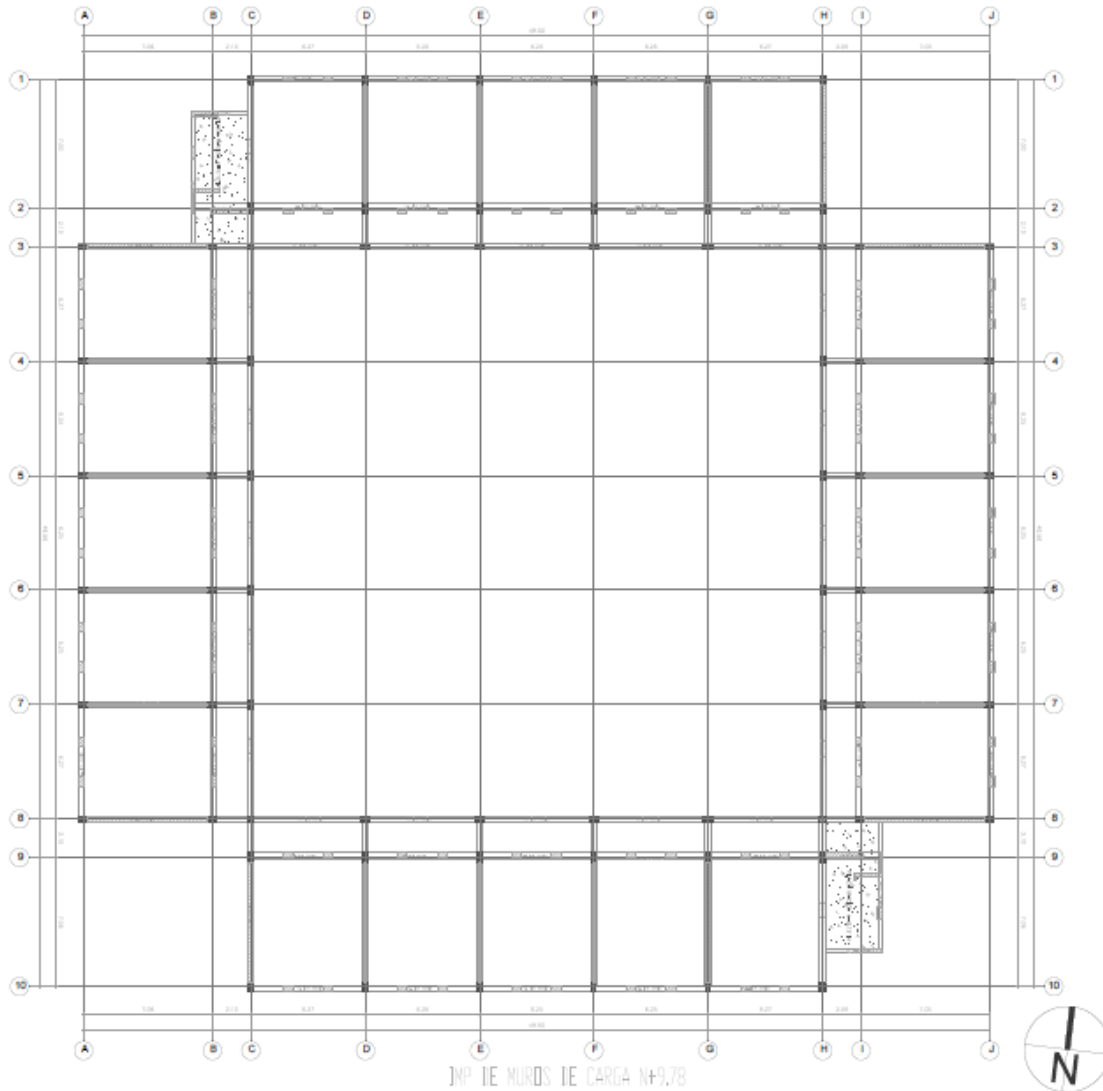


Ilustración 33 Implantación Muro Estructural

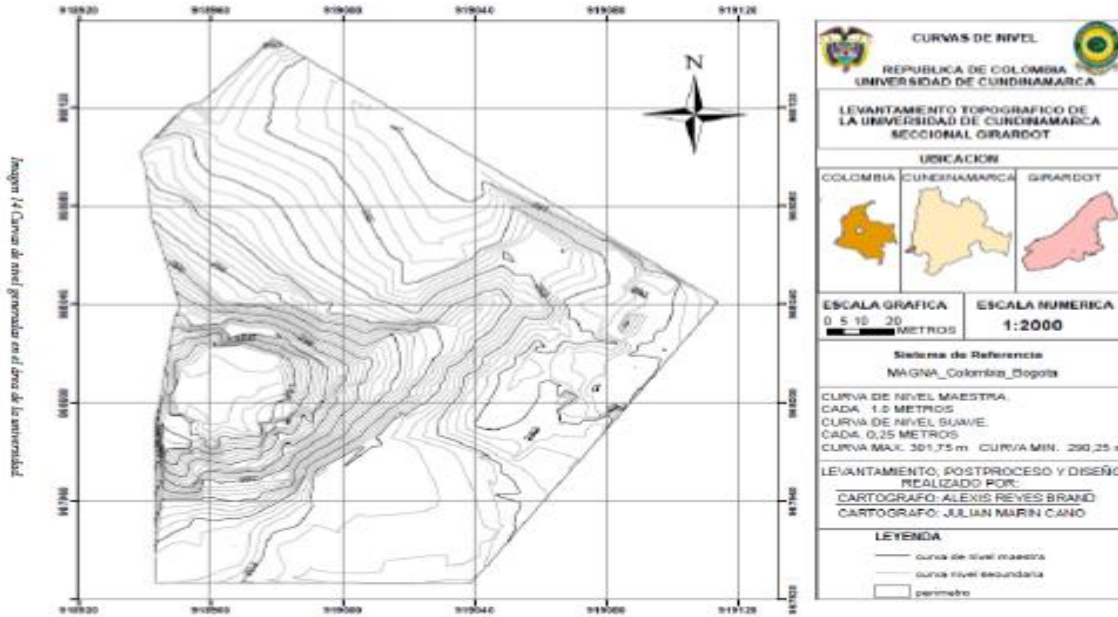


Ilustración 34 Topografía.

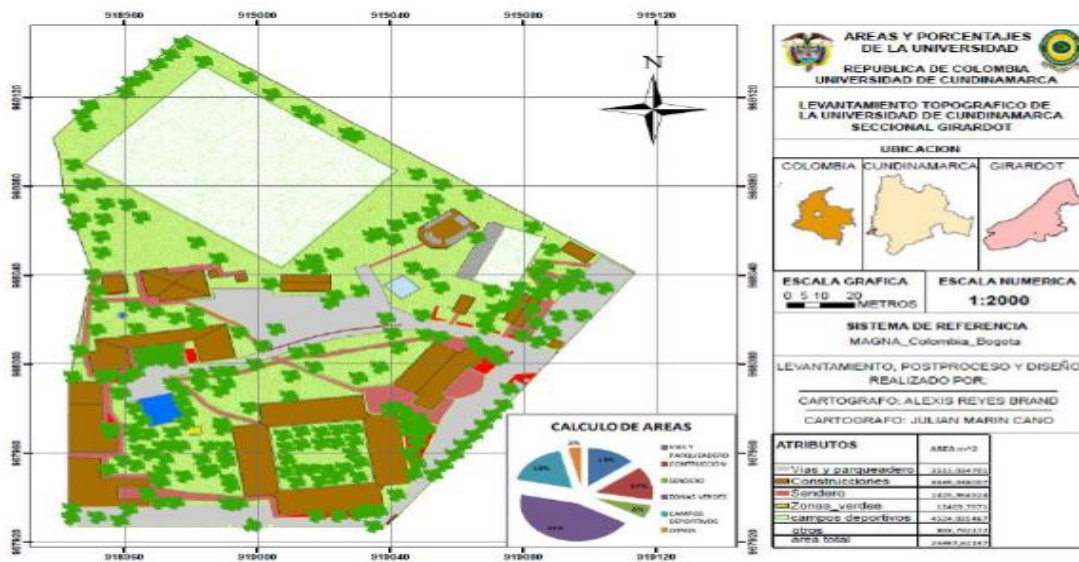


Ilustración 35 Plano localización interna y áreas lote general.

9.2.8. Constatación del estado del paciente.

La edificación Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot, presenta una serie de patologías comprendidas entre humedades, fisuras, ensuciamiento, eflorescencias, manchas por vanadio grietas en muros de fachadas y desprendimiento de material cementante en algunos lugares.

Muchas de estas se deben a la falta de mantenimiento de la edificación, aunque en el desarrollo del auscultamiento se determina el origen de alguna de estas como se observa en las fichas técnicas de recolección de información.

9.2.9. Arquitectura.

El Edificio de aulas de La Universidad de Cundinamarca en Girardot, es un plantel que se organiza a partir de un punto jerárquico centralizado donde se distribuyen equitativamente las aulas de clase alrededor de este, formando como espacio principal un patio central.

Sus ejes en diagonal determinan los accesos a la edificación, dando aún más fuerza a su centro de gravedad.

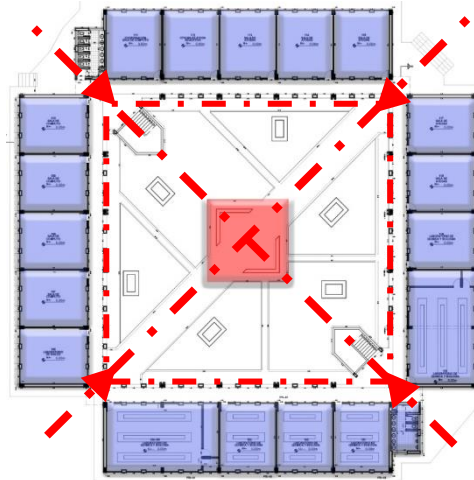


Gráfico 5 Composición y organización espacial

Alrededor del patio central se crean pasillos a modo de galería, los cuales reparten a las aulas y laboratorios. En dos de los extremos en diagonal se sitúan las escaleras de acceso a el segundo y tercer piso.

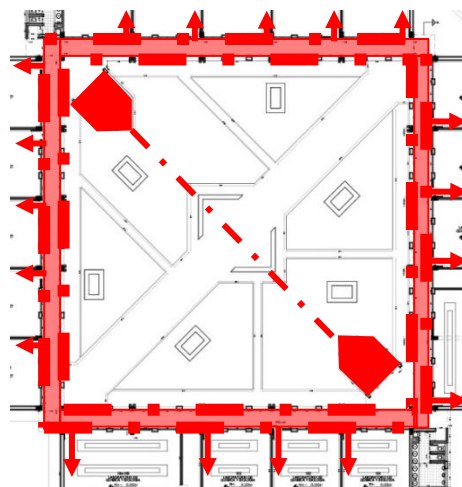


Gráfico 6 Distribución espacial

Su fachada presenta una modulación con base en el número de columnas, donde se distribuyen ordenadamente los espacios dando una imagen ordenada y armoniosa.

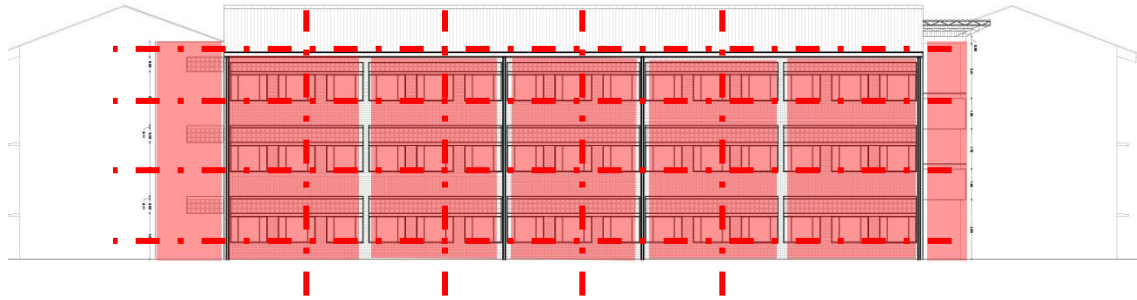


Gráfico 7 Organización y composición de fachadas

El estilo arquitectónico en que se basa el plantel de aulas, está libre de ornamentación, totalmente simétrico, basado en la homogeneidad de la retícula. Tiene como elemento formante el patio central de donde se distribuyen los ejes paralelamente equidistantes y cortados por ejes perpendiculares a estos.

El sistema constructivo también sigue este mismo principio, sus columnas están repartidas a una misma distancia distribuyendo equitativamente sus cargas en ejes paralelos equidistantes; los ejes forman el sistema de vigas formando una retícula.

La materialidad empleada en el sistema constructivo de pórticos es el concreto reforzado y se utiliza mampostería en ladrillo como muros divisorios. La ventanería es metálica en cristal, distribuida equidistantemente. Se utiliza celosías en las fachadas y reja metálica tipo banco en la parte superior de las paredes para formar una ventilación cruzada.

De acuerdo a todas las características anteriores, se determina que el estilo arquitectónico del plantel de aulas, es moderno. Esto también se refleja en la época en la que fue construido. En los 70's el estilo arquitectónico predominante en Colombia era el moderno.

Funcionalmente hablando, el plante de aulas tiene como espacio principal el patio donde se desarrollan todas las actividades sociales de los estudiantes. Distribuyéndose alrededor de este, se encuentran las aulas y los laboratorios que se encuentran comunicados por las circulaciones, las cuales son directas y no presentan cruces. En los extremos se encuentran los baños como zonas de servicios.

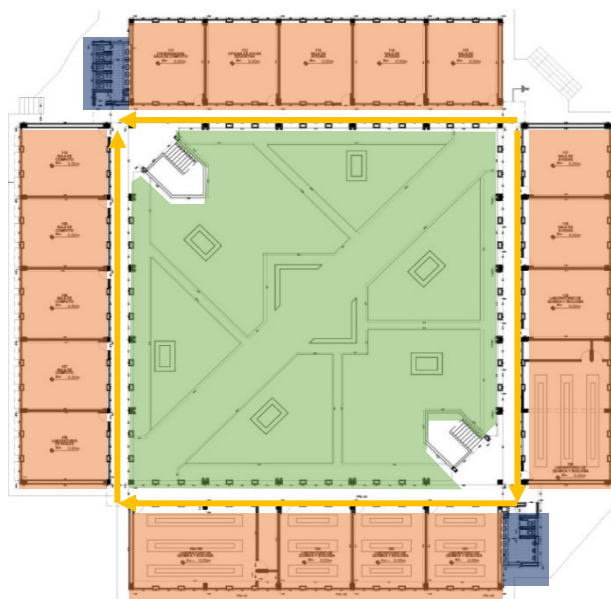



Gráfico 8 Zonificación.

 Zona de servicio académico (aulas de clase).

 Zonas de servicios (baños).

 Zona social.

 Circulaciones.

9.2.10. Acabados.

El bloque de aulas, utiliza una materialidad de mampostería en ladrillo para los muros divisorios y fachada, el piso de los pasillos es en cerámica y en las aulas presentan pisos de porcelana. Los elementos estructurales como columnas y vigas presentan un acabado en pañete liso pintado. Las circulaciones exteriores al edificio son en concreto a la vista y la ventanería es en aluminio color café oscuro. En la parte superior de las aulas hay presencia de celosías también llamados ‘calados’, los cuales son hechos en arcilla. La cubierta está conformada por tejas de barro estilo español

9.2.11. Fecha de construcción: En 1974 se contrata la construcción del bloque educativo de la universidad de Cundinamarca, en 1978 se termina la construcción de este bloque.

9.2.12. Sistema constructivo. Según la visita visual se pudo determinar que el sistema constructivo es de pórticos resistentes a momentos con fachadas en mampostería a la vista. Las placas son macizas de 0.20 cm de espesor y cuenta con una cubierta a dos aguas en cada sección.
a.

9.2.12.1. Técnica constructiva.

Se sobre entiende que la estructura no fue construida basada en una norma sismo resistente puesto que el primer reglamento de construcciones existió hasta el año 1984 aunque su estado estructural actual no presenta fallas importantes se han venido presentado algunas patologías.



Ilustración 36 Referencia histórica.

Fuente. <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/universidad/resena-historica>

Su sistema actual fue construido en base a un tipo de cimentación superficial zapatas centradas con pedestales que van desde la estructura de la zapata hasta su viga de cimentación.

Las columnas son en concreto reforzado con armadura metálica y por el tipo de acabado que estas presentan se asume que utilizaron formaletas en madera.

Las placas son macizas con acero de refuerzo en dos direcciones y un espesor de aproximadamente 0.20 metros.

La estructura de la cubierta es metálica con tejas en asbesto cemento, aunque sobre sus puntos fijos de escalera se encuentran unas placas macizas que sirven como terrazas, aunque no existe un acceso puntual a estas por que las escaleras no se terminaron hasta ese punto.

9.2.13. Descripción del uso actual

El bloque educativo que en su mayoría son salones académicos se divide con la siguiente descripción académica.

Piso 1.

- Salón 101 a 104 son laboratorios de química y biología.
- Salón 106 a 110 son salas de cómputo.
- Salón 111 salón de coordinación de cómputo.
- Salón 112 a 118 salas de ayudas.
- Salón 119 laboratorio.
- Pasillo de circulación y una plazoleta en el centro de la edificación.

Piso 2.

- Salón 201 a 220 son salones de clase.
- Pasillos de circulación

- dos puntos fijos de escalera de acceso.

Piso 3

- Salón 301 a 307 salones de clase.
- Salón 308 a 311 sala de docentes de enfermería.
- Salón 312 sala de docentes de lenguas.
- Salón 313 sala de docentes ambiental.
- Salón 314 salón de conferencias.
- Salón 315 salón de clases.
- Salón 316 sala de docentes de enfermería.
- Salón 317 sala de administración de empresas.
- Salón 318 sala de docentes gestión turística.
- Salón 319 a 320 salón de clases.

9.2.14. Importancia del paciente.

El bloque educativo de la universidad juega un papel importante para el funcionamiento de la institución, este bloque siempre está en constante uso durante todo el día y sobre el alberga estudiantes de 4 carreras profesionales.

por esta razón es importante desarrollar un tipo de estudio patológico preventivo para poder verificar el estado actual de la edificación, verificar que sistema estructural actual cumple con el reglamento sismo resistente actual y realizar un tratamiento que pueda mitigar las patologías que se han venido presentando en él.

9.2.15. Sistema estructural y constructivo.

El proceso que se describe a continuación sería el proceso ideal basándonos en normas sismorresistente, Icontec y normas de construcción que rigen en nuestro país, aunque no se tienen datos ni informes sobre el sistema que se utilizó en la construcción se evalúa el proceso constructivo ideal.

- **Cimentación superficial en zapatas.** Después de obtener la información del estudio de la zona y en base a las reacciones del modelo estructural en la unión de la columna con la cimentación, se obtienen cargas axiales que permitan el dimensionamiento de estas, el correcto vaciado incluido en las normas de construcción hace parte del éxito de estas teniendo en cuenta los parámetros mínimos de recubrimiento y de diámetros de acero que se deberían utilizar.
- **Vigas de cimentación.** estructura de hormigón armado cuya función es transmitir cargas y ayuda a contrarrestar los asentamientos diferenciales que puedan aparecer, estas deben llevar acero de refuerzo en base al diseño, también se debe efectuar una correcta colocación del concreto y respetar los recubrimientos mínimos según la NSR 10.

- **Columnas.** El éxito de estas está en el correcto armado de la formaleta y en el vaciado del concreto, aunque como en los elementos estructurales anteriores se deben verificar los mismos parámetros.
- **Vigas aéreas.** Las vigas aéreas la ejecución de vigas aéreas en concreto reforzado según localización y dimensiones expresadas en los planos Arquitectónicos y planos Estructurales.
- **Placas aéreas macizas.** El armado y realización de una placa aérea o de entrepiso posee varias etapas, cada una de las cuales debe ser realizada de forma precisa y cuidadosa. Se debe tener en cuenta la correcta colocación de formaleta y armadura de soporte como paralelas. También se debe verificar el correcto armado de todas las tuberías de las redes de la edificación.
- **Muros.** Los muros internos y externos de la edificación son muros en ladrillo a la vista, la correcta construcción de estos es en base a reglamentos de construcción que rigen parámetros básicos para la correcta construcción.

9.2.16. Calificación. La calificación de la estructura es por el estado actual de la edificación, por diseño no se podrá calificar ya que no se construyó por parámetros guiados por una norma sísmo resistente.

Para poder calificar el estado actual de la edificación se deberán realizar los ensayos descritos en el punto 11, estos ensayos determinarán el estado actual de la edificación enfocando este estado a lo establecido en la norma sismo resistente colombiana NSR 10.

10. INSPECCIÓN FÍSICA.

10.1. Localización y levantamiento de las lesiones.

Se realizó una inspección visual del plante, recorriendo el pasillo que conecta a las aulas e inspeccionando cada una esto en sus tres niveles, posteriormente se realizó una inspección externa de la fachada de la edificación.

Recorrido de las aulas, pasillos y exterior.

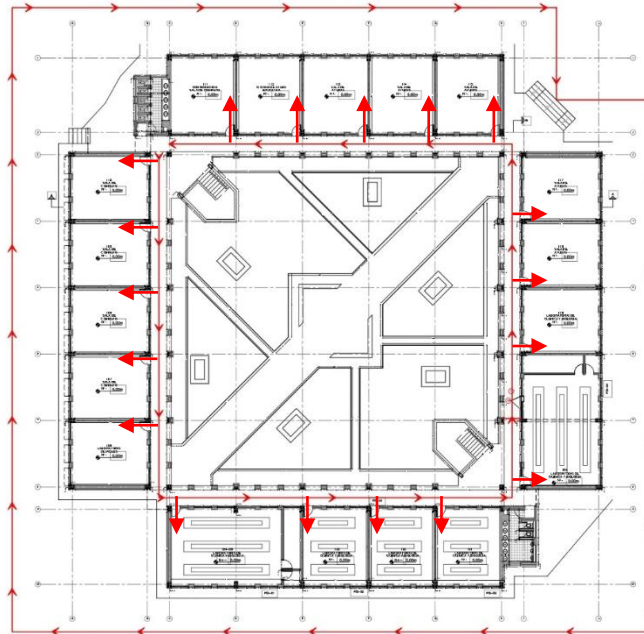


Gráfico 9 Recorrido inspección visual.



Inspección visual de las fachadas.

Se realizó una inspección visual de las fachadas del edificio externas del edificio.

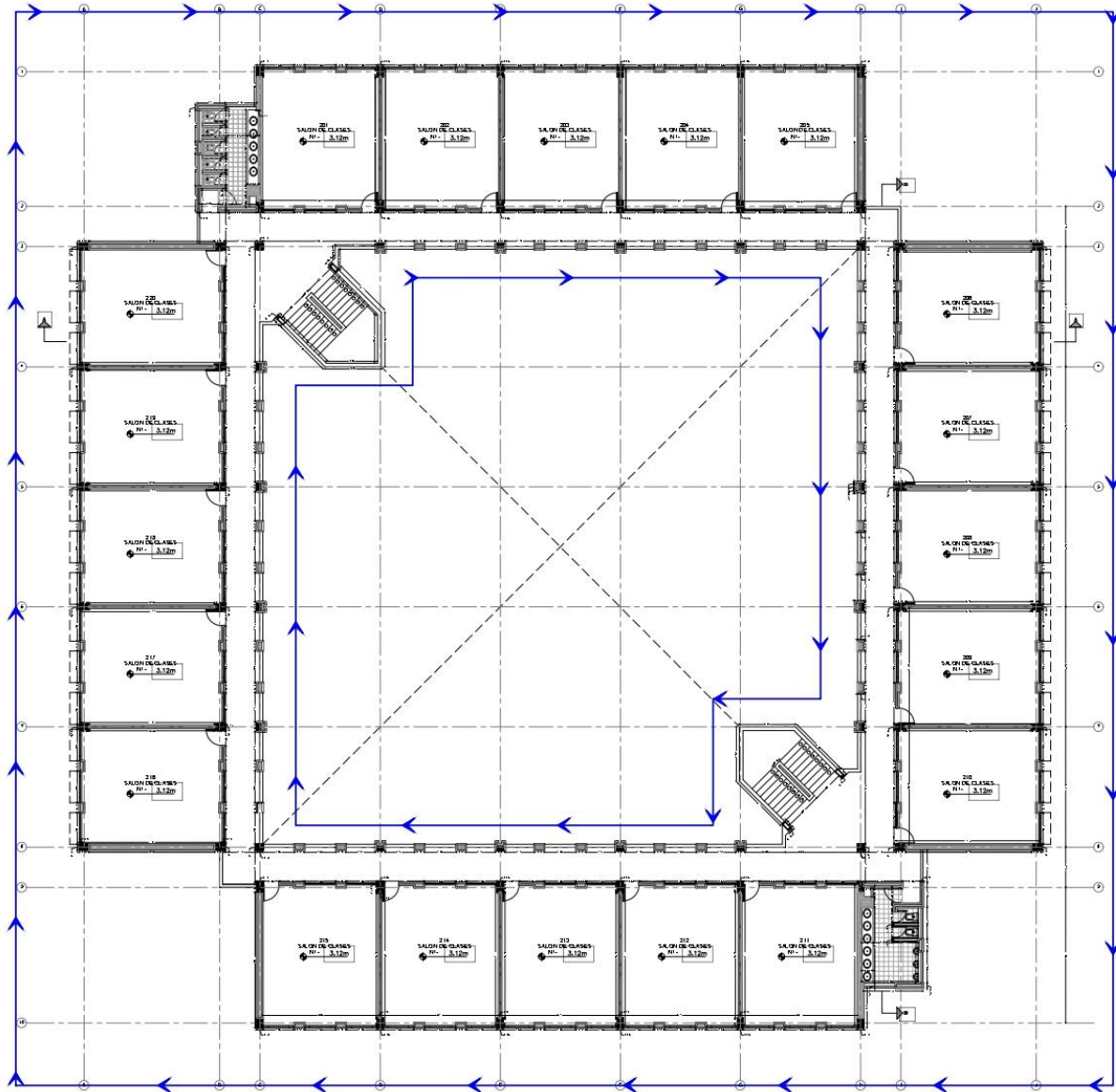


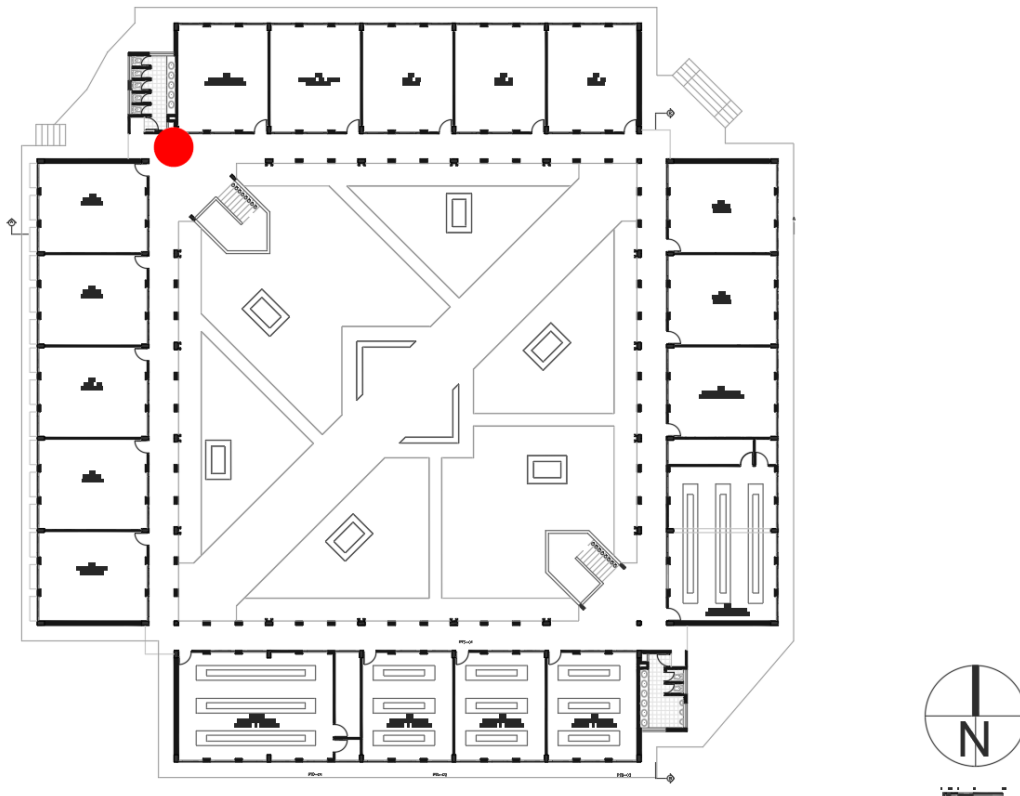
Gráfico 10 Inspección visual de fachadas

LESIONES ENCONTRADAS:

Lesión 1: Fisura N° 1 en placa de entrepiso maciza, entre 0.43 mm y 0.48 mm de grosor, profundidades de 1.15cm y 2.5 cm y longitudes de 1.10m y 1.20m.

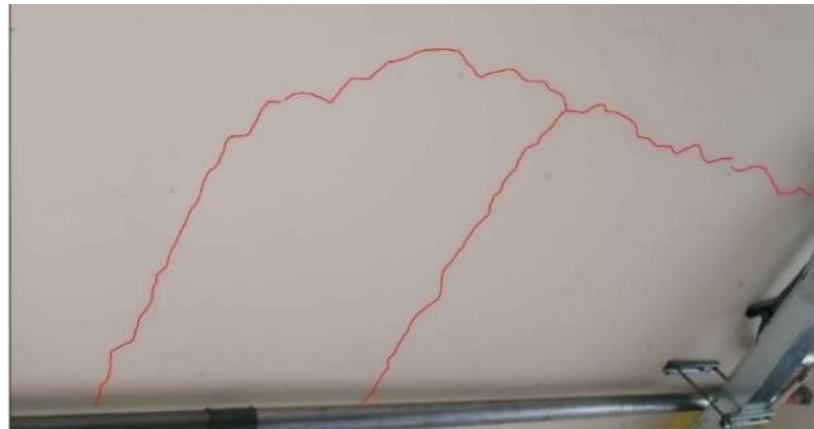
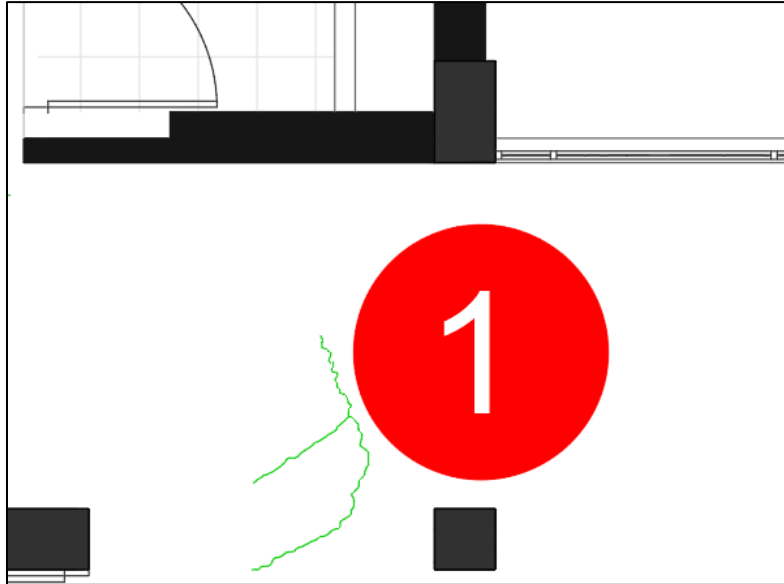
Esta falla mecánica es ocasionada por asentamientos sobre el terreno.

Ubicación: Placa de entrepiso pasillo primer piso, en el ala noroccidental, frente a las escaleras entre las aulas 110 y 111.



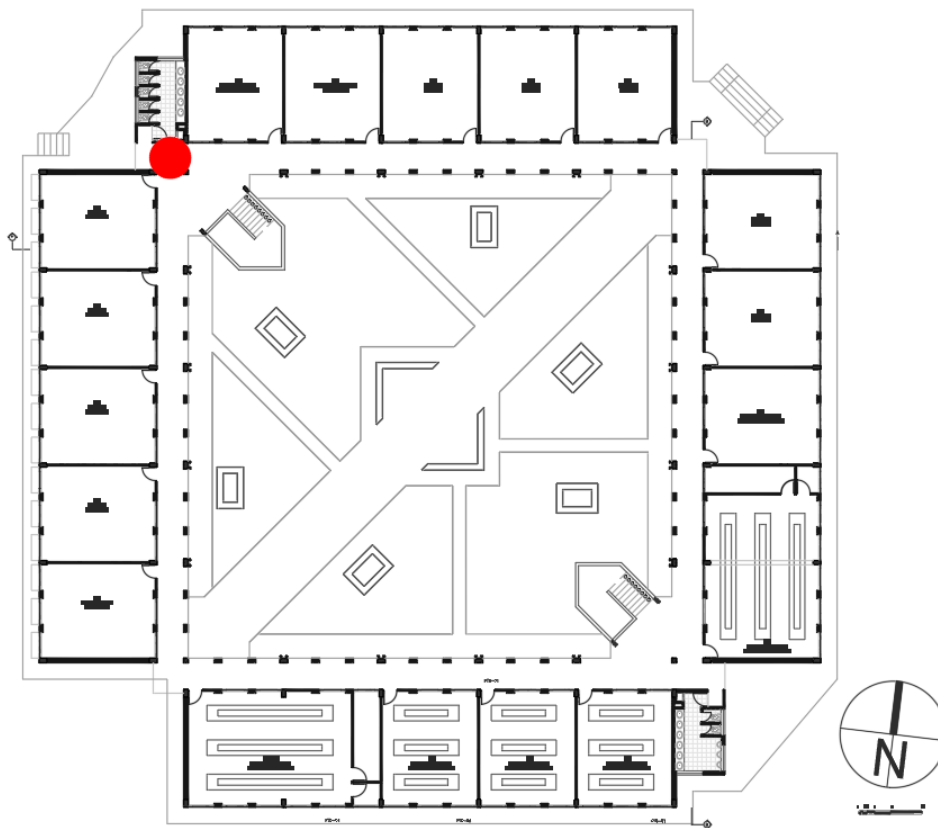
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 37 Ubicación lesión 1



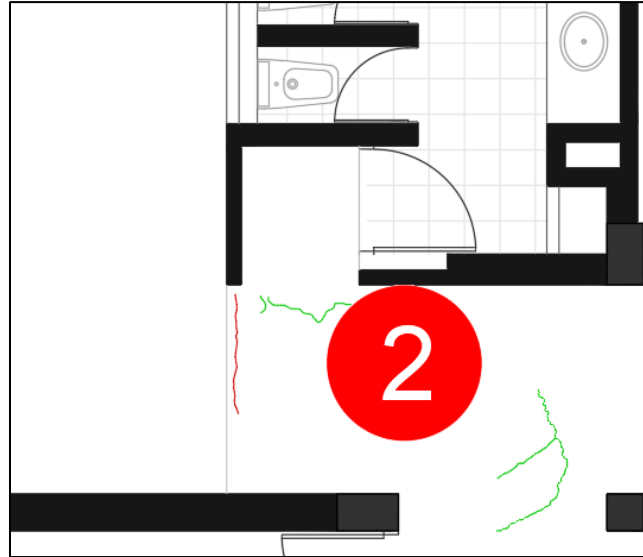
Lesión 2: Fisura N° 2 en placa de entrepiso maciza, con una longitud aproximada de 0.80m, con una longitud de aprox. 0.30mm y 0.50mm.

Ubicación: Placa de entrepiso pasillo primer piso, en el ala noroccidental, frente al acceso de los baños.



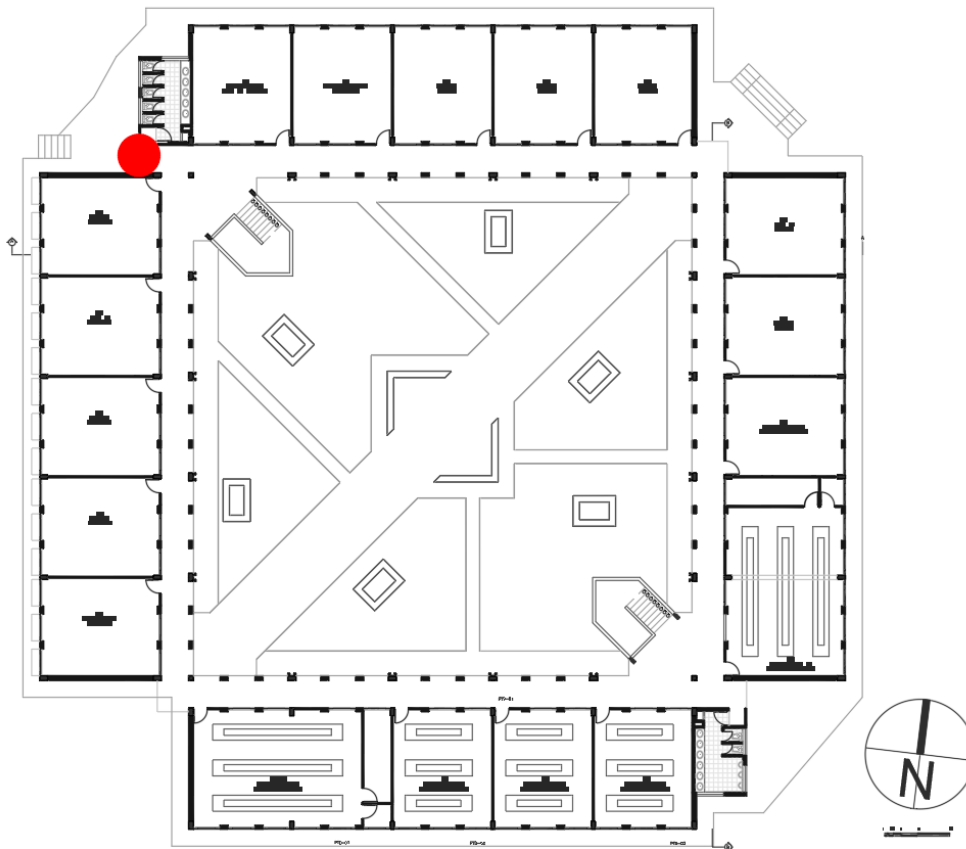
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 38 Ubicación lesión 2



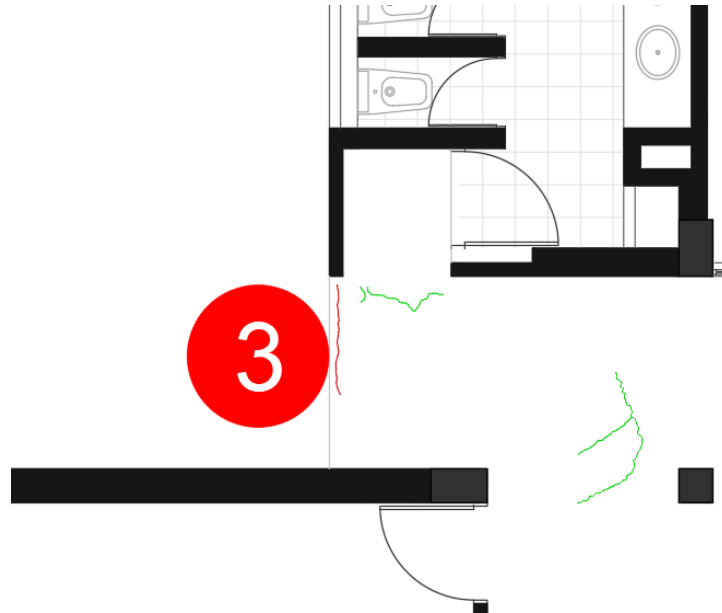
Lesión3: fisura de aproximadamente entre 0.33 mm y 0.60 mm en la placa de entrepiso maciza, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales, flexión de vigas y/o placas, deformaciones horizontales. Se observa que la mampostería de la fachada no tiene como soporte la plaza de entrepiso, en un futuro puede traer el desprendimiento de esta.

Ubicación: placa de entrepiso Pasillo frente al baño de mujeres, en el ala norte, primer piso.



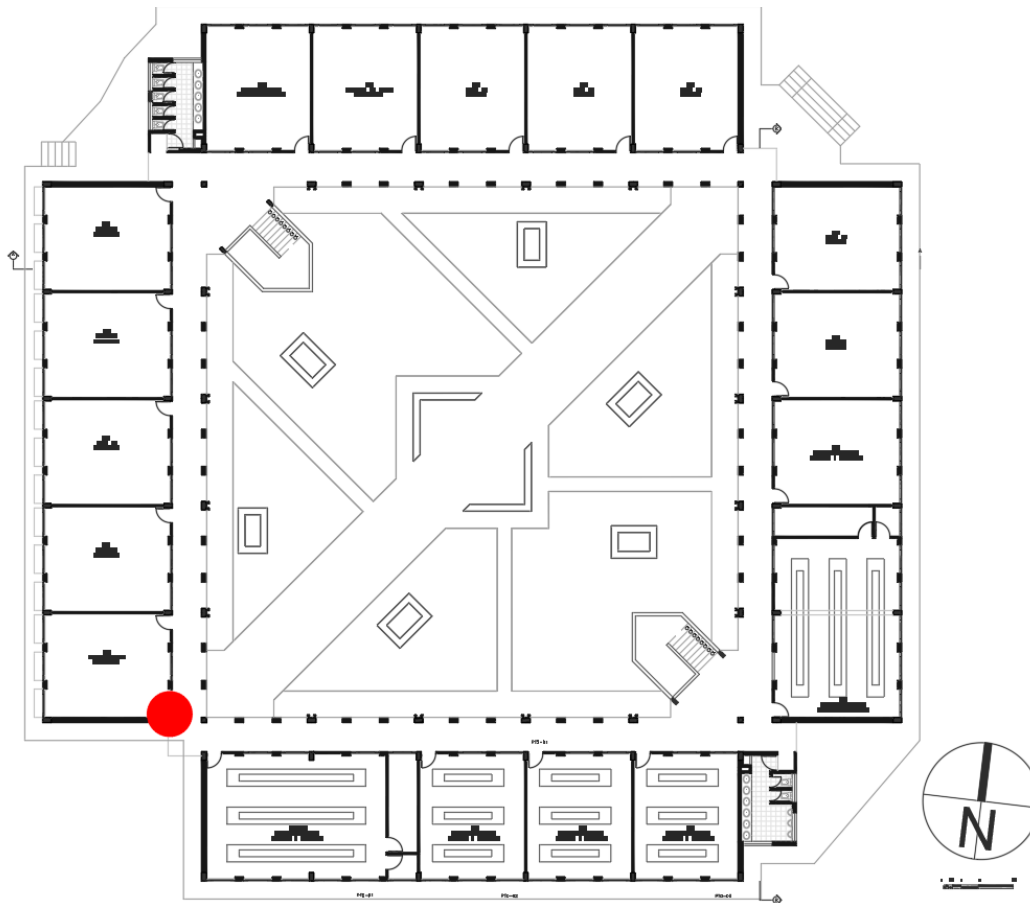
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 39 Ubicación Lesión 3



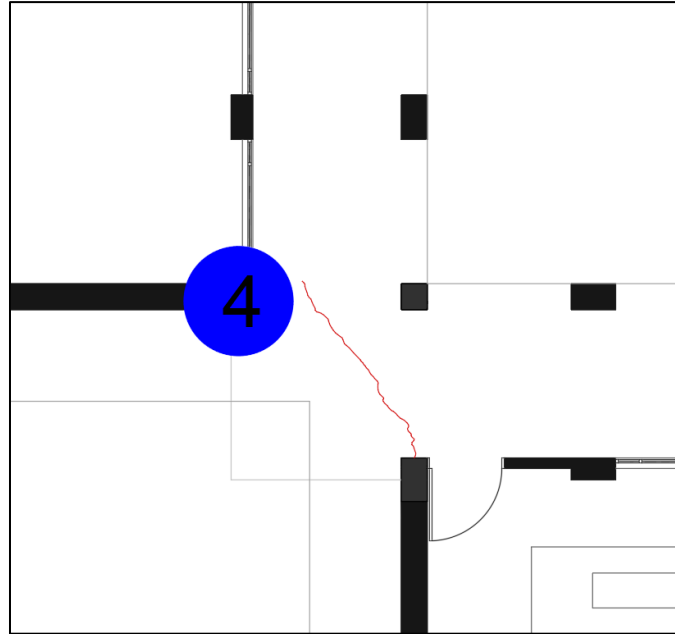
Lesión 4: Hormigqueo en la parte inferior de la columna B8, ocasionado Por falta de vibrado del concreto, o mal formateado, las partículas de agregado (grava o triturado y arena), se dispersan aumentando el volumen de vacíos en la mezcla de concreto.

Ubicación: Columna B8 parte inferior primer piso.



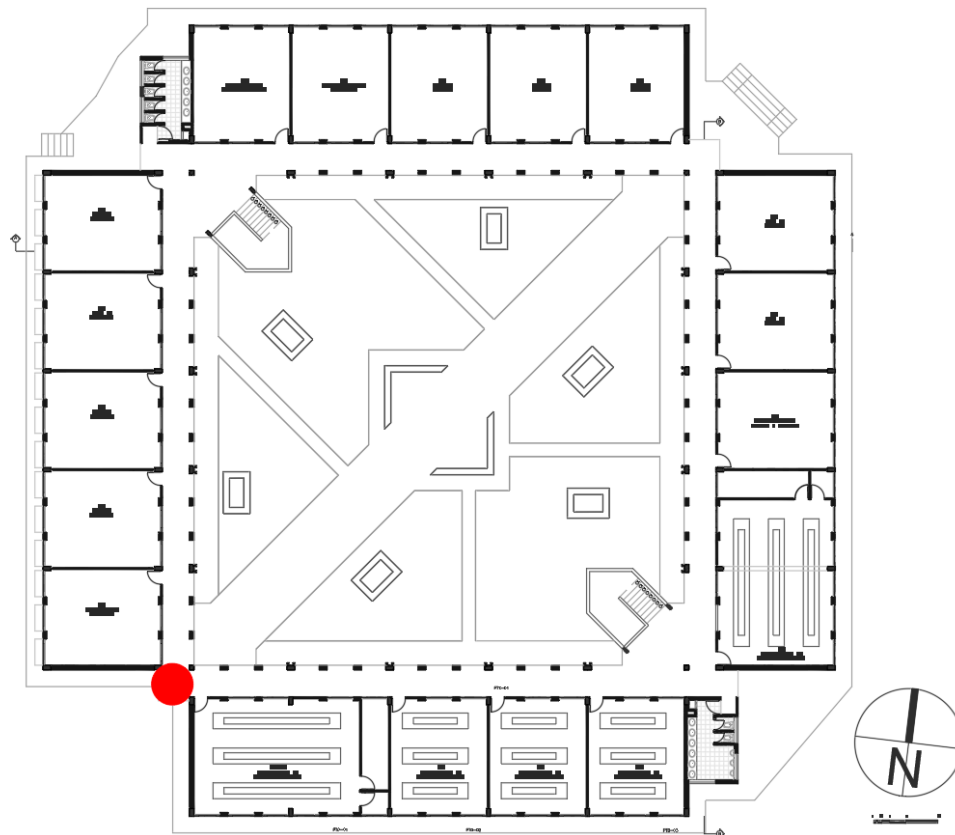
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 40 Ubicación Lesión 4



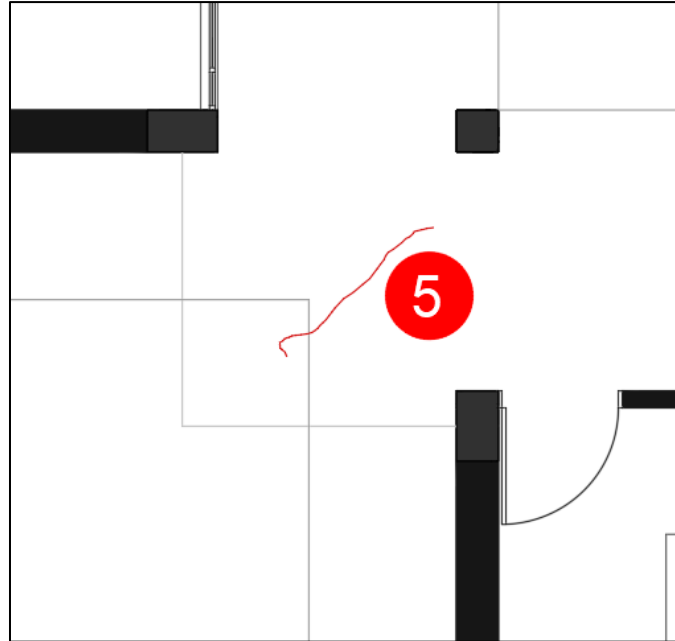
Lesión 5: Grieta en placa de entrepiso maciza, con 0.5 mm de grosor, profundidad de 3.47 cm y 2.23m de longitud. Esta grieta es causada por un asentamiento que experimenta el terreno.

Ubicación: Ubicada en la zona suroccidental de la edificación, entre el laboratorio de Inglés 106 y el laboratorio de Química y Biología 104-105.



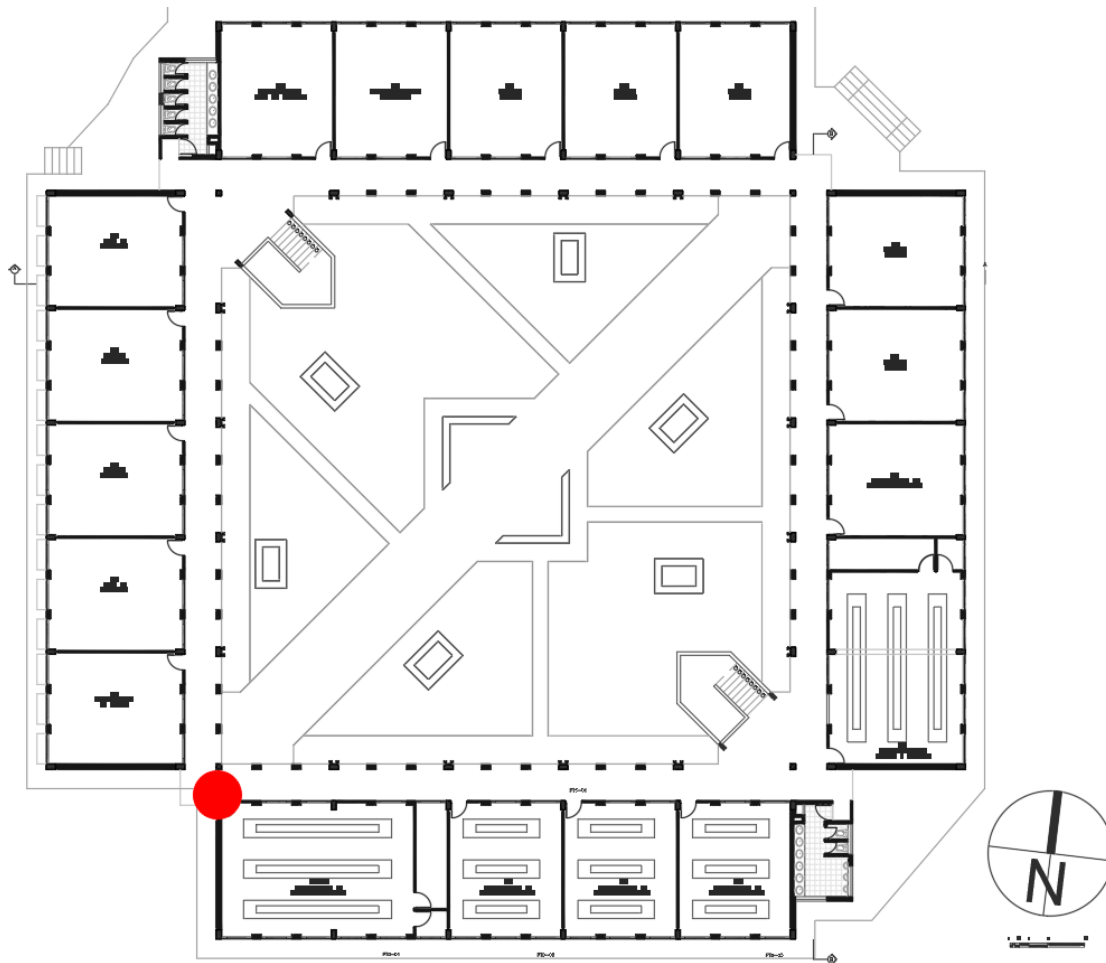
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 41 Ubicación Lesión 5



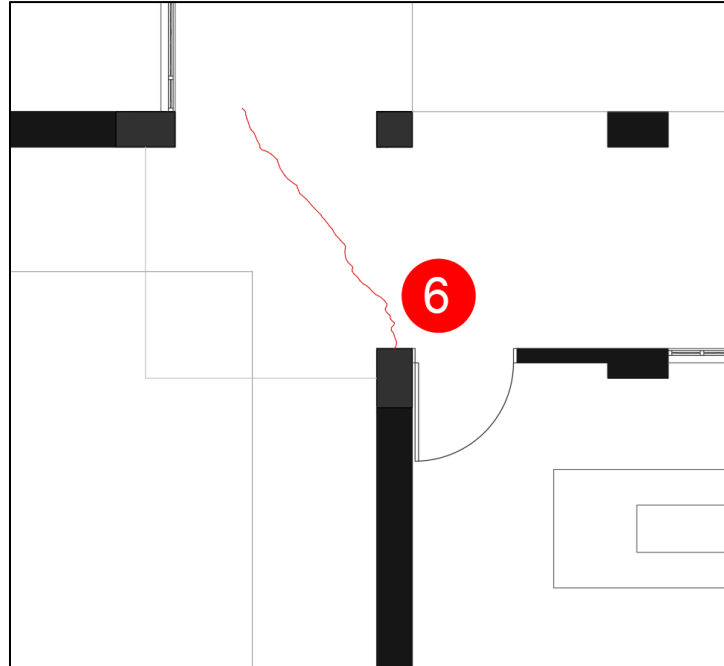
Lesión 6: fisura de aproximadamente entre 0.33 mm y 0.60 mm en la placa de entrepiso maciza, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales.

Ubicación: Ente el laboratorio de inglés y el laboratorio de química y biología 104-105 placa de entrepiso.



PLANTA PRIMER PISO.

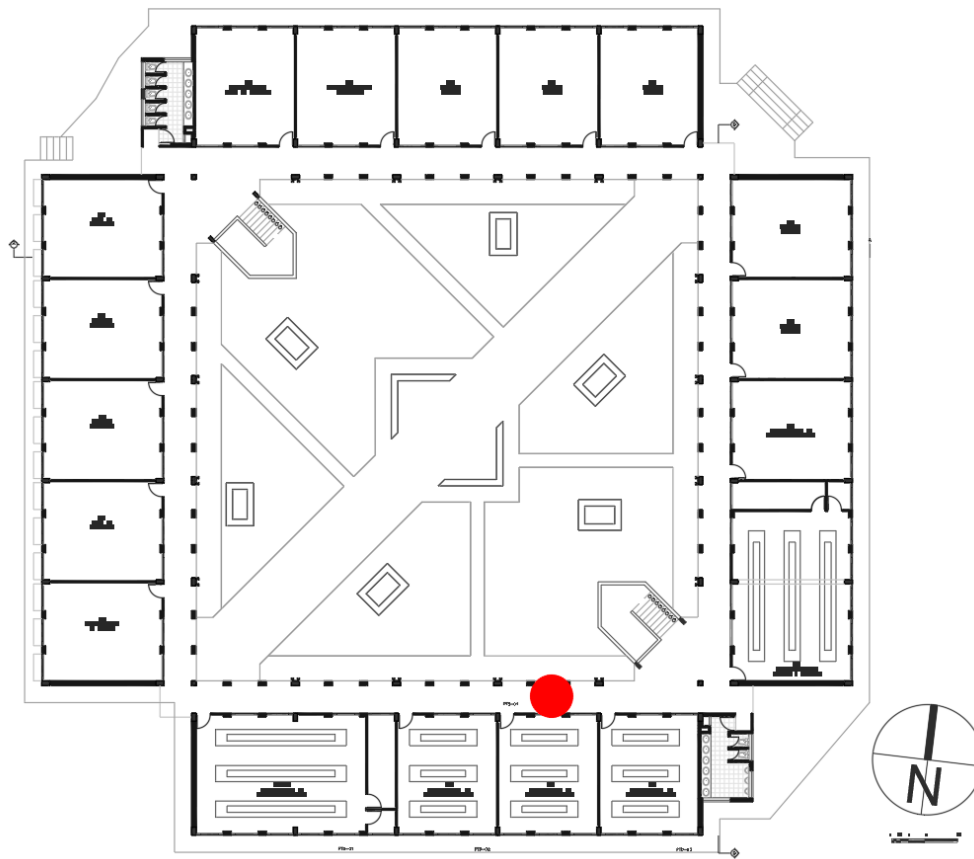
Ilustración 42 Ubicación Lesión 6



Lesión 7: Fisura en la placa de entrepiso, con una longitud aproximada de 2.67m y 0.30 a 0.50mm de grosor.

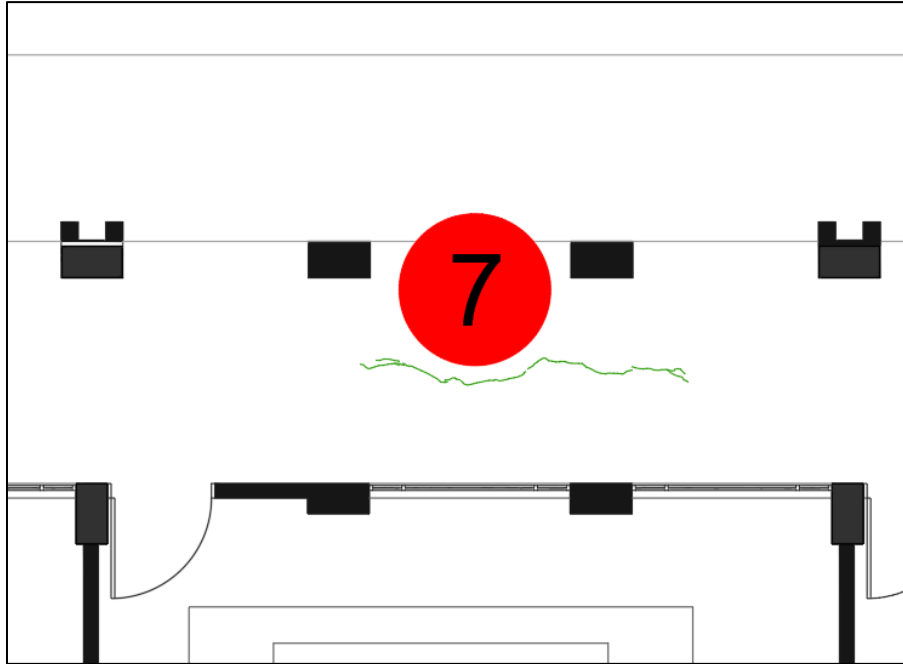
Esta fisura fue ocasionada por el asentamiento del terreno donde está ubicada la edificación

Ubicación: esta fisura se encuentra en el pasillo frente al aula 102 primer piso.



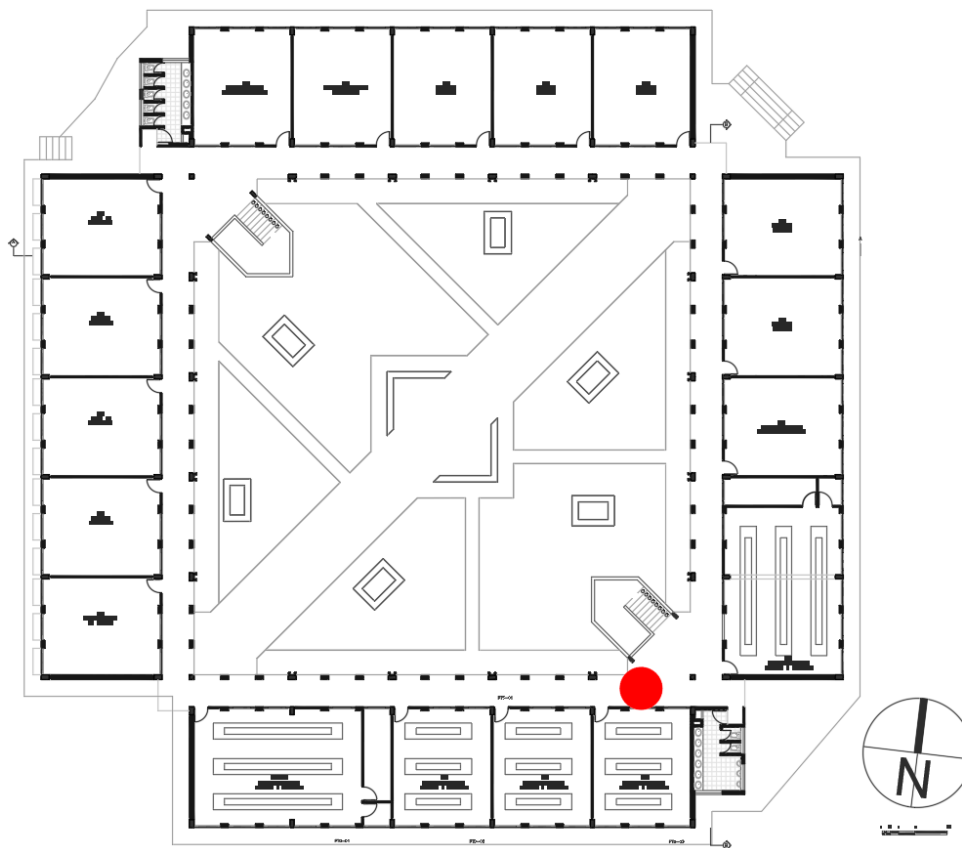
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 43 Ubicación Lesión 7

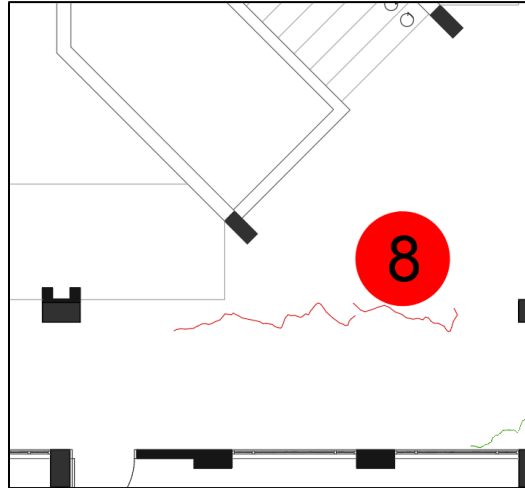


Lesión 8: grieta en viga n° 8, de aproximadamente entre 1.5 mm y 2.0 mm de grosor, 5.3 cm de profundidad y 1.55m de longitud, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales, flexión de vigas y/o placas, deformaciones horizontales.

Ubicación: Entre el laboratorio de química y biología 101 y el laboratorio de química 104, frente a la escalera.



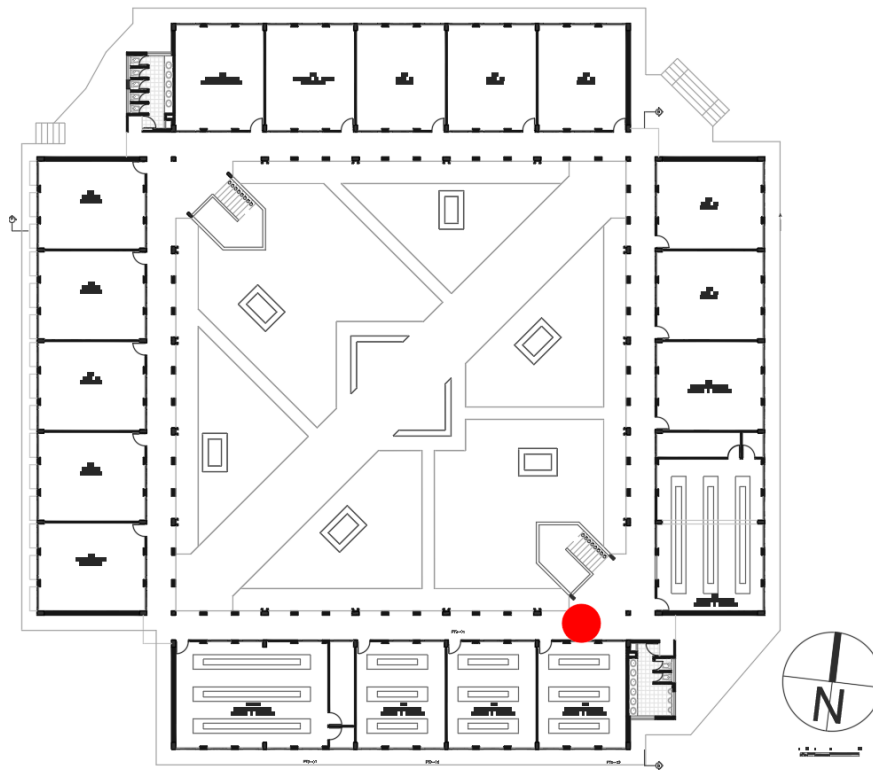
PLANTA PRIMER PISO.
Ilustración 44 Ubicación Lesión 8



Lesión 9: Fisura en la placa de entrepiso proveniente de la mampostería, tienes un grosor aproximado de 0.35 a 0.50 mm y una longitud de 2.30m.

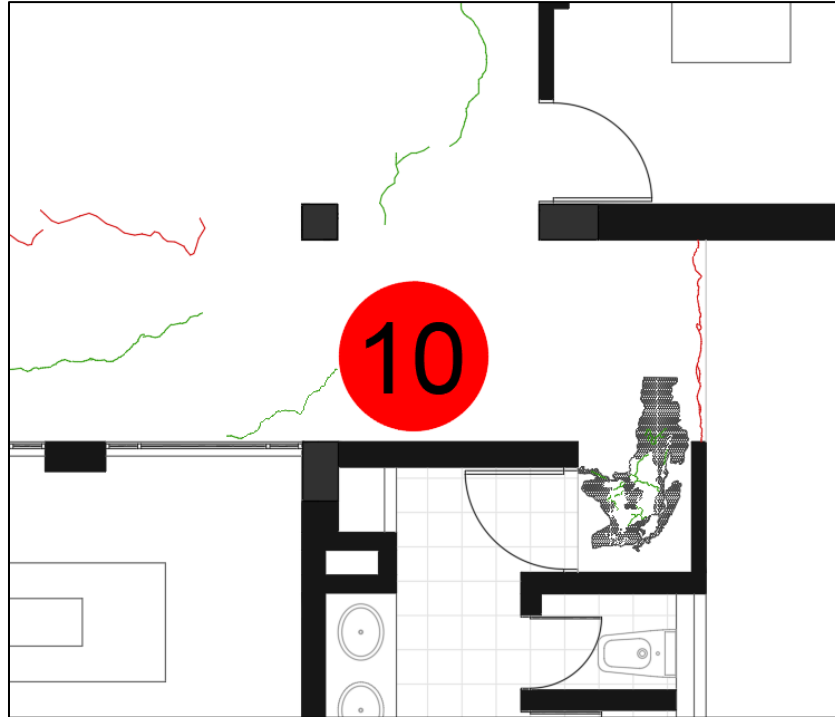
Esta fisura se produce por el asentamiento diferencial del terreno donde está ubicada la edificación.

Ubicación: Pasillo frente al aula 101.



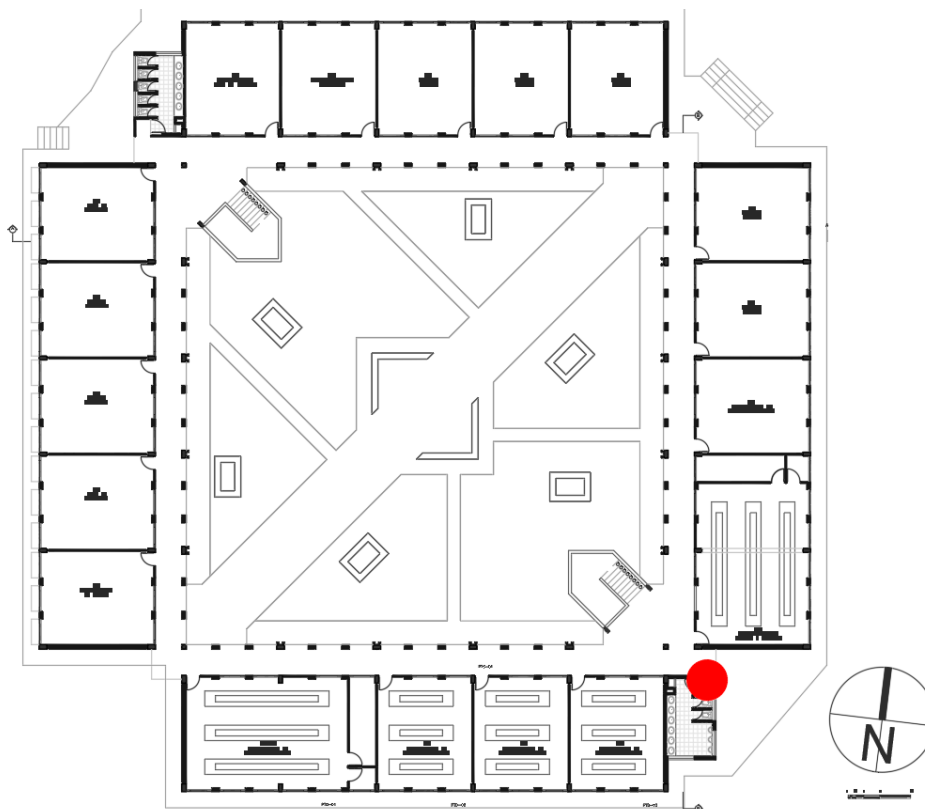
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 45 Ubicación Lesión 9



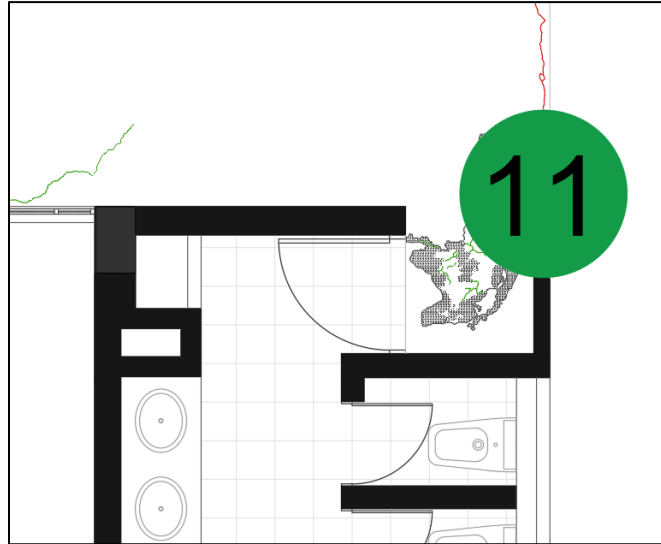
Lesión 11: Posibles fallas en la tubería de los baños del segundo piso, generaron una humedad constante en la losa, ocasionando deterioro de la pintura y mortero que genera daño en el acabado y de no detenerse la causa perdida de resistencia de la losa maciza de concreto al corroerse sus aceros.

Ubicación: Placa de entrepiso pasillo baño de hombres, primer piso.



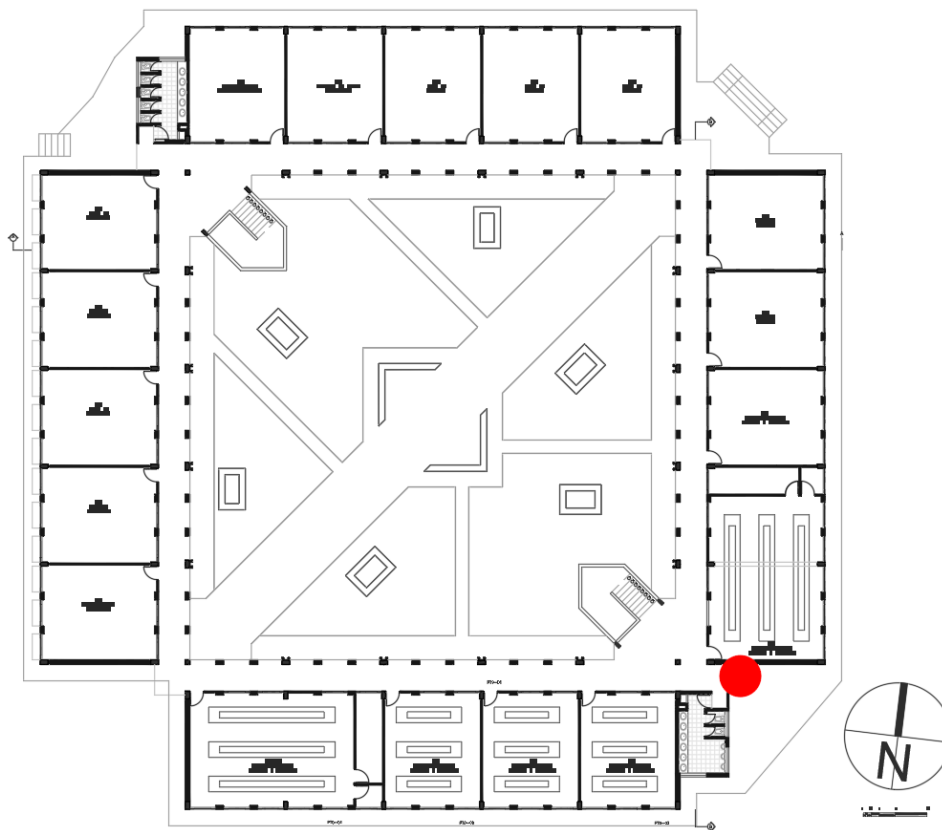
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 46 Ubicación Lesión 11



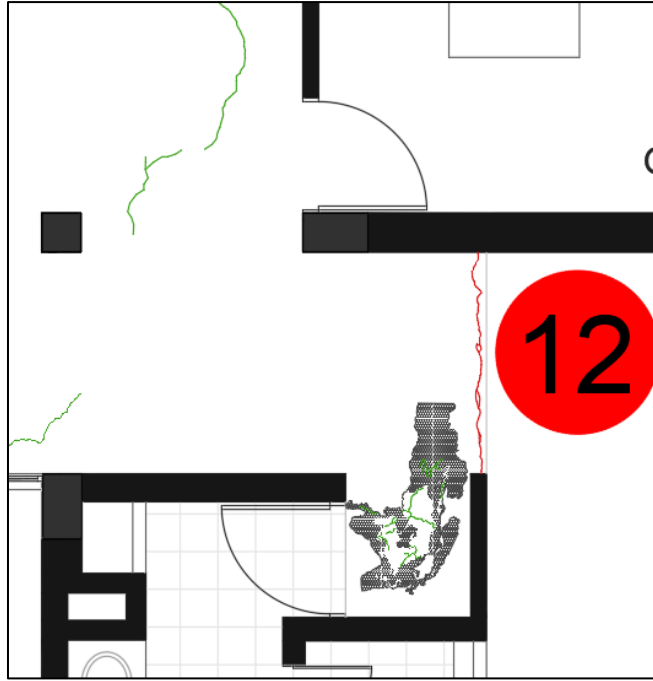
Lesión 12: Agrietamiento de 1.50 mm de grosor, con una longitud de 1.69 m, en el borde de la placa de entrepiso (unión con la mampostería), ocasionada por la mala adherencia entre la mampostería de la fachada y la placa de entrepiso.

Ubicación: Ala sur, al frente del baño de hombres, placa de entrepiso, primer piso.



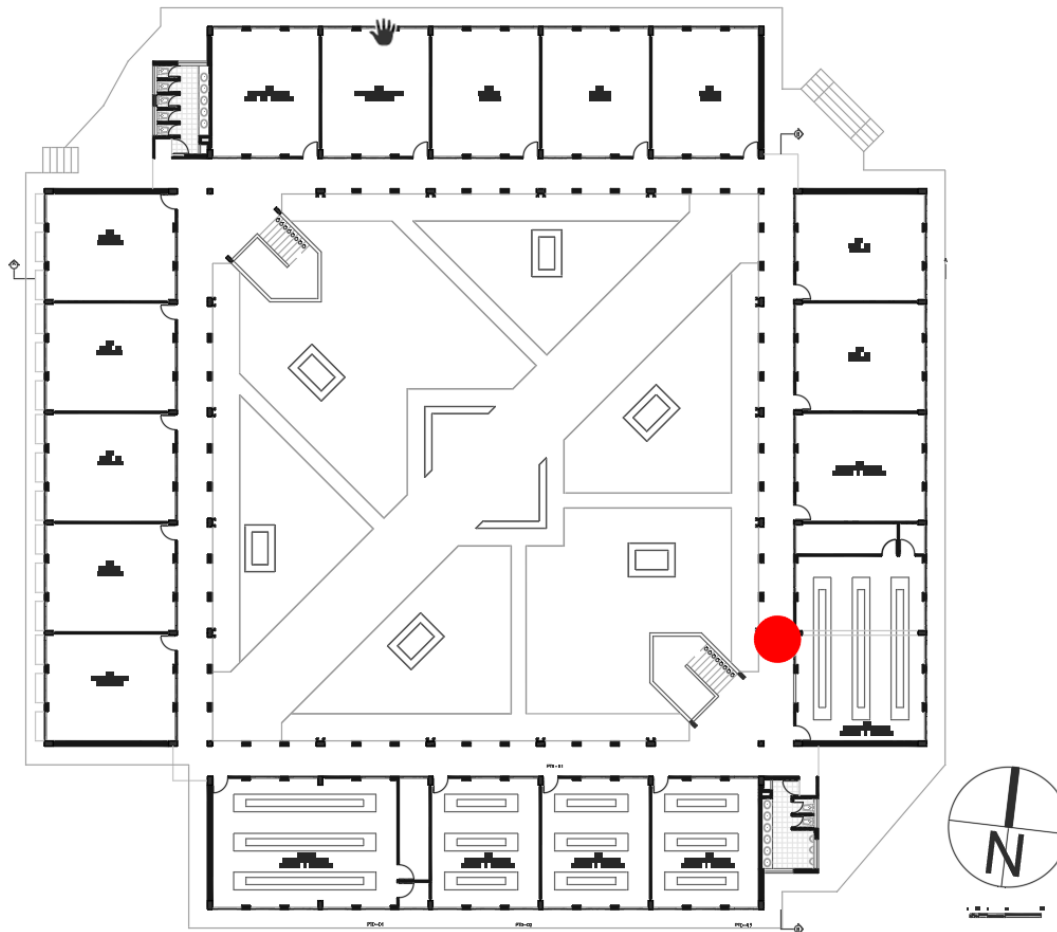
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 47 Ubicación Lesión 12



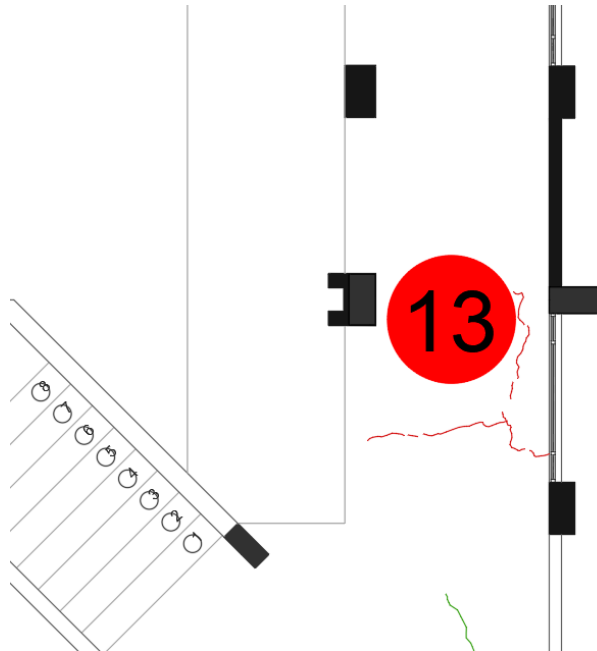
Lesión 13: Conjunto de fisuras, de aproximadamente 2m de longitud cada una, naciente desde el muro del aula 104 del primer piso, ocasionada por el asentamiento diferencial presente en el terreno de la edificación.

Ubicación: Pasillo frente al laboratorio de química y biología 104 primer piso.



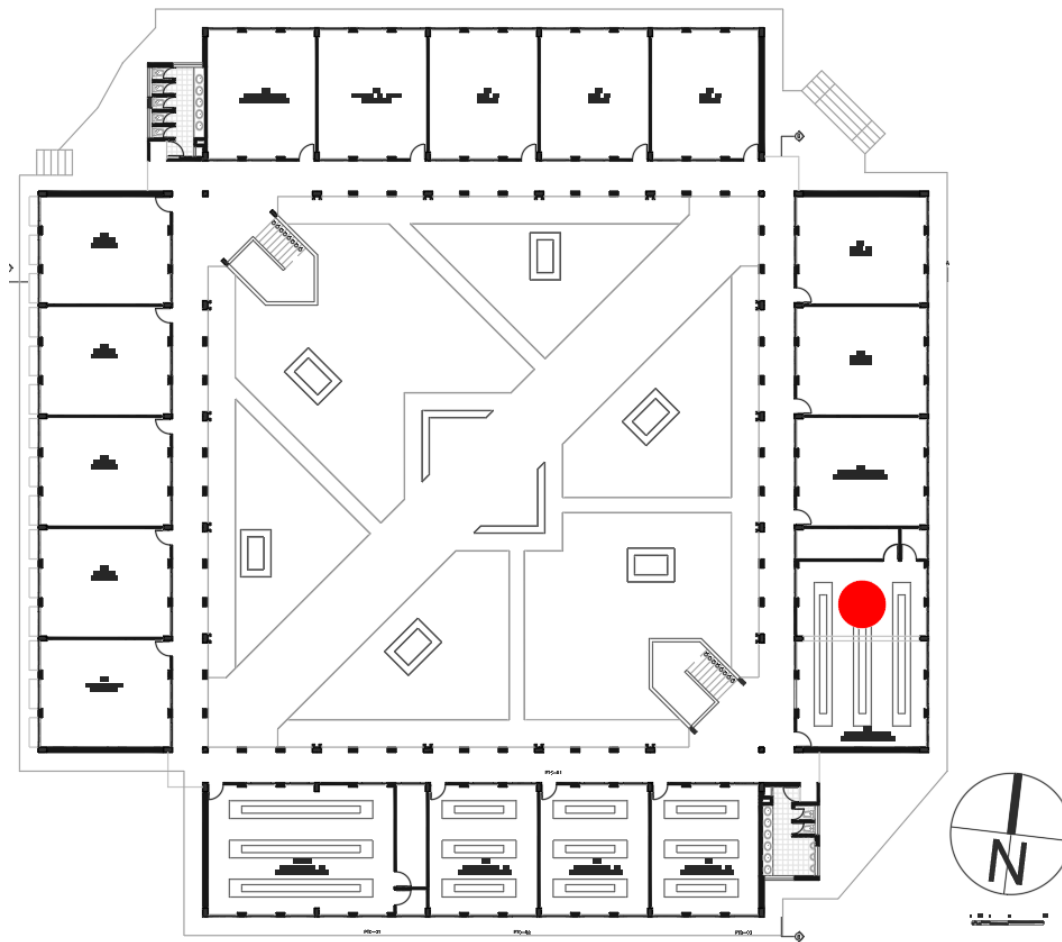
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 48 Ubicación Lesión 13



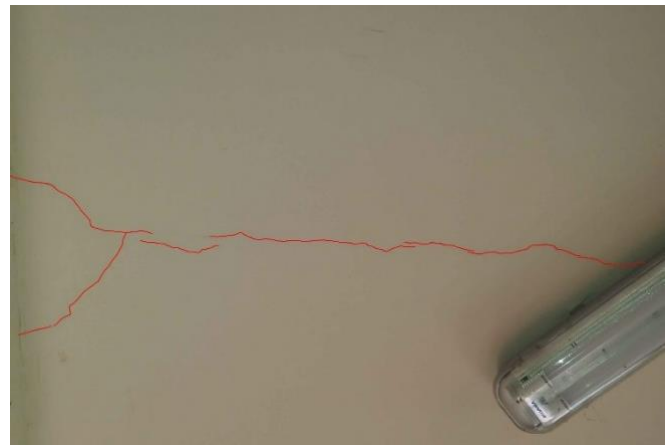
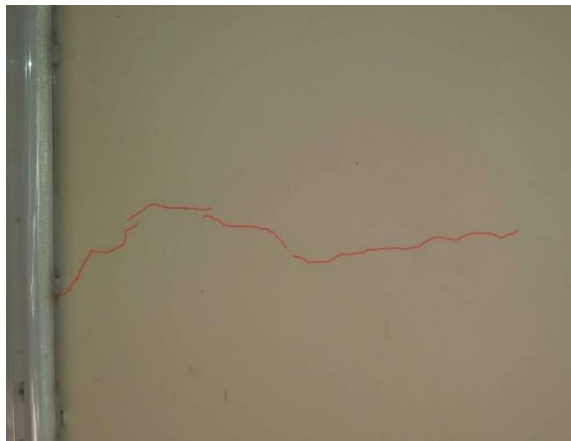
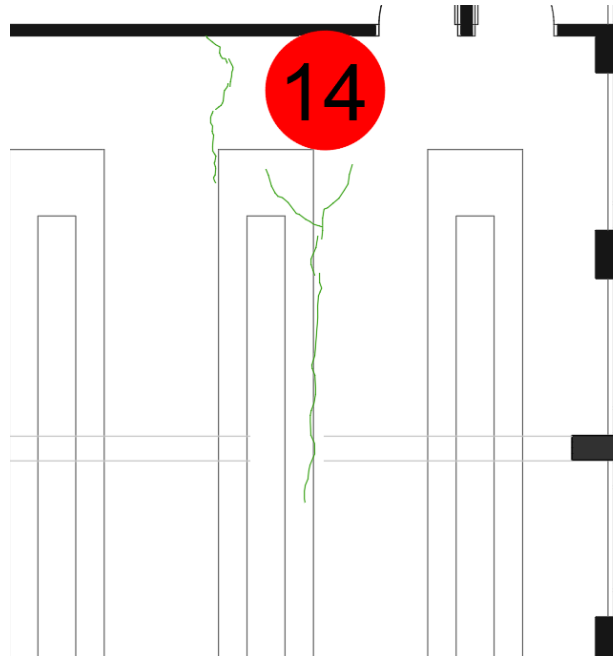
Lesión 14: fisura de aproximadamente entre 0.33 mm y 0.60 mm en la placa de entepiso, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales que presenta el terreno.

Ubicación: Laboratorio de química y biología 104 primer piso.



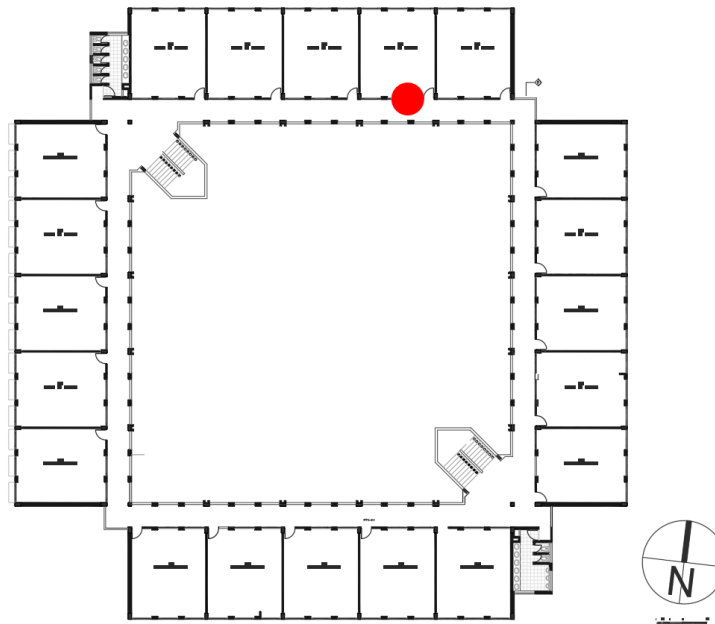
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 49 Ubicación Lesión 14



Lesión 15: Sobrecarga sobre la puerta que continuo en el fallo del muro de mampostería de ladrillo, ocasionando el agrietamiento en el sector de adherencia de los dos elementos.

Ubicación: muro contra el pasillo, Aula 204, segundo piso.



PLANTA SEGUNDO PISO..

Ilustración 50 Ubicación Lesión 15.



Lesión 16: Fallas de desagüe y perforaciones en la cubierta ocasionaron el ingreso de agua lluvia por filtración, lo que brindo las condiciones adecuadas para la aparición de hongos, eflorescencias y manchas por vanadio sobre muros, losa maciza de concreto.

Ubicación: Frente a la escalera del tercer piso, en la mampostería junto al aula 301.



Ilustración 51 Ubicación Lesión 16



Lesión 17: Se observa eflorescencias en el muro de mampostería, esto debido a la filtración presente desde la cubierta, donde el agua reacciona con los materiales y por consiguiente aparecen estas manchas blancas características.

Ubicación: Pasillo baño hombres, tercer piso.

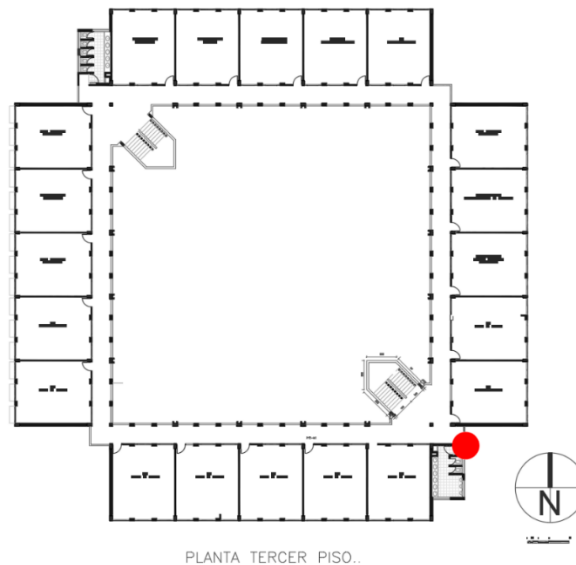


Ilustración 52 Ubicación Lesión 17



Lesión 18: La viga presenta carbonatación producida por su exposición ante el dióxido de carbono y a la humedad, lleva a la corrosión del acero, pérdida de alcalinidad del concreto y por consiguiente el comienzo de la pérdida del concreto.

Ubicación: Columna C8 parte superior, tercer piso.

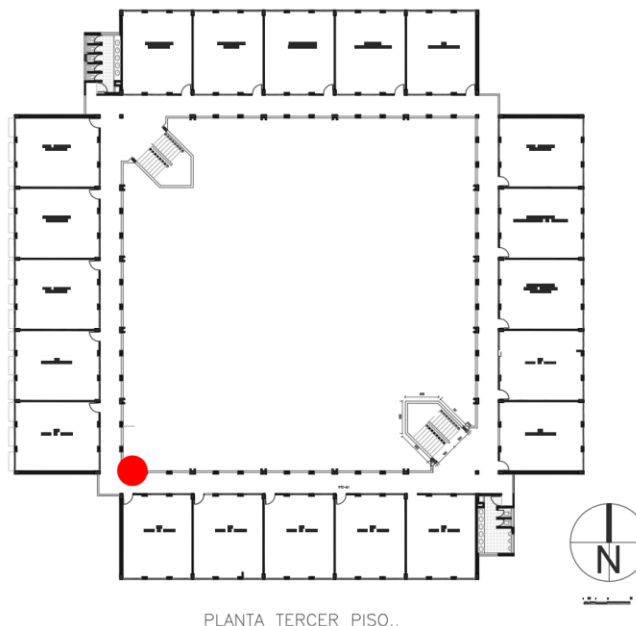


Ilustración 53 Ubicación Lesión 18



Lesión 19: Filtración de la canal de la cubierta, la cual desencadenó humedad en el cielo raso y posterior, se retiró la lámina de icopor de este. Esta filtración fue producida por la falta de mantenimiento.

Localización: canal de la cubierta, en el ala noroccidental al lado derecho de las escaleras.

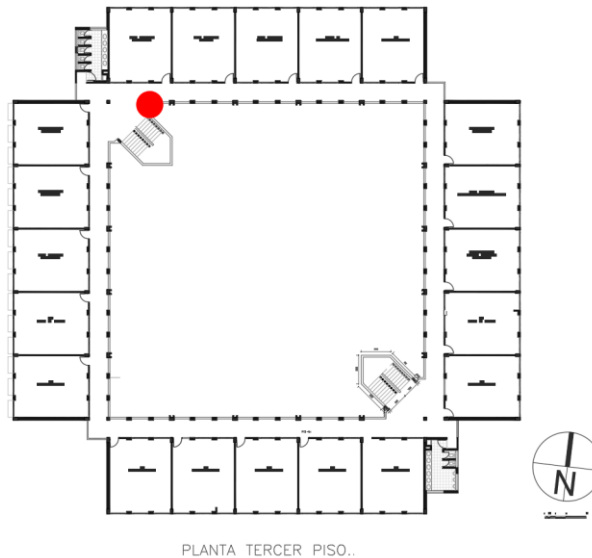


Ilustración 54 Ubicación Lesión 19



Lesión 20: Presencia de fisuras en los muros de ladrillo de la fachada, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales.

Ubicación: Esquina fachada del laboratorio de química y biología 104-105 primer piso, esquina fachada del aula 215 segundo piso, esquina fachada aula 305 tercer piso.

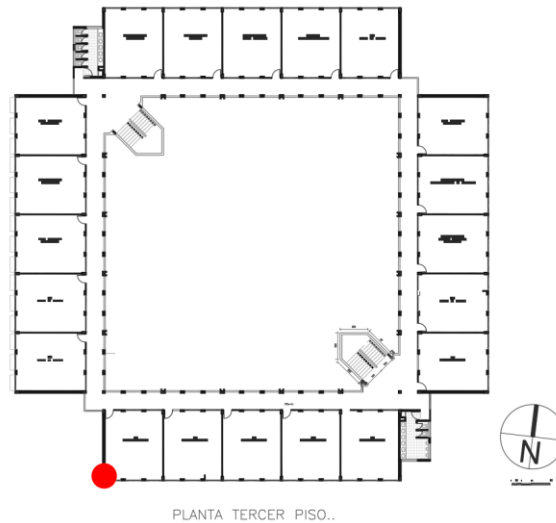
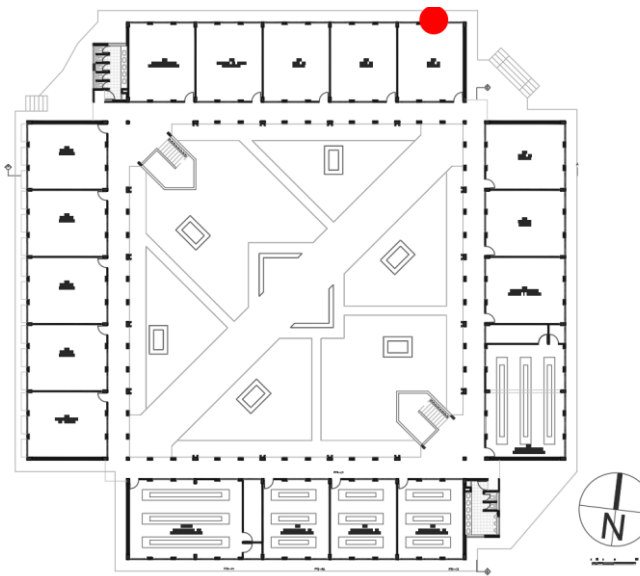


Ilustración 55 Ubicación Lesión 20



Lesión 21: Presencia de fisuras de dilatación entre el muro de mampostería y el andén perimetral, una mala compactación de la subrasante de relleno pudo ocasionar este pequeño asentamiento.

Ubicación: Fachada posterior aulas 114 y 115 primer piso.



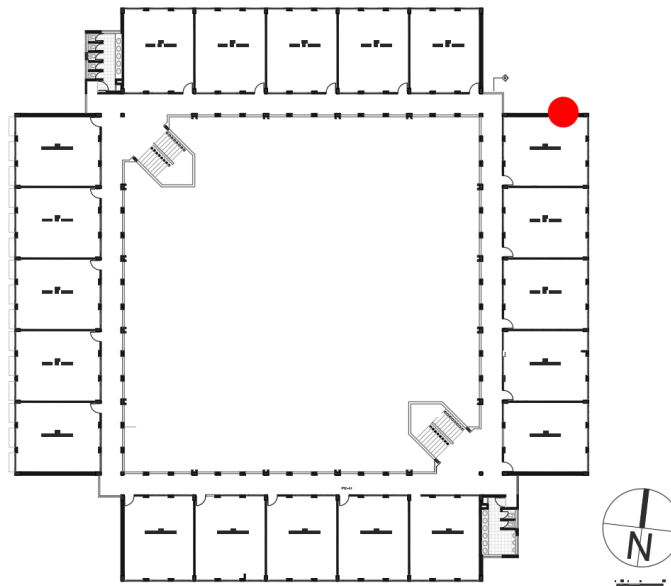
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 56 Ubicación Lesión 21



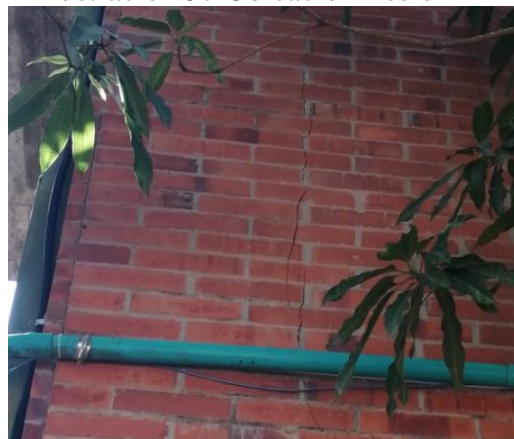
Lesión 22: fisura vertical en muro de mampostería de la fachada, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales.

Ubicación: Fachada segundo, aula 206 piso frente al auditorio.



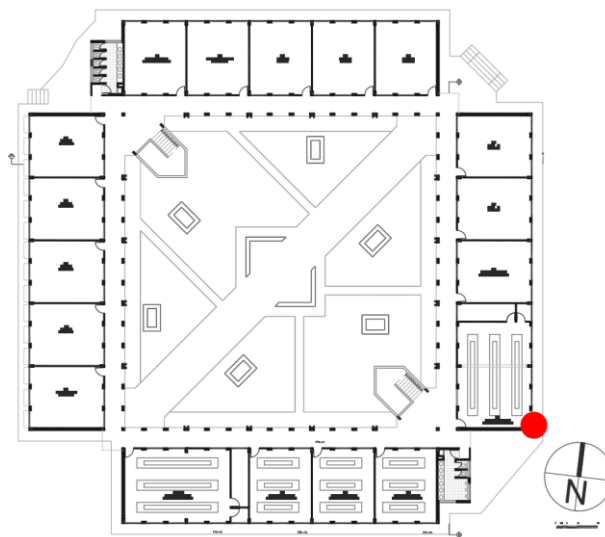
PLANTA SEGUNDO PISO..

Ilustración 57 Ubicación Lesión 22



Lesión 23: Presencia de fisuras en los muros de ladrillo de la fachada, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales.

Ubicación: Fachada esquina laboratorios 104 frente a los parqueaderos y la Carrera 19.



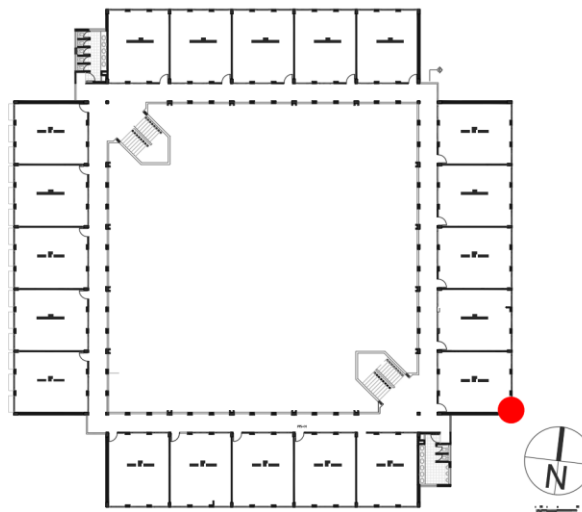
PLANTA PRIMER PISO.

Ilustración 58 Ubicación Lesión 23



Lesión 24: Presencia de fisuras en los muros de ladrillo de la fachada, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales, deben hacerse ensayos mas profundos para determinar realmente el origen de su causa.

Ubicación: Fachada esquina laboratorios 104 frente a los parqueaderos y la Carrera 19.



PLANTA SEGUNDO PISO..

Ilustración 59 Ubicación Lesión 24



Lesión 25: Presencia de fisuras la placa de entre piso de ladrillo de la fachada, ocasionada por fallas mecánicas derivadas posiblemente de asentamientos diferenciales, flexión de vigas y/o placas, deformaciones horizontales.

Ubicación: esquina de la placa de entre piso del aula 21, segundo piso.

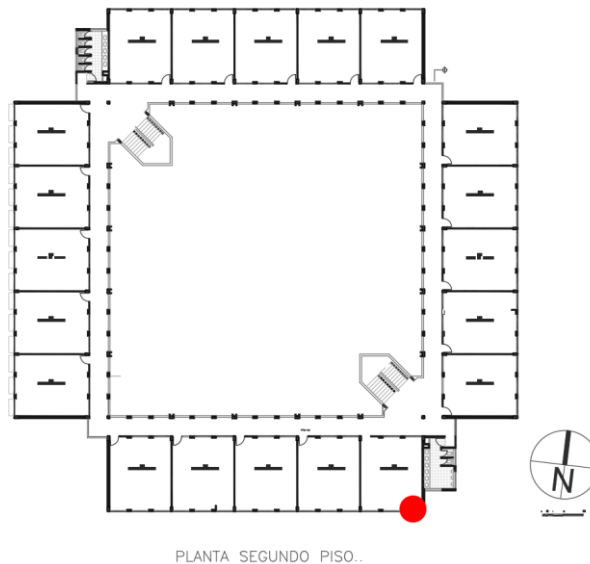


Ilustración 60 Ubicación Lesión 25



Lesión 26: El ensuciamiento o "chorretones" son causados por la humedad desencadenada por la lluvia, la cual arrastró partículas y esta al no tener un mantenimiento o limpieza frecuente, causa que estas se adhieran a la superficie del antepecho y la estructura de la escalera formando una costra negra (ensuciamiento por lavado diferencial).

Ubicación: Escalera ala sur, frente a los baños de hombres.

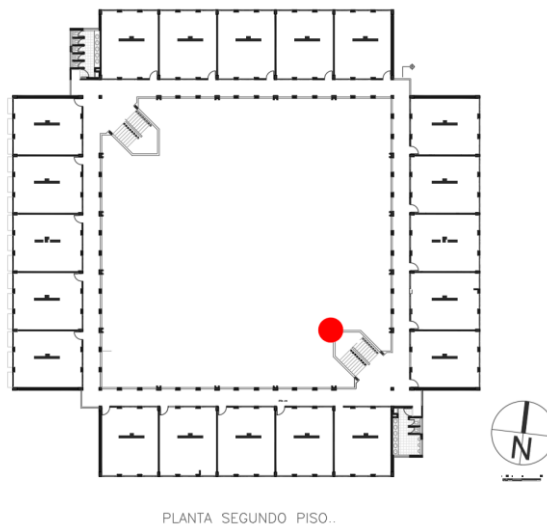
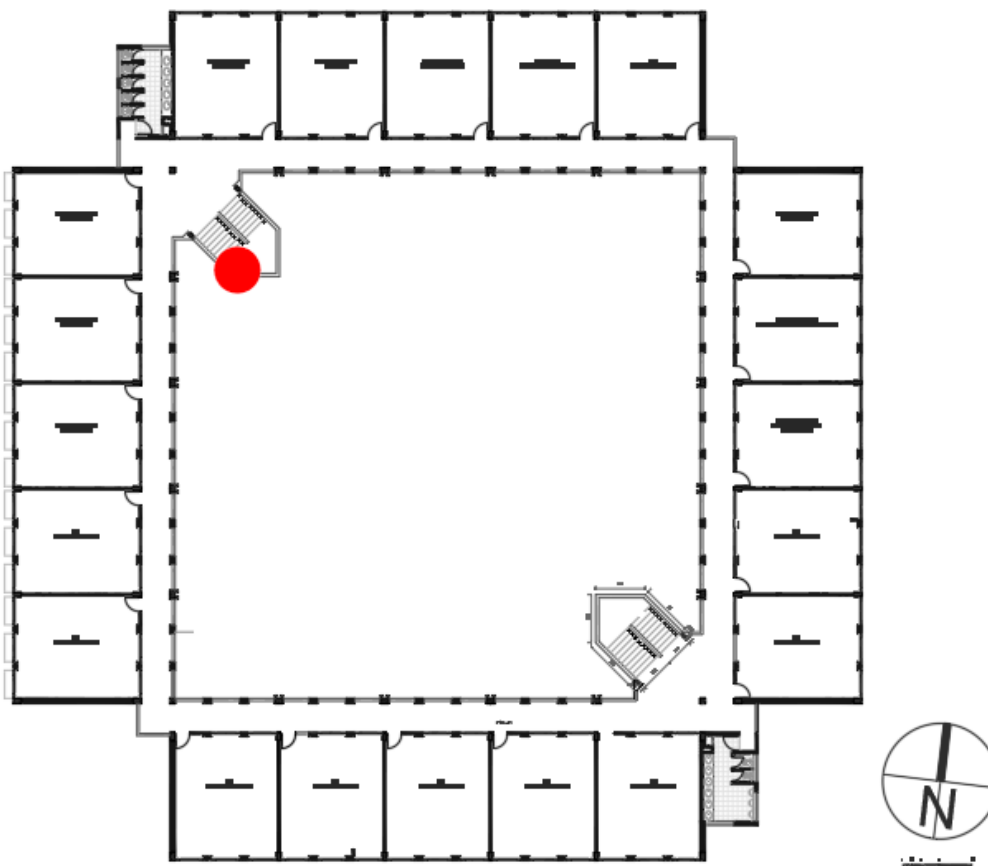


Ilustración 61 Ubicación Lesión 26



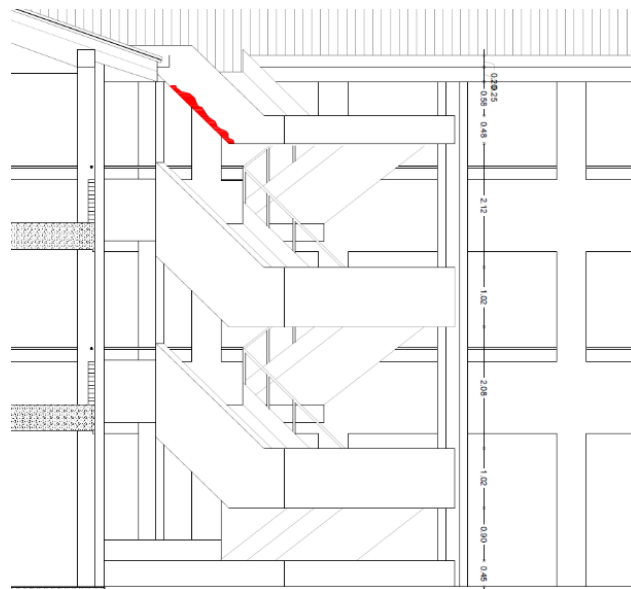
Lesión 27: Desprendimiento del concreto de la viga de la escalera del ala nororiental, producido por la humedad, que, al entrar en contacto con la superficie, esta se filtra por sus poros y llega a los aceros de refuerzos, donde estos sufren un proceso de despasivación y posteriormente produce que el concreto se vaya expandiendo hasta que este empieza a desprenderse.

Ubicación: escalera ala norte.



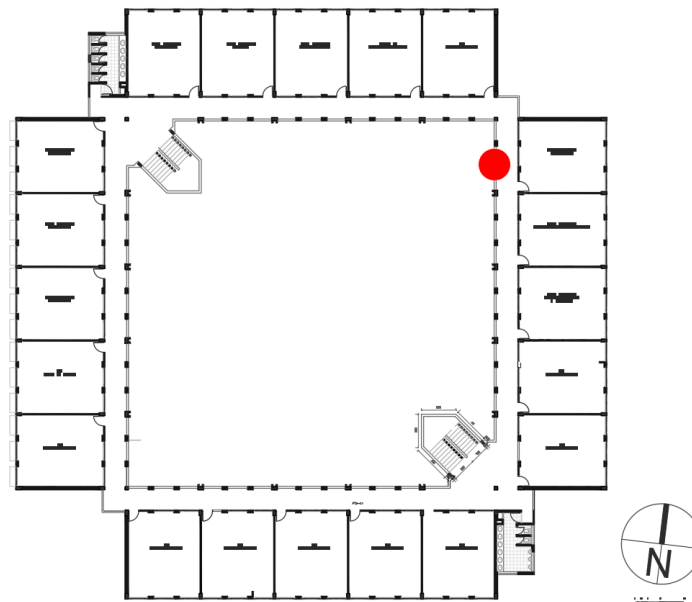
PLANTA TERCER PISO..

Ilustración 62 Ubicación Lesión 27



Lesiones 28: fisura horizontal de aproximadamente 5.69m de longitud en el antepecho de la fachada. Es producida por lesiones mecánicas.

Localización: antepecho fachada oriental interna, tercer piso.



PLANTA TERCER PISO..

Ilustración 63 Ubicación Lesión 28



Lesión 29: fisura horizontal de aproximadamente 5.69m de longitud en el antepecho de la fachada. Es producida por lesiones mecánicas.

Localización: antepecho fachada norte interno, tercer piso.

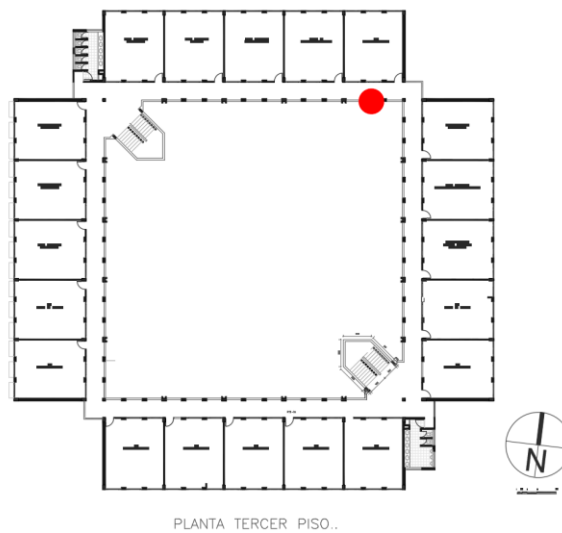
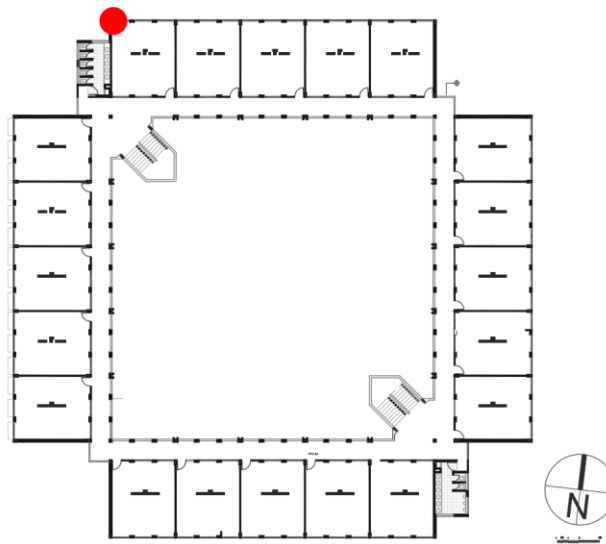


Ilustración 64 Ubicación Lesión 29



Lesión 30: Grieta vertical en la mampostería posiblemente causada por el asentamiento del terreno.

Ubicación: esquina parte inferior del aula 315 Fachada tercer piso frente a las zonas verdes.



PLANTA SEGUNDO PISO..

Ilustración 65 Ubicación Lesión 30





Localización de las lesiones del primer piso.

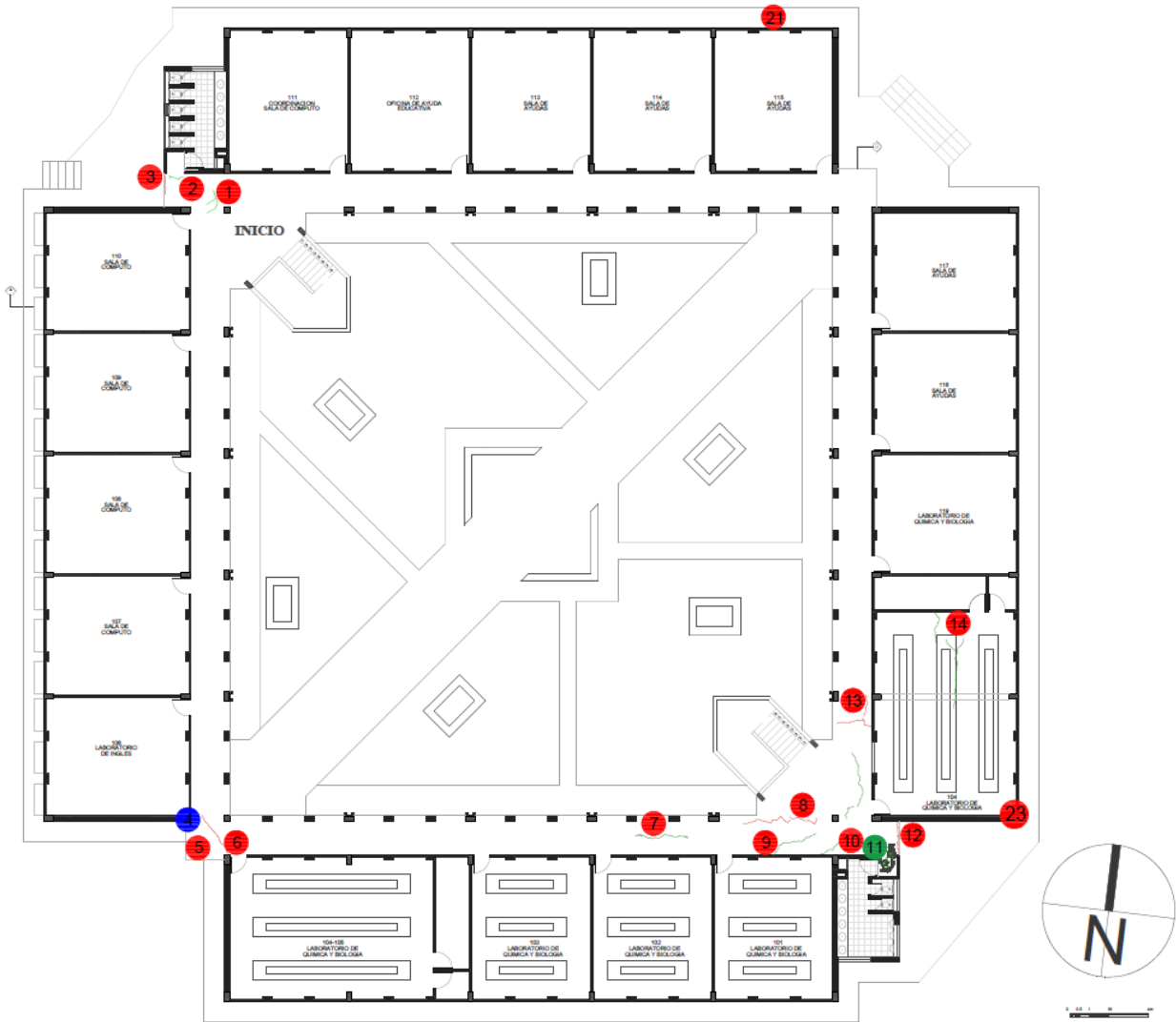


Gráfico 11 Lesiones tercer piso, elaboración: autores

Localización lesiones segundo piso.

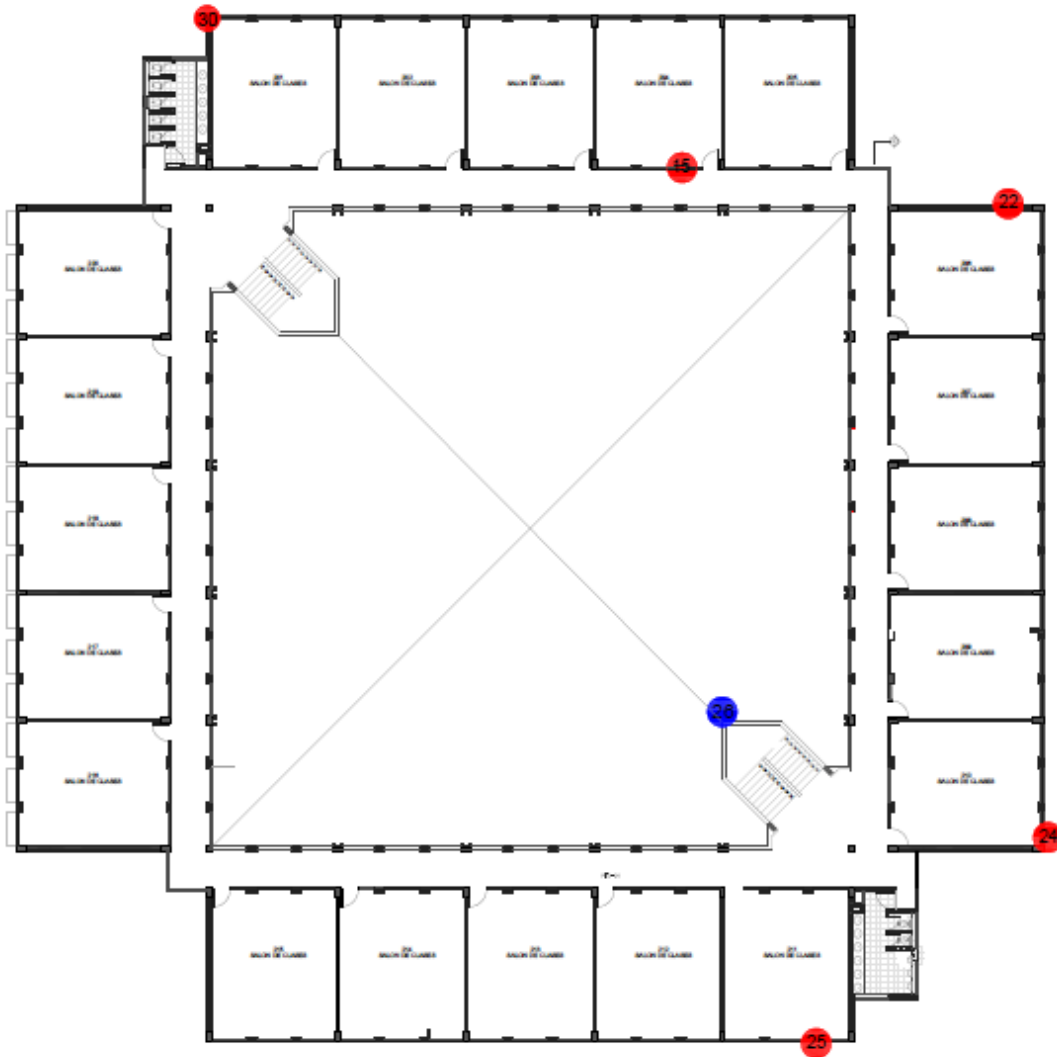


Gráfico 12 Lesiones segundo piso, elaboración autores.

Localización lesiones tercer piso.

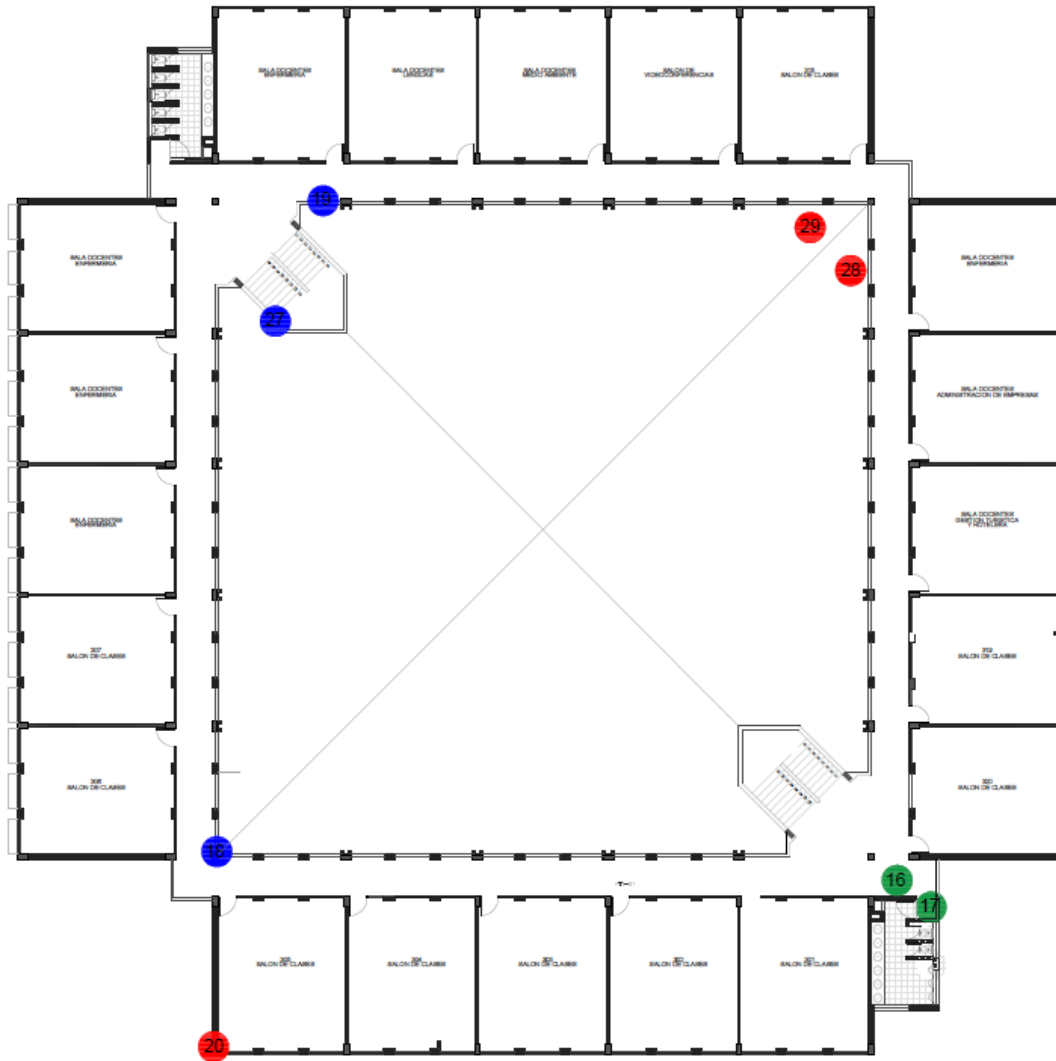


Gráfico 13 Lesiones tercer piso, elaboración autores.

11. PREDIAGNÓSTICO.

11.1. Evaluación de las lesiones encontradas en el Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot.

Dentro de los parámetros más importantes para poder diagnosticar un paciente es la visita de campo, en esta observa su estado actual y las posibles lesiones que se presentan. es la base para poder determinar qué tipos de ensayos debemos realizar y diagnosticar al paciente adecuadamente.

Como se ha descrito anteriormente, hay lesiones estructurales importantes como lesiones que no representan un riesgo, pero se deben diagnosticar y tratar adecuadamente para evitar el deterioro constante al que puede ser sometida la edificación.

Durante la inspección visual, se evidenciaron diferentes tipos de lesiones, se identificó un tipo de lesión que se muestra repetitivamente que son fisuras y agrietamientos, y algunos que no afectan la estructura, pero se deben corregir y eliminar las causas directas.

11.2. Fisuras y agrietamientos: estos tienen como origen causas mecánicas o en algunos casos inciden los agentes atmosféricos como la temperatura que ocasiona que algunos materiales tengan un tipo de contracción.

Sobre el origen mecánico se sobre entiende que cuando las cargas sobre los elementos estructurales superan los esfuerzos máximos del elemento este comienza a sufrir este tipo de lesiones. Cabe resaltar que este tipo de lesiones se pueden generar también por una falla externa que obliga a que el elemento tenga un sobre esfuerzo como se ha descrito anteriormente, hemos

manejado hipótesis sobre las posibles causas que pueden llevar a estas lesiones, dentro de las cuales se maneja las siguientes.

-Asentamientos en las cimentaciones: se representa como fisuras y grietas verticales, estas se encuentran en las fachadas de la edificación, como se evidencia en los anexos, aunque estas grietas solo parecen afectar una zona del edificio.

11.3. -Perforaciones en los elementos estructurales y no estructurales: como se observan en la figura algunas fisuras se presentan sobre perforaciones que se han hecho en los muros divisorios y las placas aéreas, aunque no se determinaron las profundidades de las fisuras pudimos denotar que van desde los 0.35mm hasta los 2mm.

11.4. Procesos de refracción y contracción por las temperaturas: No se puede deducir o concluir en una inspección visual si estas causas planteadas pudieron ocasionar las fisuras o grietas. Para esto es necesario plantear y ejecutar ensayos donde se determine la causa concreta de cada caso. Puesto que se considera que no todas tuvieron el mismo origen.

11.5. Humedades, ensuciamiento, eflorescencias y musgo: Se hallaron lesiones como ensuciamiento por lavado diferencial, encontrado en las escaleras del edificio, las cuales son originados con la lluvia, que, al entrar en contacto con la superficie rugosa, provoca que la velocidad del recorrido del agua disminuya y por ende ocasiona la acumulación de partículas.

11.6. filtración de agua: en la placa de entrepiso del primer piso, donde se evidencia que la humedad acumulada el exceso de agua y la baja resistencia del concreto puede ayudar al traslado de estas partículas afectando los aceros entrando en la fase inicial de un proceso de corrosión como es la oxidación, esta filtración genera una humedad sobre la placa que afecta directamente los acabados deteriorándolos.

11.7. Desprendimiento de elementos no estructurales en fachada: En la edificación se evidencia que algunos elementos no estructurales han comenzado a desprenderse de la edificación, en las fachadas se evidencia la fachaleta de mampostería sufre un agrietamiento en la parte baja que genera un posible desprendimiento, aunque no representa un riesgo de colapso puede atentar contra la integridad de cualquier persona que circule sobre estas zonas.

Descrito lo anterior en un pre diagnostico se deduce que la edificación está en un estado general bueno, aunque es importante determinar el origen de las fallas mecánicas que a largo plazo pueden deteriorar la estructura y generar un colapso.

A continuación, se plantean una serie de ensayos a realizar para poder determinar las causas y el origen de las lesiones para poder así diagnosticar correctamente y elaborar un tratamiento evitando el deterioro de la edificación.

12. DIAGNOSTICO.

Las lesiones más comunes identificadas en los planos de daños se clasificaron como lesiones de origen mecánico y lesiones físicas, las lesiones mecánicas son la causa principal para la elaboración del presente estudio. fallas representadas que en su mayoría son grietas y fisuras observadas en muros y placas de entrepiso, los elementos estructurales tales como columnas y vigas no evidencia algún daño y son objeto de estudio.

Para determinar la causa que originó la aparición de las lesiones, se realizaron ensayos de laboratorio análisis y pruebas de campo anexos al presente informe. Estos ensayos y análisis revelan que las lesiones de origen mecánico fueron ocasionadas por un asentamiento diferencial sobre el ala noroccidental de la edificación, todo esto debido a un deficiente manejo de aguas lluvias que como se explicó anteriormente por topografía y condiciones del suelo tiende a infiltrarse y a alterar el suelo portante, como la edificación se encuentra sobre un valle, las aguas lluvias se infiltran por los sectores perimetrales y el suelo por su permeabilidad permite la infiltración ya que con los datos obtenidos en el análisis el suelo nunca va a tender a saturarse. por otro lado, la topografía permite un flujo por pendientes que puede derivar en un lavado de finos del suelo limoso y por consecuencia cambia las condiciones de consolidación del suelo portante. Todo esto genera en la estructura asentamientos locales que aumentan los esfuerzos en los elementos estructurales afectados, evidenciando mayores deformaciones que ocasionan la aparición de las lesiones mecánicas descritas anteriormente. Durante el estudio de vulnerabilidad sísmica se evidencian que las placas de entre piso están sometidas a tensiones y se representan en fisuras y grietas. En algunos muros de fachada se observó la presencia de grietas de gran espesor, específicamente en la unión entre las columnas y los muros de mampostería en ladrillo macizo, ocasionadas por la actividad sísmica de la zona a lo largo de su periodo de uso.

Además de las lesiones expuestas, en la edificación se observaron lesiones físicas como humedades de causa primaria derivadas de filtraciones sobre la cubierta y las fachadas de la edificación.

13. POSIBLES ENSAYOS A REALIZAR.

13.1. Ensayos no destructivos.

- Detector de armadura de acero. Es uno de los ensayos más importantes ya que nos ayudara a determinar el diámetro del acero de refuerzo para el análisis sísmico de la estructura.
- Pruebas de esclerómetro. Para poder determinar el módulo de elasticidad del concreto colocado en sitio en los elementos estructurales.
- Clasificación de fisuras profundidad y espesor. Es importante para poder determinar la afectación de los elementos estructurales que las presentan.
- Pruebas de carbonatación. Se evidencia desprendimiento del material cementante en las escaleras es importante determinar el índice de carbonatación de algunos elementos estructurales.

- Pruebas de porcentaje de contenido cementante. Para poder determinar la relación agua cemento del concreto.

- Pruebas de agregados del concreto. Es importante verificar la calidad del agregado del concreto simple utilizado.

- Corrosión del acero en los elementos no estructurales. Es importante comprobar la existencia de corrosión en algunos elementos estructurales para determinar el estado actual de la edificación

- Control de asentamientos en la edificación. En algunos lugares se observa diferencia de niveles es importante determinar si estos asentamientos están activos.

- Estudio de suelo SPT 1 sondeo a 6 mts de profundidad. Es importante determinar el perfil estratigráfico del suelo y las capacidades mecánicas del mismo para corroborar la cimentación construida.

13.2. Ensayos destructivos.

- Toma de núcleos en elementos estructurales que presentan fisuras es decir placas aéreas.

Para corroborar el módulo de elasticidad del concreto y compararlo con las pruebas esclerométricas.

- Ensayos de compresión en los elementos de arcilla (ladrillos). Algunos ladrillos evidencian grietas sería importante tener el módulo de elasticidad de esos elementos para determinar la calidad de estos
- Exploración de la cimentación. Como no existen planos estructurales de la construcción es importante determinar qué tipo de cimentación se utilizó y poder determinar si en la actual reglamentación cumple con los requisitos de diseño.

14. ENSAYOS DE LABORATORIO, ANÁLISIS Y PRUEBAS DE CAMPO.

Ensayos de clasificación.

14.1. Control de asentamientos.

Según la geotecnia el asiento se considera como un movimiento descendente vertical de la estructura debido a cargas que cambian los esfuerzos en el terreno o a cambios mecánicos del suelo por agente externos.

Se deben establecer valores de los asentamientos por lo cual se recomienda el control topográfico de la estructura en algunos puntos demarcados amarrados a puntos gps existentes para verificar la estabilidad de la estructura y su comportamiento frente a sus lesiones propias de un asentamiento.

COORDENADAS DE LOS PUNTOS MONUMENTADOS

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
GPS1	967998.655	919083.924	290.536
GPS2	968034.338	919038.238	295.057
GPS1	4°18'24.42211"N	74°48'24.56022"W	423.142
GPS2	4°18'23.26192"N	74°48'23.07763"W	429.381

Tabla 6 Coordenadas Planas Gauss Kruger Y Geográficas Origen Bogotá



Imagen 7 Imagen Google Earth de los vectores generados con los puntos

Imagen 1 levantamiento planimétrico y altimétrico de la universidad de Cundinamarca Girardot (Alexis reyes Brand- Julián Marín cano,2016)

El control topográfico se realiza con equipos de precisión como el nivel automático acompañados de una mira o regleta realizando medición de altitudes de puntos fijos sobre la estructura. Para lo cual se plantearon 12 puntos de referencia para verificar el comportamiento de la estructura al transcurrir del tiempo. Se realizaron 3 mediciones con nivel automático los días 23 de nov de 2020, 03 de febrero de 2021, y 5 de marzo de 2021.

Arrojando resultados importantes para poder deducir el comportamiento de la estructura basado en informacion obtenida en el campo.

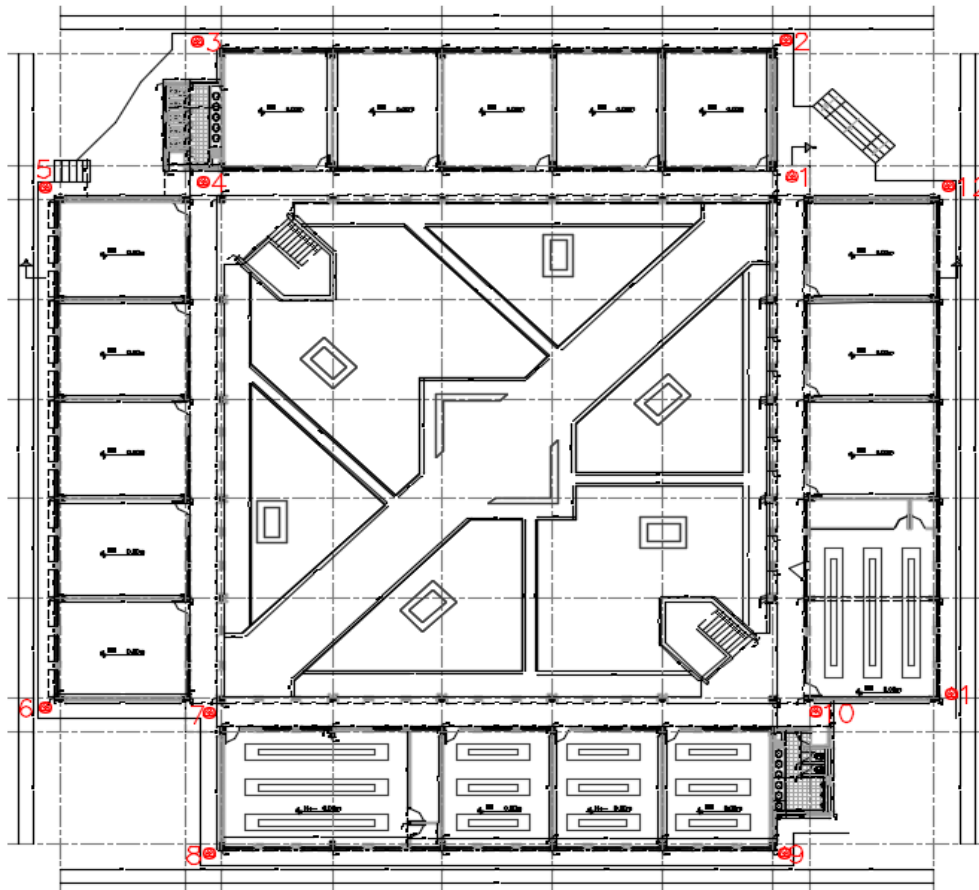


Ilustración 66 ubicación puntos de referencia.

Resultados de la medición.

CONTROL DE ASENTAMIENTOS			
BLOQUE EDUCATIVO UDEC GIRARDOT			
FECHA 23 -11-2020 HORA 9:00 AM			
BM	ALT INST	LECTURA	OBSERVACION
298.35	299.95	298.380	REF 1
		298.400	REF 2
		298.390	REF 12
	299.86	298.41	REF 3
		298.43	REF 4
		298.42	REF 5
	300.02	298.45	REF 6
		298.42	REF 7
		298.34	REF 8
	300.42	298.36	REF 9
		298.32	REF 10
		298.31	REF 11

CONTROL DE ASENTAMIENTOS			
BLOQUE EDUCATIVO UDEC GIRARDOT			
FECHA 3 -02 -2021 HORA 11:00 AM			
BM	ALT INST	LECTURA	OBSERVACION
298.35	299.95	298.380	REF 1
		298.400	REF 2
		298.394	REF 12
	299.86	298.41	REF 3
		298.438	REF 4
		298.42	REF 5
	300.02	298.45	REF 6
		298.427	REF 7
		298.34	REF 8
	300.42	298.365	REF 9
		298.329	REF 10
		298.3185	REF 11

CONTROL DE ASENTAMIENTOS			
BLOQUE EDUCATIVO UDEC GIRARDOT			
FECHA 5 -03 -2021 HORA 8:00 AM			
BM	ALT INST	LECTURA	OBSERVACION
298.35	299.95	298.380	REF 1
		298.400	REF 2
		298.394	REF 12
	299.86	298.410	REF 3
		298.438	REF 4
		298.420	REF 5
	300.02	298.450	REF 6
		298.427	REF 7
		298.340	REF 8
	300.42	298.365	REF 9
		298.329	REF 10
		298.319	REF 11

BLOQUE EDUCATIVO UDEC GIRARDOT				
FECHA 15-04 -2021				
punto o ref	23/11/2020	3/02/2021	5/03/2021	Δ prom en m
REF 1	298.380	298.380	298.380	0.000
REF 2	298.400	298.400	298.400	0.000
REF 12	298.390	298.394	298.394	-0.004
REF 3	298.410	298.410	298.410	0.000
REF 4	298.430	298.438	298.438	-0.008
REF 5	298.420	298.420	298.420	0.000
REF 6	298.450	298.450	298.450	0.000
REF 7	298.420	298.427	298.427	-0.007
REF 8	298.340	298.340	298.340	0.000
REF 9	298.360	298.365	298.365	-0.005
REF 10	298.320	298.329	298.329	-0.009
REF 11	298.310	298.319	298.319	-0.008

14.2. Clasificación y medición de fisuras.

Para la clasificación y medición de la profundidad de las fisuras se utilizó un equipo denominado crack detector ZBL F-800, el cual por medio de un scanner con una cámara se puede determinar en milímetros el ancho de la fisura y por medio de pulsos magnéticos mediante dos transductores un emisor y un receptor emiten una señal de ondas eléctricas y determina el corte de la onda y la profundidad a que se realizó el corte mediante medidas de separación de los transductores.

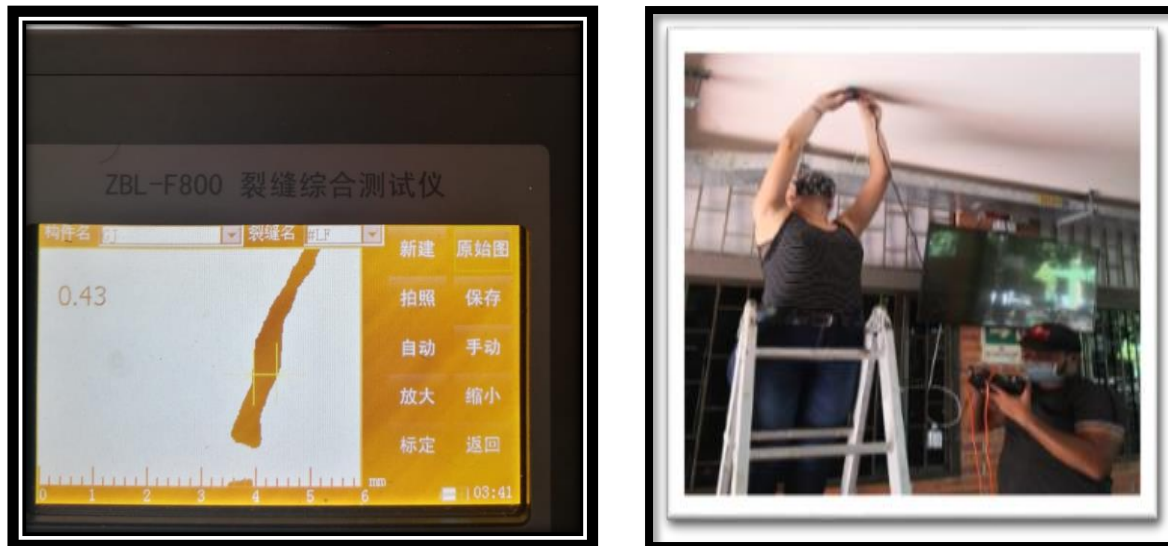


Ilustración 67 medida de ancho de fisura ZBL F-800

14.2.1. Resultados del ensayo.

RESUMEN CLASIFICACION DE FISURAS AGRAVANTES			
<u>GIRARDOT CUNDINAMARCA</u>	<u>BLOQUE EDUCATIVO UDEC</u>		
<u>UBICACIÓN FISURA O GRIETA</u>	<u>LONGITUD m</u>	<u>ANCHO mm</u>	<u>PROFUNDIDAD mm</u>
LESION 1	1.2	0.45	11.5
LESION 2	0.8	0.4	12.4
LESION 5	2.23	0.5	34.7
LESION 6	1.1	0.42	16.5
LESION 7	1.55	1.5	53.2
LESION 9	2.3	0.42	34.2
LESION 13	2	0.65	14.2
LESION 14	1.4	0.44	11.3
LESION 23	0.8	35	pasa elemento

14.3. Ensayos a elementos estructurales.

14.3.1. Detector de armadura de acero.

Se realizó un escaneo para detectar la armadura de acero de los elementos estructurales y poder determinar los tamaños del acero de refuerzo que estas contienen, dicha actividad se realizó con un detector de armaduras ZBL R-800. El cual nos garantiza una lectura de la posición de los aceros, su recubrimiento, y posible diámetro. Se realizaron scanner horizontales y verticales para verificar el diámetros y posicionamiento de flejes.



Ilustración 68 detector de armaduras utilizado.

14.3.2. Potencial de corrosión.

La medida de potencial de corrosión se hace a través del equipo ZBL R-800 con el método de double pole. El cual por medio de medidas en el elemento a una distancia requerida se pueden obtener parámetros de potencial de corrosión a lo largo del elemento. Cabe resaltar que estas medidas deben hacerse sobre las uniones de las varillas con los flejes para que el acero sea conductor de los pulsos magnéticos y determinar su potencial de corrosión.

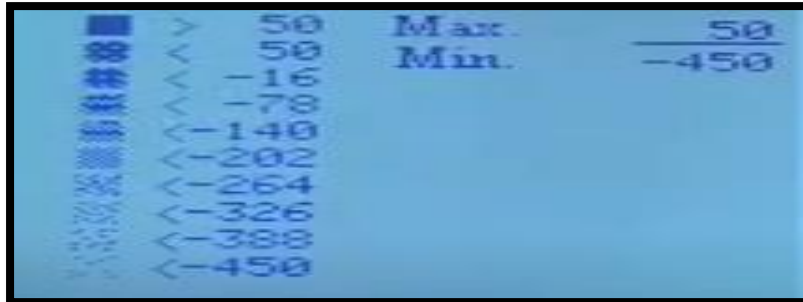


Ilustración 69 parámetros potenciales de corrosión.

14.3.3. Resistencia del hormigón con índice esclerométrico.

El ensayo esclerométrico o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba no destructiva de la resistencia del hormigón. Se debe hacer sobre una superficie pulida lisa, los ángulos de utilización pueden variar el índice en base a una curva esclerométrica. En este ensayo se mide en la fuerza de rebote del martillo, aunque para poder comprobar su alcance debe haber un ensayo de resistencia para rectificar los resultados.

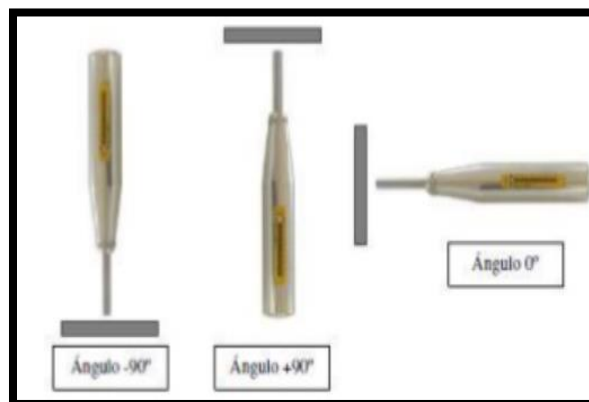


Ilustración 70 Angulo de utilización de esclerómetro



Ilustración 71 prueba esclerometrica.

14.3.4. Resistencia del concreto por medio de ultrasonido.

Consta de dos transductores un receptor y un emisor, el transductor emite una onda ultrasónica que viaja a través del elemento estructural o la matriz cementante la cual permite o impide que la onda viaje libremente del transductor emisor al receptor, y se establece la resistencia en correlación al tiempo que se demore la onda en recorrer el elemento determinando así la velocidad.



Ilustración 72 acoplamiento de transductores



14.3.5. Resumen de los resultados de ensayos a elementos estructurales.

RESUMEN ENSAYOS A COLUMNAS EXISTENTES - PISO 1							
GIRARDOT CUNDINAMARCA			CASA H-77 CONDOMINIO CAMPESTRE EL IMPERIO				
N. COLUMNA	# VARILLAS DETECTOR DE ACEROS		PROMEDIO ESCLEROMETRO		PROMEDIO ULTRASONIDO		POTENCIAL DE CORROSION
	FLEJES	REFUERZO	MPA	PSI	m/seg	psi	
							ESCALA
A-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4500	3055.1517	0.65
A-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4650	3156.9901	0.42
A-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4800	3258.8285	0.55
A-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	5200	3530.3975	0.52
A-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4650	3156.9901	0.42
A-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4700	3190.9362	0.42
B-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4820	3272.4069	0.4
B-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4952	3362.0247	0.6
B-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4632	3144.7695	0.8
B-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4521	3069.4091	0.4
B-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	27	3915.81	4512	3063.2988	0.6
B-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4897	3324.6840	0.7
C-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4785	3248.6446	0.6
C-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4652	3158.3479	0.8
C-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW5	27	3915.81	4513	3063.9777	0.9
C-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4628	3142.0538	0.7
C-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4937	3351.8409	1
C-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	27	3915.81	4683	3179.3945	0.1
C-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4579	3108.7866	0.6
C-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW5	24	3480.72	4784	3247.9657	0.8
C-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4963	3369.4929	0.1
C-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4695	3187.5416	0.6
D-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4789	3251.3603	0.8
D-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4632	3144.7695	0.9
D-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4986	3385.1081	0.7
E-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4852	3294.1324	0.5
E-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4712	3199.0833	0.7
E-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4632	3144.7695	0.4
F-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4596	3120.3283	0.1
F-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4895	3323.3261	0.4
F-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4756	3228.9559	0.6
G-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4536	3079.5929	0.8
G-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4936	3351.1619	0.1
G-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4785	3248.6446	0.3
H-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4963	3369.4929	0.4
H-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4789	3251.3603	0.7
H-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW5	23	3335.69	4412	2995.4065	0.9
H-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	27	3915.81	4698	3189.5784	0.4
H-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	28	4060.84	4732	3212.6617	0.4
H-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4681	3178.0367	0.6
H-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4738	3216.7353	0.3
H-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW5	23	3335.69	4917	3338.2624	0.2
H-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4875	3309.7477	0.4
H-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4963	3369.4929	0.4
I-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW5	26	3770.78	4752	3226.2402	0.8
I-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4863	3301.6006	0.4
I-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4931	3347.7673	0.6
I-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4879	3312.4634	0.7
I-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4754	3227.5980	0.7
I-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4632	3144.7695	0.9
J-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4152	2818.8866	0.4
J-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4985	3384.4292	0.4
J-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	25	3625.75	4982	3382.3924	0.8
J-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4756	3228.9559	0.9
J-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4215	2861.6588	0.6
J-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4561	3096.5660	0.7
D-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4691	3184.8259	0.9
D-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4619	3135.9435	0.6
D-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4582	3110.8233	0.3
E-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	26	3770.78	4675	3173.9631	0.7
E-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4536	3079.5929	0.7
E-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	23	3335.69	4985	3384.4292	0.6
F-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	5050	3428.5591	0.6
F-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	28	4060.84	4621	3137.3013	0.4
F-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	27	3915.81	4963	3369.4929	0.9
G-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	24	3480.72	4926	3344.3727	0.3
G-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	22	3190.66	4875	3309.7477	0.9
G-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	8VW6	21	3045.63	4698	3189.5784	0.7



RESUMEN ENSAYOS A COLUMNAS EXISTENTES PISO 2							
GIRARDOT CUNDINAMARCA			CASA H-77 CONDOMINIO CAMPESTRE EL IMPERIO				
N. COLUMNA	#VARILLAS DETECTOR DE ACEROS		PROMEDIO ESCLEROMETRO		PROMEDIO ULTRASONIDO		POTENCIAL DE CORROSION
	FLEJES	REFUERZO	MPA	PSI	m/ses	psi	escala
A-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4500	3055.1517	0.1
A-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4600	3123.0440	0.6
A-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	27	3915.81	4456	3025.2791	0.2
A-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4356	2957.3868	0.3
A-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4598	3121.6861	0.4
A-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4632	3144.7695	0.8
B-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	25	3625.75	4785	3248.6446	0.4
B-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4365	2963.4971	0.6
B-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4875	3309.7477	0.8
B-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4856	3296.8481	0.4
B-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4365	2963.4971	0.6
B-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4485	3044.9679	0.7
C-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	25	3625.75	4541	3082.9875	0.6
C-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4625	3140.0170	0.8
C-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHS	22	3190.66	4721	3205.1936	0.9
C-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4635	3146.8062	0.7
C-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4852	3294.1324	1
C-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4857	3297.5271	0.1
C-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4916.5	3337.9230	0.6
C-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHS	22	3190.66	4976	3378.3188	0.8
C-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4875	3309.7477	0.1
C-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4875	3309.7477	0.6
D-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4863	3301.6006	0.8
D-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4852	3294.1324	0.9
D-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4820	3272.4069	0.7
E-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	27	3915.81	4800	3258.8285	0.5
E-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	25	3625.75	4789	3251.3603	0.7
E-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4789	3251.3603	0.4
F-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4785	3248.6446	0.1
F-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4785	3248.6446	0.4
F-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4784	3247.9657	0.6
G-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4756	3228.9559	0.8
G-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4756	3228.9559	0.1
G-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4754	3227.5980	0.3
H-10	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4752	3226.2402	0.4
H-9	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	25	3625.75	4738	3216.7353	0.7
H-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHS	23	3335.69	4732	3212.6617	0.9
H-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4712	3199.0833	0.4
H-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4700	3190.9362	0.4
H-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4698	3189.5784	0.6
H-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4698	3189.5784	0.3
H-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHS	27	3915.81	4695	3187.5416	0.2
H-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4691	3184.8259	0.4
H-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	25	3625.75	4683	3179.3945	0.4
I-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHS	25	3625.75	4681	3178.0367	0.8
I-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4675	3173.9631	0.4
I-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4652	3158.3479	0.6
I-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4650	3156.9901	0.7
I-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4650	3156.9901	0.7
I-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4785	3248.6446	0.9
J-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4982	3382.3924	0.4
J-4	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4762	3233.0294	0.4
J-5	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	27	3915.81	4523	3070.7669	0.8
J-6	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4695	3187.5416	0.9
J-7	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4875	3309.7477	0.6
J-8	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4756	3228.9559	0.7
D-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4632	3144.7695	0.9
D-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	27	3915.81	4852	3294.1324	0.6
D-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	29	4205.87	4579	3108.7866	0.3
E-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4852	3294.1324	0.7
E-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	24	3480.72	4987	3385.7870	0.7
E-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	27	3915.81	4872	3307.7109	0.6
F-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	26	3770.78	4521	3069.4091	0.6
F-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	21	3045.63	4513	3063.9777	0.4
F-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	21	3045.63	4512	3063.2988	0.9
G-1	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	22	3190.66	4785	3248.6446	0.3
G-2	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	23	3335.69	4632	3144.7695	0.9
G-3	FLEJES #3 (1/3 CO.10-2/3CO.15-3/3 CO.10)	SVHG	21	3045.63	4152	2818.8866	0.7



RESUMEN ENSAYOS A VIGAS EXISTENTES PISO 2							
GIRARDOT CUNDINAMARCA			BLOQUE EDUCATIVO UDEC				
N. COLUMNA	# VARILLAS DETECTOR DE ACEROS		PROMEDIO ESCLEROMETRO		PROMEDIO ULTRASONIDO		POTENCIAL DE CORROSION
	FLEJES	REFUERZO	MPA	PSI	m/seg	psi	ESCALA
201	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	5300	3598.2898	N.E
202	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4650	3156.9901	N.E
203	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4523	3070.7669	N.E
204	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	28	4060.84	4895	3323.3261	N.E
205	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	27	3915.81	4789	3251.3603	N.E
206	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	28	4060.84	4963	3369.4929	N.E
207	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4685	3180.7524	N.E
208	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4952	3362.0247	N.E
209	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4632	3144.7695	N.E
210	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	28	4060.84	4521	3069.4091	N.E
211	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4512	3063.2988	N.E
212	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	27	3915.81	4897	3324.6840	N.E
213	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4785	3248.6446	N.E
214	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4652	3158.3479	N.E
215	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4513	3063.9777	N.E
216	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4628	3142.0538	N.E
217	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4937	3351.8409	N.E
218	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4683	3179.3945	N.E
219	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4579	3108.7866	N.E
220	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4784	3247.9657	N.E
221	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4963	3369.4929	N.E
222	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4695	3187.5416	N.E
223	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4789	3251.3603	N.E
224	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4632	3144.7695	N.E
225	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4986	3385.1081	N.E
226	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4852	3294.1324	N.E
227	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4712	3199.0833	N.E
228	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4632	3144.7695	N.E
229	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4596	3120.3283	N.E
230	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4895	3323.3261	N.E
231	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4756	3228.9559	N.E
232	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4536	3079.5929	N.E



RESUMEN ENSAYOS A VIGAS EXISTENTES PISO 3							
GIRARDOT CUNDINAMARCA			BLOQUE EDUCATIVO UDEC				
N. COLUMNA	# VARILLAS DETECTOR DE ACEROS		PROMEDIO ESCLEROMETRO		PROMEDIO ULTRASONIDO		POTENCIAL DE CORROSION
	FLEJES	REFUERZO	MPA	PSI	m/seg	psi	ESCALA
301	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	5300	3598.2898	N.E
302	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4650	3156.9901	N.E
303	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	27	3915.81	4523	3070.7669	N.E
304	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4895	3323.3261	N.E
305	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4789	3251.3603	N.E
306	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	28	4060.84	4963	3369.4929	N.E
307	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4685	3180.7524	N.E
308	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4952	3362.0247	N.E
309	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4632	3144.7695	N.E
310	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	25	3625.75	4521	3069.4091	N.E
311	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	28	4060.84	4512	3063.2988	N.E
312	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	27	3915.81	4897	3324.6840	N.E
313	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4785	3248.6446	N.E
314	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4652	3158.3479	N.E
315	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4513	3063.9777	N.E
316	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4628	3142.0538	N.E
317	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4937	3351.8409	N.E
318	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4683	3179.3945	N.E
319	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4579	3108.7866	N.E
320	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4784	3247.9657	N.E
321	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	27	3915.81	4963	3369.4929	N.E
322	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4695	3187.5416	N.E
323	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4789	3251.3603	N.E
324	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4632	3144.7695	N.E
325	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4986	3385.1081	N.E
326	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4852	3294.1324	N.E
327	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	23	3335.69	4712	3199.0833	N.E
328	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	22	3190.66	4632	3144.7695	N.E
329	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	26	3770.78	4596	3120.3283	N.E
330	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4895	3323.3261	N.E
331	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	21	3045.63	4756	3228.9559	N.E
332	FLEJES #3 (CO.15)	6V#5	24	3480.72	4536	3079.5929	N.E

RESUMEN ENSAYOS A PLACAS AEREA PISO 2						
GIRARDOT CUNDINAMARCA		BLOQUE EDUCATIVO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL GIRARDOT				
N. COLUMNA	# VARILLAS DETECTOR DE ACEROS	PROMEDIO ESCLEROMETRO MPA - PSI		PROMEDIO ULTRASONIDO M/SEG- PSI		PROF CARBONATACION
PLACA AEREA	V#4 CO.20 SEPARACION	24	3480.72	5300	3598	N.A

RESUMEN ENSAYOS A PLACAS AEREA PISO 3						
GIRARDOT CUNDINAMARCA		BLOQUE EDUCATIVO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL GIRARDOT				
N. COLUMNA	# VARILLAS DETECTOR DE ACEROS	PROMEDIO ESCLEROMETRO MPA - PSI		PROMEDIO ULTRASONIDO M/SEG- PSI		PROF CARBONATACION
PLACA AEREA	V#4 CO.20 SEPARACION	24	3480.72	5300	3598	N.A

14.4. Estudio de suelos.

La importancia de conocer el comportamiento de la estructura en iteración con el suelo, obliga a llevar a cabo una perforación en la zona de estudio, se realizó un sondeo a 6 metros de profundidad para verificar parámetros físico mecánicos del suelo y poder enfocar el análisis del estudio patológico a la causa principal de sus lesiones.



Ilustración 73 muestra de suelo N-2.00

el centralizar la información que nos arroja el informe del estudio de suelo, en la parte del comportamiento del mismo y sus parámetros como su clasificación, profundidad de la cimentación, capacidad portante y demás que se obtienen en pruebas de laboratorio dan los siguientes indicios.

La correlación que se toma con el número de golpes del SPT arroja que a 1.80 metros se encuentra la profundidad de desplante de la cimentación cuya relación es acertada con la construcción existente.

El índice de permeabilidad nos arroja que en el estrato superior el suelo es mayor que el estrato inferior.

Los demás parámetros obtenidos en pruebas de laboratorio ayudan a verificar propiedades propias del suelo.

14.5. ENSAYOS DE OBSERVACIÓN.

14.5.1. Plomada en columnas.

El uso de plomada es importante para verificar la verticalidad de las columnas, la plomada de muro se sostiene en la parte superior en la columna y gracias a su peso se pueden verificar distancias de desplome, la cual nos permite tener un conocimiento del estado actual de la construcción y su proceso constructivo. El ensayo se realizó en todas las columnas del primer piso.



Ilustración 74 proceso de plomadas en columnas

14.5.2. Escuadras en muros y columnas.

La línea horizontal de los muros divisorios con respecto a la estructura arroja índices del proceso constructivo del edificio, para este caso se realizaron escuadras en algunos muros del primer piso y las columnas reflejando su estado actual y si se construyó correctamente.



Ilustración 75 proceso de escuadras en muros

14.5.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS.

- El control de asentamientos realizado reflejo movimientos sobre el ala noroccidental de cerca de 2 cm lo que indica que la posible causa debe estar reflejada en la cimentación y el comportamiento suelo estructura.
- La clasificación de las fisuras o grietas que se representan mayormente sobre las placas de entre piso evidencian que en algunos casos el elemento se encuentra medianamente afectado por estas ya que alcanzan a perforar el elemento entre 10 mm y 55 mm lo que indica que debe intervenir para garantizar la estabilidad de estos elementos eliminando su causa principal.

- Las detenciones de aceros en los elementos estructurales evidencian la existencia de aceros en columnas de 18.6 mm hasta 19.2 mm lo que permitió realizar la clasificación sobre la varilla actual #6 o 6/8” con 6 varillas en todas sus secciones y flejes en diámetros de 9 mm o clasificada como #3 o 3/8” por otro lado las vigas denotaron 6 varillas de 15 mm con flejes en 9 mm y su posición en los elementos cambiaba según su dimensión, y las placas de entrepiso se verifico que estaban construidas en una malla de varillas de 12 mm con separación de 200 mm cada una. Todo esto esta expresado en los planos de levantamiento estructural anexos.
- El análisis del potencial de corrosión evidencio que el acero de refuerzo se encuentra en perfecto estado, no se evidencian potenciales de corrosión por encima de los 60 según el grafico anexo.
- Las pruebas de resistencia a compresión del concreto dadas por dos ensayos reflejan valores muy similares descritos en la tabla anterior.

Pruebas de plomada y escuadra reflejaron que las columnas y muros se encuentran correctamente sin desplome alguno o descuadres en sus líneas horizontales.

- El estudio de suelo revelo parámetros importantes para trabajar en el posible diagnóstico de la causa principal de estudio se evidencia que la profundidad de desplante tomada en campo y la construida concuerdan correctamente.
- Todos estos parámetros son obtenidos para la elaboración de un modelo matemático que refleje el estado actual de la estructura.

14.6. ANÁLISIS DE LA INFILTRACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA LLUVIA AL SUELO POR TOPOGRAFÍA.

Para verificar el comportamiento del suelo respecto al agua que se infiltra es necesario poder estimar los caudales de la zona de estudio, luego en base a parámetros establecidos en laboratorio para la clasificación del suelo, podemos determinar el caudal de descarga comparándolo con el caudal de infiltración.

Estimación de caudales.

La estimación de caudales es la base de todo razonamiento basado en volúmenes, por lo que exigirá un buen grado de ajuste. La medida de caudal suele ser indirecta, se mide un nivel en una sección transversal y en función del mismo se calcula un caudal. Este cálculo presenta diferentes dificultades y fuentes de incertidumbre que han de ser consideradas (Valverde, 2002).

Lluvia De Diseño.

Como parámetro de diseño, se ha contemplado que la duración del aguacero unitario es de aproximadamente 60 minutos, para efectos de la lluvia de diseño se ha considerado que en este periodo se precipita el 90% de la lluvia esperada según el periodo de retorno.

Caudal de diseño

Se deberá utilizar el Método Racional ($Q=C.I.A$) para áreas de drenaje hasta de 700ha. Para áreas superiores a 700ha, se utilizará otro método lluvia escorrentía debidamente justificado, el método más aceptado para áreas inferiores 300 km² es el método del hidrogramas unitario del SCS.

Método racional.

Como ya se mencionó, los caudales de diseño para áreas de drenaje hasta de 700ha se obtendrán a partir del Método Racional.

Donde:

C= Coeficiente de Escorrentía. Se utiliza un valor de C entre 0.30 recomendado por el RAS 2017 (Laderas con vegetación).

I= Intensidad de la Lluvia (mm/h)

A=Área de Drenaje (km²)

Q= Caudal de Diseño (m³/s) (factor de conversión de unidades: 2,78).

Se obtienen coeficientes según el tipo de superficie.

Tipo de superficie	Valores de "C"
Cubiertas	0.75-0.95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.70-0.95
Vías adoquinadas	0.70-0.85
Zonas comerciales o industriales	0.60-0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre otros	0.60-0.75
Residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.40-0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separadas	0.45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques – cementerios	0.30
Laderas con vegetación	0.30
Laderas sin vegetación	0.60
Parques recreacionales	0.20-0.35

Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Fuente: D. F. Campos A., 1978

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Tabla 1 Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	129.1252	243.8078	319.7377	415.6752	486.8472	557.4936	720.7468
18 hr	X18 = 91%	117.5040	221.8651	290.9613	332.5402	443.0309	507.3192	655.8796
12 hr	X12 = 80%	103.3002	195.0463	255.7901	332.5402	389.4778	445.9949	576.5974
8 hr	X8 = 68%	87.8052	165.7893	217.4216	282.6592	331.0561	379.0957	490.1078
6 hr	X6 = 61%	78.7664	148.7228	195.0400	253.5619	296.9768	340.0711	439.6555
5 hr	X5 = 57%	73.6014	138.9705	182.2505	236.9349	277.5029	317.7714	410.8257
4 hr	X4 = 52%	67.1451	126.7801	166.2636	216.1511	253.1605	289.8967	374.7883
3 hr	X3 = 46%	59.3976	112.1516	147.0793	191.2106	223.9497	256.4471	331.5435
2 hr	X2 = 39%	50.3588	95.0850	124.6977	162.1133	189.8704	217.4225	281.0912
1 hr	X1 = 30%	38.7376	73.1423	95.9213	124.7026	146.0542	167.2481	216.2240

Tabla 2 Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Período de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	5.3802	10.1587	13.3224	17.3198	20.2853	23.2289	30.0311
18 hr	1080	6.5280	12.3258	16.1645	18.4745	24.6128	28.1844	36.4378
12 hr	720	8.6083	16.2539	21.3158	27.7117	32.4565	37.1662	48.0498
8 hr	480	10.9756	20.7237	27.1777	35.3324	41.3820	47.3870	61.2635
6 hr	360	13.1277	24.7871	32.5067	42.2603	49.4961	56.6785	73.2759
5 hr	300	14.7203	27.7941	36.4501	47.3870	55.5006	63.5543	82.1651
4 hr	240	16.7863	31.6950	41.5659	54.0378	63.2901	72.4742	93.6971
3 hr	180	19.7992	37.3839	49.0264	63.7369	74.6499	85.4824	110.5145
2 hr	120	25.1794	47.5425	62.3488	81.0567	94.9352	108.7113	140.5456
1 hr	60	38.7376	73.1423	95.9213	124.7026	146.0542	167.2481	216.2240

Tabla 3 Intensidad - Duración - Período de retorno

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

En la cual:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable:

$$d = K \cdot T^m$$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

<i>Periodo de retorno para T = 5 años</i>						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	10.1587	7.2724	2.3183	16.8598	52.8878
2	1080	12.3258	6.9847	2.5117	17.5435	48.7863
3	720	16.2539	6.5793	2.7883	18.3451	43.2865
4	480	20.7237	6.1738	3.0313	18.7145	38.1156
5	360	24.7871	5.8861	3.2103	18.8963	34.6462
6	300	27.7941	5.7038	3.3248	18.9641	32.5331
7	240	31.6950	5.4806	3.4562	18.9420	30.0374
8	180	37.3839	5.1930	3.6212	18.8049	26.9668
9	120	47.5425	4.7875	3.8616	18.4875	22.9201
10	60	73.1423	4.0943	4.2924	17.5746	16.7637
10	4980	301.8070	58.1555	32.4162	183.1322	346.9435
Ln (d) =	6.8262	d =	921.7216	n =	-0.6164	

Tabla 4 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 10 años

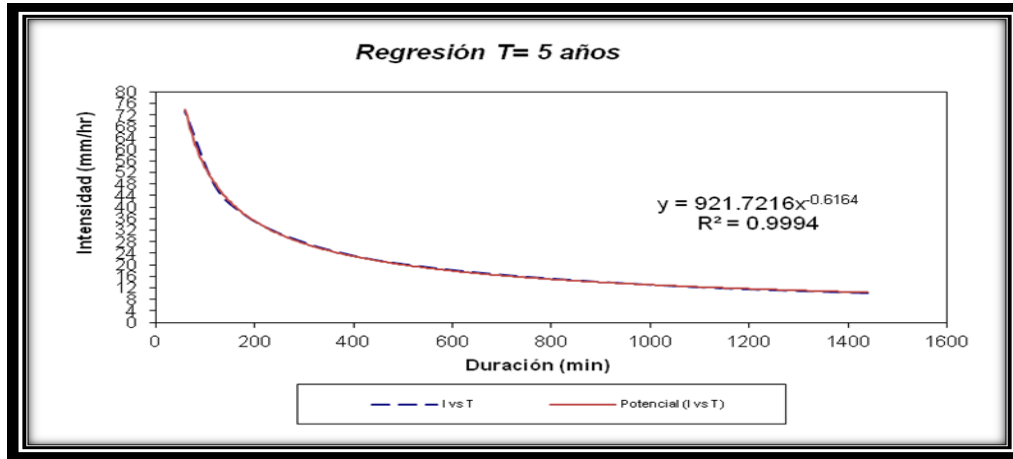


Gráfico 14 intensidad en función de la duración.

Periodo de retorno para T = 25 años								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	1440	17.3198	7.2724	2.8519	20.7398	52.8878		
2	1080	18.4745	6.9847	2.9164	20.3701	48.7863		
3	720	27.7117	6.5793	3.3219	21.8553	43.2865		
4	480	35.3324	6.1738	3.5648	22.0083	38.1156		
5	360	42.2603	5.8861	3.7438	22.0367	34.6462		
6	300	47.3870	5.7038	3.8583	22.0072	32.5331		
7	240	54.0378	5.4806	3.9897	21.8660	30.0374		
8	180	63.7369	5.1930	4.1548	21.5755	26.9668		
9	120	81.0567	4.7875	4.3951	21.0417	22.9201		
10	60	124.7026	4.0943	4.8259	19.7590	16.7637		
10	4980	512.0195	58.1555	37.6226	213.2597	346.9435		
Ln (d) =		7.4471	d =		1714.9473	n =		-0.6336

Tabla 5 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 25 años

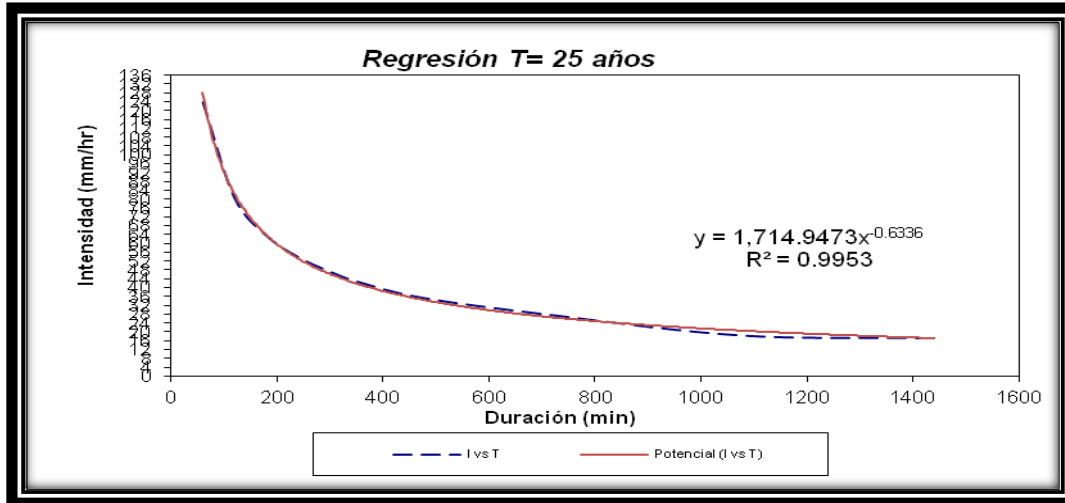


Gráfico 15 intensidad en función de la duración.

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	23.2289	7.2724	3.1454	22.8746	52.8878
2	1080	28.1844	6.9847	3.3388	23.3204	48.7863
3	720	37.1662	6.5793	3.6154	23.7866	43.2865
4	480	47.3870	6.1738	3.8583	23.8206	38.1156
5	360	56.6785	5.8861	4.0374	23.7645	34.6462
6	300	63.5543	5.7038	4.1519	23.6815	32.5331
7	240	72.4742	5.4806	4.2832	23.4748	30.0374
8	180	85.4824	5.1930	4.4483	23.0999	26.9668
9	120	108.7113	4.7875	4.6887	22.4471	22.9201
10	60	167.2481	4.0943	5.1195	20.9609	16.7637
10	4980	690.1152	58.1555	40.6869	231.2309	346.9435
Ln (d) =	7.6533		d =	2107.6188	n =	-0.6164

Tabla 6 cálculo de intensidad para periodo de retorno de 100 años.

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

		0.293605
I =	538.3955	* T
	0.61885	
	t	

Donde:

I = intensidad de precipitación
(mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	243.74	158.72	123.50	103.36	90.03	80.42	73.10	67.31	62.57	58.62	55.27	52.37
5	318.98	207.72	161.62	135.26	117.82	105.25	95.67	88.08	81.89	76.72	72.33	68.54
10	390.98	254.60	198.10	165.79	144.41	129.00	117.26	107.96	100.37	94.04	88.65	84.00
25	511.67	333.19	259.25	216.97	188.99	168.82	153.46	141.29	131.36	123.07	116.02	109.94
50	627.15	408.39	317.76	265.94	231.64	206.93	188.10	173.18	161.00	150.84	142.20	134.75
100	768.70	500.57	389.48	325.97	283.92	253.63	230.55	212.27	197.34	184.89	174.30	165.16
500	1233.04	802.94	624.76	522.87	455.43	406.84	369.82	340.49	316.55	296.57	279.58	264.93

Tabla 7 Intensidades - Tiempo de duración

CAUDAL PARA EL DISEÑO DE LLUVIA O TORMENTA

FRECUENCIA	5 AÑOS	$I=(K+Tr^m)t^n$	(Tr) Período de retorno o años	(t) Duración de la lluvia (min.)	Valor K	Valor M	Valor N	RESULTADO DE (I) Intensidad (mm/hr)
AÑOS			5	60	538.40	0.294	0.616	69.23

FRECUENCIA	25 AÑOS	$I=(K+Tr^m)t^n$	(Tr) Período de retorno o años	(t) Duración de la lluvia (min.)	Valor K	Valor M	Valor N	RESULTADO DE (I) Intensidad (mm/hr)
AÑOS			25	60	538.40	0.294	0.664	91.53

FRECUENCIA	100 AÑOS	$I=(K+Tr^m)t^n$	(Tr) Período de retorno o años	(t) Duración de la lluvia (min.)	Valor K	Valor M	Valor N	RESULTADO DE (I) Intensidad (mm/hr)
AÑOS			100	60	538.40	0.294	0.616	166.89

CAUDALES						
					CAUDAL LLUVIA	
FRECUENCIA EN AÑOS	COEFICIENTE DE INFILTRACION	INTENSIDAD DE LLUVIA	AREA	CONSTANTE	LT/SEG	M3/SEG
5 AÑOS	0,3	69,25	1,5	2,78	86,632	0,087
25 AÑOS	0,3	91,53	1,5	2,78	114,504	0,115
100 AÑOS	0,3	166,898	1,5	2,78	208,789	0,209

Tabla 8 Caudales

14.6.1. TOPOGRAFÍA.

La topografía está definida como ondulada cuyas pendientes varían entre el 2% y el 8%. Sobre la parte superior se evidencia una colina joven y descende hacia valles. La estructura de estudio se encuentra en una parte del valle hacia donde las pendientes se van disminuyendo, sobre la parte de la colina se encuentran los edificios administrativos.

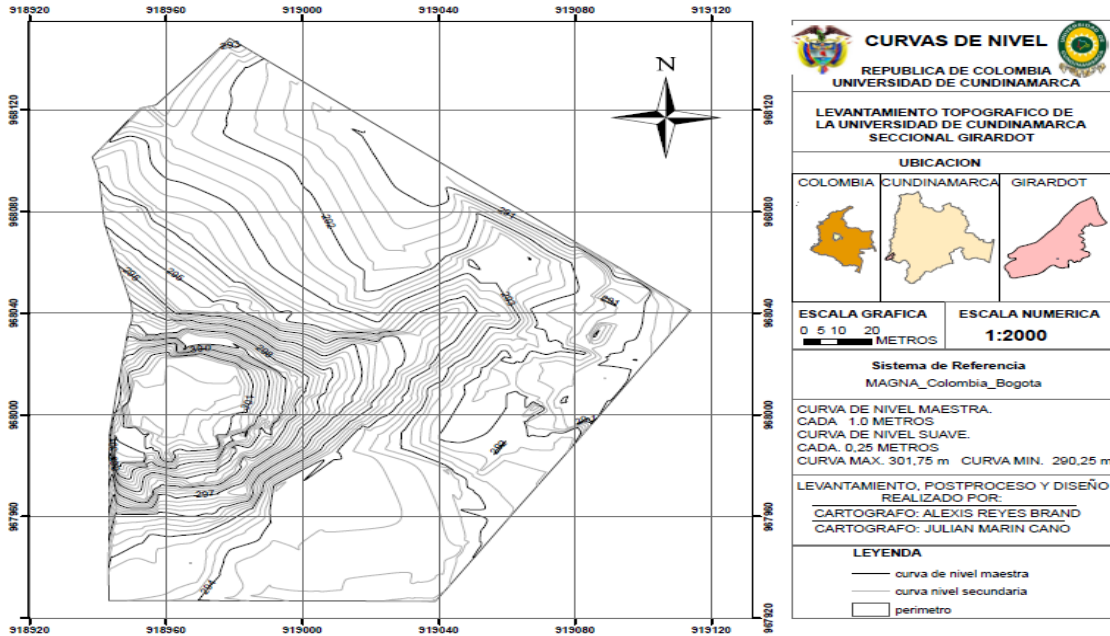


Ilustración 76 topografía base levantamiento planimetrico y altimétrico de la universidad de Cundinamarca Girardot (Alexis reyes Brand- Julián Marín cano,2016)

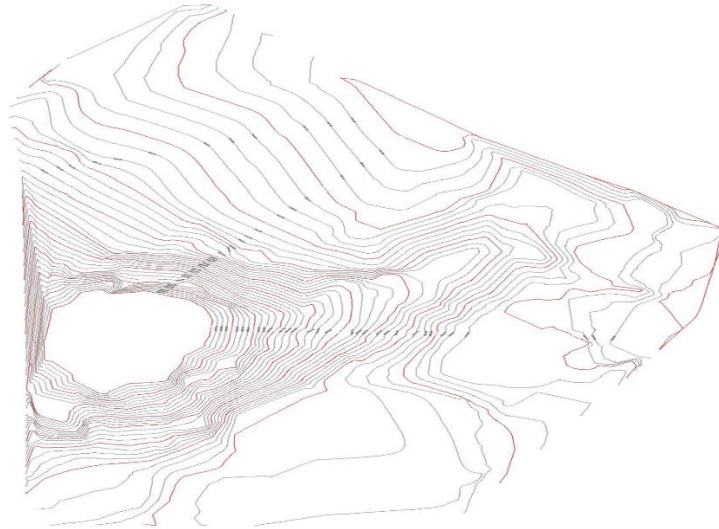


Ilustración 77 exportación de curvas de nivel a civil 3d

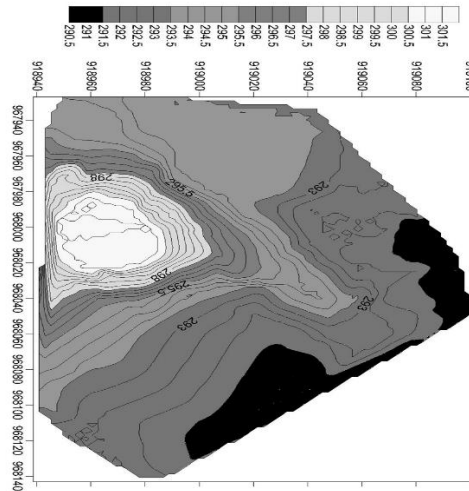


Ilustración 78 análisis de curvas de nivel surfer 9

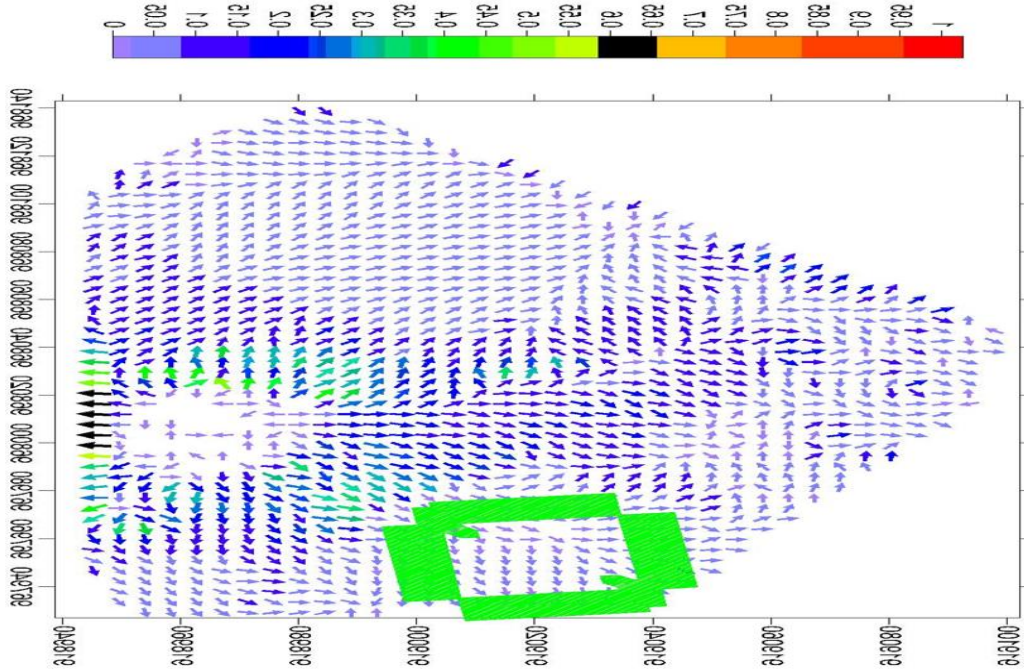


Gráfico 16 comportamiento de flujo del agua lluvia por topografía.

Tal como se evidencia en el grafico 16 el flujo del agua tiende a circular sobre la zona verde que es la zona donde se encuentra la edificación de estudio, este flujo de agua continuo tiende a infiltrarse al suelo y afectar las capacidades mecánicas del mismo. Se considera pertinente realizar un análisis de la permeabilidad de los suelos verificando con los caudales de descarga la posible invasión del agua al sub suelo, generando un lavado de finos o cambios volumétricos en el mismo. Esto teniendo en cuenta el tipo de suelo encontrado en la profundidad de desplante de la cimentación.

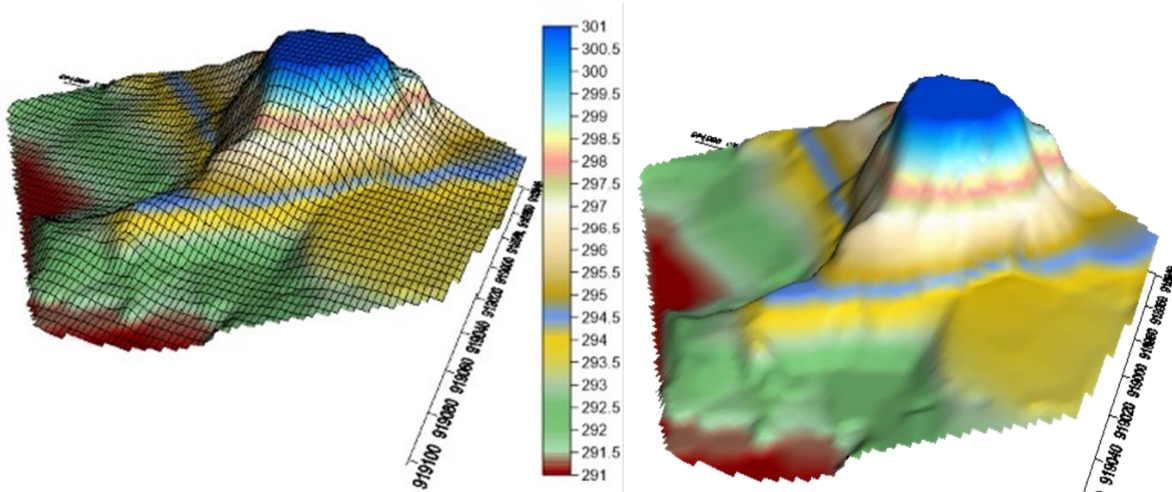


Gráfico 17 modelo tridimensional de la topografía de la universidad de Cundinamarca.

14.6.2. SUELOS.

Para el análisis de la infiltración del agua lluvia al suelo se debe tener en cuenta la permeabilidad, la clasificación de los suelos y otros parámetros obtenidos mediante pruebas de laboratorio. Con el índice de lluvia y el caudal por el área podemos determinar qué porcentaje de agua lluvia se está infiltrando y con esto determinar cómo se debe intervenir evitando que el suelo portante se afecte.



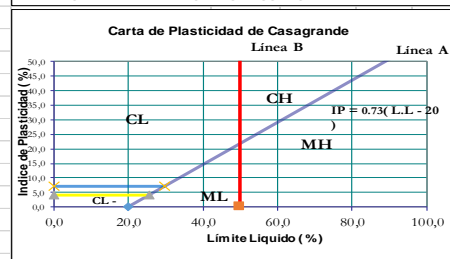
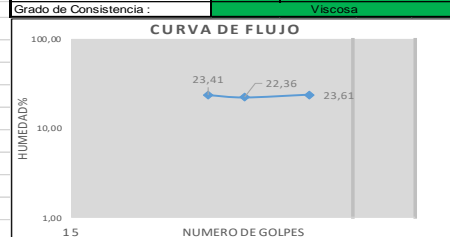
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO INV E- 213 - 13						
Peso Inicial de la Muestra Seca		249,30	Gr	MUESTRA		
Peso de la Muestra Después del Lavado		121,20	Gr	1		
Pérdida por Lavado		128,10	Gr			
Tolerancia	51,38	%	Desechar Ensayo	profundidad	1,00-1,50	
Tamiz	Abertura	Retenido	peso retenido mas finos	corrección	% retenido	% pasa
	(mm)	(gr.)	(gr.)	(gr.)	(%)	100
8	2,380	2,37	2,4	2,39	0,96	99,04
10	2,000	0,87	0,9	0,88	0,35	98,69
12	1,680	0	0,0	0,00	0,00	98,69
16	1,190	1,37	1,4	1,38	0,55	98,13
20	0,840	0,29	0,3	0,29	0,12	98,02
30	0,590	4,17	4,2	4,21	1,69	96,33
40	0,420	2,73	2,7	2,76	1,11	95,22
50	0,300	5,18	5,2	5,23	2,10	93,12
60	0,250	29,60	29,6	29,89	11,99	81,14
70	0,212	0,00	0,0	0,00	0,00	81,14
80	0,177	34,80	34,8	35,14	14,09	67,04
100	0,149	0,00	0,0	0,00	0,00	67,04
200	0,074	36,40	36,4	36,75	14,74	52,30
Fondo	0,001	1,04	129,1	130,38	52,30	0,00
Total Retenido :		118,82	246,9	249,30	100,00	

D60 =	0,18	Cu =	2,144	pérdida	2,38
D30 =	0,08	Cc =	0,389	error %	0,0238
D10 =	0,085				



DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS INV E- 125 - 13			
Tara Número	Unidades	LIMITE LÍQUIDO	
		1	2
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	21,10	18,00
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	18,30	16,20
Peso de la Tara	Gr	6,34	8,15
Peso de la Muestra Seca	Gr	11,96	8,05
Peso del Agua	Gr	2,80	1,80
Contenido de Humedad	%	23,41	22,36
Número de Golpes		21	23

LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E- 126 - 13			
Tara Número	Unidades	1	2
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	10,00	9,55
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	9,85	9,38
Peso de la Tara	Gr	8,20	7,94
Peso de la Muestra Seca	Gr	1,65	1,44
Peso del Agua	Gr	0,15	0,17
Contenido de Humedad	%	9,09	11,81
Número de Golpes		Promedio : 10,4	


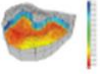


SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA INV E- 181 - 13			
CLASIFICACIÓN AASHTO			
Parámetros Usados	Determinación del Índice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 200	51,38	a =	16,38
% Que Pasa la Malla N° 40	95,22	b =	36,38
% Que Pasa la Malla N° 10	98,69	c =	0,00
Límite Líquido	LL = 23,22%	d =	0,00
Límite Plástico	LP = 10,45%	IG =	4,00
Índice de Plasticidad :	IP = 12,78%		
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso		
Clasificación de Suelos :	A - 4		
Suelo :			
Tipo de Material :	Suelo Limoso		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200	Abertura	0,08	
	99,04	0,09	
Límite Líquido	LL =	23,22%	
Límite Plástico	LP =	10,45%	
Índice de Plasticidad	IP =	12,78%	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Simbología :	Baja Plasticidad		
Tipo de Suelo :	Simbología Normal		
Suelo :	CL, ML, OL		
Suelo :	No Hay Clasificación		

DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO -AGREGADO INV E- 122 - 13			
Tara Número	Unidades	1	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	412,8	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	359,4	
Peso de la Tara	Gr	5,6	
Peso de la Muestra Seca	Gr	353,8	
Peso del Agua	Gr	53,4	
Contenido de Humedad	%	15,09	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y EL PESO UNITARIO DE SUELOS	
diámetro (cm)	3,60
altura (cm)	5,20
volumen cm3	52,93
Wc (g)	11,90
Wc+Wh (g)	133,90
Wc+Ws	120,50
Ww (g)	13,40
Ws (g)	108,60
densidad húmeda yh (g/cm3)	2,30
densidad seca yd (g/cm3)	2,05
relacion de vacios	1,27
gravas	-
arenas	47,70
finos	52,30

Tabla 3 clasificación de los suelos obtenidos en las muestras llevadas a laboratorio.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO:	ENSAYO DE PERMEABILIDAD	
NORMA:	ASTM D 2434 - 88	
LUGAR:	UNIVERSIDAD CUNDINAMARCA	
FECHA:	1/05/2021	
REALIZADO :	ING. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA	
REVISO :	ING. HARVEY MEDINA LAGUNA	

Ensayo de Cabeza Variable

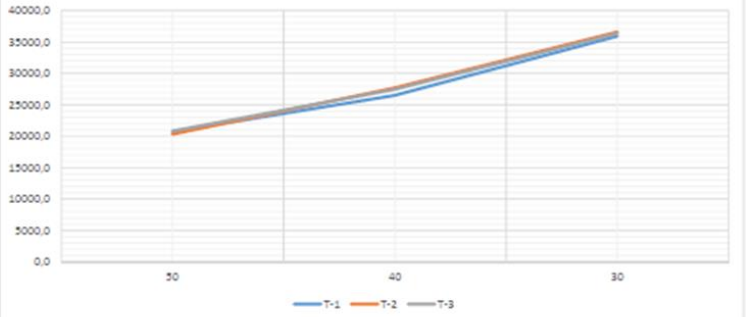
L (cm)	7,87
D (cm)	6,34
A (cm)	31,57
d (cm)	0,64
a (cm)	0,32

$$K = \frac{L + a}{\Delta t * A} * \ln \frac{h_0}{h_1}$$

PERMEABILIDAD	0,00000236 cm/s
---------------	-----------------

CL

H (cm)	T1	T2	T3	Prom(s)	K(cm/s)	K prom (cm/s)
50	20722,8	20331,9	20806,9	17090,53	2,284E-06	2,36857E-06
40	26519,6	27710,3	27493,8	26826,28	2,4098E-06	
30	35936,7	36586,2	36369,7	18148,78	2,4119E-06	



Valor de k (cm/seg)	Grado de permeabilidad
> 10 ⁻¹	Elevada
10 ⁻¹ a 10 ⁻³	Media
10 ⁻³ a 10 ⁻⁵	Baja
10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁷	Muy baja
< 10 ⁻⁷	Prácticamente impermeable

PRESENTA UN GRADO DE PERMEABILIDAD MUY BAJA.

Valor de permeabilidad.


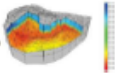
k (en cm/seg)	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴	10 ³	10 ²	10 ¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷
Según Casagrande y Fadum	Cascajo limpio		Arenas limpias y medias limpias de arenas y cascajos		Arenas muy finas orgánicas e inorgánicas, arenas de arenas arenillas		limos azules, azules y amarillos		Arenillas homogéneas impermeables						
Según Clasificación Unificada	GW, GP		GM, SM, MI		GC, SC		CL, CH		OH						
	SW, SP		OL, MH												

Tabla de permeabilidad intersticial para algunos tipos de suelos.

EMILY ANDREA SANCHEZ MORA
MP 25202-323085 CND

HARVEY MEDINA LAGUNA
MP 25202-164160 CND

Tabla 9 Ensayos de permeabilidad tipo de suelo CL

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

ENSAYO:	ENSAYO DE PERMEABILIDAD
NORMA:	ASTM D 2434 – 88
LUGAR:	UNIVERSIDAD CUNDINAMARCA
FECHA:	1/05/2021
REALIZADO :	ING. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA
REVISO :	ING. HARVEY MEDINA LAGUNA

Ensayo de Cabeza Constante

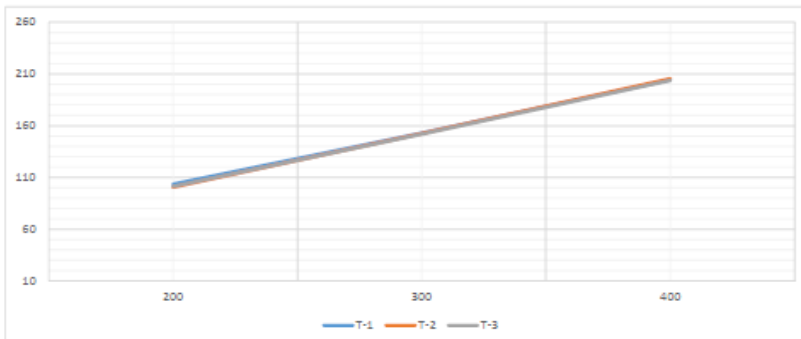
H (cm)	100
L (cm)	14,34
Diametro (cm)	7,60
Area (cm ²)	45,40

$$K = \frac{Q}{i \cdot A} = \frac{V}{t \cdot \frac{\Delta H}{L} \cdot A} = \frac{V \cdot L}{t \cdot \Delta H \cdot A}$$

PERMEABILIDAD	0,00621 cm/s
---------------	--------------

SM

Q(cm ³)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Prom(s)	K(cm/s)	K prom (cm/s)
200	103,4	100,5	101,3	101,2	100,9	99,7	101,17	0,00622689	0,006206953
300	152,9	152,4	151,9	0	0	0	76,20	0,00621774	
400	204,4	205,5	203,8	0	0	0	102,28	0,00617623	



Valor de k (cm/seg)	Grado de permeabilidad
> 10 ⁻¹	Elevada
10 ⁻¹ a 10 ⁻³	Media
10 ⁻³ a 10 ⁻⁵	Baja
10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁷	Muy baja
< 10 ⁻⁷	Prácticamente impermeable

PRESENTA UN GRADO DE PERMEABILIDAD MEDIA.

Valor de permeabilidad.	
k (m cm/seg)	
Según Casagrande y Fadum	Cascajo limpio, Arena limpias y medias limpias de arenas y cascajos, Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, masillas de arena, limo y arcilla, Arcillas homogéneas impermeables.
Según Clasificación Unificada	GW, GP, GM, SM, ML, GC, SC, SW, SP, OL, MH, CL, CH, OH

Tabla de permeabilidad intersticial para algunos tipos de suelos.

ELABORO: EMILY ANDREA SANCHEZ MORA MP 25202-323085 CND	REVISO: HARVEY MEDINA LAGUNA MP 25202-164150 CND
--	--

Tabla 10 ENSAYO DE PERMEABILIDAD SUELO TIPO SM

14.7. CALCULO DE PENDIENTES SOBRE EL EDIFICIO DE ESTUDIO.

Teniendo en cuenta la topografía del lugar donde se encuentra el edificio de estudio es necesario determinar las pendientes basadas en principios hidráulicos para determinar el flujo, caudales de descarga y caudales de infiltración.

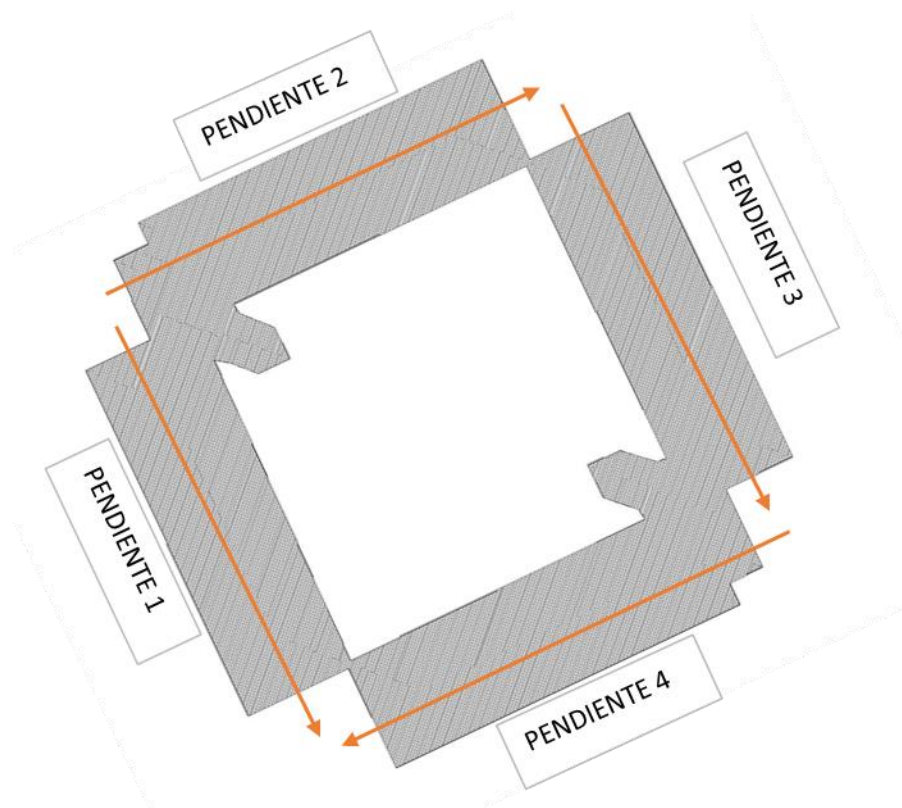


Gráfico 18 pendientes sobre el edificio de estudio.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD SM		6,24E-03		CM/SEG								
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD CL		2,36E-06		CM/SEG								
RELACION DE VACIOS		1,267193										
	LONGITUD	COTA INICIAL	COTA FINAL	PENDIENTE	ANGULO (RAD)	GRADIENTE HIDRAULICO		VELOCIDAD DE DESCARGA		VELOCIDAD DE INFILTRACION		
PENDIENTE 1	31,6	294	293,5	0,01582278	0,906503143	0,787352736	SM	4,91E-03	CM/SEG	8,79E-03	CM/SEG	
							CL	1,86E-06	CM/SEG	3,32E-06	CM/SEG	
PENDIENTE 2	34	294,25	293,94	0,00911765	0,522388388	0,498951408	SM	3,11E-03	CM/SEG	5,57E-03	CM/SEG	
							CL	1,18E-06	CM/SEG	2,11E-06	CM/SEG	
PENDIENTE 3	38	292,53	291,75	0,02052632	1,175906375	0,923038906	SM	5,76E-03	CM/SEG	1,03E-02	CM/SEG	
							CL	2,18E-06	CM/SEG	3,90E-06	CM/SEG	
PENDIENTE 4	38	293,509	293,505	0,00010526	6,03E-03	0,006030917	SM	3,76E-05	CM/SEG	6,73E-05	CM/SEG	
							CL	1,42E-08	CM/SEG	2,55E-08	CM/SEG	

CAUDAL DE DESCARGA		CAUDAL DE DESCARGA		CAUDAL DE INFILTRACION		CAUDAL DE INFILTRACION	
90,8678432	CM3/SEG/ML	0,3271242	M3/H/ML	162,57581759	CM3/SEG/ML	0,58527294	M3/H/ML
0,03436668	CM3/SEG/ML	0,0001237	M3/H/ML	0,06148701	CM3/SEG/ML	0,00022135	M3/H/ML
80,9464481	CM3/SEG/ML	0,2914072	M3/H/ML	144,82499557	CM3/SEG/ML	0,52136998	M3/H/ML
0,03061436	CM3/SEG/ML	0,0001102	M3/H/ML	0,05477356	CM3/SEG/ML	0,00019718	M3/H/ML
66,4745648	CM3/SEG/ML	0,2393084	M3/H/ML	118,93268661	CM3/SEG/ML	0,42815767	M3/H/ML
0,02514102	CM3/SEG/ML	0,0000905	M3/H/ML	0,04498095	CM3/SEG/ML	0,00016193	M3/H/ML
1,1289672	CM3/SEG/ML	0,0040643	M3/H/ML	2,01988683	CM3/SEG/ML	0,00727159	M3/H/ML
0,0004270	CM3/SEG/ML	0,0000015	M3/H/ML	0,00076393	CM3/SEG/ML	0,00000275	M3/H/ML

Tabla 11 tablas de cálculo de caudales de descarga y caudales de infiltración para los suelos. Lo que indica la anterior tabla es que el caudal de descarga es inferior al caudal de infiltración indicio que, aunque en la zona hay un manejo de aguas lluvias el agua que logre tocar la superficie del suelo va a infiltrarse directamente y por topografía según el diagrama de flujo anterior va a afectar el suelo portante donde se encuentra la construcción.

14.7.1. MODELO MATEMATICO REALIZADO CON ETABS.

Con el fin de valorar los esfuerzos internos y los desplazamientos sísmicos de la estructura se elaboró un modelo lineal tridimensional. Este modelo se hace para tener un acercamiento al comportamiento ideal de la estructura y detectar elementos vulnerables.

- Modelo Elástico Existente Sismo: en este modelo la carga muerta producida por la cubierta en placa superior de la vivienda, y los muros y particiones de materiales tradicionales; al igual que la carga viva se evalúa y se colocó en el modelo como una carga distribuida sobre cada elemento, además las secciones transversales de los elementos de las vigas, columnas

y muros se fisuran y se tienen en cuenta zonas rígidas en la intersección de vigas y columnas. Los apoyos del modelo en la base son empotrados. El objetivo de este modelo es poder obtener los resultados para fuerza horizontal y lograr la respuesta de la estructura en cuanto a los modos de vibración y periodos se refiere.

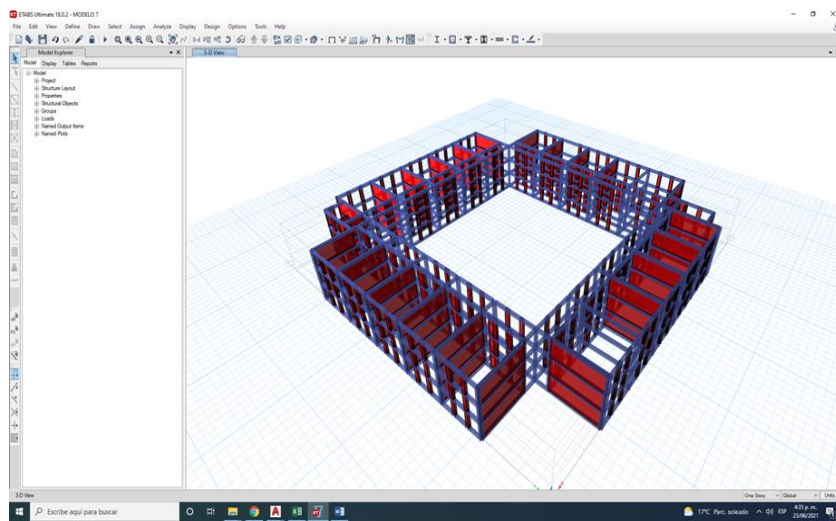


Gráfico 19 VISTA ELEMENTOS ESTRUCTURALES 3D.
14.7.2. Combinaciones de carga.

Combinaciones de cargas mayoradas usando el método de resistencia para el cálculo de las derivas se tomaron las siguientes hipótesis de carga.

1. $1.4D+1.7L$
2. $1.05D+1.28L+EX+0.3EY$
3. $1.05D+1.28L+EX - 0.3EY$
4. $1.05D+1.28L-EX+0.3EY$

5. $1.05D+1.28L-EX - 0.3EY$

6. $1.05D+1.28L+0.3EX+EY$

7. $1.05D+1.28L+0.3EX - EY$

8. $1.05D+1.28L - 0.3EX+EY$

9. $1.05D+1.28L - 0.3EX - EY$

10. $0.9D+EX+0.3EY$

11. $0.9D+EX - 0.3EY$

14.7.3. Cálculo de derivas.

Se calculan los desplazamientos y las derivas elásticas correspondientes al modelo de análisis. De acuerdo con la NSR-10 estas derivas no deberían ser superiores a 1.43% dado que el análisis se ha realizado con secciones fisuradas.

La seguridad de los elementos estructurales y principalmente de los no estructurales puede garantizarse a partir del control de los desplazamientos de La edificación. La NSR-10 en el literal A.6.4.2.1 establece que cuando en el análisis estructural se utilicen secciones fisuradas la deriva máxima permitida en la edificación puede ser 1.43% de la altura del piso. La edificación presenta derivas inferiores a este valor.

Lo que indica que la estructura se encuentra en un estado óptimo y no necesita un refuerzo que ayude a controlar los desplazamientos ocasionados con los sismos.

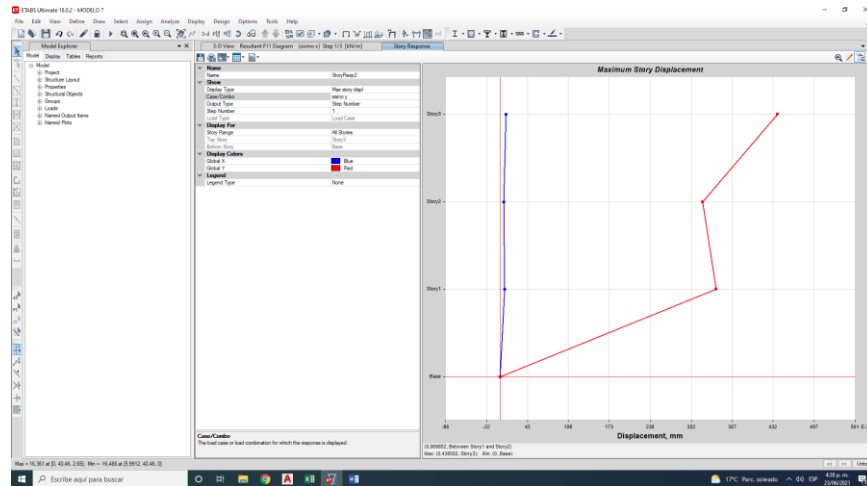


Gráfico 20 desplazamientos de la estructura.

14.7.4. Materiales.

Para realizar la consideración de la carga muerta en los modelos tridimensionales de la edificación.

Los materiales utilizados en el modelo son:

- Concreto $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2 = 21 \text{ MPa}$ en vigas, columnas principales $E_c = 1.8 \times 10^6 \text{ T/m}^2 = 1.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2 = 20640 \text{ MPa}$ $v = 0.20$ $\gamma = 2400 \text{ kgf/m}^3$ (Concreto reforzado)
- Acero: $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2 = 420 \text{ MPa}$ para refuerzo longitudinal $f_y = 2400 \text{ kgf/cm}^2 = 240 \text{ MPa}$ para refuerzo transversal $E_c = 2.04 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2 = 2040 \text{ 000 MPa}$

14.7.5. ÍNDICE DE SOBRESFUERZO DE LOS ELEMENTOS

Se refiere al índice de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales. Dicho índice se calcula comparando la resistencia efectiva que posee el elemento actual contra los nuevos esfuerzos que produce la aplicación de la fuerza sísmica bajo los criterios de las normas vigentes.

En resumen, al dividir el esfuerzo actuante por la resistencia efectiva del elemento, se obtiene un índice que si supera la unidad, significa que a dicho elemento le hace falta determinada cantidad de refuerzo para absorber satisfactoriamente las nuevas solicitaciones. La resistencia efectiva de los elementos existentes se evalúa teniendo en cuenta la calificación en cuanto a calidad y estado de la construcción, afectándola por los siguientes factores de reducción:

1. Reducción de resistencia por calidad de la obra: $\alpha_c = 1.0$
2. Reducción de resistencia por estado de la estructura: $\alpha_e = 1.0$

El índice de sobreesfuerzo de la estructura actual corresponde al mayor valor obtenido de los índices para los elementos. En los anexos se presentan los índices detallados de sobreesfuerzo de la estructura. De los resultados obtenidos se puede concluir que dichos índices no sobrepasan los valores permitidos por las actuales normas, por lo tanto se determina que la edificación no requiere intervención en dichos elementos.

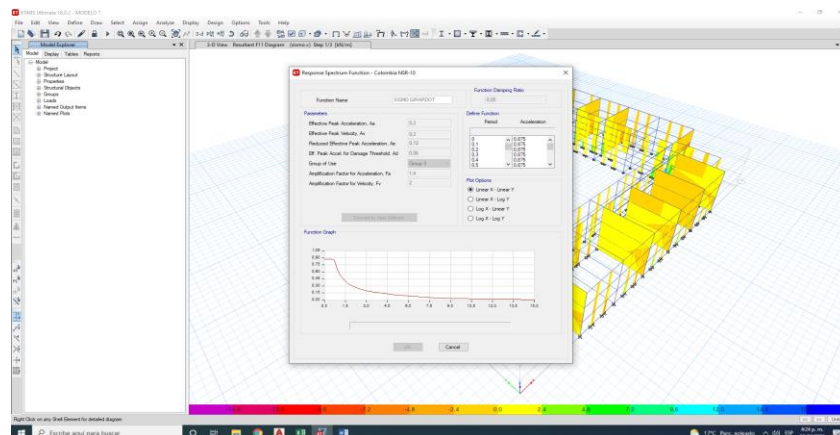


Gráfico 21 espectro de aceleración utilizado.

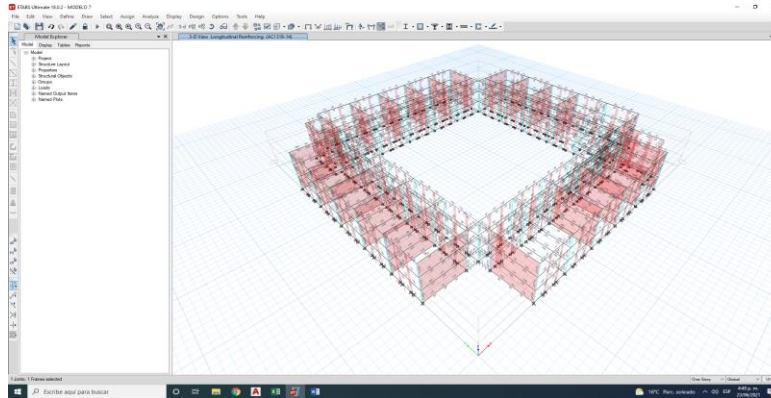


Gráfico 22 Sobre esfuerzos en elementos estructurales.

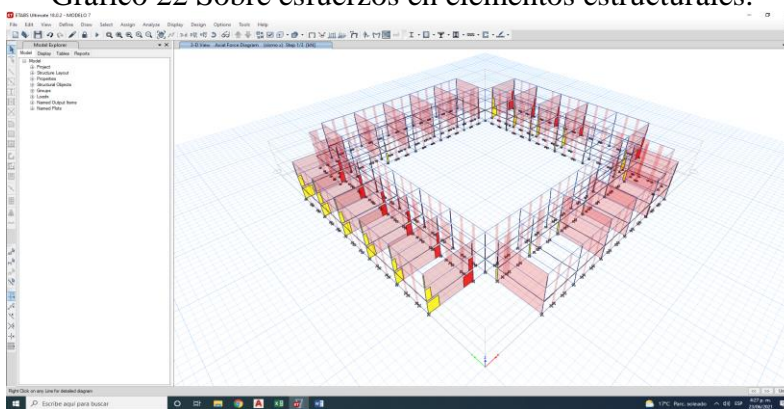


Gráfico 23 diagrama de cargas axiales.

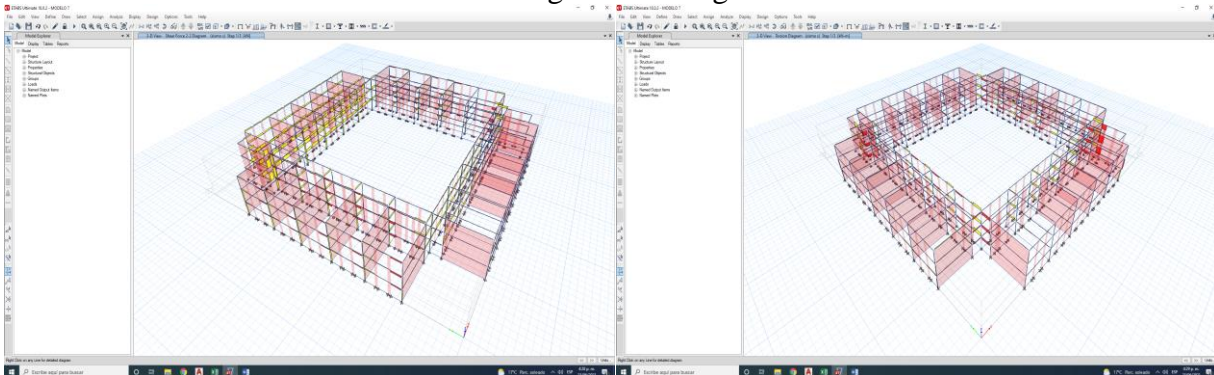


Gráfico 24 diagrama de cortante en elementos estructurales.

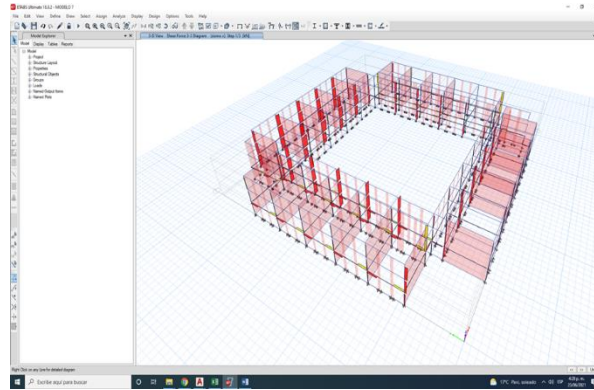


Gráfico 25 Diagrama de torsión

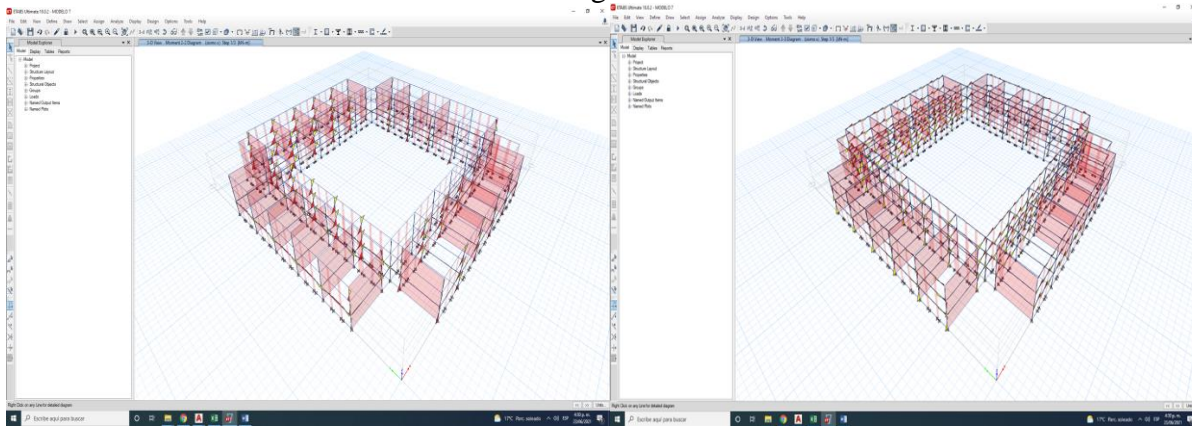


Gráfico 26 diagrama de momentos

Según lo establecido en la matriz de vulnerabilidad, los ensayos realizados y el modelo matemático se puede establecer que la estructura se encuentra en un estado óptimo y no se requiere intervención a la estructura más allá de la nombrada en el diagnóstico y la intervención.

15. CONCLUSIONES.

- ✓ Se identificó correctamente los tipos de lesiones presentes en el bloque educativo, aunque hay lesiones que necesitan ensayos para determinar ciertamente sus causas directas y poder diagnosticar correctamente.
- ✓ Mediante la implementación de una metodología como proceso de un estudio patológico se identificó y diagnóstico las lesiones, además de verificar el estado actual de la edificación.
- ✓ Se clasificaron las lesiones encontradas de un riesgo bajo a un riesgo alto, aunque no se encontraron lesiones importantes que puedan clasificar la estructura con un riesgo inminente, se determinó que deben ser tratadas a tiempo para evitar el futuro deterioro.
- ✓ Los ensayos que se determinaron son para evaluar posibles causas de un tipo de lesión que figura de manera repetitiva en la construcción como son las grietas y fisuras. Estos son para el diagnóstico acertado evaluando posibles causas directas.
- ✓ Se debe actualizar la estructura de la edificación a la norma sismo resistente actual ya que se ha descrito que fue construida en el año 1978 cuando aún no existía una reglamentación de construcción, parte de los ensayos propuestos son para determinar el estado actual de la construcción y verificar que cumpla con los parámetros exigidos bajo la NSR10.
- ✓ Aplicamos todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo del semestre en la especialización en patología de la construcción, aunque para plantear un tratamiento acertado y eficaz es necesario el desarrollo de los ensayos.
- ✓ La vulnerabilidad sísmica es un estudio de suma importancia, debido a que ayuda a clasificar las diferentes estructuras de acuerdo a sus características, dentro de un rango de fragilidad ante un evento sísmico.
- ✓ La NSR10 da una serie de parámetros con los que deben contar las edificaciones con el objeto que estas ante un evento sísmico responda de una manera favorable.

- ✓ Conocer el registro sísmico de la ciudad donde se encuentra localizado la edificación trae información vital para saber como se puede comportar la estructura en sismos futuros, y como reforzar o diseñar un proyecto.
- ✓ **1.** El Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot, es una estructura totalmente simétrica y sin irregularidades en altura y plata, lo cual trae una gran ventaja a la hora de comportarse ante eventos sísmicos.
- ✓ La importancia del reconocimiento del estado actual por medio de parámetros sísmicos concebidos en la NSR-10 hacen parte del estudio patológico desarrollado en el bloque educativo para comprobar su estabilidad.
- ✓ El Bloque Educativo de la Universidad de Cundinamarca sede Girardot, es una estructura totalmente simétrica y sin irregularidades en altura y plata, lo cual trae una gran ventaja a la hora de comportarse ante eventos sísmicos.
- ✓ Reconocer e identificar la importancia de la composición geológica y las posibles fallas que puedan afectar directamente la edificación de estudio complementan el correcto diagnóstico y contribuyen a la intervención.
- ✓ Girardot por estar en una zona de amenaza sísmica intermedia, ha sentido la mayoría de los sismos que han ocurrido en territorio colombiano, aunque no han tenido mayor impacto sobre la ciudad, se debe tomar medidas de precaución sobre las edificaciones y sobre los diseños de futuras construcciones para no tener mayores afectaciones al patrimonio y proteger las vidas humanas.

BIBLIOGRAFÍA.

Alcaldía de Girardot Cundinamarca. (2020). *Alcaldía de Girardot Cundinamarca*. Obtenido de <http://www.girardot-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Chávez, V., & Álvarez, R. (2005). *redalyc.org/*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745006.pdf>
Escuela de Construcción civil. (7 de 7 de 2005). *Revista de la Construcción*. Obtenido de Revista de la Construcción.: <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745006.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (27 de 11 de 2020). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-catastral>

Universidad de Cundinamarca sede Girardot (2020) Universidad de Cundinamarca
<https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/sedes/seccional-girardot>

Enciclopedia de broto de Patologías de la Construcción.

Obtenido de la página de <http://www.linksbooks.net/>

https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf