

# GERENCIA DE PROYECTOS

## INFORME TÉCNICO INTEGRAL DE REVISIÓN

Proyecto Arquitectónico — Sede Regional SENA  
Municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba — Colombia

|                         |                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Contratante             | SENA — Servicio Nacional de Aprendizaje              |
| Consultor               | Consorcio MTCL (TA Arquitectura + AR Fiallo Atelier) |
| Director de Proyecto    | Juan Sebastián Restrepo                              |
| Directora Interventoría | Gloria Mercado                                       |
| Contrato                | CO1.PCCNTR.8709341                                   |
| Fecha de Análisis       | Marzo 2026                                           |
| Versión Documento       | Compilado Integral — V1.0 Marzo 2026                 |
| Presupuesto Total       | \$57.681.597.067 COP                                 |
| Área Construida         | 7.831,72 m² construidos / 20.000 m² predio           |

### COMPONENTES ANALIZADOS EN ESTE INFORME

| Nº | Componente                                                 | Documento Fuente            | Estado             |
|----|------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 01 | Especificaciones Técnicas V8                               | Anexo 4 — V8 28/01/2026     | APTO CON OBS.      |
| 02 | Plan de Manejo Ambiental (PMA)                             | V3 Diciembre 2025           | APROBADO CON OBS.  |
| 03 | Estudio Bioclimático                                       | V3 Enero 2026               | APROBADO           |
| 04 | Geotecnia                                                  | Informe Geotécnico V7       | APROBADO CON SEG.  |
| 05 | Paisajismo                                                 | Plan Paisajístico Nov. 2025 | APROBADO CON SEG.  |
| 06 | Redes de Extinción de Incendio (RCI)                       | V3 07/01/2026               | APROBADO CON OBS.  |
| 07 | Informe Mensual Arq. + Bioclimático + Eléctrico + Mecánico | Enero 2026 V2               | AVANZADO           |
| 08 | Ingeniería Mecánica — HVAC                                 | MC-01-V2 Dic. 2025          | REVISIÓN PENDIENTE |
| 09 | Informe Preliminar V3                                      | V3 22/08/2025               | DIAGNÓSTICO        |
| 10 | SIPRA / SPE (Pararrayos)                                   | SIPRA-V7 27/01/2026         | APROBADO CON OBS.  |

|    |                                    |                    |                   |
|----|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| 11 | SDAI (Detección y Alarma Incendio) | SDAI-V4 23/01/2026 | APROBADO CON OBS. |
| 12 | Seguridad Humana + Hidrología      | SHU-V5 + HDL-V3    | CONFORME          |

COMPONENTE 01 — ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN V8

|               |                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Documento     | Especificaciones Técnicas de Construcción y Procesos Constructivos — Versión 8 |
| Código        | Anexo 4 — V8, emitido 28 de enero de 2026                                      |
| Elaboró       | Ing. Alfredo Madrigal Londoño — Consorcio MTCL                                 |
| Interventoría | Gloria Mercado — Consorcio MTCL                                                |
| Versiones     | 8 versiones emitidas: V1 (20/11/2025) → V8 (28/01/2026) en 70 días             |
| Concepto      | APTO CON OBSERVACIONES — Documento rector de obra condicionado                 |

El documento V8 consolida 20 capítulos de especificaciones técnicas para la totalidad de las actividades de construcción. El equipo interdisciplinario valida un nivel de desarrollo técnico satisfactorio para la etapa de ingeniería de detalle. La evolución de 8 versiones en menos de 3 meses refleja coordinación activa entre contratista e interventoría.

1.1 Historial de Versiones

| Versión | Fecha      | Descripción del Cambio                                       |
|---------|------------|--------------------------------------------------------------|
| V1      | 20/11/2025 | Emitido para revisión de interventoría — Anteproyecto        |
| V2      | 28/11/2025 | Atención de observaciones de interventoría                   |
| V3      | 02/12/2025 | Atención de observaciones de interventoría                   |
| V4      | 26/12/2025 | Entrega de ingeniería de detalle                             |
| V5      | 10/01/2026 | Entrega de ingeniería de detalle                             |
| V6      | 16/01/2026 | Atención de observaciones de interventoría                   |
| V7      | 18/01/2026 | Atención de observaciones de interventoría                   |
| V8      | 28/01/2026 | Atención de observaciones de interventoría — VERSIÓN VIGENTE |

1.2 Estado Consolidado por Disciplina

| Disciplina           | Hallazgo / Observación Principal                                                                                                                                                 | Estado |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ESTRUCTURAL          | Concreto 4.000 PSI (28 MPa) placas colaborantes; acero Fy=60.000 PSI; cumple NSR-10. Especificaciones consistentes con diseño sismo-resistente.                                  | OK     |
| GEOTÉCNICO           | Cimentación en pilas con entibados anillo (1 m). Solados limpieza 2.000 PSI. Exige consultar estudio de suelos antes de excavaciones. No especifica CBR ni capacidad portante.   | ALERTA |
| AMBIENTAL            | Capítulo de aseo y manejo ambiental incluido. PTAR especificada. Falta detalle sobre manejo residuos sólidos construcción (PMRS) y protocolo de áridos.                          | ALERTA |
| ELÉCTRICO / ESPECIAL | Referencia RETIE presente. Barrera vehicular 220V/115V especificada. Especificaciones eléctricas no se desarrollan en este anexo; existe Anexo Eléctrico separado.               | ALERTA |
| PRESUPUESTOS         | Todos los ítems definen unidad de medida, forma de pago y alcance del precio unitario. Estructura de costos clara. Riesgo de variación en excavación y cimentación.              | OK     |
| ACABADOS             | Pisos concreto pulido 21 MPa + Sikafloor 3; enchapes; estucos plásticos; pinturas; cielos fibrocemento; carpintería aluminio vidrio laminado 4+4; cortasoles Fins HunterDouglas. | OK     |

| Disciplina               | Hallazgo / Observación Principal                                                                                                                                                                                 | Estado |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| URBANISMO / ESP. PÚBLICO | Excavación mecánica; sub-base granular ( $\text{CBR} \geq 25\%$ , $\text{LL} < 25$ , $\text{IP} < 6$ ); demarcación vial; obras concreto exteriores; señalización. Sistema riego automático aspersores incluido. | OK     |
| PAISAJISMO               | Especies: Bijao, Festuca, Verbena, Mermelada, Venturosa, Penisetos. Sustrato y técnica de siembra especificados. Coordinar densidades con diseño paisajístico.                                                   | OK     |

## 1.3 Análisis Detallado por Capítulo

### 1.3.1 Preliminares y Movimientos de Tierra

Las especificaciones preliminares establecen correctamente los requisitos de localización, replanteo y organización del frente de obra. Se exige programa de trabajo previo al inicio de actividades. El capítulo de movimientos de tierra define el manejo de excavaciones mecánicas (0–2 m). Para zonas de mayor profundidad se establecen entibados definitivos tipo anillo de concreto cada 1 m, apropiado para las condiciones litológicas de Córdoba.

- Verificar que el Estudio de Suelos incluya clasificación de materiales de excavación para definir disposición (relleno vs. botadero).
- El capítulo indica temperatura mínima de 2°C para trabajos de excavación — irrelevante para Ciénaga de Oro (temperatura media 28–32°C). Numeral copiado de especificaciones genéricas. Ajustar a condiciones locales con énfasis en lluvias torrenciales.
- Definir botaderos autorizados por CVS antes del inicio de obras.

### 1.3.2 Cimentación

El sistema combina solados de limpieza en concreto 2.000 PSI ( $f'_c = 14 \text{ MPa}$ ,  $E = 5 \text{ cm}$ ) y pilas de concreto con anillos entibados. Las especificaciones son congruentes con la NSR-10 para edificaciones de uso institucional en zona de amenaza sísmica intermedia.

| Ítem                          | Especificación Técnica                                                   |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Concreto solado / limpieza    | $f'_c = 2.000 \text{ PSI}$ (14 MPa) — $E = 5 \text{ cm}$ — Hecho en obra |
| Concreto cimentación profunda | $f'_c = 3.000 - 4.000 \text{ PSI}$ según planos estructurales            |
| Entibado                      | Anillo de concreto definitivo cada 1 m de avance                         |
| Normativa aplicable           | NSR-10, NTC, ASTM C39, ACI 318                                           |
| Control de calidad            | Ensayos de concreto según NSR-10 (resistencia a compresión)              |
| Forma de pago                 | Metro cúbico ( $\text{m}^3$ ) de concreto verificado por topografía      |

- **PRIORITARIO:** No se especifica el nivel freático en este anexo. Verificar con el estudio de suelos el riesgo de inundación de excavaciones.
- La capacidad portante de diseño y el tipo de suelo no se mencionan en el Anexo 4. Debe estar en el estudio geotécnico y concordar con los planos estructurales.
- Confirmar si las pilas están diseñadas por fricción lateral, punta o mixto — relevante para control de longitudes en campo.

### 1.3.3 Estructuras de Concreto — Especificaciones por Elemento

| Elemento                | Especificación Técnica                                                                                     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Placa colaborante       | Concreto 4.000 PSI (28 MPa) — $E = 12 \text{ cm}$ — Metaldeck 2" Cal. 20-22 — Curado Sikafloor Curehard 24 |
| Acero de refuerzo       | $F_y = 60.000 \text{ PSI}$ (420 MPa) — Grado 60 — NTC 2289                                                 |
| Tolerancias placa       | Espesor $\pm 1 \text{ cm}$ — Sin segregación ni vacíos — Lámina sin deformaciones                          |
| Concreto columnas/vigas | $f'_c = 3.000 - 4.000 \text{ PSI}$ según planos estructurales                                              |
| Recubrimiento           | Según Tabla NSR-10 7.7.1 para exposición ambiental                                                         |

| Elemento               | Especificación Técnica                                            |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Juntas de construcción | Sellante elástico AASHTO M33/M153 — Cordón de respaldo            |
| Pintura intumescente   | Por Kg de estructura metálica — Protección pasiva contra incendio |

- La pintura intumescente para estructuras metálicas es elemento crítico de seguridad pasiva. Verificar que el nivel RF esté definido en los planos de diseño contra incendio.
- Las placas colaborantes requieren apuntalamiento temporal durante vaciado. Verificar sistema de apuntalamiento.
- El vaciado con bombeo implica requerimientos de consistencia controlados. Exigir diseño de mezcla certificado.

### 1.3.4 Acero de Refuerzo y Estructuras Metálicas

El acero de refuerzo se especifica como Grado 60 ( $F_y = 60.000 \text{ PSI} / 420 \text{ MPa}$ ) conforme NSR-10. El documento remite a los planos estructurales para detalle de dovelas, traslapes y anclajes. Las estructuras metálicas se rigen por AWS D1.1 (soldadura estructural) con requisitos de pruebas de soldadura y certificación de operarios soldadores.

### 1.3.5 Mampostería, Pañetes y Enchapes

Muros exteriores en bloque de concreto  $40 \times 15 \times 10 \text{ cm}$  con distribución de color 80% Ivory pigmentado / 20% Arena. Mortero de pega 1:4 conforme NTC 3329 y ASTM C270. Pañetes impermeabilizados con Sika-1 (relación 1:4,  $E=0.03 \text{ m}$ ), adecuados para la zona climática húmeda tropical.

### 1.3.6 Pisos y Bases

| Tipo de Piso         | Especificación                                                                                                   |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alistado de piso     | Mortero 1:3 — E variable hasta 5 cm — Con dilataciones                                                           |
| Piso concreto pulido | $f'_c = 21 \text{ MPa} (3.000 \text{ PSI})$ — $E=7 \text{ cm}$ — Endurecedor Sikafloor 3 neutro                  |
| Sub-base urbanismo   | Material granular — $\text{CBR} \geq 25\%$ — $\text{LL} < 25$ — $\text{IP} < 6$ — Proctor Modificado $\geq 95\%$ |
| Piso exteriores      | Concreto estructural según diseño vial + demarcación termoplástica                                               |

### 1.3.7 Cubiertas y Cielos Rasos

Sistema de cubierta: lámina Duroglass blanco Clase 12 multiuso 6.4 con remates en caballete, adecuado para zona climática cálida-húmeda. Cielos rasos interiores en fibrocemento 10 mm sobre estructura metálica liviana, tolerancia desnivel  $\pm 5 \text{ mm}$  bajo regla de 2 m. Impermeabilización con hidrófugo en dos manos (precipitación media anual  $> 1.200 \text{ mm}$  región Caribe).

- Verificar pendiente mínima de cubierta en planos arquitectónicos (recomendado mínimo 15% para Duroglass).
- Cielos en fibrocemento requieren sellado de juntas con cinta de fibra de vidrio antes de pintura.
- Confirmar compatibilidad del sistema de impermeabilización con el anclaje de los cortasoles de fachada.

### 1.3.8 Carpintería Metálica, Aluminio y Vidrios

| Elemento                | Especificación                                                                             |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ventanas                | Aluminio Serie 35 — Natural mate — Vidrio laminado 4+4 incoloro                            |
| Puertas batientes       | Lámina cold-rolled — Bisagras — Cerradura palanca — Pintura electrostática horneada        |
| Puertas con montante    | 2 alas + montante superior vidrio — Marco fijo — Herrajes completos                        |
| Cortasoles (fachada)    | Tipo FINS aluminio liso — $50 \times 500 \times 4.700 \text{ mm}$ — HunterDouglas o equiv. |
| Tolerancias carpintería | Alineación $\pm 3 \text{ mm}$ en 3 m — Sin vibraciones ni juego                            |

### 1.3.9 Aparatos Sanitarios y Divisiones

Baterías de baños con divisiones en acero inoxidable, aparatos sanitarios de primera línea y griferías con conexión flexible. La instalación exige pruebas de estanqueidad y verificación de pendientes de desagüe. Lavaplatos con sifón, trampa de olores y sellante de silicona adecuado para zonas de alimentación y laboratorios educativos.

### 1.3.10 Equipos Especiales — Barrera Vehicular

Barrera vehicular de entrada con brazo de aluminio de 5 m (220V/115V), modelo ADT-806 o similar, con fotocelda tipo Reflex, lazo inductivo de piso y control remoto RF. Potencia: 80W. Velocidad de apertura: ~4 segundos.

- Verificar instalación eléctrica 220V coordinada con tablero de distribución en Anexo Eléctrico.
- El lazo inductivo requiere fresado y sellado en pavimento de acceso vehicular. Coordinar con urbanismo.
- Incluir en plan de mantenimiento preventivo: lubricación y calibración cada 6 meses.

### 1.3.11 Obras de Urbanismo y Espacio Público

| Actividad                   | Parámetro Técnico Clave                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Excavación mecánica 0–2 m   | Incluye cargue y retiro a botadero autorizado                                 |
| Sub-base granular           | CBR $\geq$ 25% — Proctor Mod. $\geq$ 95% — LL<25 — IP<6 — Abrasión $\leq$ 50% |
| Concreto exteriores/andenes | $f'_c = 21$ MPa (3.000 PSI) — Planos estructurales                            |
| Demarcación vial            | Pintura fría o resina termoplástica — Microesferas reflectivas — NTC 1102     |
| Sistema de riego            | Tubería PVC-PEAD — Válvulas — Aspersores/difusores — Sin fugas ni retornos    |
| PTAR (aguas residuales)     | Planta de tratamiento especificada — Verificar normativa CVS — Res. 0631/2015 |

### 1.3.12 Paisajismo

Jardines con mezcla de especies ornamentales: Bijao, Festuca, Verbena, Mermelada, Venturosa y Penisetos (2 unidades de cada especie por módulo de m<sup>2</sup>). Sustrato: humus, tierra-abono y arena para pega. Riego inicial abundante con fertilizante de liberación controlada.

- Verificar restricciones fitosanitarias de especies en Ciénaga de Oro (ICA).
- Bijao (Heliconia) puede requerir mayor espacio radicular del previsto en 20 cm de sustrato.
- Coordinar sistema de riego con red hidráulica de urbanismo — presiones requeridas 15–30 PSI.

## 1.4 Marco Normativo Aplicado — Especificaciones Técnicas V8

| Norma / Código              | Aplicación en el Proyecto                                                      |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| NSR-10                      | Diseño y construcción sismo-resistente — Estructuras, mampostería, cimentación |
| RETIE (Res. 90708/2013)     | Instalaciones eléctricas — Mencionado en capítulo eléctrico                    |
| ACI 318 / ACI 302 / ACI 360 | Diseño y ejecución de estructuras de concreto                                  |
| AWS D1.1                    | Soldadura de estructuras metálicas                                             |
| ASTM C39 / C94 / C172       | Ensayos de concreto y concreto premezclado                                     |
| NTC 2289 / 3329             | Acero de refuerzo / Morteros de mampostería                                    |
| IDU ET 2011 v3.0            | Especificaciones viales y espacio público                                      |
| NTC 1102                    | Materiales de demarcación vial                                                 |
| AASHTO M33 / M153           | Sellantes elásticos para juntas de pavimento                                   |
| Res. 0631/2015 MADS         | Vertimientos — Aplica a PTAR                                                   |

## 1.5 Recomendaciones Prioritarias — Especificaciones Técnicas

| Prioridad | Disciplina   | Recomendación                                                                                                                           | Momento             |
|-----------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 — ALTA  | Geotécnico   | Integrar y cruzar el Estudio de Suelos con las especificaciones de cimentación. Definir nivel freático y capacidad portante.            | Antes del inicio    |
| 1 — ALTA  | Ambiental    | Desarrollar PMA con capítulos de PMRS, manejo de aguas lluvias y permiso de vertimiento PTAR ante CVS.                                  | Antes del inicio    |
| 1 — ALTA  | Eléctrico    | Solicitar Anexo Eléctrico al contratista para verificar coordinación con equipos especiales (barrera 220V, PTAR, iluminación exterior). | Inmediato           |
| 2 — MEDIA | Estructural  | Solicitar diseño de mezcla certificado para concreto premezclado 4.000 PSI antes del primer vaciado.                                    | Previo al vaciado   |
| 2 — MEDIA | Cubiertas    | Confirmar pendiente de cubierta >15% y compatibilidad del sistema de impermeabilización con anclajes de cortasoles.                     | Revisión planos     |
| 2 — MEDIA | Presupuestos | Revisar ítems de excavación y cimentación con contingencia por variaciones de subsuelo. APU con análisis de riesgo.                     | Revisión APU        |
| 3 — BAJA  | Acabados     | Ajustar cláusula de temperatura mínima (2°C) en especificaciones de excavación. No aplica para Ciénaga de Oro.                          | Próxima versión     |
| 3 — BAJA  | Paisajismo   | Verificar espaciado y profundidad de sustrato para Bijao (Heliconia). Coordinar con especialista paisajístico.                          | Diseño paisajístico |

COMPONENTE 02 — PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

|         |                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------|
| Elaboró | Lorena Rodríguez Rivera — Especialista Ambiental, Consorcio MTCL |
| Aprobó  | Liliana Rubio — Especialista Interventoría Gestión Ambiental     |
| Versión | V3 — Diciembre 2025                                              |
| Estado  | APROBADO CON OBSERVACIONES — Acciones críticas pendientes        |

**ALERTA CRÍTICA:** El inventario forestal identificó CUATRO (4) especies arbóreas con figuras de protección nacional e internacional. El permiso de aprovechamiento forestal ante la CVS DEBE tramitarse ANTES del inicio de las actividades de descapote y remoción de vegetación. Sin este permiso, cualquier intervención constituye una infracción ambiental grave.

2.1 Descripción y Alcance del Proyecto

El proyecto se localiza a 1,3 km al occidente del casco urbano de Ciénaga de Oro, sobre la vía nacional Ciénaga de Oro–Cereté. El predio tiene una extensión total de 2,0 hectáreas. La propuesta arquitectónica contempla una sede educativa para 2.700 estudiantes distribuidos en tres jornadas (900 por jornada).

| Ambiente / Red                             | Área (m²) |
|--------------------------------------------|-----------|
| Aulas convencionales (4 ambientes)         | 246,78 m² |
| Bilingüismo (1 ambiente)                   | 83,02 m²  |
| Red de Informática / TIC / Videojuegos     | 160,37 m² |
| Red de Cultura (Música, Actuación, Danza)  | 218,74 m² |
| Red de Servicios Personales (Peluquería)   | 86,89 m²  |
| Red de Salud (Enfermería)                  | 137,61 m² |
| Red Pecuaria                               | 182,19 m² |
| Taller de Construcciones                   | 99,60 m²  |
| Área Administrativa, Cafetería, Biblioteca | 439,84 m² |
| Circulaciones                              | 802,84 m² |

2.2 Caracterización Ambiental

2.2.1 Medio Abiótico

La caracterización abiótica no presenta restricciones críticas para la construcción. Suelo compuesto por arenitas ferruginosas intercaladas con shales calcáreos. Sin identificación de fallas activas. Unidad geomorfológica fluvio-lacustre con pendientes planas a ligeramente onduladas (<3%). No se identificaron cuerpos de agua en el predio; en el costado sur existe una zona de amortiguación de aguas lluvias (laguna de pondaje estacional). Caudal máximo TR=100 años:  $Q(100) = 6,98 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Parámetros climáticos: Temperatura media 28°C (máxima 29,9°C agosto / mínima 27,1°C diciembre). Precipitación anual máxima: 216,3 mm. Humedad relativa promedio: 82,5%. Período lluvioso: mayo–octubre.

2.2.2 Medio Biótico — HALLAZGO CRÍTICO

El inventario forestal (3 de octubre de 2025) identificó 63 individuos arbóreos distribuidos en 7 familias, 11 géneros y 11 especies en las 2,0 hectáreas del predio. Especie dominante: Tabebuia rosea (Roble) con 53,4% de la posición sociológica. Diversidad florística media-baja (Shannon-Wiener: 1,52 / Simpson: 0,344).

| Especie                | Nombre Común | Resolución 0126/2024 MADS | Lista Roja UICN | CITES       | Acción Requerida |
|------------------------|--------------|---------------------------|-----------------|-------------|------------------|
| Cedrela odorata        | Cedro        | EN (En Peligro)           | VU (Vulnerable) | Apéndice II | Permiso CVS      |
| Swietenia macrophylla  | Caoba        | CR (En Peligro Crítico)   | EN (En Peligro) | Apéndice II | Permiso CVS      |
| Handroanthus ochraceus | Polvillo     | —                         | —               | Apéndice II | Permiso CVS      |
| Tabebuia rosea         | Roble        | —                         | —               | Apéndice II | Permiso CVS      |

## 2.3 Evaluación de Impactos Ambientales — Metodología Batelle-ANLA

| Componente                  | Impacto Identificado                                              | Calificación      | Tipo                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Atmósfera (Aire y Ruido)    | Alteración calidad aire y presión sonora                          | IRRELEVANTE       | Negativo Temporal   |
| Recurso Hídrico             | Alteración calidad hídrica por escorrentía                        | IRRELEVANTE       | Negativo Temporal   |
| Suelo                       | Alteración calidad del suelo                                      | IRRELEVANTE       | Negativo Temporal   |
| Cobertura / Paisaje Biótico | Alteración estructura ecológica del paisaje                       | MODERADO          | Negativo Permanente |
| Flora                       | Alteración comunidades de flora (63 individuos, 4 sp. protegidas) | MODERADO          | Negativo Permanente |
| Fauna                       | Alteración comunidades de fauna                                   | IRRELEVANTE       | Negativo Temporal   |
| Uso del suelo / Cultural    | Cambio de uso del suelo (rural → institucional)                   | MODERADO          | Negativo Permanente |
| Percepción visual           | Alteración de la percepción visual durante obra                   | MODERADO          | Negativo Mitigable  |
| Movilidad / Accesibilidad   | Interferencia vial por transporte de materiales                   | IRRELEVANTE       | Negativo Temporal   |
| Empleo / Económico          | Generación de empleo directo e indirecto                          | POSITIVO MODERADO | Positivo Permanente |
| Social / Educativo          | Oferta de formación técnica (2.700 estudiantes/ciclo)             | POSITIVO ALTO     | Positivo Permanente |

## 2.4 Estructura del Plan de Manejo Ambiental — 11 Fichas

El PMA fue estructurado en once (11) fichas de manejo distribuidas en tres medios:

- Medio Abiótico (7 fichas): Manejo atmosférico y ruido; manejo de residuos líquidos y combustibles; abastecimiento de agua y escorrentía; disposición de escombros y sobrantes; manejo de maquinaria y equipos; manejo de residuos sólidos; manejo de sustancias químicas.
- Medio Biótico (2 fichas): Manejo de cobertura vegetal y descapote (tala y poda certificada); Plan de Compensación forestal (sujeto a lineamientos CVS).
- Medio Socioeconómico (2 fichas): Capacitación, educación y concientización al personal; información y participación comunitaria (mecanismo PQRS).

## 2.5 Plan de Gestión del Riesgo

| Amenaza                         | Calificación           | Vulnerabilidad     | Riesgo Resultante               |
|---------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Sísmica                         | Moderada               | Marginal a Crítica | Bajo-Moderado                   |
| Inundación (pondaje estacional) | Ocasional-Moderada     | Marginal a Crítica | Moderado (estacional)           |
| Descarga eléctrica (rayos)      | Alta densidad regional | Moderada           | Bajo — mitigable con pararrayos |
| Incendio forestal / estructural | Remota                 | Marginal           | Bajo                            |

## 2.6 Acciones Críticas PMA — Secuencia de Prioridad

| # | Acción                                                                                                                                               | Responsable                   | Plazo                   |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Iniciar trámite de permiso de aprovechamiento forestal ante la CVS (63 individuos, 4 especies protegidas). Plazo administrativo: 30–60 días hábiles. | Esp. Ambiental / Constructora | INMEDIATO — CRÍTICO     |
| 2 | Formular y presentar el Plan de Compensación Forestal ante CVS (relación 1:10 mínima para especies en peligro crítico como Caoba).                   | Esp. Ambiental                | Mes 1–2 — Crítico       |
| 3 | Verificar existencia y especificación de PTAR en presupuesto de obra hidráulica. Cumplir Resolución 0631/2015 MADS.                                  | Esp. Hidrosanitario           | Mes 1 — Alto            |
| 4 | Verificar inclusión de Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas (SPDA) en diseño eléctrico y presupuesto.                                 | Esp. Eléctrico                | Mes 1 — Alto            |
| 5 | Coordinar diseño de drenaje pluvial con los caudales Q100 calculados (6,98 m³/s) — zona sur del predio.                                              | Esp. Estructural / Hidráulico | Mes 1 — Alto            |
| 6 | Realizar socialización comunitaria del proyecto conforme al programa de participación del PMA antes del inicio de actividades.                       | Esp. Social / Constructora    | Antes de inicio de obra |

COMPONENTE 03 — ESTUDIO BIOCLIMÁTICO

|          |                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaboró  | Natalia Medina Patrón (M.Sc. Univ. Politécnica de Cataluña) — Especialista Bioclimática |
| Aprobó   | Lucas Torres Bolívar — Especialista Bioclimático                                        |
| Versión  | V3 — Enero 2026                                                                         |
| Software | DesignBuilder / Meteonorm / Weather Tool / EnergyPlus                                   |
| Concepto | APROBADO — Desempeño sobresaliente. Confort 100% en jornada laboral.                    |

3.1 Caracterización Climática del Sitio

Coordenadas: 8°52'N, -75°37'O. Altitud: 21 msnm. Clima cálido-húmedo. Estación de referencia: IDEAM El Salado (13075020, a 5,2 km).

| Parámetro                             | Valor de Diseño                                      | Fuente / Norma |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| Temperatura media anual               | 30,4°C                                               | IDEAM          |
| Temperatura media máxima              | 35,9°C (picos 37,3°C en febrero-marzo)               | IDEAM          |
| Temperatura mínima de diseño          | 25,5°C (enero)                                       | IDEAM          |
| Humedad relativa promedio             | ~84% anual (90% mañana / mínimos 50% tarde)          | IDEAM          |
| Zona de confort bioclimático (Givoni) | 24,0°C – 30,0°C / 80% aceptabilidad: 24,5°C – 32,7°C | ASHRAE 55      |
| Vientos dominantes                    | Suroeste 4,0–5,0 m/s (Noreste en época seca)         | IDEAM          |
| Brillo solar promedio                 | 191 horas/mes (máx. 243,4 h/mes en diciembre)        | IDEAM          |

3.2 Estrategias Bioclimáticas Adoptadas

| N° | Estrategia                                | Descripción Técnica                                                                                                                              | Validación    |
|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1  | Ventilación natural cruzada               | Apertura de vanos orientados Suroeste-Noreste. Velocidades interiores <0,8 m/s. Caudales calculados según ASHRAE 62.1-2022.                      | CFD Validado  |
| 2  | Doble envolvente permeable                | Fachadas con doble piel (celosías + muro). Reducción ganancias solares Piso 1: 37,57 kW → 17,43 kW (–53,6%).                                     | Sim. Térmica  |
| 3  | Protección solar aleros/voladizos         | Aleros calculados por fachada. Fachadas Oriental y Sur más expuestas — mayor profundidad de alero requerida.                                     | Cálculo solar |
| 4  | Aislamiento térmico de envolvente         | Cubierta tipo sándwich BIP reduce ganancias. Amplitud térmica interior: 2,4°C–5,7°C (excelente).                                                 | Sim. Térmica  |
| 5  | Iluminación natural                       | Franjas de iluminación en cubierta (lucernarios/domos). 31% de espacios (20/66) cumplen niveles óptimos de lux. Apoyo artificial en 22 espacios. | Parcial       |
| 6  | Arquitectura dispersa + espacios abiertos | Bloques en disposición diagonal generan sombra mutua y canalizan viento entre edificios (corredor de viento 2,0 m/s).                            | CFD Validado  |
| 7  | Pavimentos permeables y vegetación        | Reduce escorrentía superficial, mitiga isla de calor y refuerza caracterización biótica del PMA.                                                 | Recomendado   |

3.3 Resultados de Simulaciones

3.3.1 Simulación CFD — Dinámica Computacional de Fluidos

Simulación realizada con DesignBuilder (algoritmo SIMPLER) para el 3 de septiembre de 2025 como día tipo.

- Velocidades exteriores de viento: 4,0–5,0 m/s en fachadas principales; 2,0 m/s entre bloques.
- Velocidades en zonas de ocupación: <0,8 m/s — dentro del límite de confort HQE.

- Configuración diagonal de bloques actúa como captador y distribuidor de viento, eliminando zonas estancadas.
- Permeabilidad de fachada genera flujo constante. Vórtices en intersecciones cubierta-fachada favorecen mezcla de aire.

Conclusión CFD: El diseño volumétrico y la doble envolvente permiten prescindir de ventilación mecánica en la mayor parte de los espacios — ahorro energético significativo.

### 3.3.2 Simulación Térmica — EnergyPlus (Semana Crítica Cálida)

| Indicador                        | Modelo Base          | Propuesta Bioclimática                   |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------------|
| Ganancias solares Piso 1         | 37,57 kW             | 17,43 kW (–53,6%)                        |
| Ganancias solares Piso 2         | 7,20 kW              | 9,39 kW* (mayor eficiencia por material) |
| Temperatura interior rango       | Variable sin control | Estable 25,5°C–31,7°C (7:00–17:00)       |
| Cumplimiento zona de confort     | Parcial              | 100% (promedio 11 h y 24 h)              |
| Amplitud térmica diaria interior | Alta variabilidad    | 2,4°C – 5,7°C (baja — óptimo)            |
| Reducción humedad relativa       | —                    | 10% – 30% en todos los espacios          |

\* El incremento en ganancias del Piso 2 está asociado a ajustes en la envolvente (mayor superficie vidriada optimizada), con comportamiento térmico más estable y controlado.

### 3.3.3 Simulación de Iluminación Natural (10.000 lux exterior, día nublado)

Se evaluaron 66 espacios. Resultados:

- 20 espacios (31%) cumplen los niveles promedio de iluminación natural requeridos.
- 24 espacios que no cumplen son áreas técnicas o de servicio (baños, cuartos técnicos, archivos) donde no es indispensable la iluminación natural.
- 22 espacios de permanencia (aulas y oficinas) requieren apoyo de iluminación artificial complementaria. Se incluyeron franjas de iluminación en cubierta para mejorar distribución lumínica.

**NOTA TÉCNICA DE VALIDEZ:** Los resultados de las simulaciones son relativos y perderán validez en caso de variaciones en el diseño o composición de la envolvente. Cualquier modificación arquitectónica posterior debe ser re-simulada y re-validada antes de su implementación.

COMPONENTE 04 — ESTUDIO GEOTÉCNICO

|           |                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| Documento | Informe Geotécnico V7 — 14/01/2026 (105 páginas)               |
| Revisión  | Juan Camilo Viviescas, PhD, MSc / Karen Eliana Monroy S., Esp. |
| Estado    | APROBADO CON OBSERVACIONES DE SEGUIMIENTO                      |

4.1 Descripción General del Predio y Proyecto

Edificación institucional educativa de hasta dos (2) niveles: Bloque A, Bloque B y cubierta metálica (cancha). Topografía ondulada con cotas entre 24.35 y 32.6 msnm (pendiente promedio 4.5%). Geología: Cinturón Plegado de San Jacinto, rocas sedimentarias del Neógeno (Mioceno) — arenitas ferruginosas intercaladas con shales calcáreos y carbón.

4.2 Campaña de Exploración

Se ejecutaron dos fases de exploración de campo:

- Fase 1 (IMH Ingeniería, 2024): 6 sondeos SPT hasta 9.0 m de profundidad + 3 apiques de 1.5 m.
- Fase 2 (In Situ Ingeniería, 2025): 5 nuevos sondeos SPT (2 hasta 15.5 m, 1 de 4.0 m, 2 de 6.0 m) + 3 líneas de refracción sísmica de 20 m cada una.
- Total acumulado: 11 sondeos — 101.0 m lineales de exploración. Equivalencia normativa NSR-10 Categoría Media (C-2).

| Sondeo | Profundidad (m) | Nivel Freático (m) | Fecha      | Observación           |
|--------|-----------------|--------------------|------------|-----------------------|
| P1     | 15,50           | 8,00               | 02/11/2025 | Sondeo profundo       |
| P2     | 15,50           | 4,00               | 02/11/2025 | NF más superficial    |
| P3     | 4,00            | NR                 | 31/10/2025 | Sondeo complementario |
| P4     | 6,00            | 4,00               | 31/10/2025 | NF a 4 m              |
| P5     | 6,00            | NR                 | 01/11/2025 | Sondeo complementario |

NR = No Reportado. La detección de nivel freático en P2 y P4 a 4.0 m es una condición a monitorear.

4.3 Evaluación de Condiciones Geotécnicas Especiales

| Fenómeno                 | Resultado del Análisis                                                                                                                       | Riesgo |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Expansibilidad del suelo | Índice de plasticidad bajo (IP promedio entre 1 y 12%). Condición de expansibilidad estable.                                                 | BAJO   |
| Potencial de licuación   | Materiales arcillosos de baja plasticidad. % finos entre 13.5% y 69%. Factor de seguridad a licuación >1.0 en todos los estratos analizados. | BAJO   |
| Colapsibilidad           | Evaluación mediante criterios de Jennings & Knight. Resultados no presentan colapsibilidad problemática para las cargas de proyecto.         | BAJO   |

4.4 Parámetros Sísmicos NSR-10

| Parámetro               | Valor                              | Referencia NSR-10   |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Tipo de perfil de suelo | D — Vs30 = 356 m/s (valor crítico) | Vs30 medido         |
| Zona de amenaza sísmica | Intermedia                         | Apéndice A.4 NSR-10 |
| Coefficiente Aa         | 0,10                               | Apéndice A.4 NSR-10 |
| Coefficiente Av         | 0,15                               | Apéndice A.4 NSR-10 |

| Parámetro                           | Valor  | Referencia NSR-10                            |
|-------------------------------------|--------|----------------------------------------------|
| Factor Fa (amplificación)           | 1,60   | Tabla A.2.4-3 NSR-10                         |
| Factor Fv                           | 2,20   | Tabla A.2.4-4 NSR-10                         |
| Factor de importancia (I)           | 1,25   | Grupo III — Edificaciones atención comunidad |
| Aceleración máxima de diseño (amax) | 0,20 g | $amax = Aa \times Fa \times I$               |

Relevancia para Gerencia: La clasificación como Grupo III (centro educativo) implica un factor de importancia  $I = 1,25$ , que incrementa las demandas sísmicas de diseño. El equipo estructural debe confirmar que sus modelos incorporan estos parámetros exactamente.

## 4.5 Alternativas de Cimentación Evaluadas

### Alternativa 1: Zapatas Aisladas — RECOMENDADA

Cimentación superficial sobre el Material 1, estrato competente identificado en todos los sondeos. Asentamientos totales calculados a 20 años: todos los nodos verificados cumplen el límite de 30 cm. Asentamientos diferenciales verificados para todos los apoyos de Bloque A y Bloque B, dentro del límite  $L/300$  de la NSR-10. Cubierta metálica: asentamiento máximo 2.60 mm (diferencial 2.04 mm).

### Alternativa 2: Losa sobre Vigas Flotantes

Opción viable para condiciones de carga distribuida. El informe establece módulos de reacción para vigas de  $0.4 \times 0.4$  m,  $0.5 \times 0.5$  m y  $0.6 \times 0.6$  m. Activar solo si el diseño estructural lo justifica.

### Alternativa 3: Pilas Pre-excavadas (Ø 1.2 m)

Cimentación profunda de contingencia. Capacidades de carga calculadas para pilas de 1.2 m. No recomendada en condiciones normales por mayor costo, pero constituye solución de respaldo si se detectan condiciones imprevistas durante excavación.

## 4.6 Análisis de Estabilidad de Taludes — Software GEO5 v2023

| Condición                              | Terraza 1 | Terraza 2 | Terraza 3 |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Estabilidad Actual                     | CUMPLE    | CUMPLE    | CUMPLE    |
| Condición Futura — Estática            | CUMPLE    | CUMPLE    | CUMPLE    |
| Condición Futura — Pseudoestática      | CUMPLE    | CUMPLE    | CUMPLE    |
| Condición Futura — $R_u=0.25$ (lluvia) | CUMPLE    | CUMPLE    | CUMPLE    |

Muros de contención  $H=1.4$  m y  $H=2.2$  m verificados: volcamiento  $FS=3.47$ , deslizamiento  $FS=2.02$  — CUMPLEN NSR-10.

## 4.7 Alertas y Puntos de Atención para Gerencia — Geotecnia

| # | Punto de Atención                                                                                         | Acción Requerida                                                                                                          | Responsable                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Nivel freático detectado a 4.0 m en P2 y P4. Puede afectar procesos de excavación.                        | Prever sistema de bombeo permanente durante vaciado de cimentación. No suspender bombeo.                                  | Director de Obra / Geotecnista |
| 2 | Verificación del estrato de desplante en campo: toda zapata debe quedar sobre Material 1, no sobre lleno. | Geotecnista debe inspeccionar y certificar el material en cada excavación. Prever concreto ciclópeo (30 cm) si no cumple. | Geotecnista / Residente        |
| 3 | No dejar excavaciones de cimentación expuestas a aguas lluvias ni abiertas más de un día.                 | Planificar vaciados en secuencia corta. Disponer lonas o cubiertas temporales.                                            | Residente de Obra              |

| # | Punto de Atención                                                                                                              | Acción Requerida                                                                            | Responsable             |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 4 | Monitoreo de taludes mediante puntos topográficos durante toda la etapa de cortes y llenos.                                    | Instalar puntos de monitoreo antes del inicio de movimiento de tierras. Medición periódica. | Topógrafo / Geotecnista |
| 5 | Material de lleno: % finos <25%, sin materia orgánica, LL máx. 10%. Compactación al 95% Proctor Estándar en capas de 20-25 cm. | Control de calidad obligatorio. Ensayos de densidad en campo.                               | Laboratorio / Residente |

COMPONENTE 05 — DISEÑO PAISAJÍSTICO

|           |                                                  |
|-----------|--------------------------------------------------|
| Documento | Plan de Paisajismo — Noviembre 2025              |
| Estado    | APROBADO CON SEGUIMIENTO — Trámite CVS pendiente |

5.1 Alcance y Enfoque del Diseño Paisajístico

Diseño paisajístico integral basado en análisis de topografía, coberturas vegetales existentes y condiciones ecosistémicas. El enfoque busca generar ambientes que contribuyan al bienestar de la comunidad estudiantil, fortalecer la biodiversidad local y lograr integración equilibrada entre el entorno natural y el edificado, en concordancia con el ecosistema seco tropical de Ciénaga de Oro.

5.2 Componentes del Plan Paisajístico

| Componente                   | Descripción Técnica                                                                                                                       | Estado         |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Arborización                 | Especies nativas y adaptadas. Criterios: resiliencia a sequía, aporte a fauna, compatibilidad con uso educativo. Cumple lineamientos CVS. | DEFINIDO       |
| Estrato arbóreo              | Generación de sombra y confort térmico. Alturas mínimas de siembra establecidas.                                                          | DEFINIDO       |
| Estrato arbustivo            | Delimitación de áreas y control de erosión superficial.                                                                                   | DEFINIDO       |
| Estrato rasante / coberturas | Bajo mantenimiento. Contribuye a permeabilidad y manejo de aguas lluvias.                                                                 | DEFINIDO       |
| Barreras verdes              | Control de polvo y ruido durante y después de la construcción.                                                                            | PROYECTA<br>DO |
| Regulación microclimática    | Plantaciones estratégicas para control de escorrentías y temperatura local.                                                               | PROYECTA<br>DO |
| Trámite ante CVS             | Permisos forestales en proceso. Posibles ajustes según observaciones de la autoridad ambiental.                                           | PENDIENTE      |

5.3 Alertas y Puntos de Atención para Gerencia — Paisajismo

| # | Punto de Atención                                                                                                                  | Acción Requerida                                                                                        | Responsable                       |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Trámite de permisos forestales ante CVS en proceso. Posibles modificaciones al plan de siembra.                                    | Seguimiento activo. Incluir en cronograma como hito de ruta crítica.                                    | Esp. Ambiental / Gerencia         |
| 2 | El plan de compensación forestal puede implicar costos y tiempos adicionales no contemplados.                                      | Verificar con CVS si hay individuos a aprovechar. Cuantificar impacto en presupuesto y programa.        | Esp. Ambiental / Presupuestos     |
| 3 | Plano paisajístico (anexo del informe) debe ser revisado y aprobado por interventoría antes de inicio de actividades de urbanismo. | Solicitar formalmente el plano completo con cantidades, fichas de especies y especificaciones técnicas. | Interventoría / Dirección de Obra |

## COMPONENTE 06 — REDES DE EXTINCIÓN DE INCENDIO (RCI)

|              |                                                                     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| Documento    | Informe Proyecto RCI — Código: 8330_MTCL_RCI_100_IN_DA_0001         |
| Versión      | V3 — 07 de enero de 2026 (ingeniería de detalle)                    |
| Especialista | Diego Alexis Rojas Herrera — Ing. Hidrosanitaria                    |
| Supervisor   | Antonio María Blanco — Especialista Redes Hidráulicas               |
| Área Total   | 12.035,43 m² / 2 pisos habitables / Estructura en pórticos de acero |
| Concepto     | APROBADO CON OBSERVACIONES — Diseño técnicamente sólido             |

### 6.1 Marco Normativo del Sistema RCI

| Norma                  | Aplicación                                                            |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| NSR-10 — Títulos J y K | Sistemas de extinción y seguridad humana en edificaciones colombianas |
| NTC-1669               | Norma técnica colombiana para redes contra incendio                   |
| NFPA 14 (2019)         | Sistemas de manguera — referencia técnica para diseño                 |
| NFPA 20                | Bombas centrífugas contra incendio                                    |
| NFPA 22                | Tanques de almacenamiento para redes CI                               |
| NFPA 24                | Redes contra incendio y accesorios                                    |

### 6.2 Sistema de Mangueras — Parámetros de Diseño

| Parámetro                  | Valor de Diseño                | Observación                           |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Tipo de sistema            | Húmedo — Clase II              | Apropiado para la altura del edificio |
| Caudal total               | 100 GPM (6,30 l/s)             | Conforme NTC-1669                     |
| Presión en punto crítico   | 65 PSI mínimo                  | Verificar en arranque del sistema     |
| Tiempo de autonomía        | 30 minutos                     | Conforme normativa                    |
| Volumen almacenamiento     | 12 m³ (3.000 gal)              | Tanque dedicado CI                    |
| Diámetro tubería principal | 4" acero carbono Sch 40        | Conforme                              |
| Conexión manguera          | 1½" — gabinetes clase III      | Ubicar en planos                      |
| Siamesa fachada            | 2 entradas 2½" con conexión 4" | Por instalar en fachada               |

### 6.3 Sistema de Bombeo

| Especificación           | Bomba Líder (Principal)                     | Bomba Jockey (Mantenimiento) |
|--------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| Tipo                     | Eléctrica centrífuga                        | Eléctrica vertical           |
| Caudal nominal           | 100 GPM                                     | 5 GPM                        |
| Presión nominal          | 100 PSI                                     | 110 PSI                      |
| Potencia estimada        | 7,5 HP                                      | Mínimo 1 HP                  |
| Succión / Descarga       | 4" acero carbono Sch 40                     | 2" acero carbono Sch 40      |
| Certificación            | Listada UL / Aprobada FM                    | Listada UL                   |
| Presión máxima operación | 175 PSI (no superar)                        | 175 PSI (no superar)         |
| Fuente energía           | Doble: transformador + planta de emergencia | Tablero control UL           |

**OBSERVACIÓN:** La potencia de 7,5 HP para la bomba líder es un estimado de diseño. El documento exige confirmación con el proveedor del equipo antes de la orden de compra.

## 6.4 Análisis Hidráulico de Pérdidas — Tramo por Tramo

| Tramo | Caudal (GPM) | Diámetro | Longitud (pie) | Pérd. Total (PSI) | Presión Extremo (PSI) |
|-------|--------------|----------|----------------|-------------------|-----------------------|
| A-B   | 100          | 2½"      | 28,01          | 1,04              | 0,29                  |
| B-C   | 100          | 4"       | 15,61          | 0,06              | 0,04                  |
| C-D   | 100          | 4"       | 275,52         | 1,04              | 0,04                  |
| D-E   | 100          | 4"       | 123,98         | 0,47              | 0,04                  |
| E-F   | 100          | 4"       | 36,74          | 0,14              | 0,04                  |
| F-G   | 100          | 4"       | 151,54         | 0,57              | 0,04                  |
| G-H   | 100          | 4"       | 36,74          | 0,14              | 0,04                  |
| TOTAL | —            | —        | —              | 2,61 PSI          | 65 PSI mínimo         |

Las pérdidas totales de 2,61 PSI son técnicamente bajas y favorables. El diseño con tubería de 4" en la red principal garantiza presión residual suficiente en todos los puntos.

## 6.5 Extintores Portátiles — Clasificación y Cobertura

Extintores tipo ABC 2A10BC de 10 libras (Fosfato de Amonio – PQS). Riesgo clasificado como BAJO según NFPA 10. Distancia máxima de recorrido: 15 metros entre unidades.

- Clase A (Combustibles sólidos): madera, papel, caucho, plásticos — cubiertos por extintores ABC.
- Clase B (Líquidos y gases inflamables): grasas, solventes — cubiertos por extintores ABC.
- Clase C (Equipos eléctricos energizados) — cubiertos por extintores ABC.
- ATENCIÓN Clase K (Aceites de cocina): Si el proyecto contempla área de preparación de alimentos, CONFIRMAR la incorporación de extintores tipo K específicos para esa zona.

## 6.6 Hallazgos y Matriz de Riesgos RCI

| Nº | Especialidad           | Hallazgo / Riesgo                                                               | Prioridad | Responsable             |
|----|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|
| 1  | Estructural            | Certificación estructural pendiente para cargas de tubería aérea CI             | CRÍTICA   | Ingeniero Estructural   |
| 2  | Eléctrico              | Acometida eléctrica dedicada cuarto de bombas no confirmada en diseño eléctrico | ALTA      | Ingeniero Eléctrico     |
| 3  | Hidrosanitario         | Potencia bomba líder (7,5 HP) pendiente de confirmación con proveedor           | ALTA      | Contratista / Proveedor |
| 4  | Contra Incendio        | Hidrante más cercano al proyecto no identificado ni confirmado con bomberos     | ALTA      | Contratista / Bomberos  |
| 5  | Contra Incendio        | Cantidad total de extintores no especificada (se remite a planos)               | MEDIA     | Revisar planos CI       |
| 6  | Contra Incendio        | Cobertura para incendios Clase K (cocina) no confirmada                         | MEDIA     | Especialista CI         |
| 7  | Hidrosanitario / Civil | Tanque CI de 12 m³ — ubicación física y tipo de material no definidos           | MEDIA     | Consortio MTCL          |
| 8  | Presupuestos           | Cotizaciones de equipos certificados UL/FM no obtenidas aún                     | MEDIA     | Gerencia de Proyecto    |
| 9  | Eléctrico / CI         | Integración señal de arranque de bombas con panel de alarmas no definida        | MEDIA     | Coordinación Ingeniería |

| N° | Especialidad      | Hallazgo / Riesgo                                              | Prioridad | Responsable     |
|----|-------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|
| 10 | Arquitectura / CI | Ubicación de siamesa en fachada no coordinada con arquitectura | BAJA      | Arquitecto + CI |

COMPONENTE 07 — INFORME MENSUAL GERENCIA: ARQ. + BIOCLIMÁTICO + ELÉCTRICO + MECÁNICO

|         |                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------|
| Período | Enero 2026                                                |
| Versión | V2 — Para revisión de interventoría — 30 de enero de 2026 |
| Elaboró | Juan Sebastián Restrepo (Director de Proyecto)            |
| Aprobó  | Gloria Mercado (Directora de Interventoría)               |
| Nombre  | Nueva Sede SENA Ciénaga de Oro "Aureliano Buendía"        |

7.1 Ficha Técnica del Proyecto

|                                  |                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Área bruta del predio            | 20.000 m²                                           |
| Área construida total            | 7.831,72 m²                                         |
| Área urbanismo                   | 4.637,58 m²                                         |
| Índice de ocupación propuesto    | 0,25 (máx. PBOT: 0,30) — CUMPLE                     |
| Índice de construcción propuesto | 0,41 (máx. PBOT: 0,60) — CUMPLE                     |
| Altura máxima                    | 2 pisos                                             |
| Licencia de construcción         | EN FIRME a 27/01/2026                               |
| Cota de implantación             | 13,95 msnm (nivel mínimo de inundación: 12,50 msnm) |
| Sismicidad / Perfil suelo        | Amenaza intermedia — Perfil Tipo D (NSR-10)         |
| Valor total del proyecto         | \$57.681.597.067,08 COP                             |

7.2 Estado por Especialidad

7.2.1 Arquitectura

El Informe de Arquitectura V1 (27/01/2026, 52 páginas, 77 planos) establece el concepto y la propuesta formal completa. El diseño reinterpreta la arquitectura republicana de influencia árabe costeña mediante cuatro premisas: continuidad del paisaje, doble membrana, aulas abiertas y construcción de sombra. Los índices urbanísticos cumplen holgadamente el PBOT.

Configuración volumétrica en tres elementos: Barra Larga (Bloque A) para formación académica, Barra Corta (Bloque B) para laboratorios y administración, y Polideportivo como remate del patio central. Los contenedores preexistentes se incorporan como ambientes no convencionales.

- Entregables: 77 planos organizados en 16 carpetas — completados.
- Licencia de Construcción: EN FIRME.
- Pendiente: cierre de observaciones de interventoría sobre V1 de arquitectura.

7.2.2 Bioclimática

Condiciones extremas del entorno validadas: humedad anual 84%, temperaturas 25°C–37,3°C (picos en febrero–marzo), vientos del occidente/sur-occidente a 4–5 m/s. Fachada sur recibe picos de 3.200 kW/m² durante el solsticio de invierno.

Orientación óptima: +180° a +195° respecto al norte. Lucernarios segundo nivel con vidrio Cool Lite KNT 155 (U=1,80 W/m²·K; SHGC=0,35). Resultados de simulación (DesignBuilder/EnergyPlus):

- Confort térmico 100% durante jornada laboral (7:00–17:00 h, semana crítica).

- Ganancias solares en primer piso reducidas de 37,57 kW a 17,43 kW (–54%).
- Reducción de humedad relativa del 10%–30% en todos los espacios.
- Oscilación térmica interior: 2,4°C–5,7°C (rango ASHRAE 55: hasta 32,7°C).

7.2.3 Eléctrica

Predio rural en zona de alta actividad atmosférica (81 rayos/km²/año — riesgo medio). Red de media tensión a 13,2 kV. Distribución en baja tensión 208V/120V configuración TN-S con equipotencialización general. Mayor carga individual: aire acondicionado (119 kVA de 494 kVA totales).

- Sistema fotovoltaico: 59,5 kWp integrado a red (circuito TSOLAR).
- Planta diésel de emergencia: 700 kVA (demanda total: 494 kVA — margen del 42%).
- Iluminación: 55 kVA — LED con convertidores de tensión.
- Protección atmosférica: DPS + sistema pararrayos (DDT: 81 rayos/km²/año).
- Interruptores tropicalizados para condiciones de clima cálido-húmedo.
- PENDIENTE: aprobación del punto de conexión radicado ante Afinia (Grupo EPM).

7.2.4 Mecánica (HVAC)

Condiciones de diseño de la estación WMO 80063 (Montería/Los Garzones): temperatura de bulbo seco exterior 34,8°C, bulbo húmedo 27,2°C. Objetivo interior: 22°C ± 2°C con HR 60% ± 10%.

Sistema de climatización VRF tipo Split (Single/Multi Zone) cubriendo oficinas, vestíbulos, talleres y biblioteca en un área de 3.200 m².

- Climatización: VRF sistema variable de refrigerante — 3.200 m² climatizados.
- Ventilación mecánica de extracción: baños y cuartos de basura (extractores helicoidales).
- Renovación de aire: ASHRAE 62.1 (ej. 395 CFM por salón tipo P1.15).

7.3 Materialidad y Sistema Constructivo

| Elemento                          | Material / Especificación                      | Desempeño Técnico                      |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Estructura bloques A y B          | Pórticos concreto reforzado                    | Perfil D NSR-10                        |
| Estructura cubierta / exterior    | Metálica negra mate intumescente               | Protección contra incendio             |
| Cimentación                       | Zapatas y vigas de cimentación interconectadas | Perfil suelo Tipo D                    |
| Muros portantes                   | Mampostería ladrillo visto / concreto 15 cm    | U=2,86 W/m²·K                          |
| Doble piel (cortasoles)           | Paneles honeycomb tipo Fins prefabricados      | Control solar sin obstruir ventilación |
| Cielos                            | Madera machimbrada CHOIBÁ                      | Absorción acústica + estética          |
| Lucernarios (vidrio)              | Cool Lite KNT 155                              | U=1,80 W/m²·K; SHGC=0,35               |
| Pisos exteriores                  | Concreto pulido ónix                           | Durabilidad tropical                   |
| Pisos interiores (aulas/talleres) | Concreto pulido ginger                         | —                                      |
| Pisos baños                       | Pintura poliuretano color clay                 | Humedad y limpieza                     |
| Perfilería puertas/ventanas       | Metal negro mate                               | Coherencia estética                    |

7.4 Presupuesto Consolidado del Proyecto

| Componente                      | Valor COP        | % sobre CD |
|---------------------------------|------------------|------------|
| A — Edificaciones (7.831,72 m²) | \$36.136.212.795 | 81,05%     |
| B — Urbanismo (4.637,58 m²)     | \$4.808.619.050  | 11,74%     |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (A+B)     | \$40.944.831.845 | 100%       |

| Componente                                | Valor COP            | % sobre CD |
|-------------------------------------------|----------------------|------------|
| Administración (4,79%)                    | \$1.962.003.625      | 4,79%      |
| Indirectos (22,10%)                       | \$9.047.844.329      | 22,10%     |
| Imprevistos                               | \$0                  | 0% ■       |
| Utilidad (4,0%)                           | \$1.637.793.274      | 4,0%       |
| IVA 19% s/utilidad                        | \$311.180.722        | —          |
| Interventoría (7,98%)                     | \$3.266.132.874      | —          |
| Supervisión Técnica Independiente (1,25%) | \$511.810.398        | —          |
| VALOR TOTAL DEL PROYECTO                  | \$57.681.597.067 COP | —          |

**ALERTA PRESUPUESTAL:** La partida de Imprevistos registra \$0 (0%). Se recomienda gestionar la constitución de una reserva de contingencia del 5%–8% sobre los costos directos (~\$2.047M–\$3.276M COP) antes del inicio de obra.

## 7.5 Estado de Tramitología y Permisos

| Servicio / Trámite                        | Entidad               | Estado               | Observación                          |
|-------------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Licencia de Construcción                  | Curaduría Urbana      | EN FIRME             | Sin restricciones para inicio        |
| Energía eléctrica — punto de conexión     | Afinia (Grupo EPM)    | RADICADO — Pendiente | Diseños radicados ante Afinia        |
| Acueducto — factibilidad y punto conexión | Aqualia Latinoamérica | RADICADO — Pendiente | Certificado de factibilidad obtenido |
| Alcantarillado — descarga a red           | Aqualia Latinoamérica | RADICADO — Pendiente | Requiere PTAR previa a descarga      |
| Vertimientos y permisos ambientales       | CVS Córdoba           | RADICADO — Pendiente | Incluye manejo de humedal            |
| Permiso forestal (tala/poda)              | CVS Córdoba           | RADICADO — Pendiente | Vinculado al trámite ambiental       |

## 7.6 Matriz de Riesgos Prioritarios

| ID | Riesgo                                                                                                 | Prob. | Impacto | Acción Requerida                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1 | Aprobaciones pendientes CVS / Aqualia / Afinia: bloquean inicio de obra                                | ALTA  | ALTO    | Designar gestor de trámites dedicado; establecer ruta crítica con fechas límite por entidad.                        |
| R2 | Inundación acceso al predio en temporada de lluvias (cota mín. 12,50 msnm vs. implantación 13,95 msnm) | ALTA  | ALTO    | Plan de contingencia de acceso, nivelación perimetral y protección de materiales en etapa de fundaciones.           |
| R3 | 0% de imprevistos en presupuesto — sin reserva de contingencia                                         | ALTA  | ALTO    | Solicitar constitución de fondo del 5%–8% sobre costos directos (~\$2.047M–\$3.276M COP).                           |
| R4 | Lead time de importación fachada metálica y cubierta: mínimo 16 semanas                                | MEDIA | ALTO    | Emitir órdenes de fabricación / importación a más tardar 4 meses antes del inicio de montaje.                       |
| R5 | Coexistencia operativa contenedores preexistentes durante construcción                                 | ALTA  | MEDIO   | Definir con SENA protocolo de ocupación temporal; zonas de obra y operación con separación física.                  |
| R6 | Complementación geotécnica polideportivo pendiente (refracción sísmica)                                | MEDIA | ALTO    | Gestionar inmediatamente el estudio de refracción sísmica; no iniciar cimentación del polideportivo sin resultados. |
| R7 | Verificación topográfica post-movimientos de tierra no programada                                      | MEDIA | MEDIO   | Incluir replanteo topográfico como actividad obligatoria posterior a excavaciones y explanaciones.                  |

| ID | Riesgo                                        | Prob. | Impacto | Acción Requerida                                                                            |
|----|-----------------------------------------------|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| R8 | Señalética no incluida en alcance contractual | ALTA  | MEDIO   | Gestionar adición contractual o definir responsabilidad del SENA para diseño e instalación. |

COMPONENTE 08 — INGENIERÍA MECÁNICA HVAC

|                   |                                                                                |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Documento         | Memorias de Cálculo Cargas Térmicas — SES-HVAC-1857-CIENAGA-MC-01-V2           |
| Elaboró           | Consortio MTCL / Soluciones Energéticas Sostenibles S.A.S.                     |
| Versión analizada | V2 — Emitida 23 de diciembre de 2025                                           |
| Estado            | REVISIÓN V2 — APROBACIÓN PENDIENTE DE INTERVENTORÍA (85% de avance documental) |

8.1 Descripción del Sistema Proyectado

Edificio institucional educativo de dos plantas con aproximadamente 3.200 m² de área construida. Localizado en Ciénaga de Oro a 13 msnm. Condiciones climáticas: temperatura exterior de diseño 34,8°C en bulbo seco y 27,2°C en bulbo húmedo. Demanda de enfriamiento continua y exigente.

Sistema de Refrigerante Variable (VRF) tipo Split Single/Multi-Zone. Estructura: 4 unidades exteriores atendiendo zonas térmicas específicas con un total de 243 unidades interiores en recintos climatizados.

8.2 Parámetros de Diseño — Envoltente Térmica

| Elemento    | Material       | Valor U (W/m²K) | Observación                                                 |
|-------------|----------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| Suelos      | Concreto 6" LW | 2,81            | Valor medio-alto                                            |
| Particiones | Concreto 6" LW | 2,07            | Valor aceptable                                             |
| Muros       | Concreto 6" LW | 2,86            | Valor medio-alto                                            |
| Vidrios     | Laminado 1/8"  | 6,00            | Alto — sin sombreado definido — OPORTUNIDAD DE OPTIMIZACIÓN |

8.3 Cinco Espacios con Mayor Demanda de Enfriamiento

| Espacio | Tipo                      | Área Total | Carga (MBH) | Observación                                           |
|---------|---------------------------|------------|-------------|-------------------------------------------------------|
| P1.47   | Meeting / Salón Múltiple  | 188,4 m²   | 115,58      | Mayor carga del proyecto — Alta densidad de ocupación |
| P1.07   | Gym / Gimnasio            | 121,3 m²   | 99,08       | Alta carga por actividad física intensa               |
| P1.36   | Library / Biblioteca      | 152,0 m²   | 95,64       | Carga elevada por área y ocupación                    |
| P2.10   | Classroom / Aula Planta 2 | 205,2 m²   | 95,46       | Aula de mayor área en planta 2                        |
| P1.15   | Classroom / Aula Planta 1 | 203,8 m²   | 85,10       | Aula de mayor área en planta 1                        |

8.4 Distribución del Sistema por Zonas

| Unidad | Zona                                          | Espacios Atendidos                                                      | UI    |
|--------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| UE-101 | Planta 1 — Zona pedagógica principal          | Gym, Aulas P1.15, P1.16, P1.17, Meeting P1.18                           | 15 UI |
| UE-102 | Planta 1 — Zona aulas adicionales y servicios | Aulas complementarias, Biblioteca P1.36, Oficinas, Salón Múltiple P1.47 | 22 UI |
| UE-103 | Planta 2 — Sector administrativo y pedagógico | Oficinas P2.01/02, Sala Profesores P2.09, Aulas P2.10-P2.19             | 20 UI |
| UE-104 | Planta 2 — Zona especializada sur             | Peluquería P2.24, Enfermería P2.35, Aulas P2.26/27, Aulas P2.42-P2.45   | 20 UI |

## 8.5 Alertas y Puntos de Atención HVAC

| Prioridad | Punto de Atención                                                                                                                                     | Acción Requerida                                                                                                                                                                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ALTA      | Coordinación con diseño eléctrico: 4 unidades exteriores VRF + 243 unidades interiores representan carga eléctrica instalada considerable.            | Validar capacidad de acometida, tableros, protecciones y calibres con especialista eléctrico antes del cierre del diseño.                                                       |
| ALTA      | Coordinación con estructura y cargas en losa: peso de unidades exteriores y distribución de ductos deben verificarse con el especialista estructural. | Validar con ingeniero estructural la compatibilidad de cargas antes del inicio de obra.                                                                                         |
| ALTA      | Estado de aprobación de interventoría: documento en Revisión V2 emitido para atención de observaciones.                                               | Gestionar con la interventoría la emisión formal del concepto de aprobación.                                                                                                    |
| MEDIA     | El valor U del vidrio (6,00 W/m²K) sin estrategias de sombreado definidas representa una oportunidad de optimización energética.                      | Revisar en la etapa de cierre del diseño la especificación de vidrios en conjunto con el equipo bioclimático.                                                                   |
| MEDIA     | El informe no incluye estimación de consumo energético anual del sistema.                                                                             | Solicitar al consultor mecánico el reporte de consumo energético proyectado de EnergyPlus. Incluir criterios de garantía y servicio técnico local en evaluación de equipos VRF. |

COMPONENTE 09 — INFORME PRELIMINAR V3

|           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Documento | Informe Preliminar — V3 (22/08/2025)                                               |
| Contrato  | CO1.PCCNTR.8709341                                                                 |
| Estado    | DIAGNÓSTICO — Transición entre anteproyecto y diseño detallado para licenciamiento |

9.1 Condiciones Prediales y Urbanas

El predio El Porvenir (Vereda Suárez Troncal) tiene un área bruta de 84 Ha registradas, con 20.000 m² de área de donación. Localizado a 1.300 m al occidente del casco urbano sobre la vía nacional Ciénaga de Oro–Cereté. El informe identificó las siguientes condicionantes de ocupación:

| Condicionante                              | Área Afectada          | Observación                                |
|--------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Humedal (Área de Particular Significancia) | 30,1% del predio       | Franja de protección de 30 m               |
| Aislamiento EDS (Ac. 003/2019 Art.30-26)   | 5.172 m² (radio 100 m) | Condiciona ubicación de bloques académicos |
| Total área no edificable                   | 9.839,26 m²            | Suma de afectaciones                       |
| Área neta disponible para construir        | 9.148,25 m²            | —                                          |
| Índice de Ocupación máximo PBOT            | 0,30 → 5.697,97 m²     | Acuerdo 003/2019                           |
| Índice de Construcción máximo              | 0,60 → 11.395,94 m²    | Acuerdo 003/2019                           |
| Altura máxima permitida                    | 2 pisos                | Acuerdo 003/2019                           |

**ALERTA: El área total proyectada en el anteproyecto es de 6.083,60 m² cubiertos, lo que arroja un IO real de ≈0,66 respecto al área disponible de 9.148,25 m². Esto supera el IO máximo permitido de 0,30. Requiere verificación urgente y posible rediseño volumétrico.**

9.2 Estado de Infraestructura y Servicios

| Infraestructura         | Entidad            | Estado                                                                                                                                            | Prioridad |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Alcantarillado          | Aqualia            | Alcaldía asumió gestión sin plazo definido. PTAR requerida para licencia ambiental. Diseño no contratado.                                         | CRÍTICO   |
| Energía Eléctrica       | Afinia (Grupo EPM) | Certificó punto de conexión viable. Falta diseño de subestación, distribución interna y apantallamiento (RETIE/RETILAP).                          | ALERTA    |
| Acueducto               | Aqualia            | Certificó factibilidad y punto de conexión. Sin novedades mayores para esta fase.                                                                 | OK        |
| Vial / Movilidad        | INVIAS/ANI         | Predio sobre vía de primer orden (Transversal 1 Puerto Rey–Tibú, tramo 7402). Estudio de tránsito no ejecutado; requerido para permiso de acceso. | CRÍTICO   |
| Permiso de vertimientos | CVS                | Estudio ambiental no contratado.                                                                                                                  | CRÍTICO   |

9.3 Marco Normativo — Informe Preliminar

| Norma                         | Ámbito                  | Aplicación al Proyecto                                    |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| NSR-10                        | Estructural / Sísmica   | Diseño estructural y de cimentación — Perfil Suelo Tipo D |
| RETIE / RETILAP               | Eléctrica / Iluminación | Instalaciones eléctricas y alumbrado interior y exterior  |
| RAS (Res. 0330/2017)          | Hidráulico / Sanitario  | Redes hidrosanitarias y PTAR                              |
| Ley 99/1993 + Dcto. 1076/2015 | Ambiental               | Permiso de vertimientos, manejo humedal                   |
| Resolución 0631/2015          | Vertimientos            | Parámetros de calidad para descarga de la PTAR            |

| Norma                   | Ámbito      | Aplicación al Proyecto                        |
|-------------------------|-------------|-----------------------------------------------|
| PBOT — Acuerdo 003/2019 | Urbanístico | IO, IC, alturas, usos, aislamientos, cesiones |

COMPONENTE 10 — SIPRA / SPE — SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

|           |                                          |
|-----------|------------------------------------------|
| Documento | Informe SIPRA/SPE — Rev. V7 — 27/01/2026 |
| Código    | SENA_CDO_MTCL_ELE_SIPRA                  |
| Estado    | APROBADO CON OBSERVACIONES               |

10.1 Análisis de Riesgo — Resultados Cuantitativos (Software RAC IEC)

El análisis de riesgo fue ejecutado con el software Risk Assessment Calculator v3.0.1 (RAC) de la IEC, conforme al artículo 16.1 del RETIE. Los resultados sin medidas de protección revelan que el riesgo por pérdida de vidas humanas supera el tolerable en un factor de 11,7 veces:

| Tipo de Riesgo               | Riesgo Tolerable (Rt) | Sin Protección (R) | Con SIPRA Nivel IV (R) |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| Tipo 1 — Pérd. Vidas Humanas | 1,00E-05              | 1,17E-04 ■         | 8,56E-06 OK            |
| Tipo 2 — Servicios           | 1,00E-03              | 0,00E+00           | 0,00E+00               |
| Tipo 3 — Patrimonio          | 1,00E-03              | 0,00E+00           | 0,00E+00               |
| Tipo 4 — Económico           | 1,00E-02              | 2,92E-03           | 2,84E-03               |

La implementación del SIPRA Nivel IV reduce el riesgo Tipo 1 de 1,17E-04 a 8,56E-06, por debajo del límite tolerable (1,00E-05). Sistema requerido y justificado.

10.2 Sistema de Captación — Puntas de Franklin

Ubicación de terminales determinada mediante el método de la esfera rodante (NTC 4552-3). Instalación en salientes y esquinas de la estructura. La verificación tridimensional en modelo RVT confirma cobertura completa sin puntos expuestos en los 143×83×27 m de la edificación.

10.3 Sistema de Bajantes y Puesta a Tierra

Los conductores bajantes conectan las puntas captadoras con varillas verticales de cobre de 2.4 m, unidas mediante soldadura exotérmica. De cada varilla se derivan los contrapesos, distribuyendo la corriente de rayo en múltiples direcciones para reducir la densidad de corriente en el suelo.

COMPONENTE 11 — SDAI — SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| Documento | Informe SDAI — Rev. V4 — 23/01/2026 |
| Código    | 8330_MTCL_SDAI_100_IN_DA_0001       |
| Estado    | APROBADO CON OBSERVACIONES          |

11.1 Estructura del Sistema SDAI — Lazos SLC y NAC

Se contemplan 4 lazos SLC (Signaling Line Circuits) y 4 lazos NAC (Notification Appliance Circuits) en configuración Clase B, cubriendo todos los niveles de ambos bloques, portería y cuartos en coliseo.

| Lazo        | Cobertura SLC (Iniciación)         | Cobertura NAC (Notificación)       |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Lazo 1 BL-A | Bloque A Nivel 1 + Portería        | Bloque A Nivel 1 + Portería        |
| Lazo 2 BL-A | Bloque A Nivel 2                   | Bloque A Nivel 2                   |
| Lazo 3 BL-B | Bloque B Nivel 1 + Cuartos Coliseo | Bloque B Nivel 1 + Cuartos Coliseo |
| Lazo 4 BL-B | Bloque B Nivel 2                   | Bloque B Nivel 2                   |

## 11.2 Secuencia de Activación del Sistema SDAI

Ante la activación de cualquier detector o estación manual, el sistema ejecutará automáticamente:

- Activación de sirenas y luces estroboscópicas en el área afectada.
- Registro del evento en memoria no volátil con fecha, hora y localización del dispositivo.
- Despliegue de mensaje alfanumérico en pantalla identificando panel, lazo y dispositivo de origen.
- Liberación de electroimanes en puertas de escaleras de evacuación (integración con Control de Acceso).
- Transmisión de señal al anunciador remoto ubicado en portería.

## COMPONENTE 12 — SEGURIDAD HUMANA E HIDROLOGÍA

|               |                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Documento SHU | Informe Seguridad Humana — SHU-100-V5 (09/01/2026)                    |
| Documento HDL | Informe Hidrológico — HDL-100-V3 (15/01/2026)                         |
| Estado SHU    | CONFORME — Todas las observaciones OB01–OB08 subsanadas en REV3       |
| Estado HDL    | CONFORME — Metodología racional probabilística aplicada correctamente |

### 12.1 Seguridad Humana — Estado de Cumplimiento

El informe de Seguridad Humana V5 (09/01/2026) certifica el cumplimiento de todos los requisitos de evacuación y seguridad estructural. Todas las observaciones de interventoría (OB01–OB08) fueron subsanadas en la Revisión 3. Anchos, distancias de recorrido y escaleras conformes NSR-10 / NFPA-101.

- Iluminación de emergencia:  $\geq 1.5$  h garantizada. Pendiente formalizar diseño de detalle.
- Sistema de detección y alarma SDAI: El sistema de iniciación manual está definido (J.4.2.4.3 NSR-10). La detección automática per NFPA 72 fue incorporada a solicitud de interventoría.

### 12.2 Restricciones Prediales Ambientales

- Humedal (Área de Particular Significancia): ocupa el 30,1% del predio y exige franja de protección de 30 m. Es la restricción ambiental de mayor impacto sobre el área disponible.
- Aislamiento de 100 m respecto a los tanques de la EDS colindante. Condiciona la ubicación de bloques académicos.
- Amenaza sísmica intermedia: Perfil de Suelo Tipo D (NSR-10). Incorporado en el diseño estructural.

### 12.3 Análisis Hidrológico — Parámetros de Diseño

El estudio hidrológico delimita una cuenca de aporte de 0,386 km<sup>2</sup> con alta escorrentía (Número de Curva CN III = 90,95). Método racional probabilístico aplicado correctamente para cuenca  $< 1$  km<sup>2</sup>. Período de concentración  $T_c = 8,91$  min. Curva IDF estación MOCARI (IDEAM).

| Parámetro                    | Valor                                 | Relevancia para el Proyecto                   |
|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Número de Curva CN ponderado | 90,95 (AMC-III, criterio conservador) | Alta escorrentía en eventos de lluvia         |
| Caudal máximo TR=100 años    | $Q(100) = 7,0$ m <sup>3</sup> /s      | Dimensionamiento de obras de drenaje pluvial  |
| Período de concentración     | $T_c = 8,91$ min                      | Cuenca de respuesta rápida a eventos extremos |
| Área de cuenca de aporte     | 0,386 km <sup>2</sup>                 | Cuenca pequeña con alta densidad de drenaje   |

### 12.4 Medidas de Sostenibilidad Implementadas

- Eficiencia hídrica: aparatos sanitarios de bajo consumo (6 L/descarga), orinales con válvulas ahorradoras (3 L) y grifos con aireadores automáticos.
- Gestión del agua: separación de redes, recolección de aguas lluvias en tanques de 25 m<sup>3</sup> para riego, y PTAR para tratamiento de vertimientos.
- Residuos: plan de separación en la fuente (aprovechables, no aprovechables, orgánicos y peligrosos); reutilización de materiales de excavación y descapote.
- Confort acústico y visual: volumetría diseñada para evitar ecos; materiales que minimizan contaminación sonora y visual.

### 12.5 Acciones Requeridas — Seguridad Humana e Hidrología

| # | Acción Requerida                                                                                                                                  | Responsable                                            | Prioridad |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Validar resistencia al fuego de materiales en diseños de detalle (muros cortafuego, cubiertas, elementos estructurales — Categoría de Riesgo II). | Diseñador Estructural / Arquitecto — 8330_MTCL_RCI_100 | ALTA      |
| 2 | Formalizar diseño del sistema de detección y alarma SDAI según NFPA 72 (doc. 8330_MTCL_SDAI_100_IN_DA_0001).                                      | Especialista Eléctrico / HVAC                          | ALTA      |
| 3 | Verificar distancias de los Box Culvert y obras de protección hídrica contra cota de inundación TR 100 años (0,75–1,0 m).                         | Especialista Hidrología — MTCL_HDL                     | MEDIA     |
| 4 | Actualizar plan de manejo de escorrentía con muros de contención, filtros franceses y drenaje perimetral para la zona sur.                        | Especialista Geotecnia / Hidráulico                    | MEDIA     |

# RESUMEN EJECUTIVO DE LA GERENCIA DE PROYECTOS — CONCEPTO INTEGRADO

El proyecto Nueva Sede Regional SENA "Aureliano Buendía" en Ciénaga de Oro, Córdoba, registra un estado técnico avanzado y satisfactorio al cierre del período de análisis (Marzo 2026). Los doce componentes analizados por el equipo interdisciplinario demuestran coherencia técnica y normativa.

## TABLERO DE SEMÁFORO EJECUTIVO — 12 COMPONENTES

| Comp. | Componente                         | Concepto           | Acciones Críticas Pendientes                                    |
|-------|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 01    | Especificaciones Técnicas V8       | APTO CON OBS.      | Estudio de suelos, PMA, Anexo Eléctrico                         |
| 02    | Plan de Manejo Ambiental           | APROBADO CON OBS.  | PERMISO CVS — 4 especies protegidas — INMEDIATO                 |
| 03    | Estudio Bioclimático               | APROBADO           | Congelar especificaciones de envolvente                         |
| 04    | Geotecnia                          | APROBADO CON SEG.  | Verificar desplante, monitoreo de taludes, bombeo NF            |
| 05    | Paisajismo                         | APROBADO CON SEG.  | Plano técnico paisajístico + permisos CVS                       |
| 06    | RCI — Extinción de Incendio        | APROBADO CON OBS.  | Certificación estructural + acometida eléctrica + cotizar UL/FM |
| 07    | Informe Mensual (Arq+Bio+Elec+Mec) | AVANZADO           | Tramitología CVS/Afinia/Aqualia + contingencia presupuestal     |
| 08    | Mecánica HVAC                      | REVISIÓN PENDIENTE | Coordinación eléctrica + estructural + aprobación interventoría |
| 09    | Informe Preliminar                 | DIAGNÓSTICO        | Verificar IO vs PBOT + estudio ambiental + estudio de tránsito  |
| 10    | SIPRA / SPE (Pararrayos)           | APROBADO CON OBS.  | Verificar sistema de puesta a tierra integrado                  |
| 11    | SDAI (Detección y Alarma Incendio) | APROBADO CON OBS.  | Prueba funcional integrada + validación baterías                |
| 12    | Seguridad Humana + Hidrología      | CONFORME           | Verificar Box Culvert vs cota de inundación                     |

## ACCIONES DE RUTA CRÍTICA — GERENCIA DE PROYECTOS

| # | Acción                                                                                                                                                       | Responsable               | Plazo                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | Iniciar de forma INMEDIATA el trámite de permiso de aprovechamiento forestal ante la CVS (63 individuos arbóreos, incluyendo 4 especies CITES II / EN / CR). | Especialista Ambiental    | INMEDIATO                   |
| 2 | Gestión activa de aprobaciones ante CVS, Afinia y Aqualia con seguimiento semanal. Designar gestor dedicado de tramitología.                                 | Gerente de Proyecto       | Semanal                     |
| 3 | Constituir reserva de contingencia del 5%–8% sobre costos directos (~\$2.047M–\$3.276M COP).                                                                 | Gerente Financiero / SENA | Antes del cierre financiero |
| 4 | Emitir órdenes de fabricación/importación de fachada metálica y cubierta. Lead time mínimo: 16 semanas.                                                      | Consultor + Contratista   | ≤4 meses antes de montaje   |
| 5 | Ejecutar estudio de refracción sísmica para el Polideportivo. No iniciar cimentación sin resultados.                                                         | Consultor de Geotecnia    | Próximas 4–6 semanas        |

| #  | Acción                                                                                                                                                                   | Responsable                      | Plazo                   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 6  | Congelar especificaciones de envolvente (materiales simulados: muros, cubierta BIP, vidrios Cool Lite KNT 155). Cualquier cambio requiere re-simulación bioclimática.    | Arquitectura / Esp. Bioclimático | Mes 1                   |
| 7  | Solicitar al Ingeniero Estructural certificación de capacidad portante para cargas adicionales del sistema CI (tubería, agua, soportes) antes de iniciar la instalación. | Ingeniero Estructural            | Antes de instalación CI |
| 8  | Coordinar con Ing. Eléctrico la acometida dedicada para cuarto de bombas CI: ATS, arrancador (3x carga nominal) y tableros listados UL.                                  | Ingeniero Eléctrico              | Mes 1                   |
| 9  | Formular y presentar el Plan de Compensación Forestal ante CVS (relación mínima 1:10 para especies en peligro crítico).                                                  | Especialista Ambiental           | Meses 1–2               |
| 10 | Realizar socialización comunitaria del proyecto antes del inicio de actividades en el predio, conforme al programa de participación del PMA.                             | Esp. Social / Constructora       | Antes de inicio de obra |

**CONCEPTO FINAL DE LA GERENCIA DE PROYECTOS:** El proyecto presenta una propuesta arquitectónica, técnica y bioclimática de alto nivel para las condiciones climáticas del trópico húmedo cordobés. La Licencia de Construcción en firme despeja la vía legal. El principal riesgo sistémico es la tramitología ambiental ante la CVS, que debe convertirse en actividad de ruta crítica. El equipo interdisciplinario aprueba condicionalmente la documentación analizada y recomienda el inicio de las acciones prioritarias descritas en este informe.

Informe preparado por el Equipo Interdisciplinario de Apoyo a la Gerencia de Proyectos  
Proyecto: Sede Regional SENA — Ciénaga de Oro, Córdoba | Período de análisis: Marzo 2026  
Consortio MTCL — TA Arquitectura | AR Fiallo Atelier | CONFIDENCIAL — Uso exclusivo de la Gerencia del Proyecto

COMPONENTE 13 — REVISIÓN BIM Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRESUPUESTO (V9 → V17)

|                   |                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Documentos Fuente | Informe Gerencial — Revisión Técnica Consolidada N°1 (Arq. Camilo Largo V. / Ing. Adriana Rodríguez — SHT)   Informe Comparativo Presupuesto V9 vs V17 — Gerencia de Proyectos, Marzo 2026 |
| Entidad Emisora   | Unidad de Espacios — SHT   Gerencia de Proyectos — Consorcio MTCL                                                                                                                          |
| Fecha de Emisión  | 9 de febrero de 2025 (Rev. BIM) / Marzo 2026 (Análisis Presupuestal)                                                                                                                       |
| Elaboró           | Arq. Camilo Largo V. — SHT / Equipo de Gerencia de Proyectos                                                                                                                               |
| Revisó            | Ing. Adriana Rodríguez — SHT                                                                                                                                                               |
| Estado            | REVISIÓN TÉCNICA PRELIMINAR — Requiere respuesta formal del diseñador y la consultoría                                                                                                     |

13.1 Objeto y Alcance de la Revisión

El presente componente consolida dos análisis técnicos independientes pero complementarios: (i) la revisión técnica preliminar de la planimetría, modelo BIM y aspectos presupuestales del proyecto, realizada por la Unidad de Espacios — SHT; y (ii) el análisis comparativo entre las versiones V9 y V17 del presupuesto de construcción, elaborado por el equipo de Gerencia de Proyectos. Ambos documentos inciden directamente sobre la coherencia técnica, la consistencia del modelo BIM y la viabilidad financiera del contrato de obra.

La revisión corresponde a una primera etapa de verificación técnica. Los puntos identificados buscan aclaración y confirmación técnica formal del equipo diseñador y la consultoría, sin que ello implique necesariamente modificaciones inmediatas al diseño. Una vez recibidas las respuestas, se procederá a una segunda etapa de revisión técnica del proyecto.

13.2 Alcance de la Revisión Técnica BIM

La revisión técnica preliminar abarcó los siguientes componentes del proyecto:

- Configuración estructural de edificaciones (Bloques 1 y 2, puente metálico).
- Cubiertas metálicas tipo dos aguas y puente estructural.
- Infraestructura hidráulica y drenaje (box culvert, canales de aguas lluvias).
- Coordinación BIM e interdisciplinaria — nivel de desarrollo LOD requerido.
- Sistemas MEP: eléctrico, ventilación mecánica, HVAC (condensadores Bloque 2).
- Infraestructura ambiental: PTAR y manejo de aguas residuales y lluvias.
- Revisión de ítems presupuestales críticos: seguridad sistematizada, mampostería, equipo electrógeno y ventilación mecánica.
- Compatibilidad con instalaciones eléctricas existentes (trabajos previos AFINIA).
- Verificación preliminar de áreas urbanísticas y condiciones ambientales del predio (humedal, acceso vehicular).

13.3 Matriz Consolidada de Verificación Técnica — 12 Hallazgos BIM

La siguiente matriz presenta los doce (12) hallazgos identificados durante la revisión técnica preliminar del modelo BIM y la planimetría del proyecto, con su descripción técnica, implicación, impacto potencial y requerimiento formal al diseñador y la consultoría:

| Nº | Componente                                    | Descripción del Aspecto Identificado                                                                                                                                                                                                             | Implicación Técnica                                                                                                                                                         | Impacto Potencial                                                                                                                             | Requerimiento a Consultoría                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Estructural — Juntas de dilatación            | Los Bloques 1 y 2 presentan ~95 m de longitud proyectados como bloque estructural continuo sin evidencia de juntas de dilatación para absorber deformaciones térmicas o movimientos diferenciales.                                               | Posible acumulación de esfuerzos térmicos, fisuración estructural o deformaciones en elementos de cubierta.                                                                 | Posible modificación de planos estructurales, detalles constructivos y cantidades de obra.                                                    | Confirmar si el diseño contempla adecuadamente el control de deformaciones térmicas. Si se mantiene la solución actual, remitir concepto técnico firmado por el Ing. Estructural. |
| 2  | Estructural — Puente metálico                 | El puente metálico (~18 m de longitud) que conecta los Bloques 1 y 2 no presenta junta de dilatación respecto a las edificaciones. No se evidencian sistemas de refuerzo tipo pie de amigo o triangulación en los puntos de conexión.            | Posible transmisión de deformaciones diferenciales entre edificaciones y concentración de esfuerzos en conexiones estructurales.                                            | Eventual necesidad de refuerzos estructurales o modificación de detalles constructivos del puente.                                            | Concepto técnico del Ing. Estructural indicando comportamiento del puente, verificación de deformaciones diferenciales y detalles de empates estructurales.                       |
| 3  | Estructural — Cubiertas metálicas             | En el modelo BIM no se evidencian tensores longitudinales ni triangulación estructural entre vigas que permitan estabilizar el sistema frente a cargas de viento. Tampoco se identifican juntas de dilatación en cubiertas de ~95 m de longitud. | Posible inestabilidad estructural frente a cargas laterales y deformaciones térmicas estimadas superiores a 3 cm, generando desajustes en soldaduras, fijaciones y láminas. | Posible modificación del sistema estructural de cubierta o incorporación de arriostramientos adicionales con impacto en planos y presupuesto. | Validación técnica del sistema estructural de cubierta o concepto firmado del diseñador estructural avalando el diseño actual.                                                    |
| 4  | Constructivo — Remates de cubierta            | No se identifican en planos detalles constructivos del sistema de unión de cuchilla antes de cumbrera: tipo de soldadura, ángulo de unión o sistema de fijación. Tampoco se evidencian elementos de control de escorrentía (goteros o flanches). | Posible ingreso de agua al interior de la edificación en eventos de lluvia, afectando salones, pasillos o equipos.                                                          | Ajustes en detalles constructivos de cubierta y especificaciones técnicas.                                                                    | Incorporar detalles constructivos completos en planimetría arquitectónica y estructural.                                                                                          |
| 5  | Infraestructura hidráulica — Box Culvert      | El box culvert aparece contemplado en el presupuesto; sin embargo, no se encuentra modelado en BIM ni se evidencian detalles constructivos en planimetría relacionados con su implantación, preparación de terreno o niveles topográficos.       | Riesgo de inconsistencias entre diseño hidráulico, urbanismo y ejecución en obra.                                                                                           | Posible modificación de planos hidráulicos, urbanismo o cantidades de obra.                                                                   | Incorporar detalles completos de ingeniería, implantación y modelado BIM del box culvert.                                                                                         |
| 6  | Arquitectónico / Sanitario — Control de fauna | No se identifican sistemas de protección contra ingreso de aves o murciélagos en los espacios entre cubiertas o módulos estructurales.                                                                                                           | Posible anidación de fauna, afectación sanitaria de la edificación y costos adicionales de mantenimiento.                                                                   | Ajuste menor en detalles constructivos de cubierta o cerramientos.                                                                            | Incorporar redes o mallas de protección en diseño arquitectónico conforme a normativa sanitaria.                                                                                  |

| Nº | Componente                          | Descripción del Aspecto Identificado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Implicación Técnica                                                                                            | Impacto Potencial                                                                                         | Requerimiento a Consultoría                                                                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | Hidrosanitario — Canales lluvias    | No se evidencian detalles estructurales de soporte para canales de aguas lluvias ni sistema de anclaje en cubierta. El sistema podría soportar cargas hidráulicas superiores a 2 toneladas durante lluvias intensas, sin considerar peso propio.                                                                                                                  | Riesgo de falla estructural o desprendimiento de canales.                                                      | Ajustes en detalles estructurales de cubierta o drenaje pluvial.                                          | Presentar detalles estructurales de soporte y anclaje del sistema de canales.                                                                                                                 |
| 8  | HVAC — Condensadores Bloque 2       | Los condensadores del Bloque 2 se ubican en zona de jardín sin placa estructural de soporte y en área de fácil acceso. No se evidencian rutas de tubería ni cerramientos de protección para los equipos.                                                                                                                                                          | Riesgo de manipulación indebida, sabotaje o interferencias constructivas durante ejecución.                    | Posible ajuste en diseño arquitectónico, urbanismo o presupuesto para protección de equipos.              | Definir placa estructural de soporte, rutas de tubería y cerramientos de protección.                                                                                                          |
| 9  | Sistemas eléctricos / MEP           | En el modelo BIM no se identifican planos detallados que definan la ubicación de tableros eléctricos dentro de los cuartos eléctricos, ni características técnicas de dichos equipos conforme al presupuesto. Tampoco se evidencian rutas claras de canalización eléctrica en urbanismo, pendientes ni niveles de excavación.                                     | Riesgo de interferencias constructivas, incompatibilidad entre diseño y presupuesto o reprocesos durante obra. | Posible ajuste de planos eléctricos, redistribución en cuartos técnicos o modificación de canalizaciones. | Solicitar planos detallados de cuartos eléctricos: ubicación de tableros, características técnicas conforme al presupuesto y rutas de canalización eléctrica.                                 |
| 10 | Coordinación BIM — LOD              | El modelo BIM no evidencia cumplimiento pleno del nivel de desarrollo LOD 300 establecido en el documento SENA_CDO_260128_MTCL_INFORME PRE LIMINAR_100_CM_DD_0001_VC1 (pág. 20). Los elementos deben representarse con precisión en cantidad, tamaño, forma y ubicación. Se evidencian inconsistencias especialmente en cubiertas metálicas y puente estructural. | Limitaciones en coordinación interdisciplinaria entre arquitectura, estructura y sistemas MEP.                 | Posible necesidad de actualización del modelo BIM previo a etapa constructiva.                            | Ajustar modelo BIM al nivel de desarrollo LOD 300 requerido, o remitir concepto técnico del consultor BIM indicando que el nivel de desarrollo es suficiente para documentación constructiva. |
| 11 | Urbanismo — Inconsistencia de áreas | Se identifican diferencias en áreas reportadas entre la planimetría del proyecto, el urbanismo y la licencia de curaduría.                                                                                                                                                                                                                                        | Posible inconsistencia entre la licencia urbanística y el diseño del proyecto.                                 | Eventual modificación de áreas urbanísticas, cantidades de obra o documentación del proyecto.             | Solicitar aclaración formal de la consultoría respecto a las áreas definitivas del proyecto.                                                                                                  |
| 12 | Ambiental — Humedal (acceso)        | Documentos del proyecto indican presencia de un humedal en la zona de acceso al predio, el cual requeriría intervención y modificación de topografía para permitir la construcción del acceso vehicular.                                                                                                                                                          | Posibles restricciones ambientales o necesidad de permisos especiales para intervenir el área.                 | Posible modificación del diseño de acceso, cronograma o requerimientos ambientales adicionales.           | Confirmar si el cuerpo de agua corresponde a humedal protegido y si existen permisos ambientales para su intervención.                                                                        |

### 13.4 Verificación de Instalaciones Eléctricas Existentes (AFINIA)

Se considera pertinente que el SENA comparta información técnica detallada respecto a los trabajos eléctricos previamente ejecutados en el proyecto por parte de AFINIA, particularmente en relación con el ítem 28.5 – Redes eléctricas / iluminación.

El objetivo de esta solicitud es establecer con claridad:

- Qué componentes instalados pueden excluirse del alcance contractual actual.
- Qué elementos existentes podrían aprovecharse o integrarse al nuevo proyecto.
- Si las instalaciones ejecutadas cumplen con las condiciones técnicas y normativas vigentes.

Esta información permitirá realizar el análisis de compatibilidad técnica, evitar duplicidades contractuales y mitigar riesgos económicos derivados de reprocesos.

### 13.5 Aspectos Presupuestales y Técnicos — Alertas de la Revisión BIM

#### 13.5.1 Seguridad Sistematizada — Capítulo 16

Se observa que los costos asociados a este capítulo presentan valores elevados. Se recomienda solicitar al SENA confirmación sobre si los equipos deben ser exclusivamente de la marca Johnson Controls – Tyco. Estos sistemas corresponden a tecnología propietaria, lo cual implica:

- Altos costos de adquisición y mantenimiento.
- Dependencia de personal especializado.
- Incrementos estimados superiores al 18% del valor del ítem.

En caso de que la marca no sea obligatoria, podría evaluarse homologación hacia equipos equivalentes como Hikvision o Dahua, con amplia disponibilidad de integradores certificados y líderes del mercado con iguales características técnicas y de seguridad.

#### 13.5.2 Capítulo 6.11 — Cálculo de Mampostería

El presupuesto contempla bloque de concreto color Ivory 40×15×10 cm. Sin embargo, las dimensiones comerciales disponibles en el mercado difieren de esta especificación. Las dimensiones encontradas corresponden aproximadamente a 39×12×6 cm, lo cual modifica el rendimiento por metro cuadrado:

| Condición                                   | Rendimiento (unidades/m²) | Impacto                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| Presupuestado (especificación 40×15×10 cm)  | 21 unidades/m²            | Base de cálculo del presupuesto         |
| Dimensiones comerciales reales (39×12×6 cm) | 37,8 unidades/m²          | Incremento en cantidades de +80% por m² |

Esta diferencia impacta directamente el valor presupuestal del ítem. Se recomienda solicitar validación técnica de la especificación o actualización del análisis de cantidades.

#### 13.5.3 Equipo Electrónico

La marca especificada no corresponde a una referencia ampliamente utilizada en el mercado nacional, lo que genera incertidumbre respecto a disponibilidad de repuestos, representación técnica para mantenimiento y confiabilidad operativa. Considerando que el equipo debe garantizar operación continua hasta por 24 horas, se sugiere evaluar alternativas de fabricantes con mayor trayectoria:

- Perkins — representación técnica en Colombia, amplia red de repuestos.
- Caterpillar (CAT) — liderazgo global, operación continua comprobada.
- Cummins — alta disponibilidad de servicio técnico en la región Caribe.

#### 13.5.4 Capítulo 11 — Ventilación Mecánica (Samsung)

El presupuesto contempla aproximadamente \$928.779.689 más AIU para equipos de ventilación mecánica marca Samsung. Se recomienda solicitar a la consultoría justificación técnica sobre:

- Garantías del fabricante para uso institucional de alta exigencia.
- Disponibilidad de repuestos y representación técnica en el país.
- Vida útil esperada de los equipos en condiciones de clima cálido-húmedo.

En aplicaciones institucionales es común encontrar fabricantes especializados como York, Trane, Daikin o LG, caracterizados por robustez, amplios tiempos de vida y disponibilidad de piezas para reparaciones futuras.

13.5.5 Condiciones de Mantenimiento de Equipos

Se recomienda que dentro de las condiciones contractuales para suministro de equipos se contemple mínimo dos (2) años de mantenimiento preventivo incluido. Esta condición permite:

- Garantizar disponibilidad de repuestos en etapa inicial de operación.
- Reducir riesgos de fallas tempranas en todos los sistemas electromecánicos.
- Asegurar correcta puesta en marcha de los sistemas instalados.

13.5.6 Fichas Técnicas — Materiales, Acabados y Equipos Especiales

No se encuentra la totalidad de fichas técnicas de materiales, acabados, equipos especiales y demás elementos que apliquen al proyecto, con el fin de ser insumo para cotización o presupuesto a terceros. Se requiere completar este entregable antes de avanzar a la etapa de contratación.

13.6 Análisis Comparativo de Presupuesto — V9 (Fiducia) vs V17 (Versión Final)

13.6.1 Contexto General del Análisis

|                  |                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| V9 — Fiducia     | Diciembre 2025 — 749 ítems activos — Constitución del encargo fiduciario |
| V17 — Final      | Enero 2026 — 817 ítems (+68 nuevos) — Presupuesto oficial del contrato   |
| Área edificación | 7.831,72 m² (igual en ambas versiones)                                   |
| Total capítulos  | 29 capítulos — Componente A: Edificaciones / Componente B: Urbanismo     |
| Elaboró          | Gerencia de Proyectos — Análisis Financiero de Inversión — Marzo 2026    |

13.6.2 Resumen Financiero Comparativo

| Concepto                           | V9 — Fiducia (COP)   | V17 — Versión Final (COP) | Δ (COP)   | Δ %    |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------|--------|
| Edificaciones (A)                  | \$32.227.126.304     | \$36.136.212.795          | +\$3.909M | +12,1% |
| Urbanismo (B)                      | \$5.122.415.724      | \$4.808.619.050           | -\$314M   | -6,1%  |
| COSTOS DIRECTOS (A+B)              | \$37.349.542.028     | \$40.944.831.845          | +\$3.595M | +9,63% |
| Administración                     | \$2.046.487.995      | \$1.962.003.625           | -\$84M    | -4,1%  |
| Indirectos (incl. estampillas V17) | \$3.284.876.495      | \$9.047.844.329           | +\$5.763M | +175%  |
| Utilidad                           | \$1.867.477.101 (5%) | \$1.637.793.274 (4%)      | -\$230M   | -12,3% |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS (D)          | \$44.903.204.268     | \$53.903.653.795          | +\$9.000M | +20,0% |
| Interventoría + Supervisión (E)    | \$3.439.883.918      | \$3.777.943.272           | +\$338M   | +9,8%  |
| VALOR TOTAL PROYECTO (F)           | \$48.343.088.186     | \$57.681.597.067          | +\$9.339M | +19,3% |

13.6.3 Capítulos con Mayor Incremento (V9 → V17)

| Cap. | Descripción                           | V9 (COP)        | V17 (COP)       | Δ (COP)   | Δ %    |
|------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------|
| 16   | Instalaciones Seguridad Sistematizada | \$415.878.600   | \$1.430.167.125 | +\$1.014M | +244%  |
| 17   | Pisos y Bases                         | \$718.982.555   | \$1.211.774.591 | +\$493M   | +68,5% |
| 6    | Mampostería / Divisiones / E.N.E      | \$1.349.127.021 | \$1.927.794.645 | +\$579M   | +42,9% |
| 3    | Cimentación                           | \$910.403.308   | \$1.162.645.293 | +\$252M   | +27,7% |
| 26   | Cortasoles                            | \$1.835.046.997 | \$2.185.260.348 | +\$350M   | +19,1% |
| 4    | Estructuras de Concreto               | \$2.008.619.205 | \$2.381.781.751 | +\$373M   | +18,6% |
| 19   | Cielos Falsos / Cubiertas             | \$3.298.923.064 | \$3.729.324.741 | +\$430M   | +13,0% |

#### 13.6.4 Capítulos con Disminución (V9 → V17)

| Cap. | Descripción                     | V9 (COP)        | V17 (COP)       | Δ (COP) | Δ %    |
|------|---------------------------------|-----------------|-----------------|---------|--------|
| 11   | Sistema de Ventilación Mecánica | \$1.579.496.539 | \$928.779.689   | -\$651M | -41,2% |
| 29   | Riego y Paisajismo              | \$681.211.548   | \$452.679.919   | -\$229M | -33,5% |
| 15   | Instalaciones Energía Solar     | \$243.656.597   | \$205.656.597   | -\$38M  | -15,6% |
| 28   | Obras de Urbanismo              | \$4.441.204.175 | \$4.355.939.131 | -\$85M  | -1,9%  |

El capítulo de mayor contracción es el Sistema de Ventilación Mecánica (-\$651M, -41,2%), lo que sugiere una revisión del diseño o cambio de especificaciones técnicas del sistema HVAC entre versiones. Se requiere verificación de que las nuevas especificaciones cubren los requerimientos del diseño arquitectónico y la normativa ASHRAE/RETIE aplicable.

#### 13.6.5 Análisis de Concentración — Principio de Pareto (V17)

Aplicando el principio de Pareto a los 29 capítulos de costos directos del presupuesto V17, 8 capítulos (el 28% de los capítulos) concentran el 71,1% del valor total de costos directos. Este resultado permite enfocar los esfuerzos de control, auditoría y gestión de riesgos sobre un grupo acotado de frentes de obra:

| Rank | Cap. | Descripción                                  | V17 (COP)        | % Indiv. | % Acum. |
|------|------|----------------------------------------------|------------------|----------|---------|
| 1    | 5    | Acero de Refuerzo / Estructuras Metálicas    | \$10.193.635.085 | 24,9%    | 24,9%   |
| 2    | 28   | Obras de Urbanismo                           | \$4.355.939.131  | 10,6%    | 35,5%   |
| 3    | 19   | Cielos Falsos / Cubiertas                    | \$3.729.324.741  | 9,1%     | 50,9%   |
| 4    | 4    | Estructuras de Concreto                      | \$2.381.781.751  | 5,8%     | 62,3%   |
| 5    | 22   | Carpintería Metálica / Aluminio / Acero Inox | \$2.274.858.909  | 5,6%     | 56,5%   |
| 6    | 12   | Instalaciones Eléctricas                     | \$2.583.782.340  | 6,3%     | 41,8%   |
| 7    | 26   | Cortasoles                                   | \$2.185.260.348  | 5,3%     | 67,6%   |
| 8    | 16   | Instalaciones Seguridad Sistematizada        | \$1.430.167.125  | 3,5%     | 71,1%   |

Estos 8 capítulos concentran el 71,1% del total de costos directos del proyecto y deben ser objeto prioritario del sistema de control presupuestal durante la ejecución de la obra.

#### 13.6.6 Análisis de Costos Indirectos — Cargas Parafiscales

La variación más significativa entre versiones se presenta en los costos indirectos, cuyo incremento de \$5.763 millones (+175%) entre V9 y V17 no obedece a ineficiencia operativa, sino a la incorporación de cargas parafiscales de carácter legal obligatorio en contratos de obra pública en Colombia:

| Concepto               | V9 (COP)      | V17 (COP)     | Observación      |
|------------------------|---------------|---------------|------------------|
| Dotación campamento    | \$30.000.000  | \$80.000.000  | Ajuste operativo |
| Celaduría y vigilancia | \$714.113.010 | \$878.359.002 | Ajuste operativo |

| Concepto                                       | V9 (COP)        | V17 (COP)       | Observación             |
|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Contribución Especial Obra Pública             | No incluido     | \$2.238.367.594 | Ley 1106/2006           |
| Estampilla Pro-Universidad                     | No incluido     | \$895.347.038   | Ord. Departamental      |
| Estampilla Pro-Cultura                         | No incluido     | \$895.347.038   | Ord. Departamental      |
| Estampilla Pro-Ancianos                        | No incluido     | \$1.790.694.075 | Ord. Departamental      |
| Tasa al Deporte                                | No incluido     | \$895.347.038   | Ord. Departamental      |
| Retenciones (Fuente, IVA, Timbre, Estampillas) | \$1.504.666.960 | \$223.836.759   | Diferencia metodológica |
| SUBTOTAL INDIRECTOS                            | \$3.284.876.495 | \$9.047.844.329 | +\$5.763M (+175%)       |

**NOTA GERENCIAL:** La versión V9 (presupuesto fiduciario) no incorporó las cargas parafiscales obligatorias para contratos de obra pública en Colombia. La V17 las incluye debidamente. La diferencia de \$5.763 millones en indirectos no refleja mayor costo operativo, sino la correcta aplicación del marco legal vigente. Los recursos del encargo fiduciario constituido con base en V9 pueden ser insuficientes en \$9.338 millones respecto al presupuesto oficial aprobado en V17. Esto debe ser gestionado formalmente ante la fiduciaria.

### 13.6.7 Indicadores de Costo por Metro Cuadrado

| Indicador                                  | V9 — Fiducia                    | V17 — Final                     |
|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Área edificación                           | 7.831,72 m <sup>2</sup>         | 7.831,72 m <sup>2</sup>         |
| Costo directo / m <sup>2</sup> edificación | \$4.114.949/m <sup>2</sup>      | \$4.614.084/m <sup>2</sup>      |
| Costo total proyecto / m <sup>2</sup>      | \$6.173.000/m <sup>2</sup>      | \$7.366.000/m <sup>2</sup>      |
| Costo directo Urbanismo                    | \$5.122M / 5.517 m <sup>2</sup> | \$4.809M / 4.638 m <sup>2</sup> |

El incremento de \$499.135/m<sup>2</sup> entre versiones (de \$4.115K a \$4.614K) es consistente con el nivel de acabados de la edificación (cubierta bicapa de alta especificación, cortasoles, sistemas electromecánicos avanzados) y refleja el mayor alcance técnico incorporado en la versión final. Estos valores se ubican dentro del rango aceptable para edificaciones institucionales de mediana-alta complejidad en la región Caribe colombiana.

### 13.6.8 Principales Ítems Nuevos Incorporados en V17 (+68 ítems)

La V17 incorpora 68 ítems nuevos no contemplados en la V9. Los más relevantes por su impacto económico:

| Categoría                           | Descripción                                                                              | Capítulo | Valor aprox.  |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
| Demoliciones y adecuaciones         | Desmonte de edificaciones existentes, remoción de tanque y desconexión de redes          | Cap. 1   | \$7.341.045   |
| Llenos y adecuaciones de subrasante | Relleno en subbase granular, retiro de escombros y conformación de subrasante            | Cap. 2   | \$190.559.971 |
| Tanque subterráneo de agua          | Losa, muros y cubierta en concreto impermeabilizado 4.000 PSI con fibra                  | Cap. 4   | \$363.235.557 |
| Pintura intumescente                | Tratamiento ignífugo por m <sup>2</sup> de metal deck — adicional al Cap. 5              | Cap. 5   | \$4.968.659   |
| Mampostería especializada           | Muro en sistema Drywall con tablilla machihembrada en madera Choiba e impermeabilización | Cap. 6   | Por definir   |
| Dinteles de concreto                | Construcción de dinteles 3.000 PSI sección 20×20 cm                                      | Cap. 6   | \$61.612.330  |

La incorporación de estos ítems responde a requerimientos técnicos identificados en la etapa de revisión de ingeniería de detalle y a condiciones de sitio verificadas una vez iniciados los estudios de prediseño.

## 13.7 Recomendaciones Gerenciales — BIM y Presupuesto

**13.7.1 Acciones Inmediatas (Alta Prioridad)**

| # | Acción                                                                                                                                                                       | Responsable                         | Plazo              |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | Ajuste fiduciario: Gestionar ante la fiduciaria la actualización del encargo con base en el presupuesto V17 (\$57.682M) para garantizar suficiencia de recursos.             | Gerencia Financiera / SENA          | INMEDIATO          |
| 2 | Auditar los APU de los capítulos 5 (Estructura Metálica), 16 (Seguridad Sistematizada) y 19 (Cubiertas) por concentrar el mayor valor y mayor variación relativa.            | Gerencia de Proyectos               | Inmediato          |
| 3 | Confirmar con el área jurídica el cumplimiento de todas las estampillas y contribuciones especiales incluidas en V17, previo al perfeccionamiento del contrato de obra.      | Área Jurídica / SENA                | Previo al contrato |
| 4 | Solicitar concepto técnico formal firmado del Ing. Estructural sobre juntas de dilatación en Bloques 1-2, puente metálico y cubiertas (hallazgos 1, 2 y 3 de la matriz BIM). | Consultoría / Diseñador Estructural | Inmediato          |
| 5 | Actualizar modelo BIM al nivel LOD 300 requerido o remitir concepto técnico del consultor BIM justificando el nivel de desarrollo actual.                                    | Consultor BIM / Consorcio MTCL      | Previo a obra      |
| 6 | Solicitar información técnica de trabajos eléctricos existentes de AFINIA (ítem 28.5) para análisis de compatibilidad y evitar duplicidades contractuales.                   | SENA / Interventoría                | Inmediato          |

**13.7.2 Acciones de Mediano Plazo**

| #  | Acción                                                                                                                                                                                                           | Responsable                   | Plazo              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 7  | Gestión de riesgos de mercado: incorporar cláusulas de revisión de precios para acero estructural y equipos importados (fotovoltaico, CCTV, UPS) ante posibles variaciones cambiarias o de commodities.          | Gerencia de Proyectos         | Mes 1–2            |
| 8  | Implementar sistema de control de costos con alertas al 80%, 90% y 100% del presupuesto asignado para los 8 capítulos del análisis Pareto (71,1% del valor total).                                               | Gerencia de Proyectos         | Inicio de obra     |
| 9  | Verificar la causa de la reducción de \$651M en el Sistema de Ventilación Mecánica (Cap. 11). Confirmar que las nuevas especificaciones cubren los requerimientos del diseño y normativa ASHRAE/RETIE aplicable. | Esp. Mecánico / Interventoría | Mes 1              |
| 10 | Desarrollar la curva S de inversión mensual proyectada sobre el presupuesto V17, estableciendo hitos de control financiero para el seguimiento desde la fiducia.                                                 | Gerencia de Proyectos         | Mes 1–2            |
| 11 | Verificar especificación de mampostería (dimensiones comerciales reales 39×12×6 cm vs. especificadas 40×15×10 cm). Actualizar análisis de cantidades del Cap. 6.                                                 | Consultoría / Presupuestos    | Antes de inicio    |
| 12 | Completar fichas técnicas de materiales, acabados y equipos especiales del proyecto para uso como insumo en cotización a terceros.                                                                               | Consorcio MTCL                | Antes del contrato |

**13.8 Responsabilidad Formal del Diseño**

En aquellos casos en los que la consultoría determine que los aspectos señalados no representan una alerta técnica ni requieren modificación del diseño, se solicita que dicha conclusión sea emitida mediante concepto técnico formal suscrito por el profesional responsable del diseño correspondiente, indicando:

- Justificación técnica del diseño adoptado.
- Cumplimiento de normativa aplicable.
- Aval expreso del diseño mediante firma profesional.

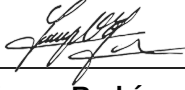
### 13.9 Concepto Técnico Consolidado — BIM y Presupuesto

La revisión técnica realizada por la Unidad de Espacios — SHT corresponde a una etapa inicial de verificación técnica del proyecto. Los aspectos identificados buscan aclaración y confirmación técnica sin implicar necesariamente modificaciones inmediatas al diseño. La validación formal de los puntos identificados permitirá fortalecer la consistencia técnica del proyecto y prevenir riesgos durante la etapa constructiva.

Desde la perspectiva de gerencia de proyectos e inversión, el presupuesto V17 constituye la línea base financiera válida para la ejecución del contrato. Su mayor valor frente a la V9 no implica ineficiencia ni sobre costo injustificado, sino el reflejo fiel del alcance técnico definitivo y de las obligaciones legales propias de un contrato de obra pública en Colombia. Se recomienda gestionar con carácter prioritario el ajuste del encargo fiduciario para alinear los recursos disponibles con el presupuesto oficial V17.

**FIRMAS — GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS UEN — SHT**

El presente informe es elaborado por la Gerencia Integral de Proyectos de la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) de SHT, con base en la información técnica suministrada formalmente por la Interventoría y la Consultoría del proyecto. El informe no reemplaza ni sustituye los conceptos formales del diseñador o la interventoría, sino que constituye el análisis gerencial de dicha información para la toma de decisiones.

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><b>Ing. Adriana Rodríguez Buitrago</b><br>Gerente de Proyectos UEN<br>Gerencia Integral de Proyectos — UEN<br>— SHT | <br><b>Ing. Jimmy Rodríguez</b><br>Coordinador de Proyectos<br>Gerencia Integral de Proyectos — UEN<br>— SHT | <br><b>Arq. Camilo Largo</b><br>Arquitecto de Proyectos<br>Gerencia Integral de Proyectos — UEN<br>— SHT |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Componente 13 elaborado con base en: Informe Gerencial Rev. Técnica Consolidada N°1 (SHT, Feb. 2025) y Análisis Comparativo Presupuesto V9 vs V17 (Gerencia de Proyectos, Marzo 2026)  
Proyecto: Sede Regional SENA — Ciénaga de Oro, Córdoba | Consorcio MTCL — CONFIDENCIAL