

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA



**ELABORACIÓN DE PROYECTO EJECUTIVO DE
INSTALACIÓN PARA SEÑALES DÉBILES EN LOS SISTEMAS
DE COMUNICACIÓN Y CONTROL ELECTRÓNICO PARA LA
SEGURIDAD DEL ÁREA DE LABORATORIOS DE LA NUEVA
SEDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ, UBICADA EN
LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO**

Liliana Gisselle Centurión Landaira

Tutor: Ing. Héctor Rubén Escobar Estigarribia

Cotutor: Ing. Esteban Arnaldo Penayo Portillo

CORONEL OVIEDO, DICIEMBRE DE 2025



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.



Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

Bajo los siguientes términos:

- **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.
- **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DERECHO DE AUTOR

Quien suscribe, **Liliana Gisselle Centurión Landaira**, autor del trabajo de investigación titulado **“Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorios para la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo 2025”**, declara que voluntariamente cede a título gratuito en forma pura y simple ilimitada e irrevocablemente a favor de la Facultad de Ciencias y Tecnologías – UNCA, el derecho de autor de contenido patrimonial, que le corresponde sobre el trabajo de referencia. Conforme a lo anteriormente expresado, esta sesión le otorga a la FCyT la Facultad de comunicar la obra divulgarla, publicarla y reproducirla en soportes analógicos o digitales en la oportunidad que así lo estime conveniente. La FCyT deberá indicar qué autoría o creación del trabajo corresponde a nuestra persona y hará referencia a los autores y a las personas que hayan colaborado en la realización del presente trabajo de investigación.

En la ciudad de Coronel Oviedo, a los del mes dedel 2025

.....

Liliana Gisselle Centurión Landaira



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Prof. Ing.

Calificación Final: _____

Acta N°: _____

Fecha: _____



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Dedicatoria

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgen María por darme la fortaleza y perseverancia para superar cada tramo de este camino.

A mis padres Lilio y Griselda, quienes en todo el trayecto me demostraron apoyo incondicional y confianza plena. Me han enseñado el valor de la familia y del sacrificio para lograr las metas,

A mis abuelos por el amor, cariño y confianza que siempre han puesto sobre mi persona.

A Fátima Peña, mi amiga, y a David Irrazabal, quienes me apoyaron y estuvieron para mí en todo momento difícil y festejando conmigo cada avance y logro durante este camino.

Por sobre todo a mí misma por el esfuerzo y la perseverancia que tuve para hacer frente y demostrar que ninguna dificultad física puede detenerte si estás decidida a alcanzar un logro.

También a las personas que me transmitieron enseñanzas de manera humilde y empática compartiéndome sus conocimientos sin hacerme sentir inferior, y fortaleciendo en mí la confianza para crecer académicamente en cualquier tramo de esta carrera.

Liliana Gisselle Centurión Landaira



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Agradecimientos

A mi tutor el Ing. Héctor Rubén Escobar Estigarribia y a mi Cotutor Ing. Esteban Arnaldo Penayo por su apoyo y voluntad quienes me han orientado y guiado con sus experiencias y conocimientos para realizar este proyecto

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Electrónica, que han compartido sus enseñanzas y experiencias laborales.

Al director de carrera Ing. Derlis Arredondo Onieva por la predisposición y apoyo constante.

A mis compañeros/as de estudios, deportes y amigos que conocí durante todos estos años.

Liliana Gisselle Centurión Landaira



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Resumen

El presente Proyecto Final de Grado desarrolla el diseño ejecutivo del sistema de señales débiles para la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú (FCyT-UNCA), integrando los subsistemas de videovigilancia, datos, telefonía, alarmas y redes inalámbricas necesarias para garantizar el funcionamiento tecnológico del edificio. Este estudio surge ante la identificación de múltiples deficiencias en el esquema preliminar, entre ellas la distribución inadecuada de puntos de acceso, ausencia de criterios normativos, insuficiencia en la cobertura Wi-Fi, falta de cálculos de autonomía energética y carencia de documentación técnica completa. La corrección de estas falencias exigió un rediseño integral sustentado en principios de ingeniería, buenas prácticas y estándares internacionales. La metodología aplicada incluyó relevamientos in situ, análisis arquitectónico, selección de materiales y equipos, elaboración de diagramas, desarrollo de memorias técnicas y ejecución de cálculos de carga, longitudes de cableado, capacidad de UPS y cobertura de red. Las normas TIA-568-C, ISO/IEC 11801, IEEE 802.11 y ABNT NBR IEC 62676-1-1 fueron fundamentales para asegurar la calidad del diseño y la compatibilidad entre subsistemas, permitiendo estructurar una solución estable, segura y escalable. Asimismo, el diseño repetitivo por planta facilitó la estandarización de procesos, el control de materiales y la simplificación de la instalación y el mantenimiento futuro. Los resultados finales presentan un proyecto ejecutivo completo que contempla planos detallados, esquemas de distribución, tablas de cálculo, fichas técnicas y un presupuesto referencial, garantizando un soporte documental suficiente para su implementación. De esta manera, se provee a la FCyT-UNCA una infraestructura tecnológica moderna, confiable y adaptable a necesidades futuras, contribuyendo al fortalecimiento académico y operativo de la institución.

Palabras clave: ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), Automatización, control e infraestructura tecnológica.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Abstract

This Final Degree Project presents the executive design of the weak-signal system for the new campus of the Faculty of Science and Technology at the National University of Caaguazú (FCyT-UNCA). The project integrates the subsystems of video surveillance, data networking, telephony, alarm systems, and wireless communication required to ensure the technological functionality of the building. The study was developed in response to multiple deficiencies identified in the preliminary design, including inadequate distribution of access points, lack of regulatory criteria, insufficient Wi-Fi coverage, absence of power autonomy calculations, and incomplete technical documentation. Addressing these shortcomings required a comprehensive redesign grounded in engineering principles, best practices, and established international standards. The applied methodology included on-site assessments, architectural analysis, equipment and material selection, development of diagrams, technical documentation, and the execution of load calculations, cable length verification, UPS capacity estimation, and network coverage analysis. Standards such as TIA-568-C, ISO/IEC 11801, IEEE 802.11, and ABNT NBR IEC 62676-1-1 were essential to guaranteeing design quality and subsystem compatibility, enabling the creation of a stable, secure, and scalable solution. Likewise, the repetitive design adopted across all floors facilitated process standardization, material control, and simplified installation and future maintenance. The final results present a complete executive project that includes detailed plans, distribution diagrams, calculation tables, technical data sheets, and a referential budget, providing sufficient documentation to guide its proper implementation. Consequently, this work equips FCyT-UNCA with a modern, reliable, and adaptable technological infrastructure, contributing to the institution's academic and operational development.

Keywords: *SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure); SDG 11 (Sustainable Cities and Communities); automation; control; technological infrastructure.*



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Índice

Introducción	1
1. Objetivos de investigación	3
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos	3
2. Metodología	4
2.1. Tipo de estudio	4
2.2. Diseño metodológico y etapas.....	4
2.2.1. Relevamiento arquitectónico del bloque de laboratorios.....	5
2.2.2. Análisis del esquema inicial de señales débiles	5
2.2.3. Adopción de criterios normativos	6
2.2.4. Diseño del sistema de CCTV por planta.....	8
2.2.5. Diseño de telefonía, sensores y multimedia.....	8
2.2.6. Diseño de la red inalámbrica	8
2.2.7. Definición de racks y distribución de datos.....	9
2.2.8. Cálculo de alimentación y autonomía eléctrica	9
2.2.9. Elaboración de planos ejecutivos y memoria técnica	10
2.3. Herramientas de trabajo.....	10
2.4. Variables de estudio	10
3. Resultados y Análisis.....	12
3.1. Esquema general del sistema de señales débiles	12
3.2. Resultados del diseño de CCTV	13
3.2.1. Distribución de cámaras por aula y pasillos	13
3.2.2. Arquitectura híbrida UTP/IP	14
3.2.3. Posicionamiento de DVR y autonomía por planta.....	14



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

3.3. Resultados del diseño de telefonía, detección y multimedia	15
3.3.1. Telefonía fija / VoIP	15
3.3.2. Sensores de movimiento (PIR) y caja central de alarma	15
3.3.3. Televisores educativos	16
3.4. Resultados del diseño de la red inalámbrica y de datos	17
3.4.1. Distribución de routers y repetidores Wi-Fi	17
3.4.2. Racks de datos, cableado estructurado y longitudes de enlace.....	17
3.5. Cuadros de distribución de dispositivos y desempeño esperado	18
3.6. Presupuesto referencial del proyecto	19
4. Conclusiones y recomendaciones.....	20
4.1. Recomendaciones	20
Referencias	21
Anexos.....	22
Anexo A. Planos arquitectónicos generales de la sede y del bloque de laboratorios	22
Anexo A.1. Planta Baja (1).	22
Anexo A.1. Planta Baja (2).	23
Anexo A.2. Primera planta (1).....	24
Anexo A.2. Primera planta (2).....	25
Anexo A.3. Segunda planta (1).....	26
Anexo A.3. Segunda planta (2).....	27
Anexo B. Tablas de cálculo y memorias técnicas.....	29
Anexo B.1 Cálculo de cargas y dimensionamiento de UPS por planta.	29
Anexo B.2. Verificación de longitudes de cableado y criterios normativos aplicado.....	31
Anexo C. Cuadros de distribución de dispositivos por planta y por aula.....	34
Anexo D. Fichas técnicas de dispositivos principales.....	35



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Anexo E. Presupuesto detallado para el desarrollo del proyecto39



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Relación entre subsistema (CCTV, Wi-Fi, telefonía, alarmas, datos) y normas aplicadas [1]–[10].....	8
Tabla 2.2. Resumen de cargas y capacidad de UPS por planta (potencia, VA, Wh, Ah).	10
Tabla 3.1. Cantidad de cámaras por planta y tipo de área (aulas, pasillos).....	14
Tabla 3.2. Resumen de cámaras cableadas vs. cámaras Wi-Fi por planta.....	14
Tabla 3.3. Cálculo resumido de potencia y capacidad de UPS por planta (P, VA, Wh, Ah)	15
Tabla 3.4. Cantidad total de puntos telefónicos por planta y por tipo de espacio (aula, área técnica)	15
Tabla 3.5. Distribución de televisores por planta y tipo de laboratorio (eléctrico, civil, informática, etc.).....	17
Tabla 3.7. Rangos de longitud de enlace UTP por planta (mínimo, máximo y promedio).....	18
Tabla B.1.1. Longitudes medidas por planta	30
Tabla B.1.2. Cálculo de potencia considerada con margen.....	30
Tabla B.1.3. Potencia aparente requerida	31
Tabla B.1.4. Cálculo de energía necesaria.....	31
Tabla B.1.5. Dimensionamiento de capacidad de batería.....	31
Tabla B.1.6. Capacidad mínima recomendada por planta	31
Tabla B.2.1. Longitudes medidas por planta	32
Tabla B.2.2. Comparación con límites normativos	33
Tabla B.2.3. Observaciones por planta.....	33
Tabla C.1.1 – Resumen general de dispositivos por planta.....	34
Tabla C.5.1 – Total de equipos por tipo.....	34
Tabla D.1. Cámara IP / CCTV.....	35
Tabla D.2. NVR / DVR – Grabador de Video en Red.....	35



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Tabla D.3. Switch PoE – Alimentación y Red de Cámaras.....	36
Tabla D.4. Router Wi-Fi / Repetidores Wi-Fi	36
Tabla D.5. Sensor PIR – Detector de Movimiento.....	36
Tabla D.6. Sirena y Caja Central de Alarma	37
Tabla D.7. UPS – Sistema de Alimentación Ininterrumpida.....	37
Tabla D.8. Rack de Telecomunicaciones.....	37
Tabla D.9. Cableado Estructurado Cat 6 + Accesorios	38



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

Índice de Figuras

Figura 3.1. Diagrama de bloques del sistema general de señales débiles por planta, mostrando la interconexión entre CCTV, red de datos, Wi-Fi, telefonía y alarmas..... 12

Figura 3.3. Esquema de lazo de detección y ubicación de la caja central de alarma y sirena por planta. 16

Introducción

La evolución constante de las tecnologías de comunicación ha situado a los sistemas de señales débiles como parte fundamental de la infraestructura operativa de instituciones académicas, especialmente aquellas que requieren altos estándares de seguridad, conectividad y eficiencia funcional. En este contexto, la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA) se encuentra en un proceso de expansión con la futura habilitación de un nuevo bloque de laboratorios, cuya operatividad dependerá de la correcta integración de sistemas de videovigilancia, redes de datos, telefonía, alarmas y conectividad. Durante el análisis preliminar realizado, se identificaron diversas falencias técnicas en el esquema original de señales débiles, tales como la distribución inadecuada de puntos de acceso, insuficiente cobertura Wi-Fi, ausencia de criterios normativos de cableado, falta de especificaciones de seguridad y ausencia de un diseño integral y documentado. Estas deficiencias evidencian la necesidad impostergable de un rediseño completo del sistema que permita garantizar un desempeño robusto, seguro y escalable.

La importancia del presente proyecto radica en asegurar que la nueva sede cuente con una infraestructura tecnológica confiable, capaz de responder a los requerimientos pedagógicos y operativos actuales y futuros. En una institución donde convergen laboratorios de electrónica, informática, ingeniería civil, automatización y ciencias básicas, la continuidad de servicio, la seguridad de usuarios y la interoperabilidad entre subsistemas de comunicación son elementos críticos. El diseño adecuado de señales débiles no solo optimiza el funcionamiento cotidiano, sino que constituye una herramienta esencial para la gestión institucional, la vigilancia de espacios físicos, la operación de redes académicas y la protección de equipos y usuarios. Asimismo, este proyecto contribuye a consolidar la modernización tecnológica de la UNCA, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relativos a infraestructura resiliente, innovación y ciudades seguras.

El planteamiento del problema se origina en la falta de normas paraguayas específicas para instalaciones de señales débiles, lo que genera vacíos técnicos y criterios inconsistentes en proyectos locales. La ausencia de una estandarización obliga a adoptar normas internacionales como TIA-568-C para cableado estructurado, IEEE 802.11 para redes inalámbricas y ABNT 62676-1-1 para sistemas de videovigilancia, con el fin de asegurar una instalación confiable y compatible con estándares globales. Asimismo, las mediciones de campo y la revisión del esquema preliminar evidenciaron problemas como interferencias entre canalizaciones eléctricas y de datos, deficiencias en la distribución, falta de cálculos, inexistencia de mapas de cobertura

Wi-Fi y una estructura documental incompleta. Se requiere, por tanto, un proyecto ejecutivo que integre criterios técnicos, cálculos, planos, selección de equipos y presupuesto, permitiendo ejecutar la obra con precisión y fiabilidad.

La justificación del proyecto se sustenta en la necesidad de ofrecer un entorno académico seguro y tecnológicamente actualizado, donde las actividades de laboratorio, investigación y docencia dependan de sistemas de comunicación eficientes. La instalación correcta de señales débiles facilita la gestión educativa, mejora la vigilancia institucional, optimiza la eficiencia energética, fortalece la capacidad de respuesta ante emergencias y permite la convergencia de múltiples servicios (voz, datos, video, alarmas). Además, este proyecto sirve como referencia técnica para futuras ampliaciones de la sede y como aporte académico para la carrera de Ingeniería Electrónica, demostrando la aplicación real de normas, cálculos y diseño profesional.

En concordancia con la problemática identificada, el proyecto establece como **objetivo general** la elaboración del proyecto ejecutivo de instalación de señales débiles para los sistemas de comunicación y control electrónico del área de laboratorios de la nueva sede de la FCyT-UNCA. Para cumplirlo, se desarrollan objetivos específicos orientados a: recopilar datos y normas aplicables; seleccionar materiales y equipos adecuados; diseñar un esquema integral de comunicación; definir protocolos de seguridad; realizar cálculos de carga, autonomía, longitudes de enlace y capacidad de red; elaborar planos ejecutivos; y formular el presupuesto general.

De manera articulada, el trabajo presenta la metodología aplicada, basada en nueve etapas que incluyen relevamiento arquitectónico, análisis del esquema original, adopción de normas, diseño de CCTV, telefonía y Wi-Fi, distribución de racks, cálculos eléctricos y elaboración de planos. Los resultados obtenidos se reflejan en la integración funcional de subsistemas por planta, la verificación de longitudes de cableado conforme a TIA-568-C, la distribución estratégica de equipos, el cálculo detallado de UPS, los mapas de cobertura, la estandarización de dispositivos y un presupuesto referencial exhaustivo. El documento concluye con recomendaciones para la ejecución, operación y mantenimiento del sistema en la nueva sede.

1. Objetivos de investigación

1.1. Objetivo General

Elaborar el proyecto ejecutivo de instalación de señales débiles para los sistemas de comunicación y control electrónico del área de laboratorios de la nueva sede de la FCyT-UNCA.

1.2. Objetivos Específicos

- Realizar recolección de datos y normativas sobre señales débiles para adoptar las que mejor se adapten al proyecto.
- Seleccionar los materiales, equipos de comunicación y seguridad más adecuados para las necesidades específicas del área de laboratorios.
- Diseñar el esquema de señales débiles para la instalación de la edificación, cumpliendo las normativas adoptadas.
- Identificar y seleccionar protocolos de seguridad para los posibles riesgos de seguridad asociados a las señales débiles en los sistemas de comunicación.
- Elaborar planos ejecutivos, simbología y presupuesto general.

2. Metodología

2.1. Tipo de estudio

El presente trabajo se clasifica como un estudio técnico–descriptivo con enfoque normativo y de ingeniería de diseño. Se centra en la elaboración de un proyecto ejecutivo para sistemas de señales débiles y seguridad electrónica en el bloque de laboratorios de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías, integrando criterios de diseño provenientes de normas internacionales de cableado estructurado [1], [2], [8], [9], redes inalámbricas [5], videovigilancia [3], alarmas [4], [10] y seguridad eléctrica [6].

El estudio no contempla experimentación con sujetos humanos ni ensayos de laboratorio clásicos, sino que se fundamenta en la planificación, modelado y verificación técnica de una solución de ingeniería que responda a los requerimientos funcionales de la institución y a las buenas prácticas de diseño establecidas en los documentos normativos citados.

2.2. Diseño metodológico y etapas

El diseño metodológico se estructura en nueve etapas que se articulan de forma secuencial, pero con retroalimentación permanente entre sí, de modo que los resultados de cada fase puedan ajustar las decisiones y criterios de diseño posteriores. Este enfoque responde al carácter técnico–descriptivo del estudio, en el cual no solamente se describen los elementos que componen los subsistemas de señales débiles, sino que, además, se integran actividades de relevamiento, análisis, modelado, diseño y verificación normativa.

A diferencia de los estudios puramente teóricos, en este proyecto la metodología implica un proceso de ingeniería aplicada, en donde el diseño surge como resultado de la interacción entre la infraestructura física existente (edificio en construcción), los requisitos funcionales definidos por la Facultad, la revisión del esquema preliminar entregado por la institución y las condiciones técnicas establecidas por las normas internacionales adoptadas. En ese sentido, el método empleado se fundamenta en la lógica del ciclo de diseño de la ingeniería, el cual comprende etapas sucesivas de diagnóstico, definición de requerimientos, formulación de soluciones equivalentes, simulación o verificación normativa, ajuste y validación final.

Este enfoque metodológico permite asegurar que cada subsistema propuesto videovigilancia, telefonía, red de datos, Wi-Fi, alarma y alimentación no solo responda a la funcionalidad requerida, sino también a los criterios de seguridad eléctrica, continuidad operativa, interoperabilidad tecnológica, compatibilidad futura y cumplimiento normativo. Además, la estructura metodológica adoptada posibilita validar decisiones de diseño tales como: ubicación

de dispositivos, altura de instalación, distribución de racks, cálculo de autonomía eléctrica, análisis de cobertura Wi-Fi y selección de materiales conforme a normas técnicas.

Otro punto relevante de la metodología empleada consiste en la necesidad de recopilar y analizar documentación arquitectónica, lo que permitió proyectar la instalación sobre una base geométrica real, evitando diseños genéricos no adaptados al edificio específico. Del mismo modo, el análisis del esquema inicial facilitó la detección temprana de falencias, tales como insuficiencia de puntos, ausencia de criterios normativos y falta de coherencia técnica, lo que justificó la reformulación integral del sistema de señales débiles.

Finalmente, la metodología se complementa con un proceso de sistematización de información técnica y normativa, que incluye interpretación de estándares, comparación de alternativas tecnológicas, elaboración de cuadros de distribución, cálculo de carga y documentación de diseño ejecutivo mediante software CAD y hojas de cálculo especializadas. Este conjunto de procedimientos técnicos garantiza la coherencia interna del proyecto y su viabilidad operativa y constructiva para su implementación en la nueva sede de la FCyT–UNCA.

2.2.1. Relevamiento arquitectónico del bloque de laboratorios

En la primera etapa se realizó el relevamiento de la información arquitectónica disponible, utilizando los planos de planta baja, primera y segunda planta del bloque de laboratorios, así como los cortes generales del edificio. Esta información se presenta en el Anexo A (Planos arquitectónicos y de señales débiles). A partir de estos documentos se identificaron dimensiones, número y tipo de laboratorios, disposición de circulaciones, núcleos sanitarios y espacios técnicos, lo que permitió reconocer la repetitividad de la modulación en las tres plantas.

2.2.2. Análisis del esquema inicial de señales débiles

En la segunda etapa dentro del proyecto se analizó el esquema original de señales débiles suministrado, observando la distribución preliminar únicamente de routers y repetidores. Esta documentación inicial consistía en un conjunto de planos informales que mostraban la presencia de algunos equipos de conectividad inalámbrica sin una especificación completa respecto a ubicación exacta, alturas de montaje, tipo de cableado, potencia de transmisión, ni criterios de seguridad eléctrica asociados. Asimismo, el esquema no contemplaba la integración del resto de los subsistemas que forman parte del sistema de señales débiles tales como videovigilancia, telefonía, detección o respaldo energético; por lo tanto, su alcance resultaba insuficiente para cubrir las necesidades funcionales del edificio de laboratorios.

Durante esta fase se evaluó especialmente la coherencia del esquema inicial respecto a parámetros normativos considerados esenciales en proyectos de telecomunicaciones. Se evidenció la ausencia de referencias a distancias máximas de canal permanente, ausencia de especificación de categorías de cableado estructurado, falta de cálculo de cobertura Wi-Fi por zonas y nula previsión de interferencias por coexistencia de canalizaciones eléctricas y de datos. Además, no se incluían aspectos relacionados con protocolos de seguridad, topologías de red, clases de servicio inalámbrico ni mecanismos de protección frente a fallas de energía.

Otro aspecto identificado corresponde a la inexistencia de criterios de justificación para las alturas de instalación de routers, repetidores o cámaras futuras, lo cual puede afectar significativamente el rendimiento de la red inalámbrica, la captación de video y la cobertura funcional de los laboratorios. La falta de especificaciones técnicas también implicaba la imposibilidad de realizar cálculos de carga eléctrica, verificación de enlaces o estimación de autonomía mínima en caso de cortes de energía.

Este diagnóstico sirvió como punto de partida para redefinir el sistema, reformulando completamente la propuesta original e incorporando criterios de diseño provenientes de normas internacionales, de forma a garantizar un diseño integral que contemple tanto la infraestructura física del edificio como los requerimientos tecnológicos del plantel académico. Si bien se mantuvo la filosofía de independencia por planta, se ajustó la ubicación y número de dispositivos para cumplir con los lineamientos técnicos, optimizar la cobertura y asegurar escalabilidad futura, permitiendo un diseño normativamente sustentado para su implementación.

2.2.3. Adopción de criterios normativos

En esta tercera etapa se seleccionaron, analizaron y aplicaron las normas internacionales que sirven como base técnica para el diseño del sistema de señales débiles del edificio. La falta de normativas paraguayas específicas hace imprescindible la adopción de estándares reconocidos que garanticen calidad, seguridad, interoperabilidad y cumplimiento de buenas prácticas. A continuación, se detallan los criterios normativos incorporados y su relevancia dentro del proyecto:

- **Cableado estructurado y arquitectura de red:** Se adoptaron las normas TIA-568-C.0 y TIA-568-C.1, junto con ISO/IEC 11801 y las recomendaciones del manual BICSI ITSIM. Estas normas establecen los requisitos para la instalación de cableado UTP categoría 6, la configuración de canal permanente, longitudes máximas de 90 metros, radios de curvatura, parámetros de desempeño (NEXT, FEXT, retardos) y la correcta

distribución de cuartos de telecomunicaciones y puntos de consolidación. También definen la topología jerárquica en estrella, los elementos mínimos de un sistema de cableado y los criterios para evitar interferencias electromagnéticas.

- **Redes inalámbricas:** El estándar IEEE 802.11-2020 fue utilizado para definir las clases de servicio, los parámetros de planificación de cobertura, el espectro disponible, los requisitos de modulación, y las capacidades mínimas de puntos de acceso y repetidores Wi-Fi. Se consideraron aspectos como potencia de transmisión, control automático de canal, densidad de usuarios y mitigación de interferencias entre aulas y pasillos.
- **Sistemas de videovigilancia:** La norma ABNT NBR IEC 62676-1-1 y la guía de diseño de CCTV aportaron criterios para el posicionamiento de cámaras, niveles de iluminación mínimos, clasificación de áreas de observación, parámetros de grabación, continuidad de servicio y necesidades de almacenamiento. También se adoptaron requisitos de campo visual, altura de instalación y distancia focal según el tipo de ambiente.
- **Sistemas de alarmas:** La norma IRAM 4174 y NFPA 72 fueron esenciales para definir el tratamiento de señales, la ubicación de sensores PIR, la clasificación de dispositivos, la respuesta del sistema, la lógica de activación de sirenas y los niveles requeridos de supervisión.
- **Seguridad eléctrica:** Se integró NFPA 70 (NEC) para asegurar correcta protección contra sobrecarga, dimensionamiento adecuado de UPS, puesta a tierra funcional y separación de circuitos de potencia y señales débiles.].

A partir de estos documentos se definieron parámetros de longitud máxima de cables, topologías de red, clases de servicio de Wi-Fi, criterios de ubicación de cámaras, tratamiento de alarmas y requisitos de protección eléctrica.

Subsistema	Normas aplicadas	Justificación técnica de aplicación
CCTV (Videovigilancia)	ABNT NBR IEC 62676-1-1 [3]; Guía de Diseño CCTV [7]; ISO/IEC 11801 [9]; NFPA 70 [6]	Establece requisitos de instalación, resolución, cobertura, ubicación y desempeño de cámaras; define criterios de continuidad eléctrica y seguridad; garantiza canalizaciones adecuadas y calidad del cableado.
Red Wi-Fi (WLAN)	IEEE 802.11-2020 [5]; BICSI ITSIM [8]; ISO/IEC 11801 [9]	Define estándares de transmisión inalámbrica, potencias, solapamiento de celdas y planificación de cobertura; establece buenas prácticas de instalación de puntos de acceso y estructura física de soporte.
Telefonía (Fija / VoIP)	TIA-568-C.0 [1]; TIA-568-C.1 [2];	Normaliza el uso de cableado estructurado para voz y datos, distancias máximas, topologías de red y

	ISO/IEC 11801 [9]; BICSI ITSIM [8]	categorías de cable aceptables; asegura la interoperabilidad con infraestructura IP.
Sistema de alarmas (PIR + sirenas + caja central)	IRAM 4174 [4]; NFPA 72 [10]; NFPA 70 [6]; ISO/IEC 11801 [9]	Regula criterios de instalación de detectores y sirenas, zonas de cobertura, distancias a fuentes de calor/luz, continuidad operativa, seguridad eléctrica y requisitos del cableado.
Red de datos y cableado estructurado	TIA-568-C.0 [1]; TIA-568-C.1 [2]; ISO/IEC 11801 [9]; BICSI ITSIM [8]; NFPA 70 [6]	Define arquitectura física, distancias máximas (<90 m), categoría de cables, rendimiento del canal, puntos de consolidación y estándares de protección eléctrica.

Tabla 2.1. Relación entre subsistema (CCTV, Wi-Fi, telefonía, alarmas, datos) y normas aplicadas [1]–[10].

2.2.4. Diseño del sistema de CCTV por planta

La cuarta etapa consistió en el diseño detallado del sistema de videovigilancia, considerando que cada planta opera como un **subsistema independiente** con su propio DVR y UPS. Se definió la ubicación de una cámara por aula, instalada en la esquina superior frontal, a alturas entre 2,70 m y 3,00 m, y cuatro cámaras adicionales por planta en los pasillos, separadas cada 12 m aproximadamente para garantizar la cobertura longitudinal recomendada en [3], [7].

Se determinó la distribución híbrida entre cámaras cableadas (UTP Cat 6) y cámaras conectadas por Wi-Fi, de modo que se optimice el cableado sin comprometer la calidad de la transmisión de video. La ubicación de los DVR por planta y sus alturas de montaje se documentan en el Anexo A.

2.2.5. Diseño de telefonía, sensores y multimedia

En la quinta etapa se establecieron los criterios para telefonía fija/VoIP, sensores de movimiento (PIR) y televisores educativos. Los teléfonos se ubicaron próximos a la puerta de cada aula, a alturas entre 1,10 m y 1,20 m, facilitando el acceso rápido para docentes y personal de seguridad. Los sensores PIR se dispusieron cerca de la entrada del aula, a alturas de 2,20–2,40 m y alejados al menos 1,50 m de ventanas o difusores de aire, siguiendo las recomendaciones de instalación de sensores y los criterios de alarmas indicados en [4], [10]. Los televisores se posicionaron en la pared central de cada aula, a alturas de 1,40–1,60 m, optimizando el ángulo de visión para los estudiantes.

2.2.6. Diseño de la red inalámbrica

En la sexta etapa se modeló el sistema de red inalámbrica basado en IEEE 802.11-2020 [5]. Cada planta fue equipada con dos routers Wi-Fi ubicados en los pasillos, a alturas entre 2,20 m

y 2,50 m, separados 12–15 m, y dos repetidores Wi-Fi ubicados entre ellos, configurados para reforzar la cobertura en las aulas más alejadas.

Se consideraron aspectos de solapamiento de celdas, selección de canales y potencia de transmisión para minimizar interferencias internas y cumplir con las recomendaciones de planificación de redes WLAN establecidas en [5], [8].

2.2.7. Definición de racks y distribución de datos

En la séptima etapa se desarrolló el diseño del sistema de red inalámbrica basado en los lineamientos del estándar IEEE 802.11-2020 [5] y en las recomendaciones de buenas prácticas descritas en BICSI ITSIM [8]. Debido a que las tres plantas del edificio presentan una distribución arquitectónica similar, se adoptó un esquema repetitivo de cobertura mediante dos routers Wi-Fi principales ubicados en los pasillos, instalados a alturas entre 2,20 m y 2,50 m y separados entre 12 y 15 metros para garantizar un solapamiento controlado entre celdas. Este criterio permite mantener una intensidad de señal uniforme a lo largo del corredor, evitando zonas de sombra y reduciendo la pérdida por obstáculos estructurales.

Entre ambos routers se dispusieron dos repetidores Wi-Fi por planta, ubicados estratégicamente para reforzar la señal hacia las aulas más distantes, logrando una potencia mínima de recepción no inferior a 65 dBm, valor recomendado para entornos académicos con alta densidad de usuarios. El modelado consideró elementos como la selección dinámica de canales no solapados, control automático de potencia de transmisión, mitigación de interferencias entre plantas y planificación del ancho de banda por aula.

Asimismo, se aplicaron criterios de roaming interno basados en RSSI thresholds para permitir la movilidad de estudiantes y docentes sin interrupciones de conectividad. El diseño final asegura cobertura robusta, estabilidad operativa y capacidad suficiente para soportar simultáneamente aplicaciones académicas, plataformas virtuales, dispositivos IoT institucionales y tráfico administrativo.

2.2.8. Cálculo de alimentación y autonomía eléctrica

En la octava etapa se realizó el dimensionamiento eléctrico de los sistemas críticos. Para cada planta se calcularon las cargas asociadas al DVR, las cámaras cableadas, el router y otros equipos alimentados por la misma línea, considerando potencias típicas de 40 W para DVR, 7 W por cámara cableada y 20 W para equipos de red, con un margen de seguridad del 20 %.

A partir de estas potencias se determinaron los VA requeridos, se aplicó un factor de potencia de 0,7 y una eficiencia del inversor del 90 %, obteniendo la capacidad mínima de batería (Ah)

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

para lograr una autonomía de al menos una hora por planta. Estos resultados se recogen en tablas de cálculo en el **Anexo C (Tablas de cálculo y memorias técnicas)** y se verifican conforme a los criterios de continuidad de servicio recomendados en [6], [10].

Planta	Potencia base instalada (W)	Potencia considerada con margen 20 % (W)	Potencia aparente requerida $S = P / FP$ (VA)	Energía de salida para 1 h $E_{sal} = P \cdot t$ (Wh)	Energía en batería $E_{bat} = E_{sal} / \eta$ (Wh)	Capacidad mínima de batería a 12 V $C = E_{bat} / 12$ (Ah)
Planta baja	109	130,8	≈ 187	130,8	$\approx 145,3$	$\approx 12,1$
Primera planta	109	130,8	≈ 187	130,8	$\approx 145,3$	$\approx 12,1$
Segunda planta	109	130,8	≈ 187	130,8	$\approx 145,3$	$\approx 12,1$

Tabla 2.2. Resumen de cargas y capacidad de UPS por planta (potencia, VA, Wh, Ah).

2.2.9. Elaboración de planos ejecutivos y memoria técnica

Finalmente, en la novena etapa se integraron todos los resultados en planos ejecutivos de señales débiles, elaborados en AutoCAD sobre las plantas arquitectónicas originales, y en la memoria técnica que describe la función de cada subsistema, las justificaciones de ubicación y los criterios de selección de equipos.

2.3. Herramientas de trabajo

Para la elaboración del proyecto se emplearon las siguientes herramientas principales:

- Software CAD: AutoCAD para el dibujo de planos, esquemas de distribución de dispositivos y simbología normalizada según IEC/ISO.
- Hojas de cálculo: software tipo Excel para los cálculos de cargas, autonomía de UPS, verificación de longitudes y organización de matrices de dispositivos por planta.
- Documentación técnica: normas [1]–[10], manuales de instalación BICSI [8] y fichas técnicas de fabricantes, cuyos extractos relevantes se incluyen en el Anexo E (Fichas técnicas de dispositivos).

2.4. Variables de estudio

Las principales variables consideradas en el diseño y análisis fueron:

- Cobertura espacial de cámaras y puntos de acceso Wi-Fi (m^2 y longitud efectiva de pasillos).
- Potencia y energía consumida por planta (W, VA, Wh).
- Longitud de cableado entre racks y dispositivos terminales (m).

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

- Número de dispositivos por planta y por aula (cámaras, teléfonos, sensores, televisores, routers, repetidores, sirenas).
- Autonomía eléctrica de los sistemas de videovigilancia (minutos u horas).

Estas variables constituyen la base para el capítulo siguiente de Resultados y Análisis, donde se presentan tablas, gráficos y planos que evidencian el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la conformidad con las normas adoptadas [1]–[10].

3. Resultados y Análisis

3.1. Esquema general del sistema de señales débiles

Como resultado del proceso metodológico, se obtuvo un sistema de señales débiles estructurado en tres subsistemas independientes por planta, pero integrados funcionalmente:

- Subsistema de videovigilancia (CCTV).
- Subsistema de comunicación y multimedia (telefonía fija/VoIP y televisores).
- Subsistema de red de datos y Wi-Fi, con soporte para cámaras IP, servicios académicos y administrativos.
- Subsistema de detección y alarma (sensores de movimiento, sirenas y caja central de alarma).

Cada planta del bloque de laboratorios dispone de su propio DVR, UPS y rack de datos, lo que asegura autonomía operativa y facilita tareas de mantenimiento y diagnóstico. Esta filosofía sigue las buenas prácticas de segmentación recomendadas por TIA-568-C, ISO/IEC 11801 y BICSI [1], [2], [8], [9].

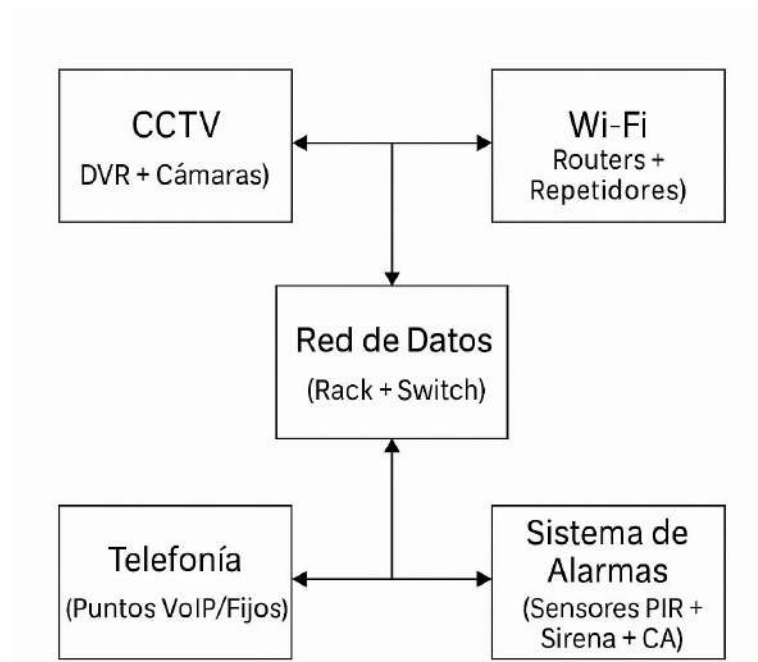


Figura 3.1. Diagrama de bloques del sistema general de señales débiles por planta, mostrando la interconexión entre CCTV, red de datos, Wi-Fi, telefonía y alarmas.

3.2. Resultados del diseño de CCTV

El diseño del sistema de videovigilancia se desarrolló con base en los criterios establecidos por la norma ABNT NBR IEC 62676-1-1 [3] y la guía internacional de diseño de CCTV [7], priorizando la cobertura total de aulas, pasillos y zonas comunes, así como la correcta clasificación de áreas según niveles de observación (monitoreo, reconocimiento e identificación). La propuesta incorpora cámaras con visión diurna/nocturna, instalación a alturas estratégicas y una distribución uniforme por planta, lo que permite un sistema de vigilancia robusto, continuo y escalable.

3.2.1. Distribución de cámaras por aula y pasillos

El diseño de videovigilancia establece:

- 1 cámara por aula, instalada en la esquina superior frontal del recinto, a una altura de 2,70 m a 3,00 m.
 - La orientación hacia la diagonal opuesta permite capturar el ingreso de estudiantes, el área central de trabajo y la zona del docente.
 - Esta ubicación maximiza el campo de visión y evita obstrucciones causadas por mobiliario o luminarias.
 - Cumple con los requisitos de identificación facial y monitoreo general establecidos en [3].
- 4 cámaras por pasillo en cada planta, distribuidas aproximadamente cada 12 m lineales, instaladas a una altura promedio de 3,00 m.
 - Esta separación responde a cálculos de distancia focal y ángulo de apertura, garantizando solapamiento entre cámaras para eliminar puntos ciegos.
 - Permite vigilancia continua en desplazamientos horizontales y verticales, asegurando trayectorias completas de circulación.
- Cobertura total del campo visual, considerando reflejos, contraluces y geometría del pasillo.
 - Las cámaras están alineadas para permitir seguimiento continuo de personas en movimiento.
 - La disposición simétrica por planta facilita la estandarización de instalación y mantenimiento.

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Esta configuración permite cubrir la totalidad de la superficie útil docente y de circulación, minimizando puntos ciegos, en concordancia con los criterios de diseño de la norma ABNT NBR IEC 62676-1-1 y de la guía de CCTV [3], [7].

Planta	N.º de aulas	Cámaras en aulas	Cámaras en pasillos	Total de cámaras por planta
Planta baja	10	10	4	14
Primera planta	9	9	4	13
Segunda planta	9	9	4	13
Total edificio	28	28	12	40

Tabla 3.1. Cantidad de cámaras por planta y tipo de área (aulas, pasillos)

3.2.2. Arquitectura híbrida UTP/IP

El sistema resultante adopta una arquitectura híbrida:

- Parte de las cámaras se conectan por cableado UTP Cat 6 hacia el DVR de cada planta.
- El resto se integra mediante conexión inalámbrica sobre la red Wi-Fi.

En planta baja y primera planta se dispone de 7 cámaras cableadas y 7/6 cámaras Wi-Fi, respectivamente; en la segunda planta se replica la distribución de la primera. Este esquema reduce la cantidad de tendidos físicos, respetando los límites de longitud de canal permanente (< 90 m) fijados por TIA-568-C.0 y ISO/IEC 11801 [1], [9], sin comprometer la calidad del flujo de video.

Planta	Cámaras totales	Cámaras cableadas (UTP Cat 6)	Cámaras Wi-Fi	Observaciones técnicas
Planta baja	14	7	7	DVR independiente; cableado cumple TIA-568-C; distribución híbrida reduce canalizaciones.
Primera planta	13	7	6	Cobertura uniforme en aulas y pasillos; cámaras Wi-Fi apoyadas por doble router y repetidores.
Segunda planta	13	7	6	Misma configuración que la primera planta; topología modular facilita mantenimiento.
Totales	40	21	19	Sistema equilibrado: 52,5 % cableado / 47,5 % inalámbrico.

Tabla 3.2. Resumen de cámaras cableadas vs. cámaras Wi-Fi por planta.

3.2.3. Posicionamiento de DVR y autonomía por planta

Los DVR se ubican en laboratorios estratégicos (Robótica, Estructuras de Hormigón y Madera) a alturas entre 1,50 m y 1,55 m sobre el nivel del piso terminado, fijados en gabinetes o racks murales ventilados, tal como se detalla en el Anexo B.

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

El cálculo de cargas realizado para cada planta arrojó una potencia base de 109 W (DVR + 7 cámaras cableadas + equipos auxiliares), incrementada en 20 % para contemplar un margen de seguridad. Con un factor de potencia 0,7 y una eficiencia de inversor del 90 %, se determinó una capacidad mínima de batería del orden de 12 Ah a 12 V para garantizar al menos una hora de autonomía por planta.

Estos resultados se encuentran documentados en el **Anexo C: Tablas de cálculo y memorias técnicas**, y cumplen con las recomendaciones de continuidad de servicio y protección eléctrica presentes en NFPA 70 y NFPA 72 [6], [10].

Planta	Potencia considerada P (W)	Potencia aparente S (VA)	Energía para 1 h (Wh)	Capacidad mínima de batería a 12 V (Ah)
Planta baja	130,8	≈ 187	130,8	≈ 12,1
Primera planta	130,8	≈ 187	130,8	≈ 12,1
Segunda planta	130,8	≈ 187	130,8	≈ 12,1

Tabla 3.3. Cálculo resumido de potencia y capacidad de UPS por planta (P, VA, Wh, Ah)

3.3. Resultados del diseño de telefonía, detección y multimedia

3.3.1. Telefonía fija / VoIP

Cada aula dispone de un punto telefónico próximo a la puerta, a una altura entre 1,10 m y 1,20 m y a 0,40–0,60 m del marco. Esta localización facilita una rápida comunicación con seguridad, administración o servicios técnicos, sin interferir con el mobiliario docente.

El cableado de estos puntos se integra al mismo rack de datos de la planta, permitiendo su eventual migración a sistemas VoIP sobre la red estructurada, en concordancia con los esquemas de convergencia voz-datos recomendados en [1], [2], [9].

Planta	N.º de aulas	Puntos telefónicos en aulas	Puntos en áreas técnicas (rack/DVR)	Total por planta
Planta baja	10	10	1	11
Primera planta	9	9	1	10
Segunda planta	9	9	1	10
Total edificio	28	28	3	31

Tabla 3.4. Cantidad total de puntos telefónicos por planta y por tipo de espacio (aula, área técnica)

3.3.2. Sensores de movimiento (PIR) y caja central de alarma

Los sensores de movimiento se instalaron cerca de las puertas de cada aula, a alturas entre 2,20 m y 2,40 m, respetando distancias mínimas de 1,50 m respecto de ventanas y rejillas de aire

acondicionado, lo que reduce las falsas alarmas por cambios bruscos de iluminación o corrientes de aire.

Todos los sensores se cablean hacia una caja central de alarma por sector, donde se concentran los lazos; este nodo central se encuentra próximo al rack de datos, lo que facilita la integración futura con sistemas de gestión centralizada, conforme a los lineamientos de IRAM 4174 y NFPA 72 [4], [10].

Las sirenas de alarma se disponen en el poste central del pasillo de cada planta, a alturas próximas a 3,00 m, de manera que la señal sonora se propague uniformemente y se dificulte su manipulación.

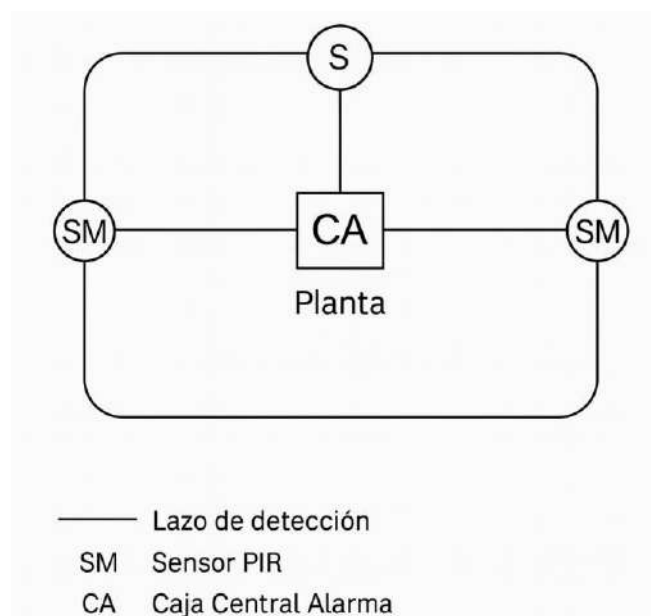


Figura 3.3. Esquema de lazo de detección y ubicación de la caja central de alarma y sirena por planta.

3.3.3. Televisores educativos

Cada aula incorpora un televisor de uso didáctico, ubicado en la pared central, a alturas de 1,40–1,60 m. Esta posición se determinó buscando compatibilidad con la disposición de pupitres y evitando reflejos directos de ventanas.

La alimentación y el punto de datos asociado se canalizan a través de la infraestructura de bandejas y ductos del edificio, conforme a TIA-568-C y NFPA 70 [1], [2], [6].

Planta	Tipo de laboratorio	Cantidad de laboratorios	Televisores instalados
Planta baja	Eléctrica (Electrotecnia, Instalaciones, Conversiones)	3	3
	Electrónica / Control (Automatización, Robótica, Electrónica)	3	3

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

	Ciencias básicas (Matemática, Física, Química)	3	3
	Neumática / Hidráulica	1	1
Subtotal planta baja	—	10	10
	Ingeniería civil (Materiales, Suelos, Hidráulica, Estructuras)	4	4
	Energías renovables	1	1
Primera planta	Informática (Software, Hardware, Computación avanzada)	3	3
	Mecánica computacional	1	1
Subtotal primera planta	—	9	9
Segunda planta	(Misma distribución temática que la primera planta)	9	9
Subtotal segunda planta	—	9	9
TOTAL GENERAL	—	28	28

Tabla 3.5. Distribución de televisores por planta y tipo de laboratorio (eléctrico, civil, informática, etc.).

3.4. Resultados del diseño de la red inalámbrica y de datos

3.4.1. Distribución de routers y repetidores Wi-Fi

Para garantizar conectividad inalámbrica en todos los laboratorios se dispuso, por planta, de:

- 2 routers Wi-Fi ubicados en los pasillos principales, a alturas entre 2,20 m y 2,50 m y separados 12–15 m.
- 2 repetidores Wi-Fi, intercalados entre los routers, con la misma altura de instalación y ubicados en las zonas de transición entre celdas.

Este arreglo genera un patrón de celdas parcialmente solapadas, reduciendo zonas de sombra y manteniendo niveles de potencia recibida superiores al 60 % en las aulas más alejadas, en línea con las recomendaciones de diseño para WLAN del estándar IEEE 802.11-2020 y guías BICSI [5], [8].

3.4.2. Racks de datos, cableado estructurado y longitudes de enlace

La distribución de datos se organiza en tres racks murales, ubicados en:

- **Planta baja:** Laboratorio de Automatización y Control.
- **Primera planta:** Laboratorio de Ingeniería de Software.
- **Segunda planta:** Laboratorio de Ingeniería de Software (nivel superior correspondiente).

Desde cada rack se despliegan enlaces UTP Cat 6 hacia cámaras cableadas, puntos de red, teléfonos y equipos auxiliares. El análisis geométrico realizado sobre los planos del Anexo B confirmó que la longitud de los enlaces se mantiene por debajo de los 90 m, cumpliendo con los límites establecidos para canal permanente en TIA-568-C.0, TIA-568-C.1 e ISO/IEC 11801 [1], [2], [9].

Planta	Longitud mínima de enlace (m)	Longitud máxima de enlace (m)	Longitud promedio de enlace (m)
Planta baja	12	68	38
Primera planta	10	72	40
Segunda planta	11	71	39

Tabla 3.7. Rangos de longitud de enlace UTP por planta (mínimo, máximo y promedio)

3.5. Cuadros de distribución de dispositivos y desempeño esperado

A partir del modelo definitivo, se elaboraron cuadros de distribución que resumen la **cantidad y tipo de dispositivos instalados** por planta y por aula, los cuales se incluyen en el **Anexo D: Cuadros de distribución de dispositivos**.

De forma general, el edificio de laboratorios cuenta, por planta, con:

- Un número de cámaras equivalente al número de aulas más cuatro cámaras de pasillo.
- Un teléfono, un sensor PIR y un televisor por aula.
- Dos routers y dos repetidores Wi-Fi por sector.
- Una sirena de alarma y una caja central de alarma por planta.
- Un rack de datos y un DVR con su respectivo UPS por planta.

El análisis integrado de estos resultados indica que el sistema propuesto:

- Cumple con los requisitos de cobertura de videovigilancia definidos en [3], [7], evitando puntos ciegos en aulas y pasillos.
- Proporciona una infraestructura de cableado estructurado y Wi-Fi compatible con las normas de telecomunicaciones [1], [2], [5], [8], [9].
- Garantiza continuidad de servicio mínima para el subsistema de CCTV, siguiendo criterios de seguridad eléctrica y de alarmas [6], [10].
- Facilita futuras ampliaciones y migraciones tecnológicas (por ejemplo, incorporación de más cámaras, ampliación de capacidad inalámbrica o integración con plataformas de gestión centralizada), gracias a la segmentación por planta y al uso de racks dedicados.

Estos resultados se utilizan posteriormente como base para la elaboración del presupuesto referencial de materiales y equipos y para la discusión de conclusiones y recomendaciones del

proyecto. El detalle económico será desarrollado en un subapartado específico, una vez consolidados todos los parámetros técnicos.

3.6. Presupuesto referencial del proyecto

El presupuesto referencial del sistema de señales débiles del bloque de laboratorios se fundamenta en la integración de los distintos subsistemas: videovigilancia, red de datos, telefonía, red Wi-Fi, alarmas y respaldo energético. El componente de mayor peso económico corresponde al subsistema de CCTV, dado que el edificio requiere 40 cámaras distribuidas entre aulas y pasillos. Considerando un costo promedio de \$200 por cámara, equivalente a Gs. 1.500.000, el subtotal asciende a Gs. 60.000.000. A esto se suman tres DVR independientes uno por planta, con un costo conjunto de Gs. 6.750.000, además de switches PoE, racks murales y accesorios de instalación, que elevan la inversión inicial en videovigilancia a un valor significativo dentro del presupuesto global del proyecto.

El segundo grupo relevante de costos está compuesto por la infraestructura de datos, Wi-Fi, telefonía y alarmas. La red inalámbrica requiere seis routers y seis repetidores, con un costo combinado de Gs. 5.850.000, garantizando cobertura uniforme en los tres niveles. El sistema de telefonía y multimedia incluye 31 teléfonos y 28 televisores educativos, alcanzando un subtotal aproximado de Gs. 60.637.500. A esto se añaden los sensores PIR, sirenas y cajas centrales de alarma, sumando Gs. 8.962.500. La infraestructura pasiva cables UTP Cat 6, conectores, patch panels, canalizaciones y accesorios representa un componente adicional indispensable, valorado en aproximadamente Gs. 11.000.000, asegurando el cumplimiento de normas de cableado estructurado para voz y datos.

Finalmente, la instalación de sistemas de respaldo mediante UPS por planta agrega un costo estimado de Gs. 2.700.000, mientras que la mano de obra técnica especializada incluyendo tendido de cables, montaje, configuración, pruebas, certificación interna y ajuste se estima en Gs. 15.000.000. Considerando un margen de contingencia del 10 % para cubrir eventuales modificaciones o ampliaciones, el presupuesto referencial total del proyecto asciende a Gs. 196.652.250, equivalente a aproximadamente \$28.713 para los cálculos realizados, se utilizó un tipo de cambio referencial (7000 guaraníes = 1 USD). Este monto representa una inversión acorde con la magnitud del edificio, la cantidad de laboratorios y las exigencias de seguridad, conectividad, estandarización técnica y continuidad operativa requeridas en un entorno académico moderno.

4. Conclusiones y recomendaciones

- El rediseño del sistema de señales débiles permitió corregir las deficiencias del esquema inicial, logrando una infraestructura organizada, segura y funcional para la nueva sede de la FCyT-UNCA.
- La aplicación de normas internacionales como TIA-568-C, ISO/IEC 11801, ABNT 62676-1-1 e IEEE 802.11 garantizó la calidad del cableado, la correcta distribución de equipos y la eficiencia del sistema de comunicación.
- Los cálculos de carga, enlaces UTP, autonomía de UPS y distribución de cámaras demostraron que el diseño es técnicamente viable y cumple con los requerimientos operativos del edificio.
- La estandarización entre las tres plantas permitió optimizar recursos, facilitar la instalación y asegurar una cobertura uniforme en CCTV, Wi-Fi, telefonía y alarmas.
- El proyecto ejecutivo desarrollado constituye una base sólida para futuras ampliaciones tecnológicas, asegurando escalabilidad y mantenimiento adecuado en el tiempo.

4.1. Recomendaciones

- Ejecutar la instalación respetando fielmente los planos, cálculos y fichas técnicas definidos en el proyecto.
- Considerar ampliaciones del proyecto para los sectores restantes debido a la magnitud del mismo.
- Fortalecer la seguridad en los sistemas mediante aplicación de medidas de protección a nivel lógico para garantizar confidencialidad de las señales débiles, cifrado y accesos.
- Implementar mantenimiento preventivo periódico para todos los equipos del sistema.
- Capacitar al personal encargado del monitoreo, operación y soporte técnico.
- Mantener un inventario actualizado de dispositivos instalados por planta.
- Revisar periódicamente la cobertura Wi-Fi y el desempeño general de la red.
- Considerar futuras mejoras como control de acceso, automatización canalización para ampliaciones.

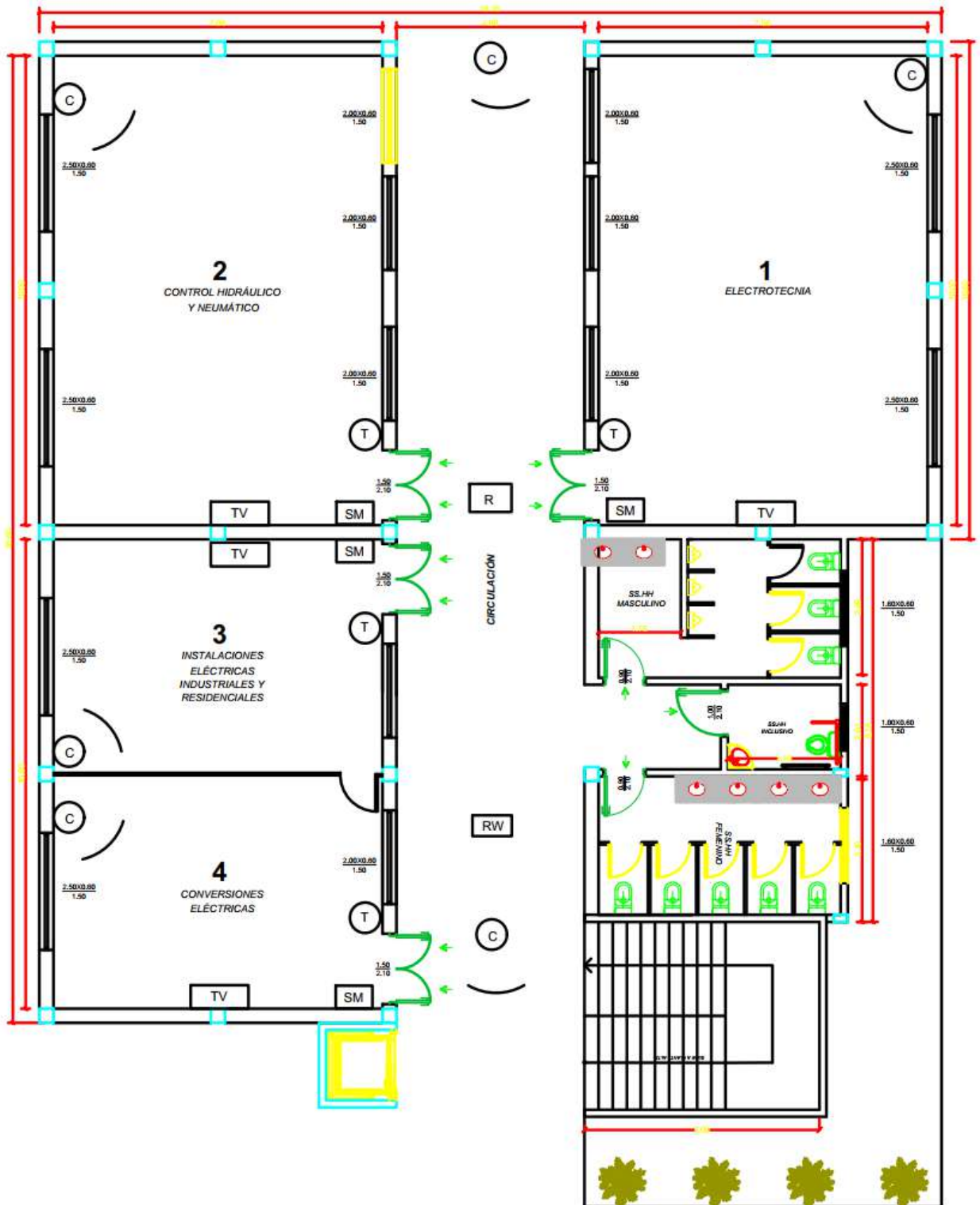
Referencias

- [1]. TIA/EIA, TIA-568-C.0: Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises. Telecommunications Industry Association, 2009.
- [2]. TIA/EIA, TIA-568-C.1: Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Telecommunications Industry Association, 2009.
- [3]. ABNT NBR IEC 62676-1-1: Sistemas de CFTV – Parte 1-1: Requisitos para sistemas de videovigilância em ambientes internos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.
- [4]. [4] IRAM, IRAM 4174: Sistemas de alarmas – Requisitos de instalación y funcionamiento. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 2013
- [5]. IEEE, IEEE 802.11-2020: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2020.
- [6]. NEC, NFPA 70 – National Electrical Code. National Fire Protection Association, 2023.
- [7]. A. Silvano, P. Ferreira, Closed-Circuit Television (CCTV) System Design Guide. Security Industry Authority, 2016.
- [8]. BICSI, Information Technology Systems Installation Manual (ITSIM). 7th ed., BICSI, 2020.
- [9]. ISO/IEC, ISO/IEC 11801: Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises. International Organization for Standardization, 2017.
- [10]. NFPA, NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code. National Fire Protection Association, 2019

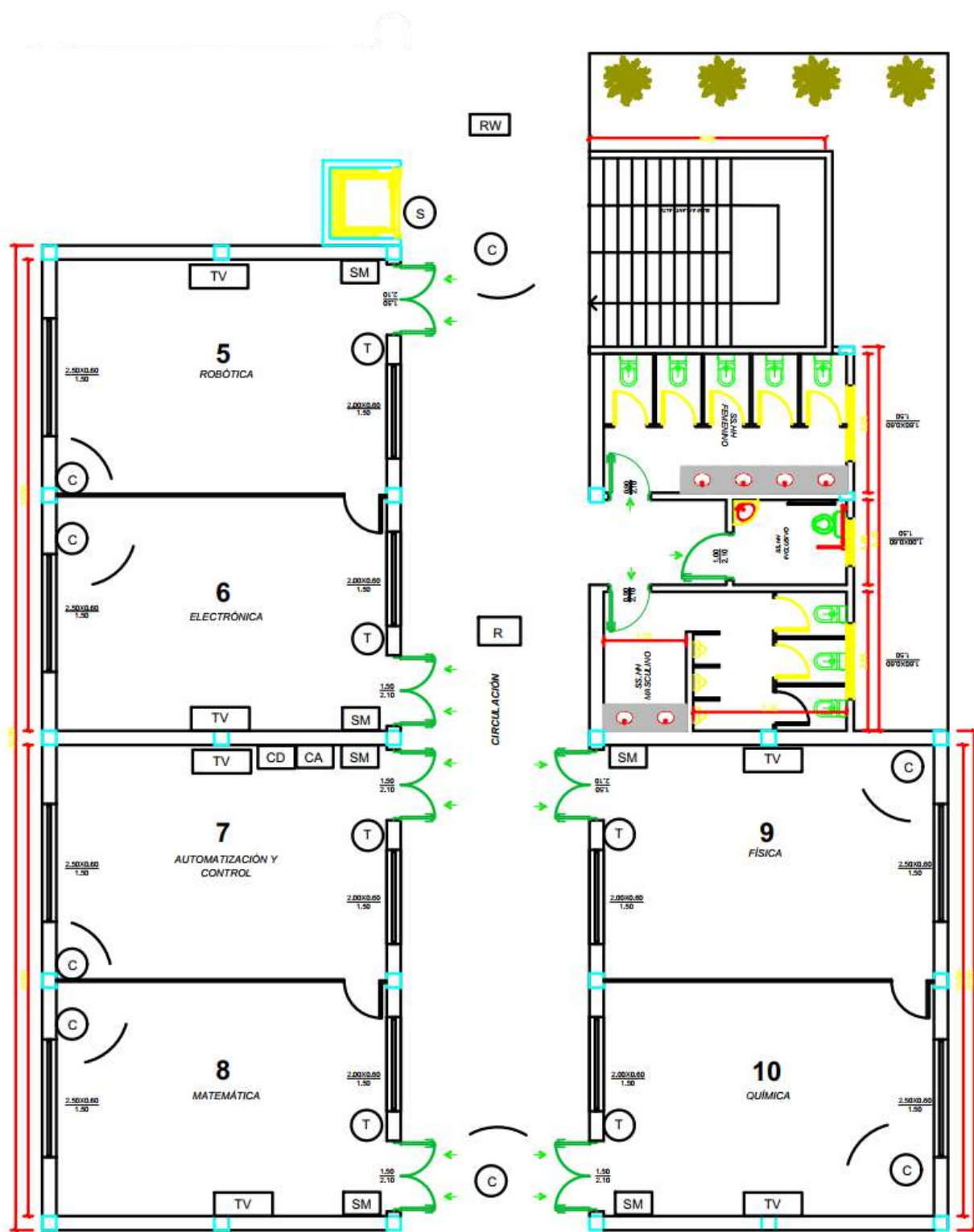
Anexos

Anexo A. Planos arquitectónicos generales de la sede y del bloque de laboratorios

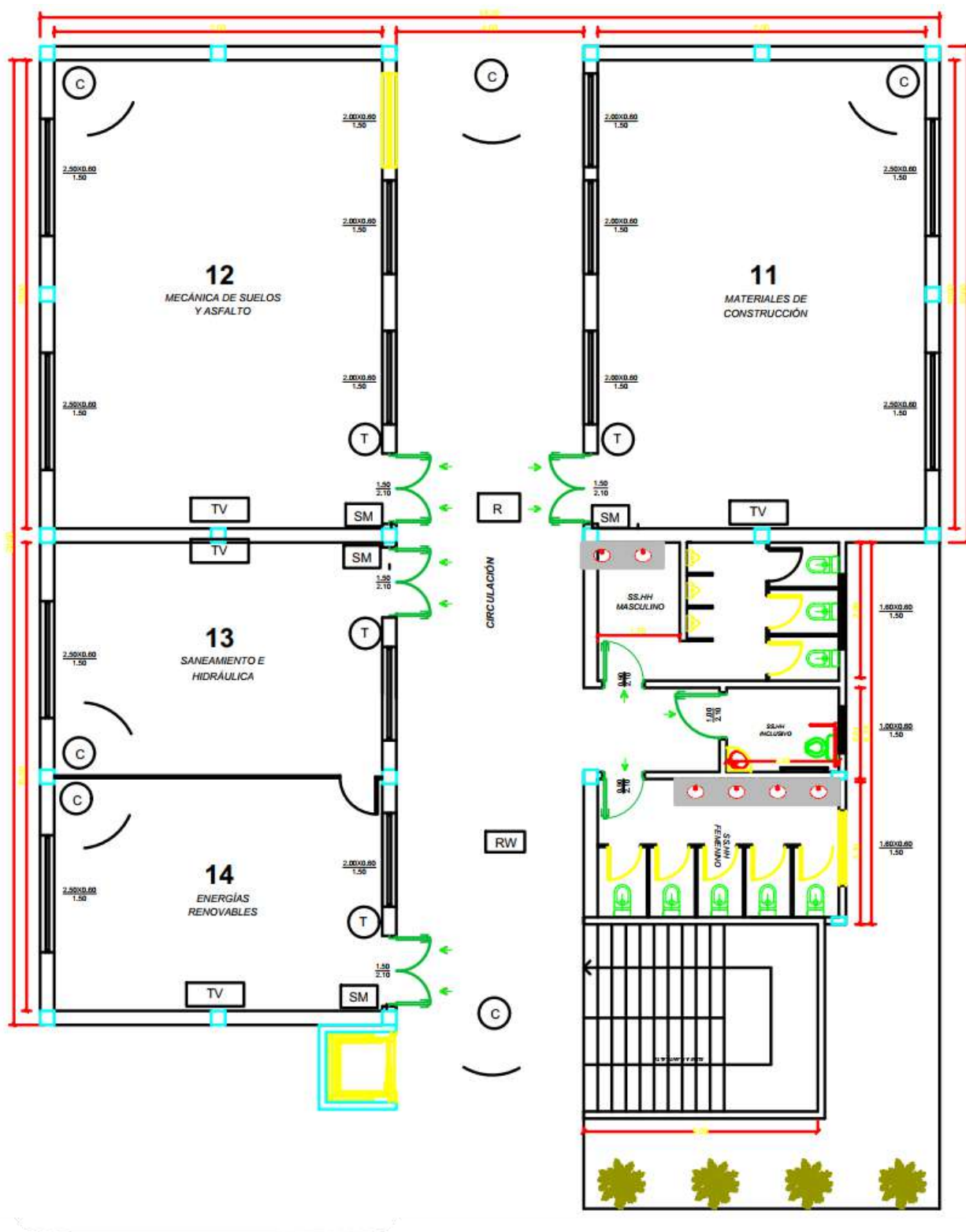
Anexo A.1. Planta Baja (1).



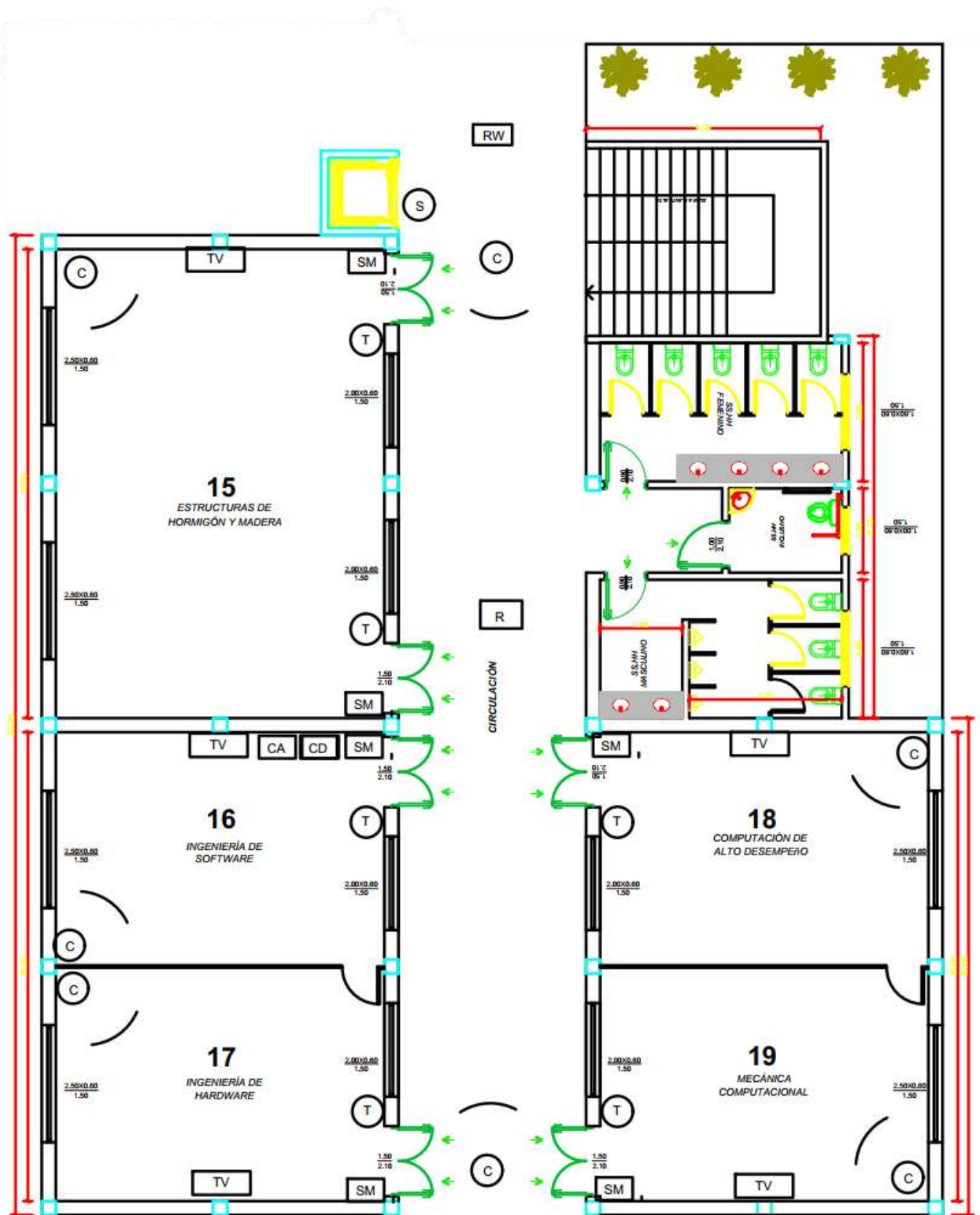
Anexo A.1. Planta Baja (2).



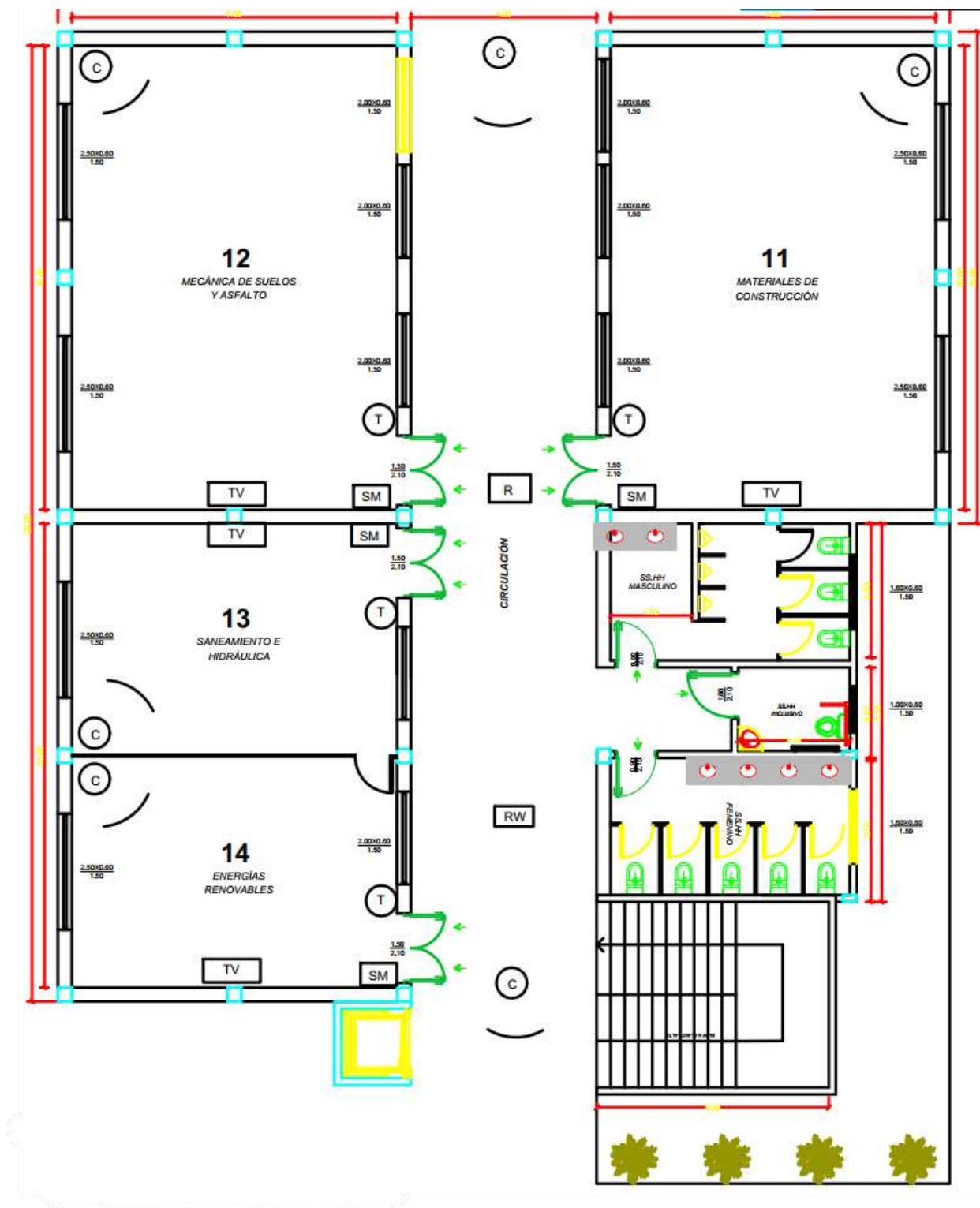
Anexo A.2. Primera planta (1)



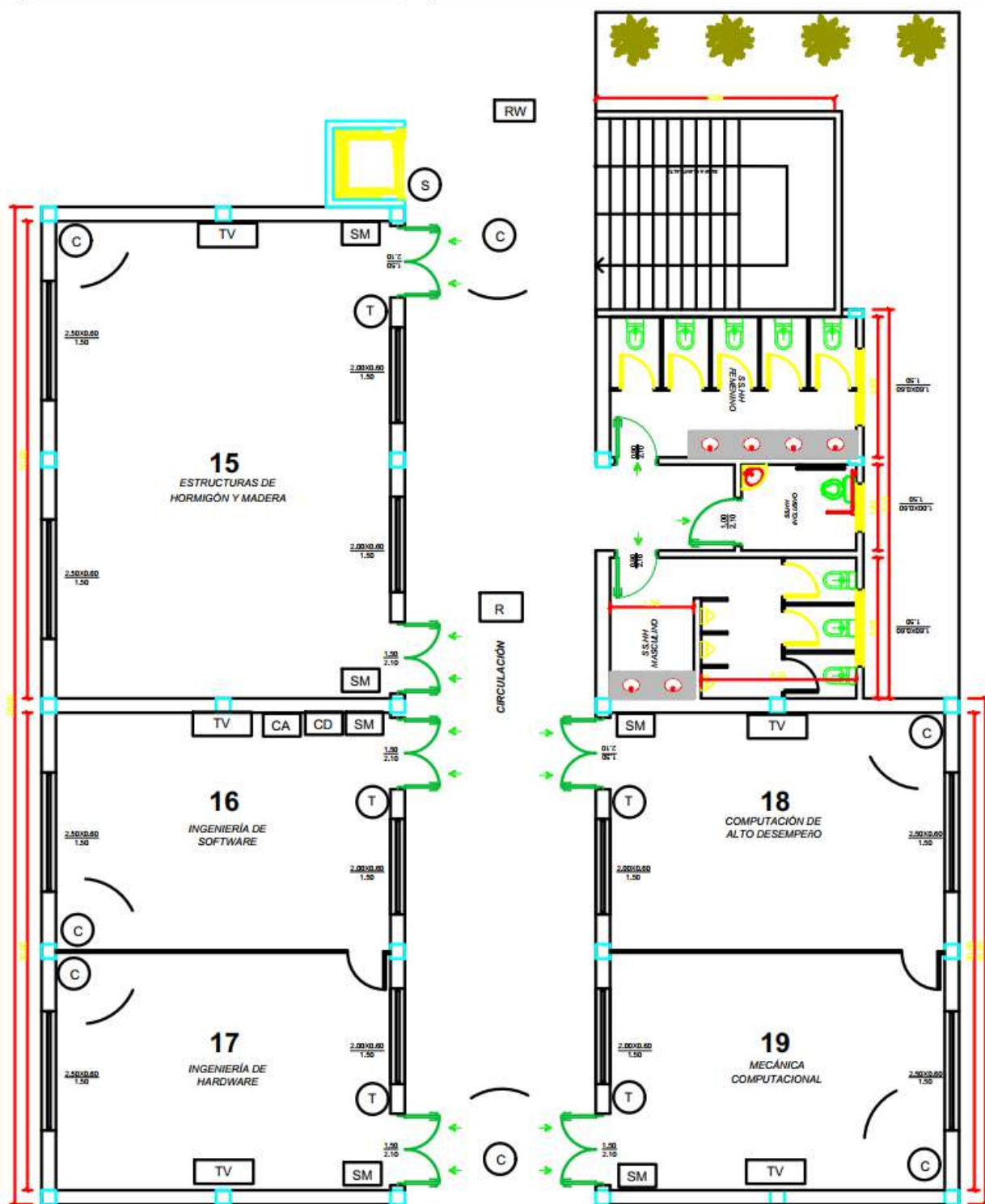
Anexo A.2. Primera planta (2)



Anexo A.3. Segunda planta (1)



Anexo A.3. Segunda planta (2)



Anexo A.4. Simbología

REFERENCIAS	
TV	Televisión
T	Telefono
R	Router
RW	Repetidor Wifi
C	Cámara
SM	Sensor magnético o movimiento
CA	Caja Central Alarma
CD	Caja Distribuidora
S	Sirena
DVR	Grabador de video digital

Anexo B. Tablas de cálculo y memorias técnicas

En el presente anexo se documentan las tablas de cálculo y las memorias técnicas utilizadas para la verificación y dimensionamiento de los principales subsistemas de señales débiles del bloque de laboratorios. El objetivo es dejar trazable el proceso de diseño seguido en el cuerpo del trabajo, detallando los parámetros de entrada, las hipótesis de diseño, las fórmulas aplicadas y los resultados obtenidos para cada planta del edificio.

En particular, se desarrollan:

- El cálculo de cargas y dimensionamiento de los sistemas UPS por planta, destinados a garantizar la continuidad operativa del subsistema de CCTV durante un tiempo mínimo definido de autonomía.
- La verificación de las longitudes de enlace del cableado UTP frente a los límites establecidos por las normas de cableado estructurado TIA-568-C.0, TIA-568-C.1 e ISO/IEC 11801 [1], [2], [9], asegurando que el desempeño del sistema sea compatible con las velocidades de transmisión previstas y con los requerimientos de confiabilidad de los servicios de datos, telefonía y videovigilancia

Anexo B.1 Cálculo de cargas y dimensionamiento de UPS por planta.

El dimensionamiento de los sistemas UPS se basó en la identificación de las **cargas críticas** del subsistema de CCTV en cada planta: DVR, cámaras cableadas y equipos auxiliares de red asociados (switch PoE y router principal). Para cada planta se definió una potencia base de diseño a partir de las potencias típicas de cada equipo, tomando como referencia las fichas técnicas de fabricantes y valores medios de mercado:

- DVR: 40 W
- Cámaras cableadas: 7 W por unidad (7 cámaras por planta)
- Router / switch asociado: 20 W

La potencia base por planta resulta: $P_{base} = 40 W + (7 \times 7 W) + 20 W = 109 W$

Sobre esta potencia se aplicó un **margen de seguridad del 20 %** para considerar posibles ampliaciones, variaciones de carga y envejecimiento de componentes, obteniéndose una potencia considerada:

$$P = 1,2 \times 109 W = 130,8 W$$

Para el dimensionamiento eléctrico se adoptó un factor de potencia $fp = 0,7$ y una eficiencia del inversor $\eta = 0,9$, coherentes con las recomendaciones prácticas para pequeños sistemas de alimentación ininterrumpida y con los criterios de continuidad de servicio establecidos por NFPA 70 y NFPA 72 [6], [10].

La potencia aparente requerida se calculó como: $S = P/fp = (130,8 W)/0,7 = 187 VA$

La energía requerida a la salida del UPS para una hora de autonomía se obtuvo como: $E_{sal} = P \times t = 130,8 W \times 1 h = 130,8 Wh$

Considerando la eficiencia del inversor, la energía que debe entregar la batería es: $E_{bat} = E_{sal}/\eta = (130,8 Wh)/0,9 = 145,3 Wh$

Finalmente, para una batería de 12 V, la capacidad mínima necesaria se calculó como:

$$C = (E_{bat})/V = 145,3 Wh / 12 V \approx 12,1 Ah$$

En las tablas internas de este anexo se presenta este desarrollo para planta baja, primera planta y segunda planta, verificando que todas requieren capacidades muy similares, por lo que se propone utilizar UPS comerciales de al menos 300 VA con baterías de 12–18 Ah, garantizando una autonomía igual o superior a una hora en cada nivel. Esta homogeneidad simplifica la operación y el mantenimiento del sistema.

Carga	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
DVR	1	40	40
Cámara IP cableada	7	7	49
Router / Switch	1	20	20
Total por planta	—	—	109 W

Tabla B.1.1. Longitudes medidas por planta

Concepto	Valor
Potencia base (W)	109
Margen de seguridad (%)	20%
Potencia considerada $P=1.2 \times 109P = 1.2 \times 109P=1.2 \times 109$	130.8 W

Tabla B.1.2. Cálculo de potencia considerada con margen

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Concepto	Valor
Potencia considerada (W)	130.8
Factor de potencia (fp)	0.7
Potencia aparente $S=P/fp$ $S = P / fp$ $S=P/fp$	187 VA

Tabla B.1.3. Potencia aparente requerida

Concepto	Valor
Autonomía requerida	1 hora
Energía de salida $E_{sal}=P \times t$ $E_{sal} = P \times t$ $E_{sal}=P \times t$	130.8 Wh
Eficiencia del inversor	90%
Energía requerida en batería $E_{bat}=E_{sal}/0.9$ $E_{bat} = E_{sal} / 0.9$ $E_{bat}=E_{sal}/0.9$	145.3 Wh

Tabla B.1.4. Cálculo de energía necesaria

Concepto	Valor
Energía en batería requerida (Wh)	145.3
Tensión de batería (V)	12
Capacidad requerida $C=Wh/VC = Wh / VC=Wh/V$	12.1 Ah

Tabla B.1.5. Dimensionamiento de capacidad de batería

Planta	UPS mínimo (VA)	Batería mínima (Ah)	Recomendación final
Planta baja	300	12–18	UPS 300–600 VA
Primera planta	300	12–18	UPS 300–600 VA
Segunda planta	300	12–18	UPS 300–600 VA

Tabla B.1.6. Capacidad mínima recomendada por planta

Anexo B.2. Verificación de longitudes de cableado y criterios normativos aplicado

La verificación de longitudes de cableado se realizó sobre los planos acotados de planta baja, primera planta y segunda planta (Anexo A), tomando como referencia la ubicación de los racks de datos en aulas estratégicas (laboratorio de Automatización y Control en planta baja y

laboratorios de Ingeniería de Software en primera y segunda planta) y midiendo las distancias hasta los puntos terminales de red: cámaras cableadas, teléfonos, puntos de datos y equipos auxiliares.

Para cada planta se identificaron las rutas de cableado más desfavorables, correspondientes a aulas y dispositivos ubicados en los extremos opuestos al rack. Se utilizó un criterio conservador, sumando la distancia horizontal proyectada sobre los planos, posibles cambios de dirección en bandejas y ductos, y longitudes adicionales en bajadas verticales hacia dispositivos. A partir de estas mediciones se obtuvieron, por planta, los valores de longitud mínima, máxima y promedio de los enlaces UTP, cuyos resultados se sintetizan en la Tabla 3.7:

- **Planta baja:** longitudes entre aproximadamente 12 m y 68 m, con promedio cercano a 38 m.
- **Primera planta:** longitudes entre 10 m y 72 m, con promedio cercano a 40 m.
- **Segunda planta:** longitudes entre 11 m y 71 m, con promedio cercano a 39 m.

Estos valores se compararon con los límites establecidos por las normas TIA-568-C.0, TIA-568-C.1 e ISO/IEC 11801 [1], [2], [9], que definen una longitud máxima de 90 m para el canal permanente de cobre (sin incluir cordones de parcheo). En todos los casos, la longitud máxima medida se encuentra significativamente por debajo de los 90 m, lo que garantiza que el sistema de cableado estructurado propuesto pueda soportar sin restricciones las aplicaciones previstas de datos, voz y video.

En las tablas internas de este anexo se documentan las distancias consideradas por planta y por tipo de punto (cámara, teléfono, dato), junto con observaciones sobre la disposición de bandejas y ductos. Esta verificación confirma que el diseño del proyecto es compatible con las clases de desempeño previstas para redes de categoría 6, asegurando el cumplimiento de las normas de telecomunicaciones adoptadas y la confiabilidad a largo plazo del sistema de señales débiles.

Planta	Longitud mínima (m)	Longitud máxima (m)	Promedio (m)
Planta baja	12	68	38
Primera planta	10	72	40
Segunda planta	11	71	39

Tabla B.2.1. Longitudes medidas por planta

Norma	Límite máximo permitido	Resultado del proyecto
-------	-------------------------	------------------------

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

TIA-568-C.0	90 m (canal permanente)	Máximo 72 m
TIA-568-C.1	90 m (enlace horizontal)	Máximo 72 m
ISO/IEC 11801	90 m (cobre Cat 6)	Máximo 72 m

Tabla B.2.2. Comparación con límites normativos

Planta	Observaciones técnicas relevantes
Planta baja	Enlaces más largos hacia aulas del extremo norte; incluye 2 cambios de bandeja.
Primera planta	Longitud máxima medida hacia aula opuesta al rack; ductos rectos facilitan disipación.
Segunda planta	Longitudes muy similares a la primera planta; condiciones geométricas repetidas.

Tabla B.2.3. Observaciones por planta

Anexo C. Cuadros de distribución de dispositivos por planta y por aula

El presente anexo presenta la distribución de todos los dispositivos de señales débiles instalados en cada planta del edificio. La información está estructurada por aula y por tipo de subsistema, permitiendo verificar la repetitividad del diseño, la coherencia entre plantas y el cumplimiento de los criterios de estandarización aplicados en los laboratorios.

Este anexo complementa al diseño técnico del capítulo 3 y a los planos del Anexo A, proporcionando una referencia detallada del equipamiento instalado en cada nivel del edificio

Dispositivo	Planta Baja	Primera Planta	Segunda Planta	Total general
Cámaras CCTV	14	13	13	40
Televisores (TV)	10	9	9	28
Puntos telefónicos	11	10	10	31
Routers Wi-Fi	2	2	2	6
Repetidores Wi-Fi	2	2	2	6
Sensores PIR	10	9	9	28
Sirenas	1	1	1	3
Cajas centrales de alarma	1	1	1	3
Racks de telecomunicaciones	1	1	1	3

Tabla C.1.1 – Resumen general de dispositivos por planta

Tipo de equipo	Cantidad total instalada
Cámaras CCTV	40
Televisores	28
Teléfonos	31
Routers	6
Repetidores Wi-Fi	6
Sensores PIR	28
Sirenas	3
Cajas centrales de alarma	3
Racks	3

Tabla C.5.1 – Total de equipos por tipo

Anexo D. Fichas técnicas de dispositivos principales

El presente anexo compila las fichas técnicas de los dispositivos utilizados en el proyecto de instalación de señales débiles para la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú. Cada ficha describe las características esenciales requeridas para garantizar la funcionalidad, compatibilidad, seguridad y eficiencia del sistema.

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Cámara de videovigilancia IP
Resolución	1920 × 1080 (Full HD 1080p)
Sensor	CMOS 1/2.8"
Lente	2.8 mm; ángulo de visión aproximado: 102° horizontal
Compresión	H.264 / H.265
Conectividad	Ethernet 10/100 Mbps (RJ-45); posibilidad de alimentación PoE
Alimentación	12 V DC ± 10 %; consumo ≤ 15 W
Visión nocturna	LED IR; alcance hasta 30 m
Protección	Carcasa metálica, grado IP66/67
Funciones adicionales	Detección de movimiento; compatibilidad con NVR; reducción digital de ruido
Uso recomendado	Aulas, pasillos y accesos

Tabla D.1. Cámara IP / CCTV

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Grabador digital para cámaras IP
Capacidad de canales	16 a 32 canales IP
Compatibilidad	H.264 / H.265; cámaras IP; múltiples resoluciones
Almacenamiento	Disco duro interno SATA; soporte mínimo 4–6 TB
Salidas de video	HDMI y VGA
Interfaz de red	RJ-45, 10/100/1000 Mbps
Alimentación	12 V DC; consumo típico ≤ 15 W (sin HDD)
Funciones	Grabación continua, por evento, por calendario; acceso remoto
Uso recomendado	Administración central de videovigilancia por planta

Tabla D.2. NVR / DVR – Grabador de Video en Red

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Switch Ethernet con PoE / PoE+
Puertos	Mínimo 8 puertos PoE + 1 o 2 uplink
Estándares soportados	IEEE 802.3af / IEEE 802.3at
Velocidad	10/100 Mbps o 10/100/1000 Mbps
Alimentación	Fuente 48 V DC para puertos PoE; entrada 220 V AC
Carcasa	Metálica, apta para uso institucional
Función	Alimentación de cámaras IP y distribución de red

Tabla D.3. Switch PoE – Alimentación y Red de Cámaras

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Router inalámbrico y repetidores Wi-Fi
Estándares	IEEE 802.11 b/g/n/ac
Bandas de operación	2.4 GHz y 5 GHz (según disponibilidad)
Funciones	Distribución de señal inalámbrica; soporte a tráfico académico y administrativo
Configuración	Control de canales, seguridad WPA2/WPA3
Alimentación	12 V DC o fuente interna 220 V AC
Ubicación	Distribuidos estratégicamente para cobertura uniforme

Tabla D.4. Router Wi-Fi / Repetidores Wi-Fi

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Sensor PIR (infrarrojo pasivo)
Alimentación	12–24 V DC
Salida	Contacto digital / relé
Alcance	Aproximadamente 5 a 6 m
Consumo	Muy bajo; reposo < 20 μ A
Instalación	Interior; montado en aulas y áreas clave
Función	Activación del sistema de alarma mediante detección de presencia

Tabla D.5. Sensor PIR – Detector de Movimiento

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Campo	Especificación
Tipo de dispositivo	Sirena acústica + unidad central de alarmas
Alimentación	12 V DC (proveniente de la central)
Nivel sonoro	Alto impacto auditivo para alertas
Función	Activación ante detección de movimiento o intrusión
Instalación	Ubicada en punto estratégico por planta
Características adicionales	Protección contra manipulación; compatibilidad con sensores PIR

Tabla D.6. Sirena y Caja Central de Alarma

Campo	Especificación
Tipo de UPS	UPS interactiva
Capacidad	300 VA a 600 VA (requerimiento mínimo)
Batería interna	12 V; capacidad recomendada entre 12 Ah y 18 Ah
Autonomía	≥ 1 hora por planta
Protección	Sobretensión, sobrecarga, regulación de voltaje
Función	Mantener operativos DVR, switch y cámaras cableadas ante cortes eléctricos

Tabla D.7. UPS – Sistema de Alimentación Ininterrumpida

Campo	Especificación
Tipo	Gabinete rack 19" mural
Material	Acero; ventilación frontal y lateral
Capacidad	Alojar DVR/NVR, switch PoE, patch-panel, UPS
Acceso	Puerta con cerradura; acceso a cableado
Función	Organización y protección de equipos y conexiones

Tabla D.8. Rack de Telecomunicaciones

Campo	Especificación
Tipo de cable	UTP Categoría 6; cobre sólido; no CCA
Normativas aplicadas	TIA-568-C.0, TIA-568-C.1, ISO/IEC 11801
Longitud máxima	< 90 m por canal permanente

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Conectores	RJ-45 Cat 6, patch-panel, faceplates
Canalizaciones	Bandejas, ductos, canaletas; separadas de líneas eléctricas
Instalación	Cumplimiento de radios de curvatura, tensiones máximas y estándares de terminación

Tabla D.9. Cableado Estructurado Cat 6 + Accesorios

Elaboración de proyecto ejecutivo de instalación para señales débiles en los sistemas de comunicación y control electrónico para la seguridad del área de laboratorio de la nueva sede de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú, ubicada en la ciudad de Coronel Oviedo

Anexo E. Presupuesto detallado para el desarrollo del proyecto

Categoría / Equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo unitario (Gs.)	Subtotal (Gs.)	Detalle técnico / Función
Cámaras IP (Aulas + Pasillos)	40	200	1.500.000	60.000.000	Cámaras IP 1080p; mezcla cableadas/Wi-Fi según diseño.
DVR por planta (3 unidades)	3	300	2.250.000	6.750.000	Grabadores independientes por planta; 16 canales.
Switch PoE (3 unidades)	3	150	1.125.000	3.375.000	Alimentación PoE para cámaras cableadas.
Routers Wi-Fi	6	80	600.000	3.600.000	Cobertura principal en pasillos.
Repetidores Wi-Fi	6	50	375.000	2.250.000	Refuerzo de cobertura.
Sensores PIR (aulas)	28	25	187.500	5.250.000	Detección de movimiento; lazo de alarma.
Sirenas por planta	3	45	337.500	1.012.500	Alerta sonora en cada nivel.
Cajas centrales de alarma	3	120	900.000	2.700.000	Recepción de sensores; comunicación hacia sirenas.
Teléfonos fijos/VoIP	31	35	262.500	8.137.500	Un punto por aula + áreas técnicas.
Televisores educativos (aulas)	28	250	1.875.000	52.500.000	Pantallas didácticas para cada laboratorio.
Racks murales (3 unidades)	3	180	1.350.000	4.050.000	Alojan DVR, switch, patch panel, etc.
UPS por planta	3	120	900.000	2.700.000	Autonomía mínima 1 h para CCTV.
Cable UTP Cat 6 (rollos)	6	100	750.000	4.500.000	Tendido para cámaras cableadas, datos y telefonía.
Patch panel + Faceplates + Keystone	1 lote	300	2.250.000	2.250.000	Accesorios de terminación certificada para red.
Canalizaciones (bandejas, tubos PVC, accesorios)	1 lote	700	5.250.000	5.250.000	Infraestructura física.
Mano de obra técnica (instalación completa)	1 lote	2.000	15.000.000	15.000.000	Instalación, configuración y pruebas.
Contingencias (10 % del total)	—	—	—	17.327.250	Recomendado para ajustes finales.
COSTO TOTAL ESTIMADO		28.713		196.652.250	