



Implementación de una metodología de diseño conceptual de una nueva edificación para formación

Implementation of a conceptual design methodology of a new building for training

Nelson Castaño Ciro² / Sara Posada³
Martín Alonso Pérez⁴ / Jorge Palacio⁵

RESUMEN

El objetivo principal de este artículo es implementar una metodología de diseño conceptual en una edificación nueva para formación. Se realiza el estado actual del número de aprendices para el año 2018 en el Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, CDHC tomando en cuenta las diferentes sedes: Pedregal, la Inmaculada, Buenos Aires y Tecnoacademia. Además del número de aprendices, se tiene en cuenta la otra población del CDHC, como funcionarios administrativos y personal de apoyo. De igual forma se toma en campo el área total de cada una de las sedes para calcular el índice de ocupación del aprendiz, el cual arroja un resultado de 1,2 m²/aprendiz, el cual es bajo para esta clase de instituciones.

Se hace un estudio del estado del arte en bases de datos especializadas acerca del tema de la investigación, y también se realizan visitas personalizadas en edificaciones relativamente nuevas en el territorio nacional. Después de recopilar esta información se procede a realizar la propuesta de diseño conceptual de la nueva edificación, la cual propone un edificio de 9 pisos con tres sótanos, estos últimos serán de parqueaderos.

Palabras clave: *diseño conceptual, Sena CDHC; BIM; construcción; ambientes de aprendizaje; edificación.*

ABSTRACT

The main objective of this article is to implement a conceptual design methodology in a new building for training. The status of the number of apprentices for the year 2018 is carried out at the Center for the Development



of Habitat and Construction, CDHC, taking into account the different locations: Pedregal, La Inmaculada, Buenos Aires and Tecnoacademia. In addition to the number of trainees, the other population of the CDHC is taken into account, such as administrative officers and support staff. In the same way, the total area of each of the offices is taken in the field to calculate the apprentice occupancy rate, which yields a result of 1.2 m²/apprentice, which is low for this class of institutions.

A study of the state of the art is made in specialized databases on the subject of the investigation, and personalized visits are also made in relatively new buildings in the national territory. After collecting this information, the conceptual design proposal for the new building is carried out, which proposes a 9 story building with three basements, the latter will be parking spaces.

Keywords: *conceptual design; Sena CDHC; BIM; construction; learning environments; building.*

1. Determinación de los Factores claves para la Planificación de la Implementación de la Metodología BIM (Building Information Modeling)
2. Ingeniero químico, Sena, ncastano@sena.edu.co, Medellín.

3. Arquitecta, Sena, sposada@sena.edu.co, Medellín.
4. Arquitecto, asesor, jpalacio@sena.edu.co, Medellín.
5. Arquitecto, asesor, arq.maper@gmail.com, Medellín.



1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende realizar estado del arte relacionado con experiencias y procesos de implementación de la metodología BIM en proyectos de diseño conceptual para el desarrollo de edificaciones nuevas para ambientes de aprendizaje de formación técnica y tecnológica, además, Implantar el diseño conceptual en el predio existente del Centro Para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción (en adelante, CDHC), Sena, regional Antioquia.

Para el CDHC, la implementación de las nuevas tendencias que hacen parte del sector de la industria del diseño y la construcción son retos ineludibles, que hacen parte integral de sus procesos misionales como formadores de técnicos y tecnólogos que harán parte de un mundo laboral competitivo y que viaja a la vanguardia de los adelantos y nuevas tendencias.

Es así como ve la necesidad de formar los nuevos profesionales bajo los modelos actuales, y desde este año viene investigando sobre la implementación de la metodología BIM en las empresas de construcción en Colombia. Esto muestra nuestro compromiso de aplicar las nuevas formas de trabajo y de afrontar los proyectos de diseño y construcción con las nuevas herramientas y avances tecnológicos. El proceso de investigación actual nos ha mostrado la necesidad de romper los paradigmas actuales en la forma de afrontar los proyectos de diseño y construcción.

Entre las nuevas tendencias metodológicas de aplicación destaca BIM (Building Information Modeling), el cual puede ser traducido como Modelado de Información de la Edificación. Para The National Institute of Building Sciences (Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción), entidad no gubernamental sin fines de lucro que regenta el sector de la construcción en los Estados Unidos, BIM es “una representación digital de características físicas y funcionales de una edificación que sirve como una fuente compartida de información que genera una base confiable para la toma de decisiones durante el ciclo de vida de la edificación desde el principio en adelante” (Arboleda, Fernando, & Rivera, 2012).

Esta definición nos acerca de manera directa a los alcances que se pueden tener con la aplicación de esta metodología y las bondades que puede ofrecer a un sector que genera el 9% del PIB y proporciona más de 20 millones de empleos en Europa, y es responsable del 40% del consumo de energía y del 38% de las emisiones de CO₂ (Santos, Costa, & Grilo, 2017) ; sector que está

relacionado de manera directa con la extracción de recursos no renovables, la incidencia de los gases de efecto invernadero, el calentamiento global; es así como BIM ofrece las herramientas necesarias que permiten abordar los proyectos con una visión más integral y responde a los postulados actuales de planeación estratégica, trabajo colaborativo, mejoramiento de la eficiencia y rendimiento energético en los diseños, superposición de funciones y actividades, previsión de errores o falencias, conservación ambiental, sostenibilidad, uso, mantenimiento y supervisión.

Para el SENA es un deber preparar profesionales de calidad con las herramientas necesarias para enfrentar el sector laboral, es así como ve la necesidad de preparar tanto a los instructores como a los aprendices en las nuevas tendencias de diseño y construcción.

La educación relacionada con la aplicación de una nueva metodología o cultura de trabajo, requiere un análisis detallado y de coordinación por parte de los sectores académicos involucrados en la formación de los estudiantes, para nuestro caso, de las áreas de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC); puesto que estos serán los futuros profesionales del sector del diseño y la construcción.

BIM no es un programa informático, BIM es una metodología de trabajo integrada con una serie de herramientas, que requiere el cumplimiento de unas condiciones, las cuales van desde la aplicación de programas específicos, hasta un cambio de mentalidad; la formación de los nuevos profesionales del sector AEC, demanda que esté fundada sobre las bases sólidas del pensamiento colaborativo y la actitud de la integralidad profesional multidisciplinaria, este es el momento de iniciar los procesos de formación bajo la premisa, vamos a pensar en lógica BIM (Fridrich & Kubečka, 2014).

Pensar en BIM, no es complejo para los estudiantes de hoy; las herramientas BIM no le son desconocidas, dominan la creación del modelado; por lo tanto, se cuenta con un terreno abonado para dar inicio a la formación en BIM de manera integral; es decir, aplicando todos los principios colaborativos, técnicos, operativos, de intercambio de datos, de comunicación y funcionales de la metodología. A pesar del auge que viene presentando la Metodología BIM, en la actualidad se cuentan con pocos centros de enseñanza especializada para su aplicación; se vienen ofertando cursos o programas complementarios que ayudan a la comprensión y aplicación de la metodología.



La enseñanza de BIM debe ser presentada como una herramienta de cambio cultural del sector, no ser ofrecida como un contenido complementario al pensum tradicional del pregrado (Kolarić, Vukomanović, Stober, & Alduk, 2017).

Cuando se asume la formación de BIM, como un nuevo método de trabajo, como un cambio cultural de la forma tradicional de trabajo, se rompen los paradigmas; es así como se está preparando al profesional del futuro hacia la implementación de nuevas técnicas de trabajo. La formación requiere que sea en ambientes dinámicos y adecuados; de esta manera el estudiante estará enfrentado a situaciones reales, el trabajo será colaborativo, asumirá responsabilidades y podrá comprender de manera más clara el proyecto desde todas las perspectivas.

Los proyectos cada vez son más complejos y requieren gran detalle y profundidad especial, es por esto, que las empresas precisan de profesionales altamente capacitados en el manejo de herramientas, que permitan desarrollar este tipo de proyectos, con altos niveles de responsabilidad, rendimiento y rentabilidad. Aquí entra en juego la participación del sector académico; pues está bajo su responsabilidad capacitar y preparar a los profesionales que afrontarán estos retos. La preparación en BIM no debe ser delimitada solo por el conociendo y la aplicación de unas herramientas, es una nueva forma de trabajo que rompe los actuales esquemas establecidos.

Puede observarse que las habilidades de cada profesión en una construcción, desde el punto técnico, son similares, están orientadas al cumplimiento de los requerimientos BIM; sin embargo, las habilidades comportamentales están determinadas por el papel que se desarrolla en el proyecto; no obstante, las habilidades de colaboración y comunicación son afines y deben ser adquiridas por ambos.

El tema de formación en BIM, no debe estar enfocado solo hacia el estudiante; la formación camina en dos vías; es por esto que el papel del educador es fundamental. El aprendizaje y formación en Metodología BIM se debe realizar en ambientes colaborativos, relacionando un alto contenido visual y basado bajo la premisa aprender haciendo. El papel del docente es clave puesto que debe brindar al aprendiz las herramientas formativas necesarias en todo su proceso; herramientas que pasan por los niveles cognitivos, comportamentales y técnicos; la formación en BIM es un proceso evolutivo que debe pasar por la etapa de formación en habilidades, conocimiento y aplicación de funciones específicas y finalmente la integración de BIM (Sacks & Pikas, 2013).

Las dificultades de formación no solo incluyen la falta de personal docente capacitado, también involucra la falta de planes y programas de estudio; y un tema de relevancia, no se ha consolidado todo el sistema pedagógico de manera institucional.

La filosofía y la aplicación de la Metodología BIM debe ser entendida como un medio para lograr un fin, llamado proyecto; BIM no es el fin del proyecto, no se limita sólo a administrar y fusionar una serie de datos; BIM es una nueva forma concebir el trabajo en el mundo del diseño y la construcción. En este proceso es fundamental la participación del docente para que el aprendiz adquiera las capacidades, habilidades y competencias necesarias para salir al mundo laboral con las herramientas que demanda la aplicación de la Metodología BIM.

El camino para la implementación de BIM en los procesos de formación no ha sido fácil; sin embargo, uno de los países con mayor experiencia en este campo y con éxitos probados es Estados Unidos. El proceso de formación se ha desarrollado a nivel individual en un 90%, los casos de formación con prácticas integrales son del 7% y sólo un 3% han sido con colaboración a distancia.

El sector de la construcción en Colombia requiere de manera inmediata la aplicación e implementación de la Metodología BIM, puesto que enfrenta grandes retos y es necesario evitar fallos de construcción, sobrecostos de obra, obras inconclusas, aplicar los métodos y principios de planeación, preparar profesionales idóneos para la supervisión de obras. Igualmente, ese requiere estar a la vanguardia en el uso de las nuevas tecnologías del diseño y la construcción.

En muchas ocasiones se encuentra resistencia para aplicar la metodología BIM, las razones más relevantes para no aplicarla son la falta de experiencia, poca demanda por parte de los clientes, resistencia al cambio, los costos de inversión, falta de reglamentación.

El reto está planteado. La implementación y aplicación de la metodología BIM no es un problema es una necesidad, la cual se debe enfrentar de manera seria y con la implementación de proyectos como el planteado en el presente documento.

1.1 Marco teórico o Estado de la técnica.

Actualmente llama mucho la atención el diseño, o rediseño, de ambientes de aprendizaje, con el objetivo que la comunidad estudiantil se sienta bien en espacios cómodos para poder desarrollar sus habilidades cognitivas, propendiendo a dar continuidad a sus estudios y evitar de esta manera la deserción escolar.



Hay muchas investigaciones a nivel internacional que reportan el uso de BIM en edificios educacionales. (Rebecca, Kraling, Dunbar, & Ap, 2011) exponen como BIM ayudó en tres proyectos para educación, basadas en demandas individuales de uso y eficiencia de HVAC (de las siglas en inglés de: Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado), sin perder de vista que la aplicación de BIM disminuyó los costos en la construcción de cada uno de los proyectos. De igual manera, (McKeever, 2019) aplican BIM en el mantenimiento de colegios para primaria y secundaria, buscando diseños de HVAC con soluciones para economizar en energía y en el mantenimiento de equipos, que brinden altos niveles de comodidad y control, sin descuidar las normas de construcción de este tipo de edificaciones. Estos mismos cuidados lo aplica una investigación realizada por (Minkinen & Movsesova, 2018).

Otras investigaciones realizadas por (Hu, 2018) y (Engineer, 2015) apuntan más a la renovación de edificios educativos procurando obtener energía casi cero, minimizando el impacto ambiental.

A nivel nacional, en las bases de datos especializadas consultadas, no se encontró evidencia de la aplicación de BIM en construcciones educativas. Se encontró información de entidades del gobierno que, debido a que son entidades del sector público, deben estar regidos por las normas nacionales. En general buscan mejorar las condiciones locativas actuales propendiendo por el ahorro de agua y energía, buscando la sostenibilidad y ayudando al medio ambiente (BID, n.d.), (Ministerio de educación nacional, 2015) y (Morales, 2017). Debido a lo anterior, se hicieron varias visitas a entidades educativas del sector que recién habían sido construidas, con el ánimo de hacer un estudio del estado del arte de manera presencial y recopilar información valiosa.

1.2 Centro de Investigaciones de Argos – Universidad EAFIT

Se dio inicio a las obras en marzo de 2014 y en el 2015 se hizo entrega del edificio para la Investigación de Argos en convenio con la universidad EAFIT.

La inversión para construir este proyecto fue de 23.700 millones de pesos, para un edificio de 4.500 m². Sé diseñó bajo los trazos de equipo de trabajo del arquitecto Lorenzo Castro. Su idea fue plasmar un edificio flexible, amigable con el medio ambiente, que se camuflase con el ambiente y prevaleciera con el tiempo. El punto clave era la ciencia a la vista, el arquitecto Lorenzo Castro habla de un contacto de los estudiantes, maestros y visitantes desde afuera del edificio con las investigaciones.

Entre el edificio y el campus no existen límites. Cuenta con un atrio que permanece abierto y cada que sea requerido se utilizaría de auditorio con capacidad para 60 personas. De sus observaciones por el arte resultó la idea de desarrollar dos fachadas de carga “mística” en su diseño. Este mismo se basó en la conexión de sus fachadas con la zona; por un lado, fluye la ingeniería y el arte por su conexión con el campus y otra de sus caras con la cercanía con la Av. Regional y el sistema Metro.

Se buscó en un principio tener un buen manejo ambiental tanto interior como al exterior de la edificación, una eficiencia en el tiempo y bajo consumo de energía. La idea era construir una edificación flexible con el fin de adecuarse libremente al uso que se le diera.



Figura 1. Centro de Investigación de Argos - Universidad EAFIT.
(Elaboración propia)

1.3 Nuevo edificio Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), sede Centro de Medellín.

Es una obra amigable con el medio ambiente, construida para el uso eficiente de los recursos naturales, el cual aprovecha al máximo aguas lluvias, iluminación natural, corrientes cruzadas. Inició el 17 de enero del 2014, por un periodo aproximado de 4 años, en su primera etapa se invirtió 36.000.000 millones de pesos, con respecto al área construida, cuenta con 13 pisos, 14.650 m² el cual beneficio a 3.122 estudiantes.



La primera etapa de la nueva infraestructura física de la UCC cuenta con un sistema de ventilación natural, con orientación norte-sur, importante sistema de iluminación natural que disminuye sustancialmente el consumo de energía eléctrica y permite que se requerirá un sistema de aire acondicionado de bajo consumo en espacios puntuales de la edificación, cuenta con el aprovechamiento de aguas lluvias para aparatos sanitario y sistemas de aseo.

El área construida de 14.650 m² con 13 pisos, más terrazas el cual cuenta con:

- Semisótano.
- Sótano de parqueo.
- 40 espacios de aprendizaje.
- 6 aulas (capacidad entre 15-20 personas).
- 16 aulas (capacidad 45 personas).
- 6 auditorios (capacidad de 90 personas).
- 21 laboratorios para las áreas de salud y para las ingenierías.

Por otro lado, en el área total de la construcción se levantaron 4 niveles de la propuesta indicada del arquitecto Joan F. Zuleta.

Cabe resaltar que todo este proceso de construcción se trata de un complejo de 2.100 m² donde están ubicados circulaciones, puntos fijos, zonas de estudio y áreas de apoyo

1.4 Edificio de Bienestar Universitario Universidad Nacional sede Medellín

La infraestructura es la mejor construida a nivel de Antioquia. Para llevar a cabo este proyecto se hizo una inversión en la infraestructura física e instalaciones técnicas para 15 laboratorios de química y biociencia, se hizo un promedio en que alcanzaría los 7.600 millones de pesos, además de esto se intervino con un lote de 4.900 m² y en este se construyeron 5.636 m², así mismo en urbanismo se destinaron 3.500 m².

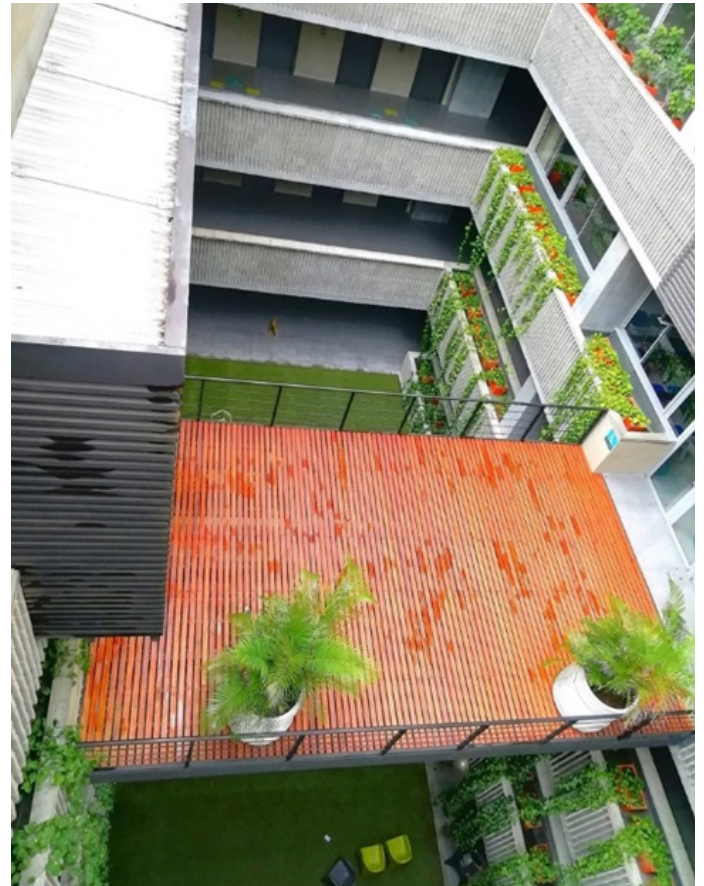


Figura 2. Edificio Universidad Cooperativa de Colombia, sede Centro de Medellín
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Render parque central
Fuente: Elaboración propia.



2. METODOLOGÍA.

El presente proyecto de investigación se pensó debido a la gran demanda que existe actualmente de aprendices, más aun, tiene dos sedes más, una en el Colegio La Inmaculada y la otra en la sede del barrio Buenos Aires. Otra sede que también pertenece al CDHC es Tecnoacademia, ubicada en el Colegio de Loyola, en Bello. Inicialmente se hizo un estudio sobre la cantidad de aprendices existentes en el Sena, luego se calcularon las áreas ocupadas por actividades, es decir, administrativas, educativas, laboratorios, entre otras. Se calculó la relación del área ocupada actualmente por cada persona del CDHC. Con este valor se hizo la propuesta del diseño conceptual que se presenta en este artículo.

Resultados.

Se inició con la consulta del número total de aprendices atendidos en todas las clases de formaciones en el CDHC en las diferentes sedes que atiende (Buenos Aires, Inmaculada, Pedregal y otras zonas). Las otras zonas comprenden lugares en donde se da la formación in situ, en las que no es posible su desplazamiento al CDHC como Hidroituango; en las vías 4G como Pacífico 1, Pacífico 2, Ruta del Sol, entre otras. Se dan formaciones en técnicas, tecnológicas y complementarias.

Los resultados del número total de aprendices atendidos para el año 2018 se presenta en la figura 4. Es interesante el dato arrojado por las otras zonas, puesto que el número total de aprendices atendidos es del 38%, si se comparan con los valores obtenidos en las sedes de Buenos Aires y de La Inmaculada, las cuales arrojaron valores de 0% y 19%, respectivamente.

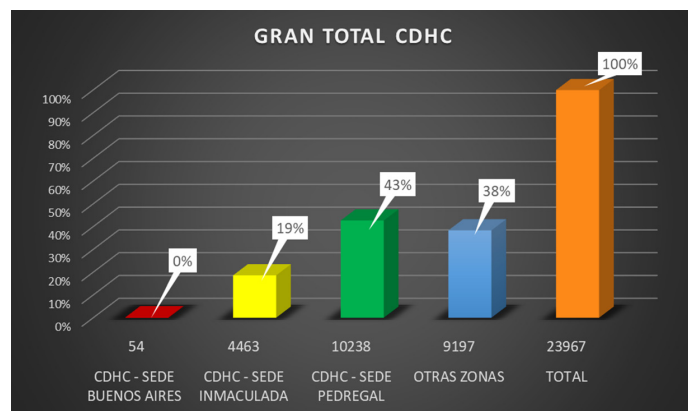


Figura 4. Número total de aprendices atendidos en el CDHC, año 2018.
Fuente: Elaboración propia.

Con el grupo de aprendices en etapa de su práctica, y con los instrumentos de medición necesarios, se tomaron las medidas de las áreas de cada uno de los espacios ocupados en los tres centros de formación: Inmaculada, Buenos Aires y el Pedregal.

Los resultados de todas las mediciones se presentan en las tablas 1, 2 y 3.

ESPACIOS	AREAS m ²
Ambientes	2056,271
Zonas admin.	173,74
Talleres de practicas	467,11
Baños	227,96
Complementos	266,52
Circulación	1635,21
Auditorios	149,42
Cafeterías	370,39
Espacios sin definir	120
Deporte	1056,78
Total	6523,40

Tabla 1. Áreas ocupadas en la sede Buenos Aires
Fuente: Elaboración propia.

ESPACIOS	AREAS m ²
Ambientes	701
Zonas admin.	147,49
Talleres de practicas	121,52
Baños	43,94
Complementos	107,71
Circulación	501,86
Auditorios	356,02
Cafeterías	319,05
Espacios sin definir	4,9
Deporte	
Total	2303,49

Tabla 2. Áreas ocupadas sede Inmaculada
Fuente: Elaboración propia.



ESPACIOS	AREAS m ²
Ambientes	842
Zonas admin	357,66
Talleres de practicas	1257,02
Baños	96,36
Complementos	364,08
Circulación	1639,09
Auditorios	190,05
cafetería	104
Parqueadero	1349,64
Deporte	749,8
Biblioteca	393,06
Laboratorios	162,3
Jardín	133,17
Total	7638,23

Tabla 3. Áreas ocupadas por sede pedregal
Fuente: Elaboración propia.

El índice de ocupación por sedes se presenta en la tabla 4.

Según información del Arquitecto Martín Pérez, en un centro educativo como el Sena, el área recomendada que debe haber por alumno es de 2,5 m²/aprendiz.

En nuestro caso, la sede de la Inmaculada está muy lejos de ese índice de ocupación.

En la publicación de (Sevilla, Sanabria, & Shedden, 2010) se encuentran datos importantes sobre áreas para construcciones educativas como: aulas, rampas, escaleras, pasillos, entre otros.

Es importante, si el lector desea conocer más al respecto de las recomendaciones de las áreas de este tipo de edificaciones, consultar ese documento.

SEDE	Área/m2	Instruct.	Aprend.	Admin	Personal apoyo	Total	%	Índices de ocupación
Buenos aires	250	2	54	0	0	56	0%	4,5
Inmaculada	2303,5	15	4463	6	3	4487	30%	0,5
Pedregal	15276,5	110	10238	54	8	10410	70%	1,5
TOTAL	17830,0	127	14755	60	11	14953	100%	

Tabla 4. Índice de ocupación por sedes del CDHC.
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que las sedes que tienen más aprendices (Inmaculada y Pedregal), y si sumamos las áreas ocupadas con las personas que ocupan estas sedes, el índice de ocupación que nos arroja es de 1,2 m²/aprendiz, el cual sigue siendo aún muy bajo.

Perfil de la idea básica.

Acorde con lo investigado se establecieron los principios que deben regir los aspectos urbanísticos y arquitectónicos del nuevo edificio y el mejoramiento de la sede actual como un todo, estructurado como idea básica. Estos principios son:

1. En lo urbanístico: integración con el entorno barrial, generando una nueva esquina entre la carrera 70 y la calle 106, que dialogue con las

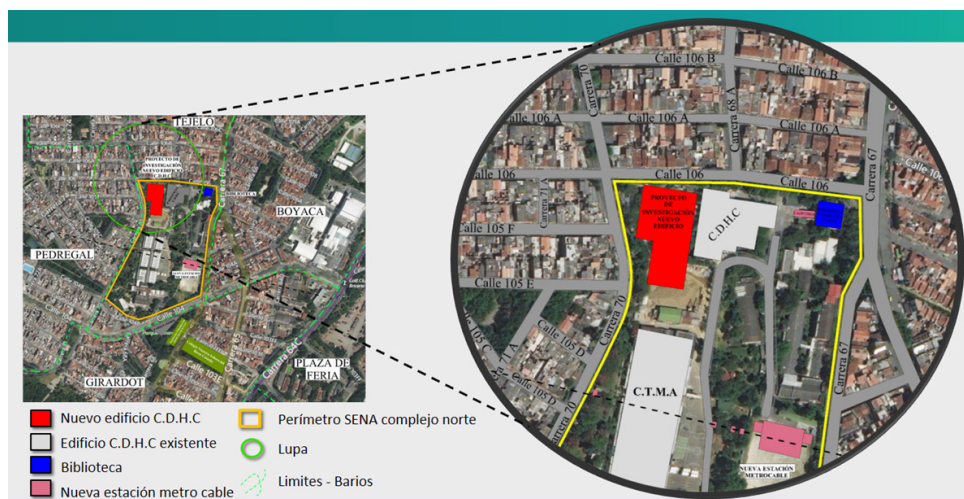


Figura 5. Ubicación de la nueva propuesta del diseño conceptual del nuevo edificio (color rojo).

demás esquinas existentes, de tal manera que la institución Sena Pedregal se integre a su entorno, no solo con servicios educativos, si no y de manera real con aceras y espacios públicos de calidad, con una arquitectura de primer nivel y un zócalo urbano adecuado.



2.En lo arquitectónico: crear un edificio educativo de vanguardia en la formación de obreros, maestros de obra, técnicos, tecnólogos y profesionales, a partir de la filosofía pedagógica “Aprendiendo Haciendo”, en donde todos los espacios (urbanos, arquitectónicos: aulas, laboratorios, oficinas, salas de reuniones, cuartos técnicos, baños, bodegas, áreas recreativas, terrazas, jardines, etc.) son “Herramientas Pedagógicas”, tipo “Mecano”, que inspire a todos los involucrados en hacer, integrando, ensamblando, rearmando, experimentando, innovando, controlando, dirigiendo. Estos espacios se basan en plantas semiabiertas, flexibles y con mobiliario multifuncional, que se actualice cada que se requieran nuevos aprendizajes que el mercado y las empresas requieran.

En fachadas que reflejen su interior con elementos como ventanas flexibles adaptadas al clima tropical, de acuerdo con el asoleamiento, (Control de luz, sombra y reflejos) que permitan un gran confort al interior de los ambientes de aprendizaje, y que ahorren consumo de luz artificial, y que a su vez esta fachada se convierta en un laboratorio de aprendizaje tanto para oficios específicos, así como para los cursos de altura, entre otros.

En terrazas y cubiertas se busca crear espacios de aprendizajes que muestren de primera mano lo que hoy se denominan techos verdes, con paneles solares, jardines colgantes, y sistemas de recolección de aguas lluvias para su reciclaje, y que además permitan su uso como áreas de descanso y recreación (mirar la ciudad cercana y lejana como experiencia estética) para estudiantes, profesores y personal administrativo.

Se identificaron las necesidades de la institución al año 2.032 partiendo de los servicios que hoy (2018) se prestan y su proyección a mediano (5 años) y largo plazo (14 años), en el marco del Plan Maestro de todo el campus llamado SENA de Pedregal.

Para el Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción se evaluó la demanda de los servicios hoy, su dispersión en varias sedes, por falta de espacio en la sede principal y la necesidad de centralizar todos los servicios, incluyendo la demanda futura asociadas a las grandes obras de infraestructuras de la región (vías 4G, Hidroituango, puertos en Urabá, ampliación de aeropuertos), los equipamientos comunitarios en los distintos municipios, y las obras que no han iniciado como el Ferrocarril de Antioquia, Nuevas Centrales Hidroeléctricas, etc.

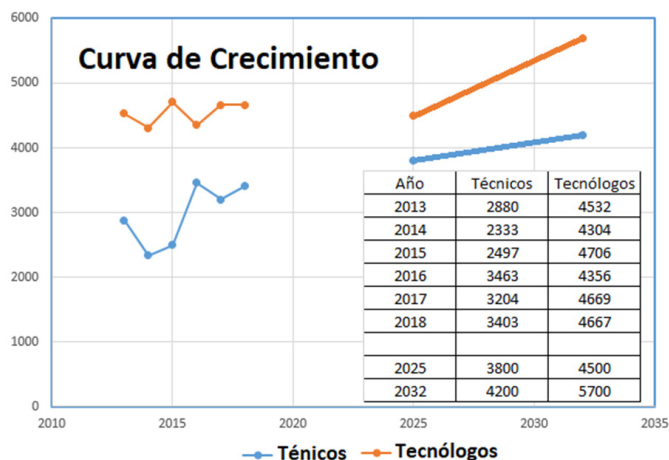


Figura 6. Gráfico y tabla del crecimiento proyectado para los próximos años hasta el 2032
Fuente: Elaboración propia.

Con los valores anteriores, y mirando siempre a una proyección al futuro, se propuso, en la figura 7, una aproximación a una idea básica de un diseño de edificio, para un área total aproximada de 18.000 m². (figura 7).

Si se suman los aprendices de las formaciones técnicas y tecnológicas proyectados para el año 2032, nos arroja un valor de 10.200 aprendices. Lo que nos daría, según el área propuesta, un índice de ocupación de 1,76 m²/aprendiz, lo que está un poco por encima que lo establecido para instituciones de educación superior, si se compara el Sena con ellas, el cual recomienda un área de 1,5 m²/estudiante.

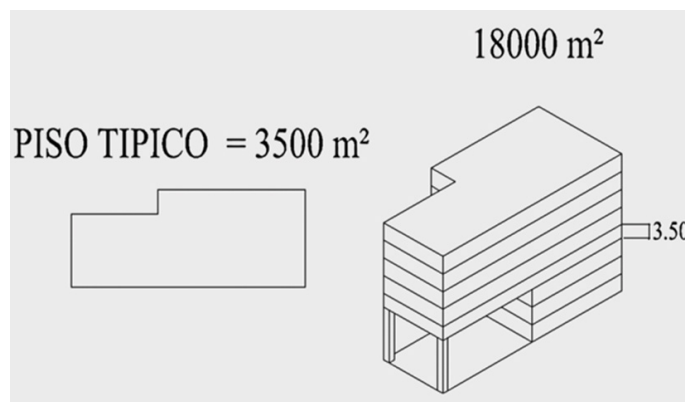


Figura 7. Propuesta de diseño de nuevo edificio teniendo en cuenta la proyección de aprendices al año 2032.
Fuente: Elaboración propia.



Para tener una representación de la Idea Básica expuesta en el punto anterior se elaboraron los siguientes planos, que dan cuenta de la geometría del lote, de los módulos de composición, de los ejes internos y externos, de la zonificación de aulas, laboratorios, auditorios, sala de reuniones, áreas de descanso, terrazas, balcones, cuartos técnicos, bodegas, estacionamientos y sus respectivas áreas (ver anexo de planos):

1. Planteamiento urbanístico, resaltando la ubicación del nuevo edificio y del existente con relación a la carrera 70 y la calle 106.
2. Plantas arquitectónicas de los tres sótanos de estacionamientos y almacenes de materiales para los distintos laboratorios de aprendizajes. En estas plantas se da el vínculo del nuevo edificio con el existente, a través de jardines, como lugares de encuentro y descanso.
3. Planta de ingreso principal o Hall, el cual tiene como característica el de ser un piso de mayor altura que las demás plantas ya que se considera un espacio especial de recibo de todos los usuarios, en el cual se debe mostrar desde la arquitectura del lugar de llegada y de distribución al resto del edificio, el valor de la educación para el trabajo como una virtud de la sociedad colombiana, y de manera específica lo que significa ayudar a construir o mejorar el hábitat en el que vivimos o vamos a vivir.

4. Las plantas típicas del piso 4 al 8 en las cuales se ubican las aulas y laboratorios de aprendizaje específico, con terrazas y balcones, de tamaños diferentes que permiten que los alumnos en sus descansos puedan disfrutar del paisaje del campus, del barrio y la ciudad.

5. La planta de remate y de cubiertas, permite apreciar la idea de tener una oferta de recreación en el último piso y techos verdes como áreas de descanso, como un gran balcón terraza, para contemplar el entorno y la ciudad como un todo.

6. Cortes y fachadas que dan cuenta de las alturas del edificio, la altura de los distintos pisos y una aproximación conceptual de los volúmenes, con ritmos de balcones, terrazas y ventanas, y elementos estructurales verticales y horizontales.

Perspectivas volumétricas que muestran los tamaños del edificio y su entorno, con relación al existente y lo que debe suceder en los otros centros de formación del campus SENA Pedregal, además del nuevo cable del Metro de Medellín, especialmente en el marco del Plan Maestro del polígono Z2_API_60.

A continuación, se presenta, desde la figura 8 a la 19, las plantas diseñadas bajo el modelo conceptual.

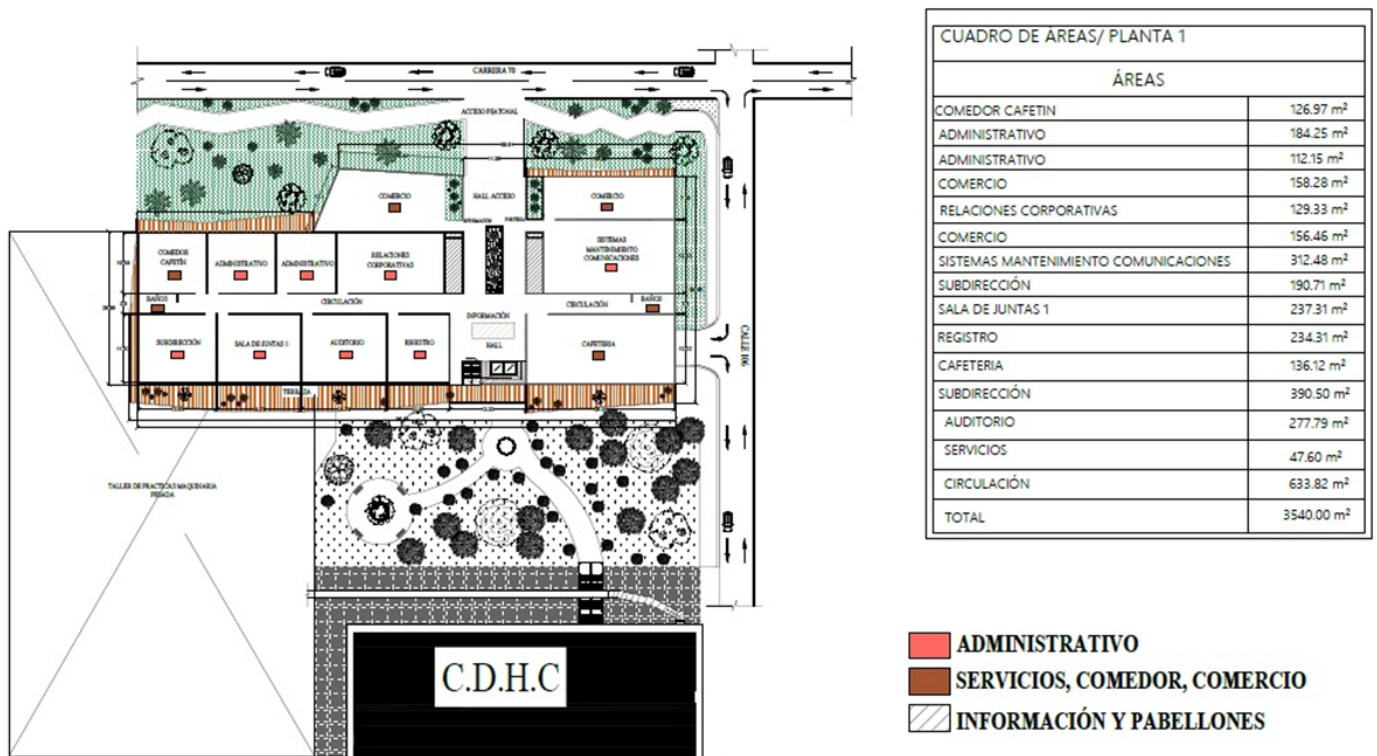


Figura 8. Diseño conceptual de la planta 1. Se propuso en esta planta colocar el área administrativa, incluyendo comercio, subdirección, la oficina de atención de sistemas y un auditorio.

Fuente: Elaboración propia.

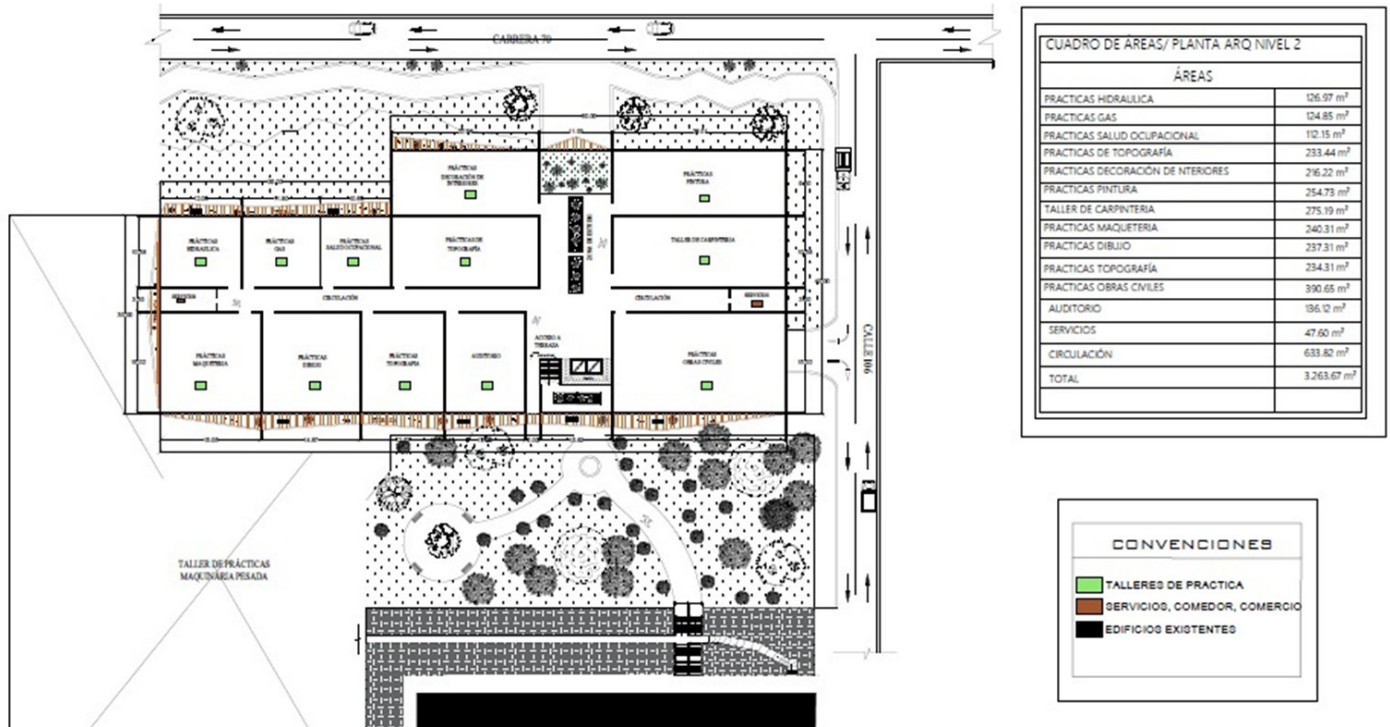


Figura 9. Diseño conceptual de la planta 2. En este nivel se colocaron los talleres de prácticas y un auditorio.
Fuente: Elaboración propia.

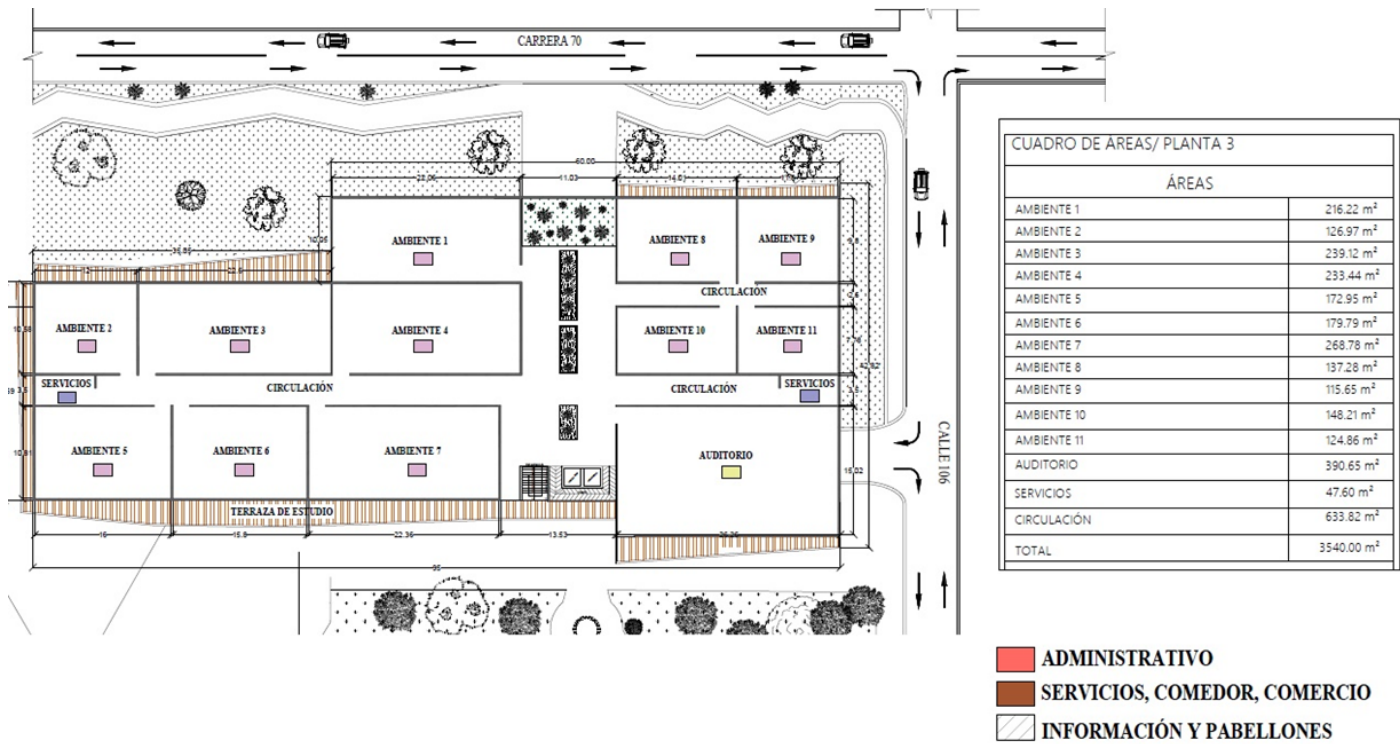


Figura 10. Diseño conceptual de la planta 3. Acá se encuentran 11 ambientes y un auditorio.
Fuente: Elaboración propia.

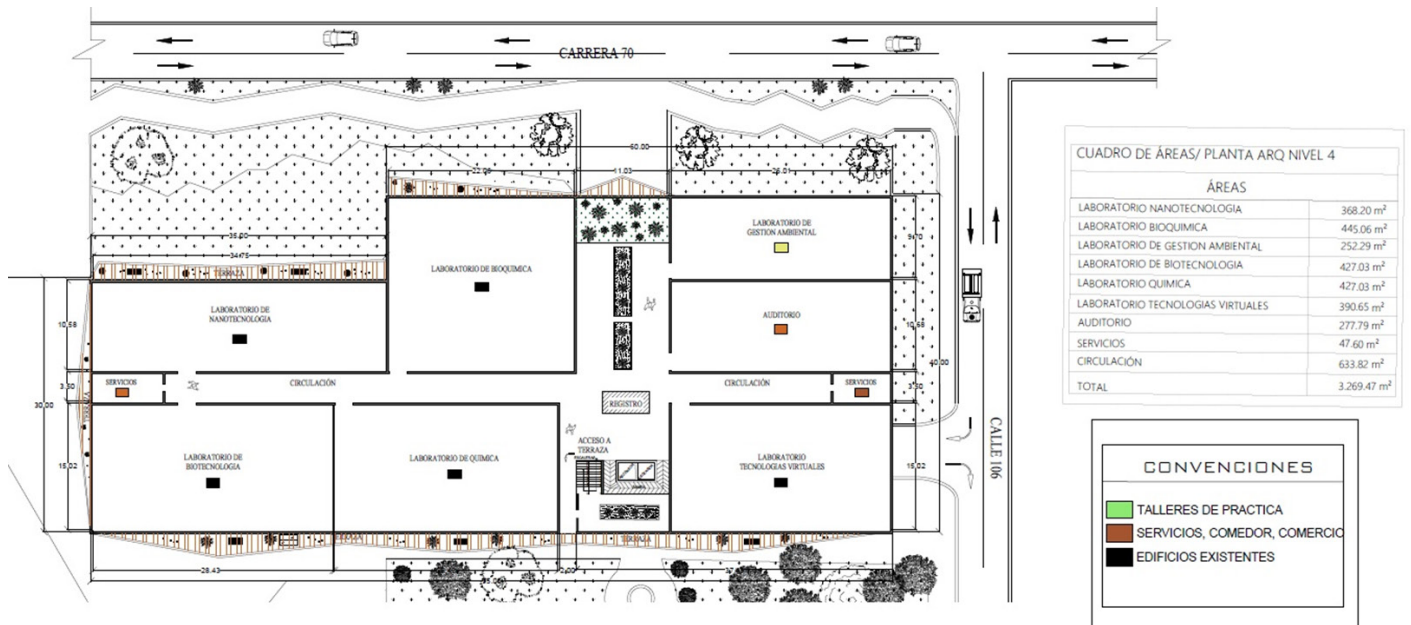


Figura 11. Diseño conceptual de la planta 4. En este nivel se ubican cinco (5) laboratorios y un auditorio.
Fuente: Elaboración propia.

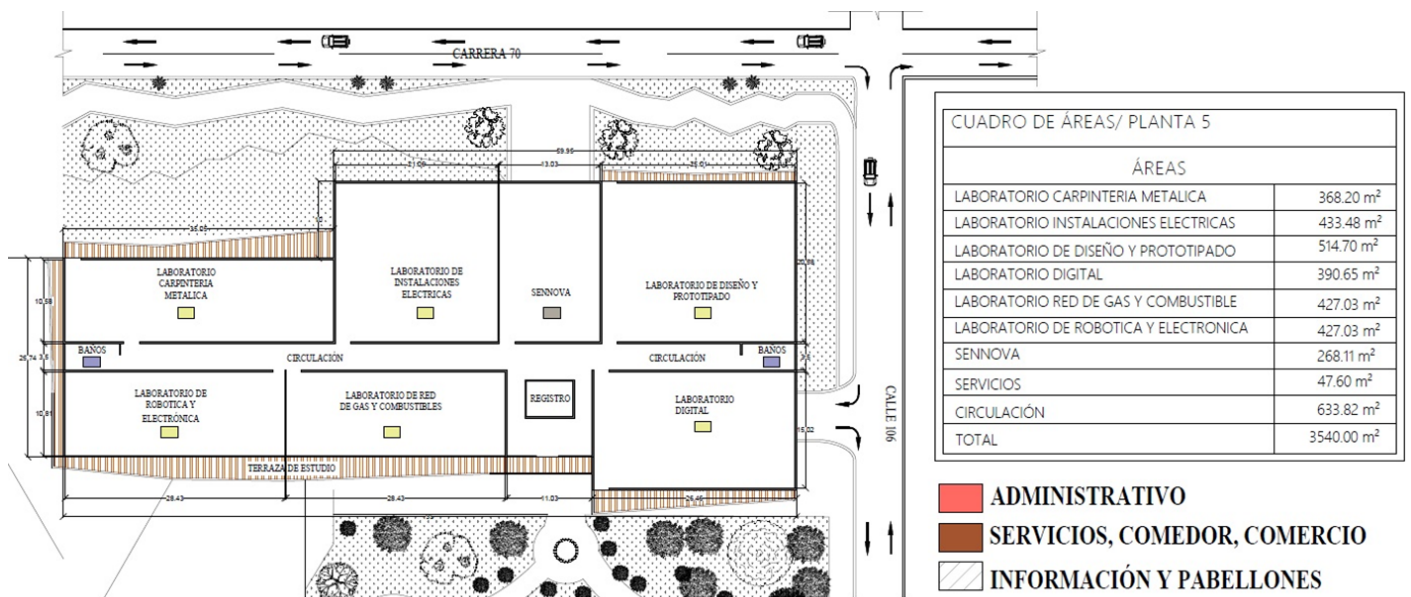


Figura 12. Diseño conceptual de la planta 5. Acá se ubican otros seis (6) laboratorios y el área de investigación de Sennova.
Fuente: Elaboración propia.

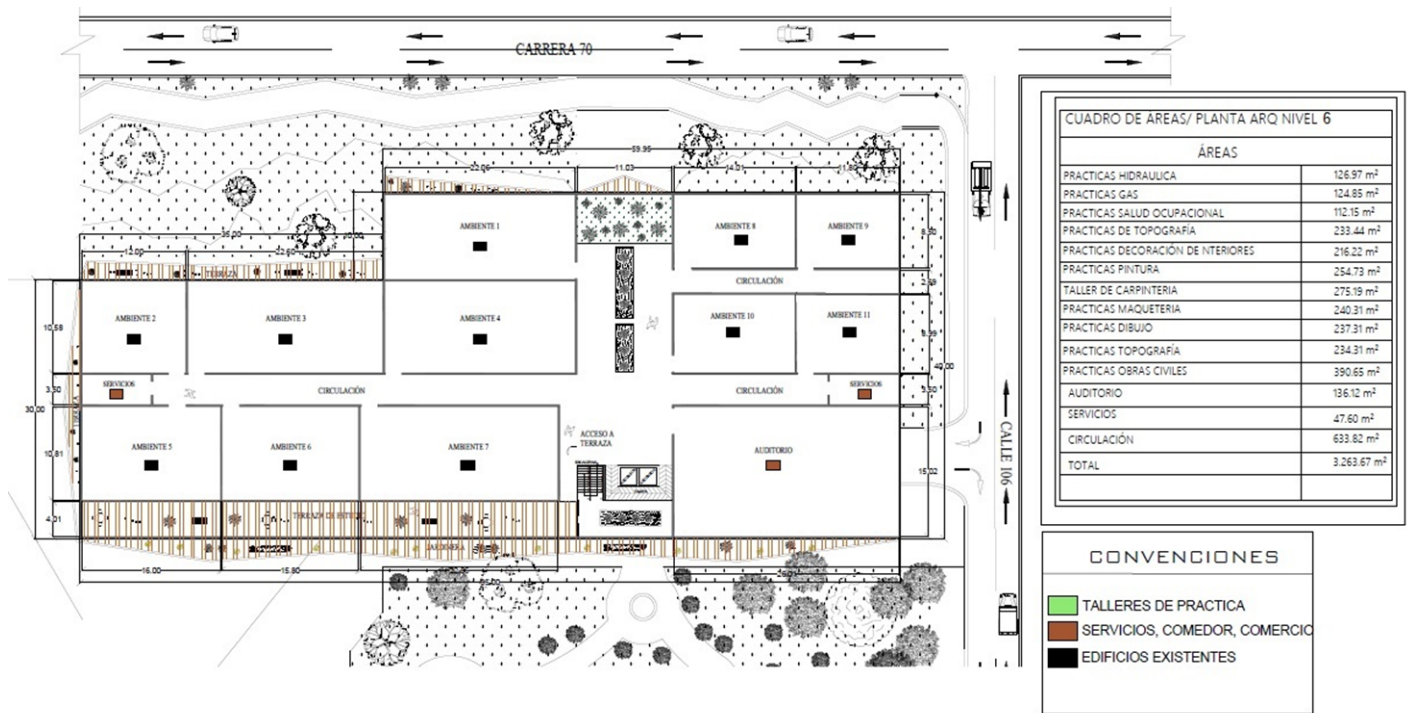


Figura 13. Diseño conceptual de la planta 6. Acá se ubican áreas de prácticas y talleres y un auditorio.
Fuente: Elaboración propia.

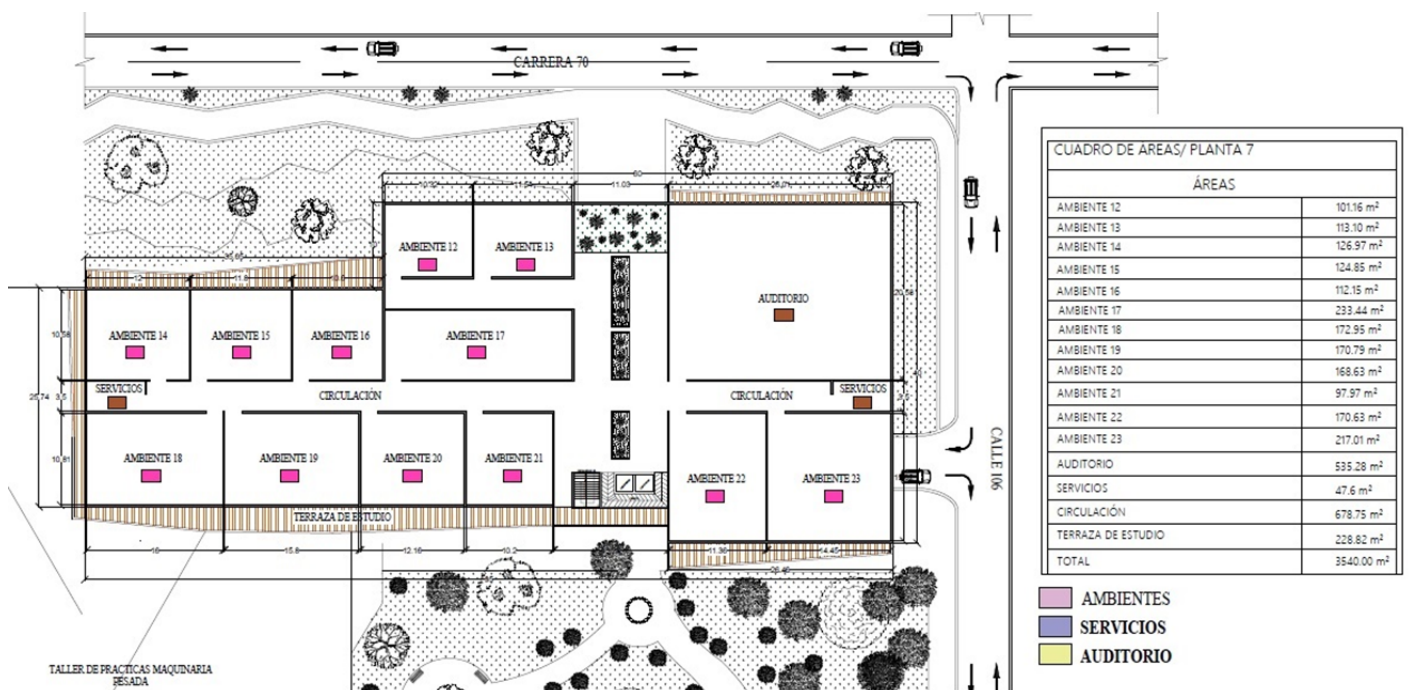


Figura 14. Diseño conceptual de la planta 7. En este nivel se tienen en cuenta otros 12 ambientes de aprendizaje, desde el 12 hasta el 23, un auditorio y una terraza para estudio.
Fuente: Elaboración propia.

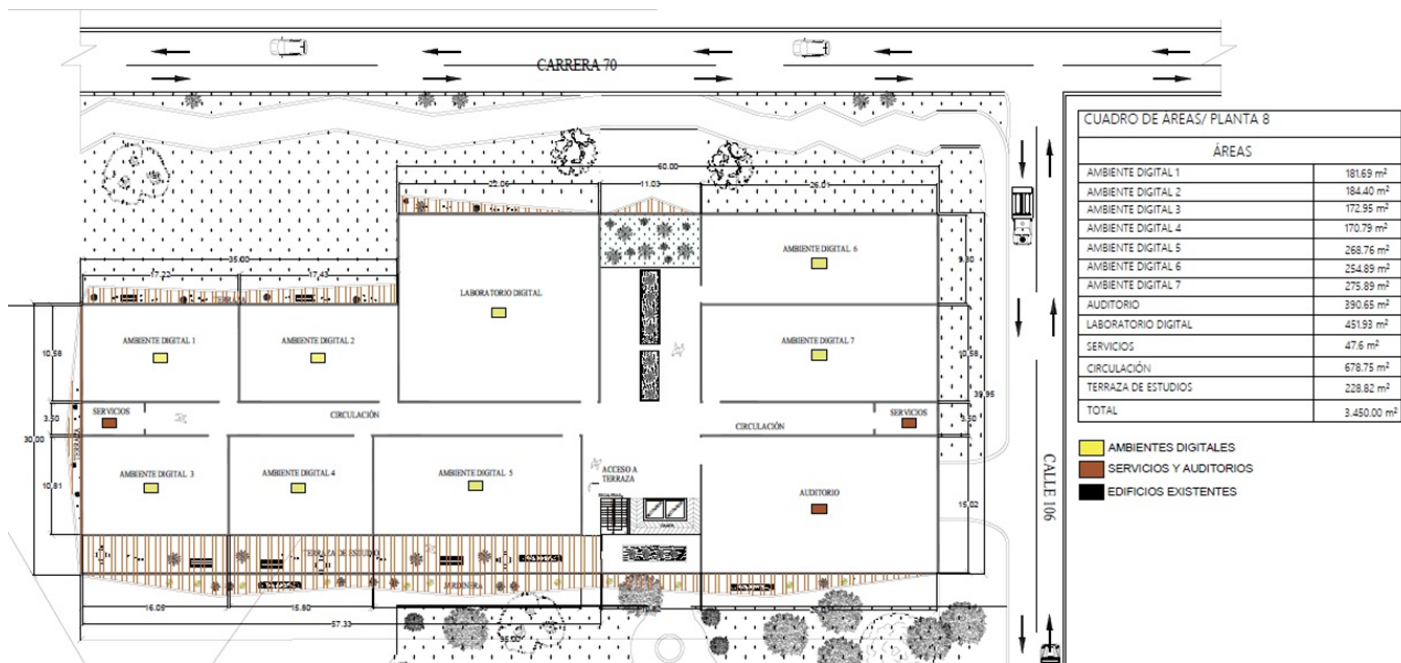


Figura 15. Diseño conceptual de la planta 8. En este nivel se ubican siete (7) ambientes digitales, un auditorio, un laboratorio digital y una terraza de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

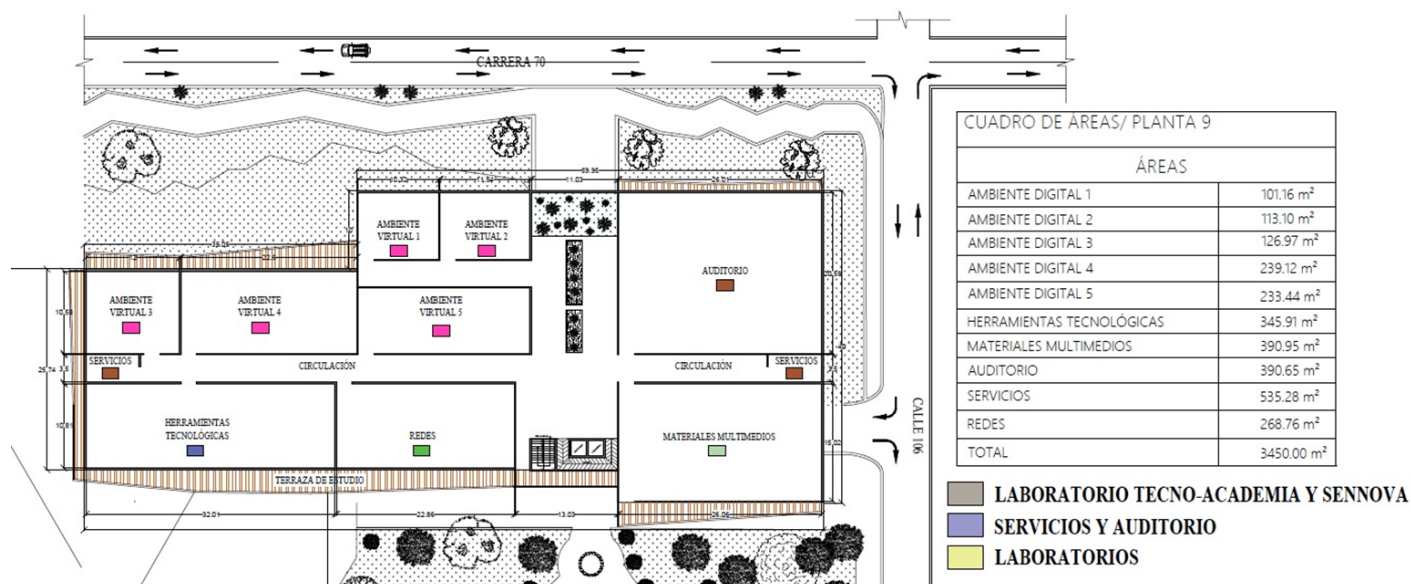


Figura 16. Diseño conceptual de la planta 9. Acá se encuentran otros cinco (5) ambientes digitales, un área de herramientas tecnológicas, un área de materiales multimedia, un auditorio y un área de redes.
Fuente: Elaboración propia.

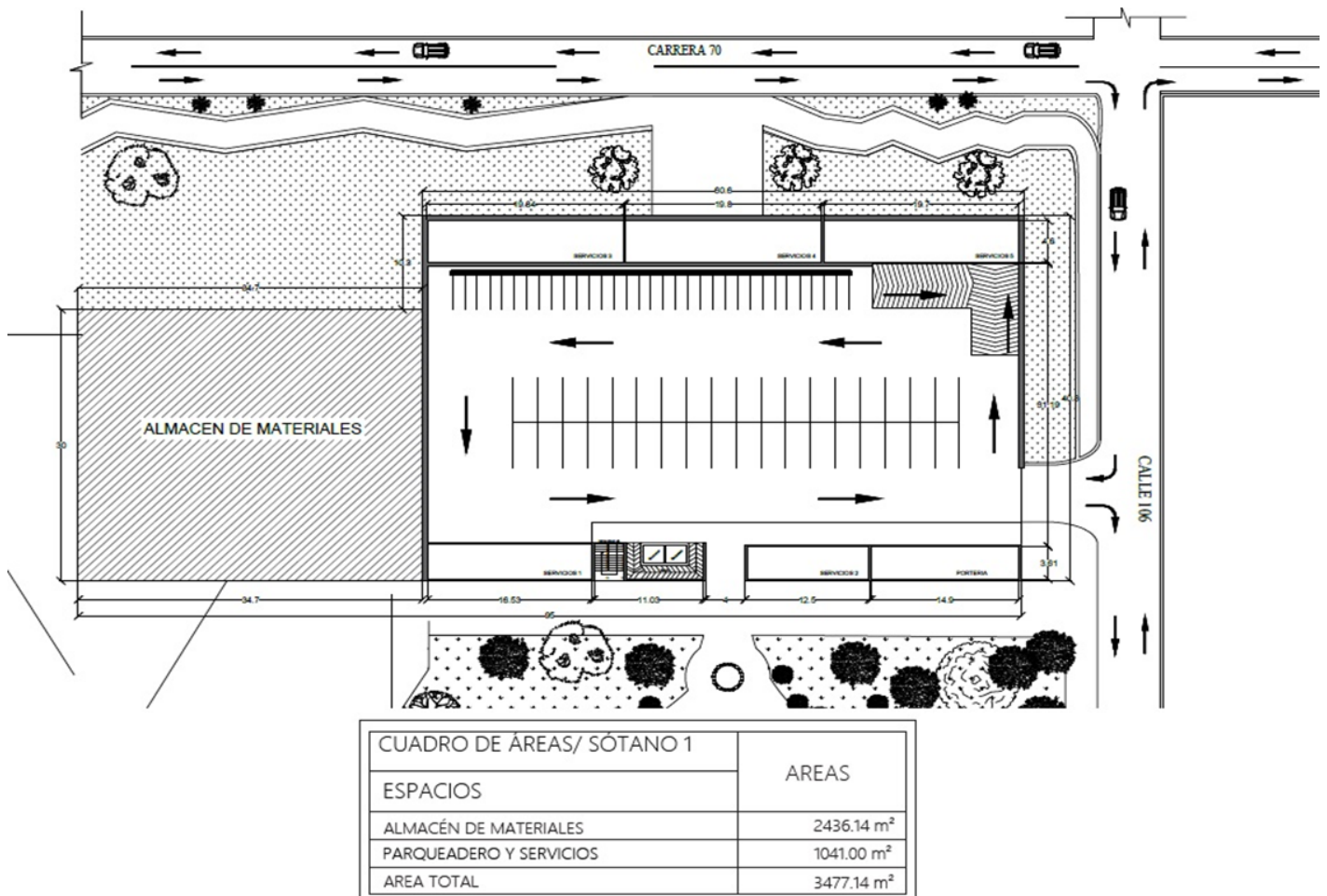


Figura 17. Diseño conceptual del sótano 1. Esta planta es básicamente para parqueaderos, y el almacén de materiales de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

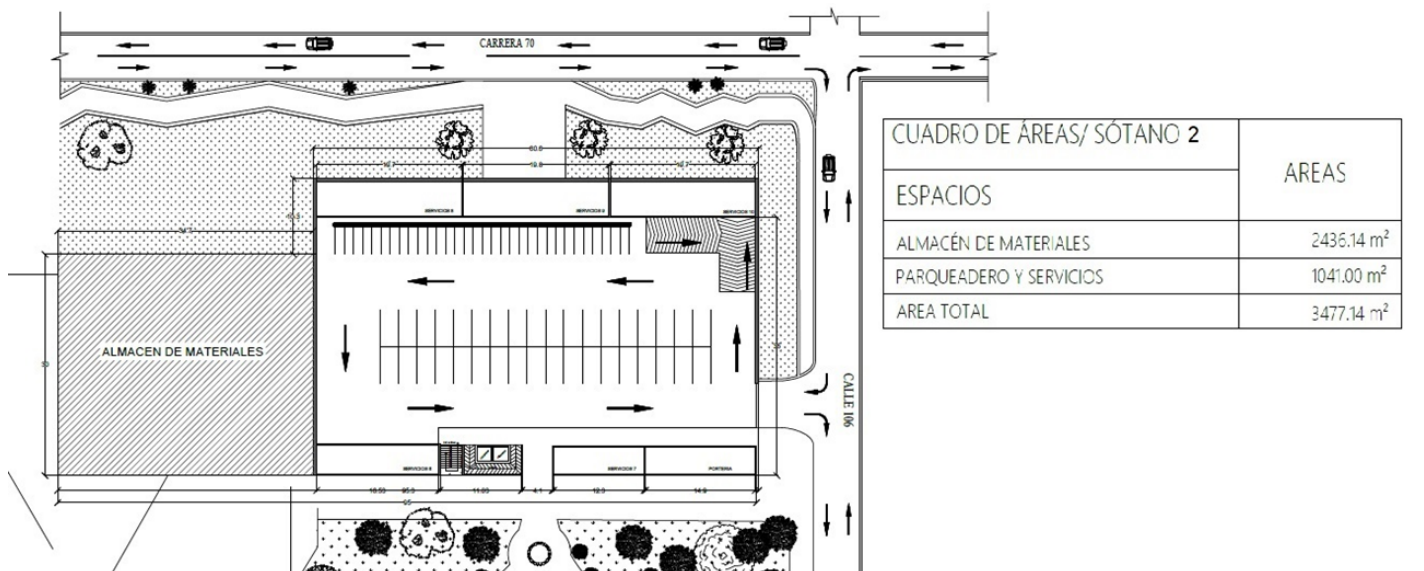


Figura 18. Diseño conceptual del sótano 2. Al igual que el sótano 1, el sótano 2 tiene área para parqueaderos y también un almacén de materiales de construcción.
Fuente: Elaboración propia.

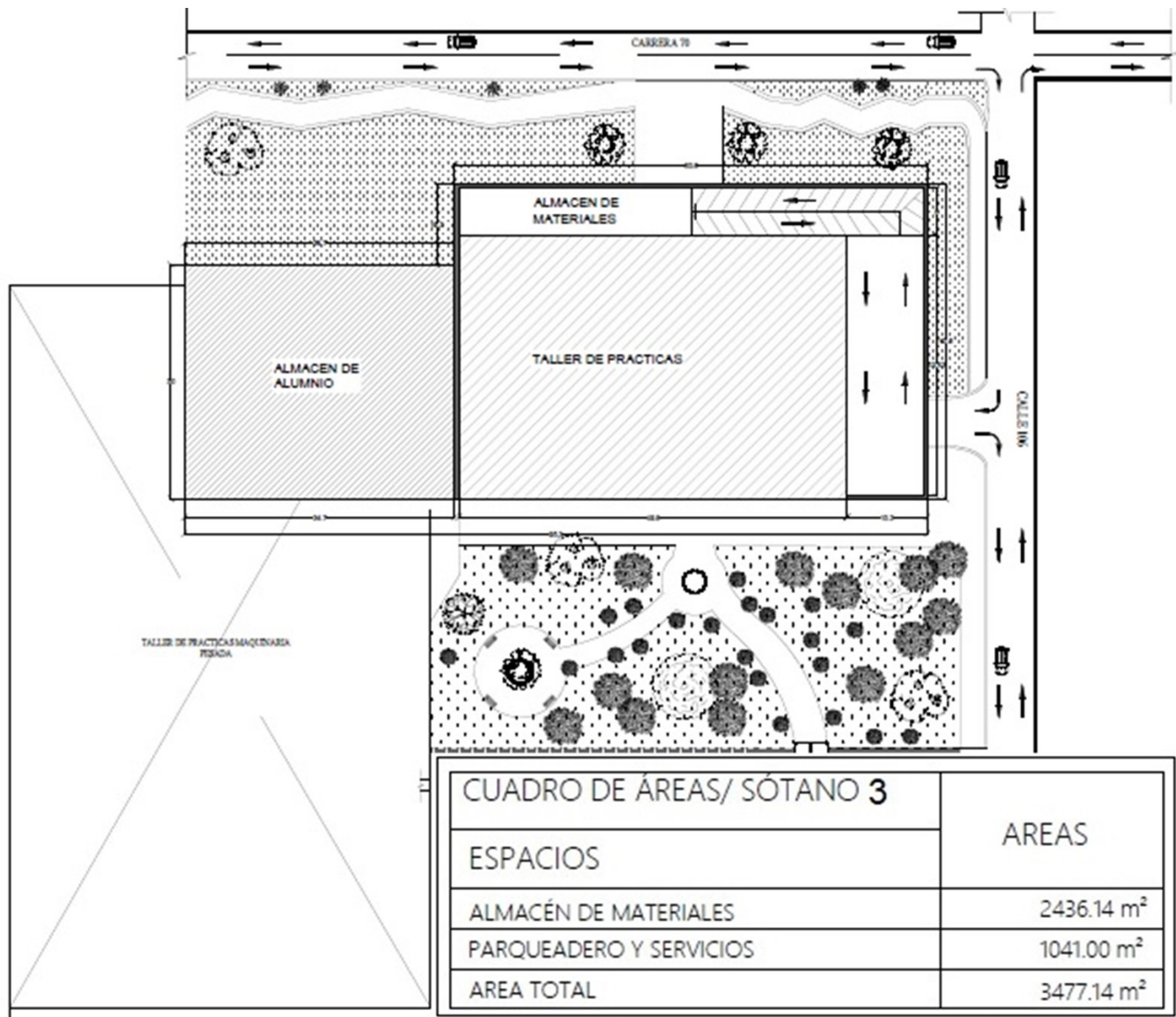


Figura 19. Diseño conceptual del sótano 3. Este nivel también tiene parqueaderos, almacén de materiales de construcción, además, una zona amplia para el taller de maquinaria pesada.

Fuente: Elaboración propia.

3. CONCLUSIONES

Este diseño conceptual que se entrega, tiene como fin, dar claridad al Centro del Hábitat y la Construcción en su necesidad de integrar y ampliar sus servicios de formación para más personas y empresas que conforman la industria de la construcción.

A partir de esta primera fase, se requiere precisar con mayor detalle como segunda fase, los diseños urbanísticos,

arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios, eléctricos, estudios de suelos, acabados arquitectónicos, costos y presupuestos, a nivel de anteproyecto. De esta manera, se podrá invitar al sector privado con información más precisa para estructurar una Alianza Público Privada APP para equipamientos educativos, que se convierta en modelo a nivel municipal y nacional, tanto para el SENA como para otras instituciones.



La estructura fundamental en esta segunda fase consta de las siguientes etapas, de acuerdo con la establecido en las normas nacionales que establecen la estructura de las APPs, estas normas son la Ley 1508 del 10 de enero de 2012 y el Decreto 1467 que reglamenta la Ley 1508 para la estructuración de los proyectos y la posibilidad que sea una Donación Institucional Pública / Privada:

1. Nombre y descripción del proyecto.
2. Alcance del proyecto.
3. Diseño definitivo en etapa de pre-factibilidad.
4. Especificaciones del proyecto.
5. Costo estimado.
6. Fuentes de financiación.

Este trabajo como proceso de investigación, no termina en la identificación de las necesidades de integración y ampliación de los servicios del Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción del SENA. Debe continuar con el desarrollo de las siguientes fases que permitan construir un Modelo de Gestión y Financiación de equipamientos educativos para todas las instituciones públicas a través de las Alianzas Público Privadas, las denominadas APPs.

Para el caso en particular de este nuevo edificio del Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, se requiere

profundizar en tres aspectos fundamentales para lograr materializar este nuevo edificio.

1. Tener un inventario de los proyectos que actualmente se están desarrollando en Antioquia y el País, que demandan mano de obra calificada, capacitada en el CDHC. Esta información nos permite saber en qué estamos bien y que nos falta por mejorar.

2. Tener un inventario de los proyectos que ha futuro se van a realizar en el marco de una visión que actualmente se está construyendo al año 2.050, con el propósito de identificar nuevos oficios o nuevos frentes de trabajo.

3. Desarrollar un equipo interdisciplinario y multidisciplinario entre académicos y empresarios, que identifiquen los nuevos Modelos Pedagógicos y Didácticos en las áreas relacionadas con la industria la construcción, de tal manera que, en las nuevas construcciones y las nuevas infraestructuras, incorporen estas novedades, especialmente en las áreas de sostenibilidad, bioclimática y nuevos materiales.

Para finalizar, se busca con este trabajo establecer un camino a seguir, partiendo de la necesidad de construir un Modelo de Gestión y Financiación de este tipo de edificaciones, en donde el sector público y privado se une para lograr materializar lo que todos anhelamos ser mejores en lo que hacemos, y que, además, sea un buen negocio para todos.

4. AGRADECIMIENTOS

Reiteramos un agradecimiento muy especial a los siguientes aprendices que colaboraron en este proyecto de investigación:

Jocelyn Andrea Soto Jiménez (jocelynsoto55@gmail.com)
Juan Diego Ocampo (jdoherrera12@gmail.com)
Alejandro Vásquez Álvarez (alejandrichikaravasquez@gmail.com)
Vanessa Salazar López (vanesasalo99@gmail.com)
Mileidy Jiménez (mileidyju.97@gmail.com)



5. REFERENCIAS

- Arboleda, A. M., Fernando, D., & Rivera, V. (2012). *IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN EN BOGOTÁ*.
- BID. (n.d.). *Censo de Infraestructura Educativa Regional*. Cámara de Comercio de Barranquilla, 411. Retrieved from <https://player.vimeo.com/video/139416775>
- Engineer, A. . C.-S. (2015). *Learning objective : Designing K-12 schools*. Proquest, (Abril), 1–5.
- Fridrich, J., & Kubečka, K. (2014). *BIM – The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 763–767. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.134>
- Hu, M. (2018). *Optimal renovation strategies for education buildings-A novel BIM-BPM-BEM framework*. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093287>
- Kolarić, S., Vukomanović, M., Stober, D., & Alduk, Z. D. (2017). *Assessing educational approaches to Building Information Modeling (BIM) at construction management master studies in Croatia*. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 24(4), 1255–1262. <https://doi.org/10.17559/tv-20160922083031>
- McKeever, A. (2019). *VRF for k-12 schools: designing for efficiency, reliability, and functionality*. *Engineered Systems*, (February), 28–32.
- Ministerio de educación nacional. (2015). *Colegio 10, lineamientos y recomendaciones para el diseño arquitectónico del colegio de jornada única*. (1a ed., Vol. 57; A. R. T. A. I. Álvaro Rivera R. & Asociados, S. A. S., ed.). Bogotá, Colombia.
- Minkinen, Y., & Movsesova, L. (2018). *Features of information modeling in the design of pre-school buildings in Russia*. *SHS Web of Conferences*, 44, 62. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184400062>
- Morales, C. C. de C. S. (CCCS): F. H. J. F. (2017). *Guía para la implementación de estrategias de sostenibilidad en diseño y construcción de colegios nuevos de jornada única en Colombia*. *EDP Sciences*, 129.
- Rebecca, B. Y., Kraling, K., Dunbar, M., & Ap, L. (2011). *BIM and educational projects*. *Engineered Systems*, (August), 30–36.
- Sacks, R., & Pikas, E. (2013). *Building information modeling education for construction engineering and management. I: Industry requirements, state of the art, and gap analysis*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 1–12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000759](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759)
- Santos, R., Costa, A. A., & Grilo, A. (2017). *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015*. *Automation in Construction*, 80(March), 118–136. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.005>
- Sevilla, K., Sanabria, J., & Shedden, M. (2010). *Compendio de Normas y Recomendaciones para la Construcción de Edificios para la Educación (DIEE-MEP)*. 1–56. Retrieved from http://diee.mep.go.cr/sites/all/files/diee_mep_go_cr/preguntas-frecuentes/compendio_normas_edificios_para_educacion.pdf