

**APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN LEED-NC AL PROYECTO  
EDIFICIO LABORATORIOS K DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA  
BOLIVARIANA**

**KARHEL Y TUTASAURA CÁCERES  
RICARDO ANDRÉS SANZ LONDOÑO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES  
PIEDRECUESTA  
2012**

**APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN LEED-NC AL PROYECTO  
EDIFICIO LABORATORIOS K DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA  
BOLIVARIANA**

**KARHELY TUTASAURA CÁCERES  
RICARDO ANDRÉS SANZ LONDOÑO**

**Monografía para optar por el título de Especialista en gerencia e interventoría  
de obras civiles**

*Asesor:*  
***MSc. MARGARETH INDIRA VIECCO MARQUEZ***

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES  
PIEDRECUESTA  
2012**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, Febrero 06 de 2012

*A Dios, compañero espiritual de nuestras vidas;  
a nuestra familia, por su amor y confianza, apoyo  
y comprensión en el arduo proceso de formación  
profesional.*

**Karhely, Ricardo Andrés**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos:

A la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, a su cuerpo administrativo y docente especializado por brindarnos los conocimientos necesarios para el desarrollo intelectual y moral como parte fundamental de la formación académica.

A MSc. Margareth Indira Viecco Márquez asesor temático y metodológico, por su colaboración para la recopilación temática, que permitirá a futuro implementar estrategias de competitividad para los sectores comprometidos con el estudio.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS que brindaron asesorías académicas durante el transcurso de la formación profesional y la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA	14
1.1 JUSTIFICACIÓN	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo General	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	16
2.1 HÁBITAT	20
2.1.1 Hábitat en arquitectura	21
2.1.2 Arquitectura y Desarrollo Sostenible	23
2.2 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL	25
2.3 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	28
3. SISTEMA LEED	30
3.1 EDIFICIO K	32
3.1.1 La Universidad Pontificia Bolivariana y su compromiso con el entorno	32
3.1.2 Pertinencia de la Universidad	33
3.1.3 Reseña de la Universidad	37
3.1.4 Distribución de la edificación	37
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	45
4.1 MÉTODO de SELECCIÓN	45
4.1.1 Planificación sostenible	46
4.1.2 Eficiencia en agua	47
4.1.3 Energía y atmósfera	47
4.1.4 Materiales y recursos	47
4.1.5 Calidad ambiental interior	48

	<b>Pág.</b>
4.1.6 Innovación y diseño	48
4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	48
4.2.1 DENSIDAD DEL DESARROLLO Y CONECTIVIDAD AL ENTORNO (PS-2)	48
4.2.2 Protección o restauración del hábitat (PS-5)	51
4.2.3 Maximización del espacio abierto (PS-5.2)	53
4.2.4 Diseño de Escorrentías: Control de Cantidad (PS-6.1)	54
4.2.5 Generación de espacios verdes limítrofes a los núcleos urbanos.	54
5. ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL EDIFICIO K DESDE LA METODOLOGÍA LEED NC	58
5.1 LOCALIZACIÓN GENERAL	59
5.2 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES	62
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
5.3.1 Sitios Sustentables	62
5.3.2 Eficiencia en el Uso del Agua	65
5.3.3 Energía y Atmósfera	67
5.3.4 Materiales y Recursos	69
5.3.5 Calidad Ambiental	71
5.3.6 Innovación en el Diseño	73
5.3.7 Prioridad Regional	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	80

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Imagen de producto	29
Figura 2. Construcción sostenible	31
Figura 3. Localización general del Campus	59



## LISTA DE PLANOS

	<b>Pág.</b>
Plano 1. Sótano	38
Plano 2. Semisótano	39
Plano 3. Primer Piso	40
Plano 4. Segundo Piso	41
Plano 5. Tercer Piso	42
Plano 6. Cuarto Piso	43
Plano 7. Quinto Piso	44
Plano 8. Localización general	61

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: sitios sustentables	62
Tabla 2. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Eficiencia en el uso del agua	65
Tabla 3. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Energía y atmósfera	67
Tabla 4. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Materiales y Recursos	69
Tabla 5. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Calidad Ambiental	71
Tabla 6. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Innovación en el diseño	73
Tabla 7. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Prioridad Regional	74

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Planos edificio K Universidad Pontificia Bolivariana	80

## RESUMEN

**TITULO:** Aplicación del sistema de clasificación LEED-NC al proyecto edificio laboratorios k de la Universidad Pontificia Bolivariana

**AUTORES:** Karhely Tutasaura Cáceres  
Ricardo Andrés Sanz Londoño

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil  
Especialización Gerencia e Interventoría de obras civiles

**DIRECTOR:** MSc. Margareth Indira Viecco Márquez

**PALABRAS CLAVES:** LEED NC, Hábitat, Sostenibilidad,

La sostenibilidad requiere implementar indicadores que cubran además de los aspectos tradicionales, temas específicos de la construcción en relación a su impacto en la economía en la que se inserta, al ambiente natural que lo rodea y a la sociedad a la que sirve.

Es de vital importancia los cambios climáticos por los que está atravesando el mundo, por lo tanto se requiere de construcciones que reduzcan el impacto negativo global del entorno construido en salud humana y el medio ambiente natural.

Con este proyecto se pretende aplicar el sistema de clasificación LEED-NC al Proyecto Edificio Laboratorios K de la Universidad Pontificia Bolivariana, para generar recomendaciones, de tal forma que pueda consignarse en un documento guía para estudiantes y profesionales de la construcción.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** Application of the LEED-NC classification system to the K Laboratories Building Project of the Pontificia Bolivariana University.

**AUTHORS:** Karhely Tutasaura Cáceres  
Ricardo Andrés Sanz Londoño

**FACULTY:** Civil Engineering Faculty  
Management of Civil Works Specialization

**DIRECTOR:** MSc. Margareth Indira Viecco Márquez

**KEY WORDS:** LEED NC, Habitat, Sustainability

The sustainability needs to apply indicators that besides the traditional aspects will cover specific topics of the construction in relation to the economy impact it will directly affect, to the natural environment that surrounds it and to the society it serves.

It is essentially important to count with the climate changes the world has passed; therefore there are needed constructions that reduce the environment negative global impact constructed in human health and the natural environment.

This project pretends the application of the LEED-NC classification system to the K Laboratories Building Project of the Pontificia Bolivariana University, this to finally generate recommendations in such a way that it could be recorded in document guides for students and professionals of the construction.

## INTRODUCCIÓN

La Construcción de Nuevos proyectos sostenibles tienen como uno de sus principales puntos de estudio, el análisis del consumo energético y del consumo de agua, por tal motivo se liderará un proceso integral de revisión, valoración de los diseños Arquitectónicos, Estructurales, Hidráulicos, Sanitarios y Eléctricos del Edificio Laboratorios K, ubicado en el campus universitario de la Universidad Pontificia Bolivariana, utilizando para su desarrollo el Sistema de Clasificación para la certificación LEED-NC y basados en los parámetros establecidos por el PMI, generando como resultado recomendaciones energético y ambientalmente sostenibles.

Lo anterior en razón a que las condiciones ambientales de los últimos años han generado inviernos y sequías por tiempos más prolongados, esto debido a desarrollos económicos mal orientados los cuales consumen recursos sin medida que afectan directamente el medio ambiente y el entorno.

En el ambiente profesional en el que vivimos, la construcción es una de las actividades que genera una gran cantidad de desperdicios o escombros derivados del proyecto, ubicándola en el 2º lugar a nivel mundial después del de la actividad automotriz, lo que conlleva a un deterioro para el medio ambiente y por consiguiente en la calidad de vida de las personas.

Dentro de este enfoque general de ordenamiento y manejo construcciones inteligentes, la definición de los objetivos básicos de protección corresponden a las actividades centrales y prioritarias que se deben abordar con el propósito de iniciar el proceso de ordenamiento y manejo integral, y no como un conjunto exhaustivo de propuestas con ese propósito, las cuales encajan en el Sistema de certificación

LEED ND, con el que se identifican las principales acciones complementarias que deben ser realizadas por los constructores del Edificio K.

A nivel de desarrollo nacional y mundial, el LEED es factor fundamental para generar diferencia y su implementación consiste en una alternativa muy atractiva para el mercado a nivel nacional e internacional.

## **1. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA**

Las condiciones ambientales de los últimos años han generado inviernos y sequías por tiempos más prolongados, esto debido a desarrollos económicos mal orientados los cuales consumen recursos sin medida que afectan directamente el medio ambiente y el entorno.

En el ambiente profesional de la Ingeniería y Arquitectura, nos damos cuenta que la construcción es una de las actividades que genera una gran cantidad de desperdicios o escombros derivados del proyecto, ubicándola en el 2º lugar a nivel mundial después del de la actividad automotriz, lo que conlleva a un deterioro para el medio ambiente y por consiguiente en la calidad de vida de todos.<sup>1</sup>

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

A nivel de desarrollo nacional y mundial, el LEED es factor fundamental para generar diferencia y su implementación consiste en una alternativa muy atractiva para el mercado a nivel nacional e internacional.

La aplicación del LEED para este trabajo tiene como principal punto de vista la transformación de la construcción del Edificio Laboratorios K de la Universidad Pontificia Bolivariana hacia la sostenibilidad, con el fin de satisfacer las necesidades e inquietudes del sector universitario y al mismo tiempo proporcionar rentabilidad para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, generando un menor impacto en el medioambiente y creando ambientes más saludables para las personas.

---

<sup>1</sup> aeí. Arquitectura e Interiores.



Por tal motivo para la Universidad Pontificia Bolivariana es de gran importancia generar proyectos energéticos y ambientalmente sostenibles que además proporcionen a sus estudiantes un valor agregado en imagen, confort y calidad ambiental manteniéndose a la vanguardia de la educación, nacional y mundial.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Generar recomendaciones para la aplicación del sistema de clasificación LEED-NC. Durante el proceso constructivo del Proyecto Edificio Laboratorios K, de la Universidad Pontificia Bolivariana.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Hacer una revisión bibliográfica, que permita explorar con mayor facilidad el tema a tratar.
- Identificar las variables de comprobación de condiciones, bajo el método LEED-NC.
- Realizar valoración del diseño arquitectónico actual, de acuerdo a lista de comprobación de un edificio LEED para nueva construcción.
- Comparar el diseño arquitectónico actual, con las recomendaciones para la valoración de los recursos.

## **2. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**

Con la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el derecho a disponer de un medio ambiente adecuado plantea nuevas necesidades y perspectivas que desbordan los enfoques clásicamente utilizados para el reconocimiento y garantía de los derechos básicos.

La Declaración de Lisboa de febrero de 1988, exhorta a que los Estados creen los mecanismos jurídicos necesarios para habitar en un ambiente digno y respetuoso de los grandes equilibrios ecológicos.

En un escenario de ciudad el componente ambiental se soporta en:

- La percepción, basada en la vivencia personal y cotidiana de los pobladores.
- La racionalización, en la que se califican cuantitativamente los principales problemas, buscando encontrar sus orígenes, la interacción con otros factores, las posibles consecuencias y las perspectivas de solución.

En este contexto la planificación ambiental puede contribuir substancialmente a la regulación del proceso de urbanización en áreas ambientalmente sensitivas. Ello implica la toma de decisiones sobre las asignaciones de usos de la tierra y al ordenamiento territorial para proyectar su crecimiento sustentable.

La planificación ambiental se sustenta en cuatro pilares. El primero es la distribución y dinámica espacio-temporal de ciertos atributos que permiten evaluar el estado y evolución del medio ambiente natural acentuado por la ocupación urbana.

El segundo, relacionado con el impacto en los balances de energía y en los microclimas, por la transformación de superficies permeables a impermeables representados en degradación, pérdida y fragmentación de hábitats acuáticos y terrestres.<sup>2</sup> De esta manera se favorece la incorporación de nuevos agentes amigables que facilitarían la expansión de su base productiva, con proximidad física a los procesos de interacción entre las empresas y actores locales de un territorio, favoreciendo la circulación y generación de riqueza en una agrupación tipo cluster, todo ello en un nuevo paisaje urbano.

El tercer pilar está representado por la ecología de los paisajes, con presencia, localización y distribución de los atributos espaciales de parches y corredores vegetales.<sup>3</sup> La vegetación es un factor de gran relevancia, ya que cumple diversas funciones y servicios ambientales; pese a ello, es uno de los componentes ambientales mayormente afectados por los procesos de urbanización, a través de su reemplazo y fragmentación de los paisajes.

Finalmente la identificación de áreas sensitivas ambientales para su protección y manejo como condicionantes para la urbanización (complejidad, diversidad y conectividad), que demanden mayor cantidad y calidad (sobrecostos) de servicios ambientales.<sup>4</sup>

Estas consideraciones culturales, económicas, constructivas y energéticas se suman al aprovechamiento de los recursos naturales de forma pasiva o natural, dado que existe una tradición constructiva y arquitectónica heredada, cuyo fin es

---

<sup>2</sup> VÁSQUEZ, A. Ecología de Paisaje: Una Aplicación al Estudio de la Vegetación Urbana en la Ciudad de Quillota. Memoria para optar al título de Geógrafo. Santiago de Chile, 2002.

<sup>3</sup> BUREL, F. y BAUDRY, J. 2002 Ecología de Paisaje, conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España.

<sup>4</sup> MARTÍNEZ, A. Y NAVARRO, J. 1995. Hidrología Forestal, El Ciclo Hidrológico. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid.

el aprovechamiento del medio circundante por criterios de economía básica, caracterizada por:

- Orientación: movilidad
- Estructura urbana: distribución de áreas de circulación
- Morfología urbana: configuración del espacio urbano con alineaciones muy marcadas.
- Morfología parcelas: ocupación y edificabilidad
- Tipología edificación: arquitectura de la ciudad

Estas características evidencian un correcto acondicionamiento del medio urbano al medio natural y a las condiciones climáticas, de manera que exista una adecuación completa y óptima de espacios, con el objeto de minimizar los factores de contaminación y consumo energético, tan necesario en el planteamiento de estrategias para el crecimiento urbano de las ciudades.

El carácter estamental de la sociedad se reproduce en el espacio de la ciudad, “en la superposición de conglomerados topográficamente configurados (variables demográficas, económicas, políticas, sociológicas y ambientales) quedando en evidencia la “complejidad multifactorial” que se desarrolla en las ciudades.

El urbanismo así planteado, dentro de un programa pensado en forma integral, requiere posibilitar el desarrollo de estrategias de competitividad, de mayor eficiencia y efectividad de las instituciones y estructuras sociales y económicas, es decir, integrar a todos los grupos sociales hacia un fin común mediante la funcionalización de sus estatus, que influya tan decisivamente en la estructura social y que se encargue de la protección de la biodiversidad.

El deterioro del medio ambiente, está promoviendo en el mundo un medio más sostenible para que el hombre no dañe la naturaleza si no que interactúe con ella, siendo la certificación LEED ND (Neighborhood Development) desarrollado por el Consejo Estadounidense de Construcción sostenible (USGBC) una herramienta o instrumento que facilita el desarrollo urbano (edificios, casas, colegios, vías, espacios de recreación, etc.) para un desarrollo óptimo de nuestro entorno.

El proyecto consiste generar una serie de recomendaciones que conduzcan a obtener el puntaje necesario que conlleve a una certificación LEED-NC, mediante la revisión y valoración de los Planos Arquitectónicos, Estructurales, Hidráulicos, Sanitarios y Eléctricos del Edificio Laboratorios K localizado en el Campus Universitario de la Universidad Pontificia Bolivariana aplicando para ello el Sistema de Clasificación de Edificios Sostenibles para Nuevas Construcción y Grandes Remodelaciones. Es así como se genera sostenibilidad para poder suplir las necesidades en el presente, sin tener que comprometer la habilidad de las futuras generaciones de suplir las suyas, donde se requiere implementar indicadores que cubran además de los aspectos tradicionales, temas específicos de la construcción en relación a su impacto en la economía en la que inserta, al ambiente natural que lo rodea y a la sociedad a la que sirve.

Con el desarrollo de este documento se generara un punto de partida para que la Universidad aplique en cuanto al mejoramiento de cada uno de las construcciones existentes en el campus Universitario su transformación a construcciones energético ambientalmente sostenibles lo cual implicaría un elemento intangible pero de mucho valor para el ambiente estudiantil y como aporte al medio ambiente.

Otro ejemplo de la aplicación LEED, es la monografía presentada por Jhosymar Pinzon y Edgar Arias, llamada **COMPARACIÓN DE COSTOS DE**

## **CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL VS. CONSTRUCCIÓN INCLUYENDO CRITERIOS LEED: CASO EDIFICIO ESTRATO 4**

### **2.1 HÁBITAT**

El Hábitat se entiende como un bio-físico-socio-ecosistema, es decir un sistema cuyos componentes son el espacio urbano, sus ocupantes (caracterizados por un contexto y procesos sociales, económicos, históricos y culturales), el entorno natural como físico-espacial, el contexto político-institucional y las relaciones como vínculos que estos elementos tejen entre sí. Por consiguiente, el hábitat representa mucho más que el habitáculo, el techo, la casa o la vivienda, el Hábitat es tangible e intangible, llena y vacía, pasado, presente y futuro, construido y en construcción permanente.

Pero el hábitat se ve continuamente amenazado por una serie de factores externos tales como los fenómenos naturales y por supuesto el hombre. Se entenderá por supuesto que esta forma de concebir el hábitat y las amenazas asociadas se aplica también a las amenazas de origen antrópico o socio-natural que pueden afectar el hábitat urbano.

En una situación de riesgo en hábitat urbano, intervienen dos componentes mayores: el fenómeno natural potencialmente dañino (la amenaza) y la sociedad amenazada susceptible de sufrir daños (la sociedad vulnerable), considerado este como el conjunto de los individuos así como también las estructuras dentro de las cuales evolucionan, el funcionamiento de las diferentes redes que establecieron, o sea el conjunto de los elementos expuestos.

De manera general, se trata de estimar en qué medida, la sociedad es capaz de resistirle y adaptarse a él (resistencia) como de adaptarse a los cambios de toda índole que éste genera a fin de recuperarse y restablecer sus medios de vida. <sup>5</sup>

### **2.1.1 Hábitat en arquitectura**

En arquitectura el término se emplea para hacer referencia a la organización y acondicionamiento del espacio interior y exterior de un inmueble, planteándose la pregunta ¿si es posible generar diseños para llevar una vida cotidiana ambientalmente más sostenible?

Uno de los problemas más frecuentes es la ausencia de estrategias para la minimización de los efectos dañinos sobre el entorno, generando una sobrecarga de consumo. Y es que la ciudad como lugar de espacio habitable debe ser estructurada de manera compacta y no hiperdensa, ya que lo les interesa a los constructores es la ciudad como ente individual, dejado de lado el contexto (medio ambiente).

La ciudad no es un todo; aire, tierra, agua, sol, flora, fauna, ser humano, etc. No se puede seguir pensando segmentariamente, se hace necesario un cambio de paradigma, un paradigma integrador, holístico, en el que para cada acción haya una reacción y todo en el mundo depende de algo. <sup>6</sup>

La ciudad debe ser vista como una parte integral del medio ambiente, entender que los recursos son finitos, que se debe convertir el consumo lineal en un consumo cíclico, implementando el reciclaje, la renovación, la restauración, reuso,

---

<sup>5</sup> HALPERN, Joel M. La Evolución de la Población Rural. Diferencias cambiantes rural = urbanas. Ediciones NCL, Barcelona, 1993, p. 57

<sup>6</sup> Ibíd. p. El futuro de la comunidad aldeana. P. 133

y recuperación; en todos sus aspectos, económico, político, ecológico dando prioridad al individuo como persona humana.

La ciudad del futuro no puede estar llena de calles y vehículos, sino de ciudades compactas, con muchas áreas verdes, con una ciudadanía segura y contenta de tener un medio ambiente sano, con mucha tecnología para las comunicaciones, eficiente para el trabajo, en el que la sociedad juega un papel totalmente activo en la conformación de su entorno.

Para nadie es desconocido que la conformación de las ciudades ha estado sujeta a presiones y fuerzas de diversa índole, deshumanizándolas al atender contra necesidades básicas del hombre, por lo que se hace necesario generar esquemas de desarrollo que provean un espacio sano, armónico, participativo, justo y responsable en su relación con el ambiente. En tal sentido se hace necesario el rescate de las características esenciales de las ciudades humanistas con base en dinámicas sustentables, estableciendo concordancia entre sistema político y comercial pero apoyado en el bienestar integral del habitante.

Estos modelos deben incentivar en todo momento la creación de espacios adecuados para el desarrollo social, involucrando nuevas concepciones de territorialidad para el fomento de la convivencia social desde la vivienda unifamiliar hasta urbanizaciones a gran escala que sean congruentes con el ambiente, pasando por estrategias que hagan eficiente la movilidad urbana.

Tales estrategias deben promover que los planes urbanos respondan a conciencia a las necesidades esenciales de los individuos en su desarrollo, crear los marcos conceptuales y regulatorios que dirijan a los sectores involucrados en la planeación urbana hacia la sustentabilidad, promover la participación informada de la ciudadanía en la toma de decisiones sobre la conformación de sus ciudades y



promover políticas que permitan la creación de planes de desarrollo locales, en diálogo directo con la ciudadanía en lo que se refiere a sus actividades y modificaciones al entorno urbano para desarrollar una conciencia que se apropie de su entorno e invite a proponer mejoras.<sup>7</sup>

### **2.1.2 Arquitectura y Desarrollo Sostenible**

La razón de ser de un programa de desarrollo sostenible es la integración de acciones dirigidas a mejorar problemáticas ambientales, económico-tecnológicas y sociales continuas en el mediano y largo plazo. En sectores como la construcción, la agricultura, el transporte, las comunicaciones, etc.

En el sector de la arquitectura existen dos variables que condicionan el desarrollo del sector: Por un lado está el sector de los grandes proyectos que valorizan la ejecución práctica, pero que abordan aspectos parciales dirigidos a estratos privilegiados, que nacen y se valorizan en el "mercado", que aspiran a ser una "marca", que proponen soluciones exclusivas y por ende elitistas y que se apoyan firmemente en recursos tecnológicos sofisticados (sobredimensionados en estrategias marketing) y por la otra propuestas de construcción dirigidas a sectores sociales de escaso nivel económico, utilizando tecnología simple, generalmente rescatada de sistemas constructivos tradicionales, con utilización de materiales y saberes locales, orientadas al mejoramiento de las condiciones de hábitat, fuera del mercado o en su periferia y que tienen un muy bajo perfil.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> PROPUESTAS AL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA DELEGACIÓN BENITO JUÁREZ, MÉXICO D. F. Hábitat Urbano.

<sup>8</sup> PIEDEMONTE, Graciela; YARKE, Eduardo. Arquitectura Sustentable. El paraguas de la sustentabilidad en arquitectura. McGraw Hill Editores, México, 2004. P. 14.

José Santamarta, retoma las palabras de Italo Calvino,<sup>9</sup> manifestado que la mitad de la población mundial vive en ciudades, pero buena parte de ellas lo hace en ranchitos, tugurios, o barrios miseria, soportando condiciones indignas, sin acceso al agua potable, a letrinas, sin recogida de residuos, con un alto desempleo, con necesidades básicas insatisfechas, padeciendo niveles de violencia, con problemas de transporte, que sufren inundaciones y deslizamientos y todo tipo de catástrofes, contaminación con residuos tóxicos, fruto de la falta de planeación urbana.

Cómo solucionar el problema? Plantea, que ante todo se requiere la atención de especialistas sectoriales (agua, residuos sólidos, transporte, vivienda o empleo), visión global e integradora, observación de lo que funciona y lo que falla, y apuntar las alternativas.

Una sostenibilidad urbana con mezcla de actividades, que reduzcan la segregación social y espacial, que den prioridad al transporte público y no motorizado frente al carro privado, que minimicen, separen y reciclen sus residuos, que hagan planeamiento y diseño urbano para minimizar el consumo de energía y materiales, que emplean las energías renovables, que hacen gestión de la demanda del agua y tratan sus aguas residuales, y que profundicen la democracia con nuevas formas de participación como los presupuestos participativos.

Las ciudades están configuradas como centros de producción, desarrollo social, innovación y creatividad, pero en ese crecimiento desmedido se han devenido en espacios inhóspitos en los que se multiplican la pobreza, la violencia, la marginación y la degradación del entorno, enfrentando el reto de asumir nuevas

---

<sup>9</sup> SANTA MARTA FLÓREZ, José. Revista World Watch. Nuestro Futuro Urbano. Madrid, España, 2007, p. 14

tareas ligadas al manejo ambiental, gestión de servicios públicos e infraestructura con criterio de eficiencia.

Hoy todos los esfuerzos están encaminados a mantener y preservar el ambiente urbano, redefinición en tiempo y espacio las interrelaciones humanas en relación con los patrones de vida y consumo, con el objeto de revertir los efectos de la degradación de suelos, aire y agua implicados en el desarrollo urbano insostenible.

## **2.2 EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

La vivienda en Colombia, sufrió una gran transformación con la entrada en vigencia del Plan de Ordenamiento Territorial. Con la Constitución de 1991 se cimentaron las bases del proceso de descentralización, siendo las entidades territoriales responsables de la promoción del desarrollo en sus territorios, correspondiendo a los municipios la competencia directa sobre la planificación y administración del suelo urbano, así como del desarrollo físico de las ciudades.

La ley que dio forma a este programa de ordenamiento territorial fueron las Leyes 152 de 1994 -Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, y 388 de 1997 -Ley de Desarrollo Territorial, adoptando nuevas figuras de planeación para las ciudades.

Dos son los elementos a considerar desde esta perspectiva.

Por un lado el Plan de Desarrollo y por la otra el Plan de Ordenamiento territorial. El primero que se concreta en programas y proyectos el programa de gobierno de cada alcalde durante su período; y el segundo como instrumento de planificación territorial, al cual se incorpora el marco normativo de las ciudades, el régimen de suelo que otorga derechos y deberes a los propietarios de los suelos, y los instrumentos de planeación, gestión y financiación del desarrollo urbano.

En cuanto al Plan de Ordenamiento Territorial, está constituido por tres componentes: El general, que incluye objetivos, estrategias y contenidos estructurales de largo plazo, el urbano compuesto por políticas, acciones, programas y normas para encauzar y administrar el desarrollo físico urbano, y el rural, en el que se circunscribe políticas, acciones, programas y normas para orientar y garantizar la adecuada interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, además de la conveniente utilización del suelo, con lo cual se esperaba reducir las diferencias del desarrollo regional y los problemas de interrelación económica y espacial entre los municipios o entes territoriales.

La Ley 388 de 1997 complementaria de la ley 152 de 1994 indica que ordenamiento territorial municipal y distrital....

"comprende un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertados, en ejercicio de la función pública que les compete...en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales" <sup>10</sup>

Desde esta perspectiva el **Ordenamiento Territorial** a nivel municipal esta configurado para organizar el país a nivel económico, social, ambiental y territorial, disponiendo el territorio de tal modo que ayude al desarrollo económico y social, racionalizando acciones urbanas integrales sobre el territorio en cuanto a uso, ocupación y manejo del suelo, regulando los movimientos de transformación territorial de manera que se mejore la utilización de los recursos naturales y

---

<sup>10</sup> DIARIO OFICIAL. Ley 388 DE 1997, art. 5.

humanos para el logro de condiciones de vida dignas para la población actual y futura.<sup>11</sup>

Una realidad que no pueden esconder las ciudades modernas son los problemas ambientales que afectan la salud de sus habitantes y condicionan negativamente la calidad de vida en el futuro, por ello cualquier proceso de urbanización implica la modificación del espacio, de las actividades productivas y de consumo, de estilos de vida y preferencias sociales; es un fenómeno multidimensional que ubica al problema de la sustentabilidad dentro de un contexto que rebasa los contornos propiamente urbanos, y que debe plantearse dentro de un Plan de Desarrollo o de Ordenamiento Territorial en términos de un balance de intercambios físicos, sociales y económicos entre la urbe y sus áreas de influencia.

Las ciudades, tienen un capital ecológico en forma de recursos comunes ambientales urbanos representado por la capacidad de carga de la atmósfera, de la cuenca hidrológica que las abastece y por los recursos territoriales que ofrecen servicios de localización espacial, de recarga de acuíferos, de reserva ecológica y territorial, de recreación y de conservación de recursos naturales, que bajo un criterio de sustentabilidad, deben manejarse de tal manera que no se transgredan sistemáticamente los umbrales críticos que tienen especial repercusión en la fauna y flora del entorno que generan costos sociales-ambientales excesivos como la contaminación del aire, contaminación y agotamiento de acuíferos, multiplicación de basurales a cielo abierto, entre otros inconvenientes.<sup>12</sup>

Desde esta óptica se debe pensar en ciudades sustentables, que resistan y mitiguen impactos, que pueda, desde nuevos pensamientos y técnicas

---

<sup>11</sup> Ibid. art.6

<sup>12</sup> FRERS, Cristian. Técnico Superior en Gestión Ambiental y Técnico Superior en Comunicación Social. En búsqueda de una ciudad sustentable

organizativas apropiándose de sus espacios, saliendo de la dependencia hacia un rol de toma de decisión. Para construir las ciudades del futuro es imprescindible salir de la sociedad del espectáculo para ingresar al campo de la dilatación de la conciencia, la participación y la solidaridad. Una ciudad sustentable que tenga la capacidad de integrarse a la naturaleza sin contaminarla y de ser amigable, de servir a su creador con calidad, un sistema artificial que no esclavice al ser humano ni destruya el medio natural en el que se implanta. Es una ciudad que se sustente equilibradamente entre la naturaleza, lo artificial y lo humano creando un entorno, en el espacio y en el tiempo, de calidad para todos.

### **2.3 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL**

Son prácticas de diseño y construcción que reducen en gran manera o eliminan el impacto negativo de las construcciones sobre el medio ambiente y sus ocupantes en cinco áreas generales:

- Localización sostenible
- Protección y uso eficiente del agua
- Eficiencia energética y energía renovable
- Conservación de materiales y recursos naturales
- Calidad ambiental interior

Las prácticas de arquitectura sostenible, ofrecen una oportunidad de crear estructuras:

- Con responsabilidad con el medio ambiente
- Eficientes en el uso de recursos al usar un enfoque de diseño integrado
- Que promueven la conservación de recursos naturales
- Que promueven la conservación de recursos naturales

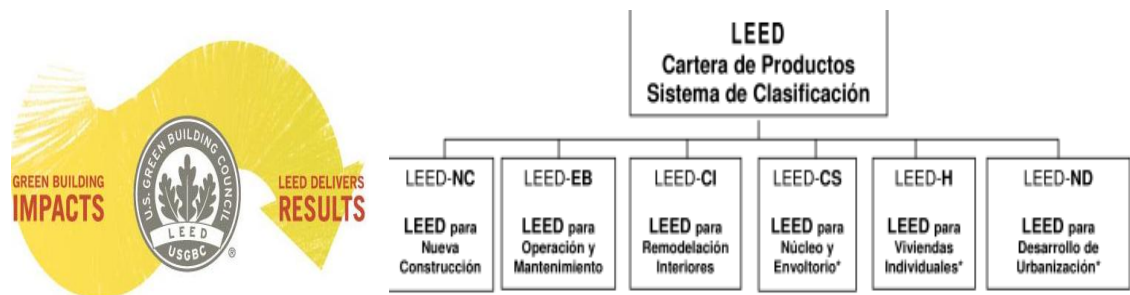
- Que consideran el impacto ambiental y que plantea medidas para su prevención, control, mitigación o compensación
- Que buscan la minimización de desechos
- Que crean un ambiente sano y cómodo
- Que reducen los costos de operación y mantenimiento
- Que responden a preocupación estatales como la preservación histórica, el acceso a transporte público, el acceso a otros sistemas de infraestructura comunitaria
- Que consideran tanto el ciclo de vida completo de la estructura y sus componentes
- Que consideran el impacto económico.

Ante la necesidad de propiciar construcciones sostenibles, Colombia hace parte de importantes organizaciones internacionales que trabajan en tal sentido, firmando tratados y comprometiéndose a mitigar el impacto ambiental que obras de infraestructura general sobre el entorno. Tal es el caso de ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, y Bucaramanga en que dichas estructuras se han fundamentado bajo los parámetros del sistema de certificación LEED ND.

### 3. SISTEMA LEED

LEED son las siglas en inglés de Leadership in Energy and Environmental Design que traduce Líder en Diseño Energético y Ambiental. El sistema es un programa prioritario del USGBC, sistema de certificación con seis áreas de aplicación: nueva construcción, operación y mantenimiento, remodelación de interiores, núcleo y envoltorio, viviendas individuales y finalmente para desarrollo de urbanización.

Figura 1. Imagen de producto



Fuente: Green Building Council (USGBC)

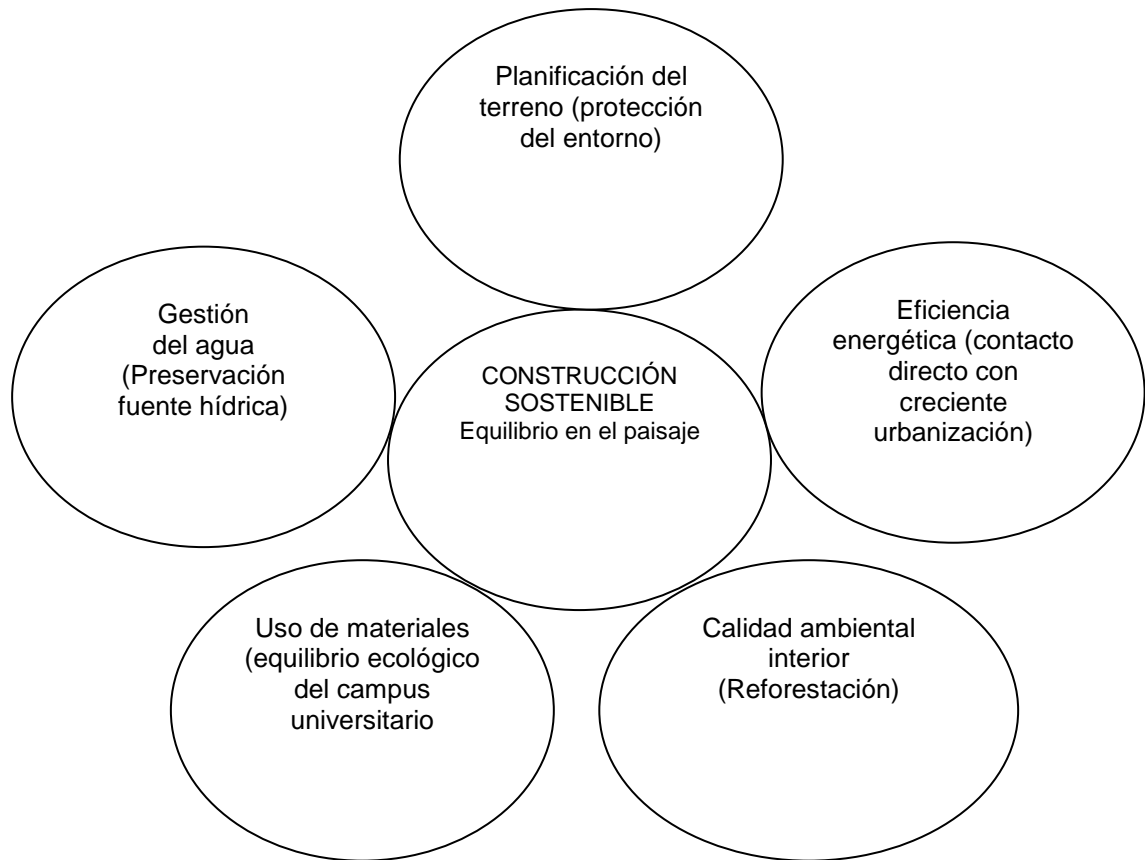
El relacionado con el sistema de urbanismo consta de tres capítulos que son ubicación y vinculación Inteligente, patrón y diseño del barrio, infraestructura y construcción sostenibles, los cuales operan bajo seis variables claramente identificadas:

- Sitios sustentables
- Eficiencia del agua
- Energía y atmósfera
- Materiales y recursos
- Calidad del ambiente interior
- Innovación y diseño



Estructuralmente estas variables implican

Figura 2. Construcción sostenible



Fuente: Green Building Council (USGBC)

Efectuando el análisis del impacto del sistema de certificación y trasladándolo al espacio geográfico del campus universitario, permite:

- Identificar construcción sostenible, estableciendo un estándar de medición común, que para el caso es la conservación del campus.

- Promover practicas de proyecto integradoras y para la totalidad de las construcciones, evitando la pérdida de áreas de circulación.
- Reconocer la importancia de los efectos medioambientales en el medio construido, por disposición de residuos sólidos y aguas residuales.
- Estimular la competencia en sostenibilidad, motivando a la comunidad.
- Elevar la apreciación del consumidor (comunidad de su entorno) sobre los beneficios que aportan las construcciones sostenibles, que para el caso corresponde a la preservación del equilibrio ambiental.

Teniendo presente que el objetivo general de la investigación está relacionado con recomendaciones para la aplicación del sistema de clasificación LEED-NC. Durante el proceso constructivo del Proyecto Edificio Laboratorios K, de la Universidad Pontificia Bolivariana se direccionará en torno al acápite de protección del campus, al generar proyectos energéticos y ambientalmente sostenibles que proporcionen en sus estudiantes un valor agregado en imagen, confort y calidad ambiental manteniéndose a la vanguardia de la educación, nacional y mundial.

### **3.1 EDIFICIO K**

#### **3.1.1 La Universidad Pontificia Bolivariana y su compromiso con el entorno**

En esta parte entran a jugar los organismos rectores de la educación superior que llegan para trazar las directrices de qué es lo que se piensa con respecto a la pertinencia de la universidad en el ámbito social, planteando lo que la sociedad espera de la universidad abordando temas como los vínculos con el mundo del trabajo y las responsabilidades de la educación superior con respecto al sistema en su conjunto; no siendo menos importante la participación de la comunidad de la educación superior en la búsqueda de soluciones a problemas humanos

apremiantes como la demografía, el medio ambiente, la paz y el entendimiento internacional, la democracia y los derechos humanos.

También se plantean otros lineamientos básicos como el de evaluar la pertinencia en relación a la adecuación entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que estas hacen; reforzar las funciones de servicio a la sociedad, con actitudes que permitan resolver los grandes problemas de la sociedad como la pobreza, violencia, intolerancia, analfabetismo, deterioro del medio ambiente a través de propuestas transdisciplinarias; aportar alternativas para el desarrollo del conjunto del sistema educativo incidiendo significativamente en los factores para el mejoramiento cualitativo de esos niveles de educación (investigación educativa, capacitación y formación docente); y, “en última instancia la educación superior debería apuntar a crear una sociedad no violenta y de la que esté excluida la explotación, sociedad formada por personas muy cultas, motivadas e integradas, motivadas por el amor a la humanidad y guiadas por la sabiduría.”<sup>13</sup>

### **3.1.2 Pertinencia de la Universidad**

“La pertinencia constituye el fenómeno por el cual se establecen las múltiples relaciones entre la universidad y el entorno”.<sup>14</sup>

“Desde el nacimiento mismo de las instituciones de educación superior, la universidad ha estado articulada con el entorno. Esa articulación ha dependido en gran medida de los mismos desarrollos de la formación social y de la comprensión por parte de la comunidad universitaria de su compromiso social. A medida que

---

<sup>13</sup> MALAGÓN PLATA, Luis Alberto. Universidad y Sociedad. Alma Mater Magisterio. Primera Edición. 2005. p. 16 - 18

<sup>14</sup> Ibid, p. 24

las sociedades se han ido haciendo más complejas sus demandas a las universidades se han hecho más diversas también”.<sup>15</sup>

“Tradicionalmente las formas de vinculación universidad-sociedad han estado mediatizadas por las funciones de la universidad: docencia (profesionalización), investigación (producción del conocimiento), y extensión (servicio social). Pero estas funciones se han ido modificando, enriqueciendo y de alguna manera transformando.

Hoy, en el contexto de la universidad moderna de masas, de la universidad moderna de investigaciones y de la universidad moderna de élites, la formación profesional se ha transformado en formación permanente, continua y para toda la vida; la investigación ha pasado de ser una práctica para alimentar la academia a una práctica para la producción, socialización y comercialización del conocimiento; y, la extensión ha pasado de ser un servicio social asistencial a un conjunto de acciones que involucran las dos funciones anteriores y favorecen la intervención y proyección social de la universidad”.<sup>16</sup>

En el marco de la universidad tradicional predominantemente profesionalizaste, su vinculación con el entorno estaba determinada por la formación de los recursos humanos necesarios para el desarrollo. La investigación no constituía un eje de vinculación y la extensión tenía un carácter básicamente asistencialista.

Con el surgimiento de la universidad moderna, el eje profesionalizante se mantiene, pero la investigación aparece ya como un eje de vinculación con el entorno. El conocimiento entra a ser parte de los procesos de negociación entre la universidad, el estado y el desarrollo social. De igual manera, la extensión toma

---

<sup>15</sup> Ibid, p. 26

<sup>16</sup> Ibid, p. 29

un carácter de proyección social, esto es, de intervención en los sectores de influencia de la institución.

“En el contexto de la universidad moderna contemporánea, la vinculación Universidad- Sociedad se torna en un problema muy complejo y la naturaleza de esa vinculación va a depender en gran medida de la naturaleza misma del proyecto educativo universitario. Se puede encontrar la vinculación de universidades con rasgos muy marcados con el sector productivo y otras enfocadas en la parte social”.<sup>17</sup>

Las universidades Europeas y Norteamericanas están muy enfocadas en marcar una amplia vinculación con los sectores productivos; tanto, que existen convenios de empresas con las universidades para el traspaso de conocimiento y de esta forma contribuir con el desarrollo del sector productivo, las mismas universidades crean empresas o las empresas crean sus propias universidades; y como están intervenidas por el sector externo su enfoque es más hacia lo cultural y los valores; en tanto que las universidades Latinoamericanas llevan este proceso un poco más lento, marcando menos la vinculación con el sector productivo, debido a la misma formación de la sociedad, pero ven en las universidades europeas y americanas el paradigma a seguir para su transformación, teniendo un enfoque más social y de servicio a la comunidad menos favorecida.

Hoy la temática de la Universidad-Sociedad, se torna en una problemática de la universidad-desarrollo, sobre la base de considerar que la universidad tiene la responsabilidad histórica y política de aportar al desarrollo, dependiendo, claro está, de lo que vayamos a entender por desarrollo.

---

<sup>17</sup> Ibid, p. 31

“La pertinencia de la universidad está estrechamente relacionada de la forma en que se vincula con el entorno en el cual se desarrolla. La universidad tiene estructuras determinadas que cumplen funciones en relación con la pertinencia: organismos de apoyo académico, no necesariamente vinculados directamente con los proyectos de formación, como por ejemplo; centros de investigación, de desarrollo, de acción social, oficinas de egresados, entre otros; y las estructuras que soportan los proyectos curriculares como las escuelas, departamentos, direcciones de programas. Ambos tipos de mecanismos posibilitan la concreción de la pertinencia”.<sup>18</sup>

Otro derrotero importante en cuanto a lo relacionado con pertinencia es el que emiten las organizaciones como la UNESCO (organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura) y el BM (Banco mundial) en conferencias realizadas en las diferentes partes del mundo y donde se concluye la necesidad de involucrar a las universidades en temáticas puntuales como: el desarrollo sostenible, la ciudadanía, la paz, el medio ambiente y la democracia.

Igualmente se destaca la importancia de articular acciones entre la sociedad civil, las empresas, los gobiernos y las universidades en la búsqueda de la paz y el desarrollo social; que se encuentra enmarcado dentro de lo que se denominan nuevas realidades: expansión, diferenciación y revolución del conocimiento; llegando a la conclusión de que la valoración de la enseñanza universitaria lo hacen la sociedad, los grupos empresariales y el gobierno en tanto la formación profesional debe responder al entorno productivo.

---

<sup>18</sup> Ibid, p. 49

### **3.1.3 Reseña de la Universidad**

La Universidad Pontificia Bolivariana nace en la ciudad de Medellín el día 15 de Septiembre de 1936, con el nombre de Universidad Católica Bolivariana, según Decreto de la Arquidiócesis de Medellín en cabeza del Monseñor Tiberio de Jesús Salazar y Herrera, siendo designado como primer rector Monseñor Manuel José Sierra. El claustro universitario, inicia actividades con la Carrera de Derecho en la cual se matriculan 78 estudiantes.

El trabajo evangelizador realizado es reconocido por su Santidad Pío XII, el 16 de Agosto de 1945, otorgándole el Título de Pontificia, pasando a llamarse desde entonces como Universidad Pontificia Bolivariana, agregando a los principios de humanismo cristiano, el magisterio de la Iglesia y los ideales del libertador Simón Bolívar, para la formación e instrucción científica, tecnológica y humana para el desarrollo del país.

La Universidad, comprometida con la excelencia es hoy reconocida por organizaciones como la Asociación Colombiana de Universidades ASCUN, la Federación Internacional de Universidades Católicas FIUC, la Unión de Universidades de América Latina UDUAL, la Asociación Internacional de Universidades AIU, la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrados AUIP y la Asociación de Televisión Educativa Iberoamericana ATEI.

Además de Floridablanca, su influencia se ha extendido a ciudades del país como Montería y Palmira, además de la Unidad de Proyección y Gestión en Bogotá.

### **3.1.4 Distribución de la edificación**

El edificio consta de un sótano, un semisótano, y cinco pisos, los cuales se describen a continuación:

En el sótano del Edificio K se ubicará el laboratorio de procesos industriales que integran tres facultades, Ingeniería Industrial, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica en un área de 693 m<sup>2</sup>., de igual forma, se encontrará la sala de bombas y tanque de agua para el laboratorio de hidráulica asociada a la Facultad de Ingeniería Civil y la Subestación Eléctrica.

La distribución espacial se observa en el Plano 1.

Plano 1. Sótano



Fuente: UPB



En el semisótano o nivel 0, se localizarán los laboratorios de Ingeniería Civil: hidráulica, geotécnica y pavimentos; los laboratorios de Ingeniería Electrónica: máquinas eléctricas y control, y electrónica de potencia, dos aulas de cómputo y un espacio para impresoras y fotocopiado.

La distribución espacial se observa en el Plano 2.

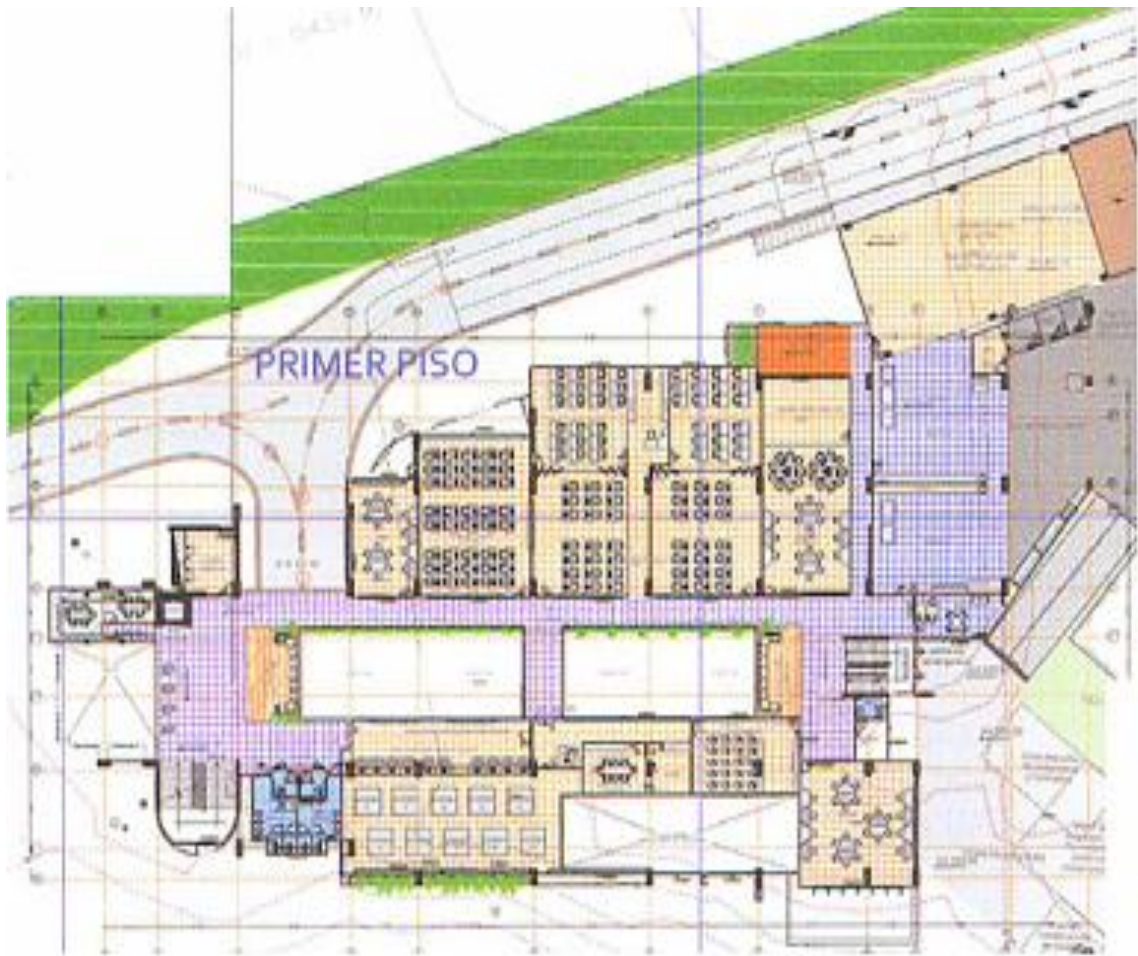
### Plano 2. Semisótano



Fuente: UPB

El primer piso corresponde a los laboratorios de Ingeniería Civil como el de estructuras y resistencia de materiales, materiales de construcción, construcciones y el patio de maniobras descubierto, así mismo el laboratorio de automatización de procesos industriales que presta servicios a las facultades de Ingeniería Industrial: simulación, el cual dispondrá de un área de 300 m<sup>2</sup> y el laboratorio virtual con un área de 102 m<sup>2</sup>; adicionalmente se habilitarán dos salones para asistentes graduados y tesis y una sala de cómputo para el trabajo en grupo.

Plano 3. Primer Piso



Fuente: UPB

En el segundo piso estarán ubicados los laboratorios de Ingeniería Electrónica tales como redes de telecomunicaciones, instrumentación, sala de proyectos, señales y microelectrónica, cuatro laboratorios de electrónica básica, además el laboratorio de control de procesos y robótica que prestará servicios a las Facultades de Ingeniería Electrónica, Industrial y Mecánica y contará con un área de 175 m<sup>2</sup> y por último el Centro Administrativo de Laboratorios.

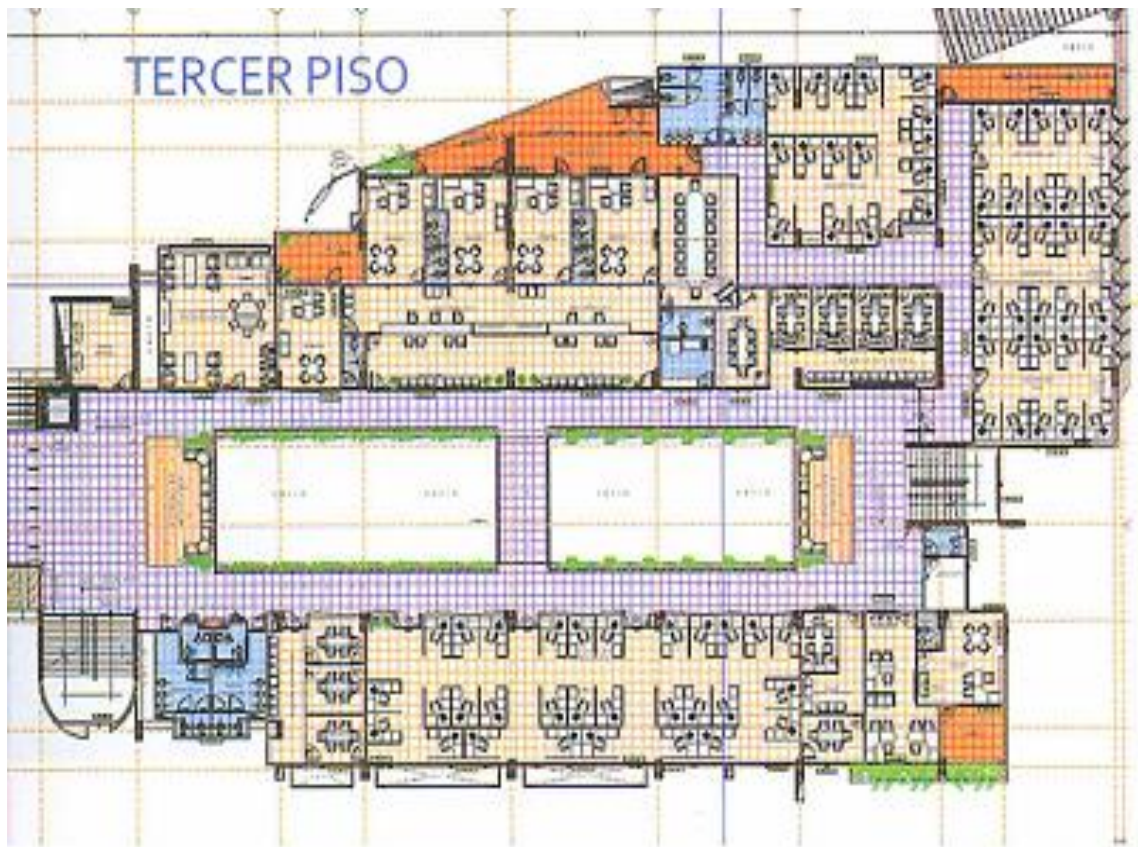
#### Plano 4. Segundo Piso



Fuente: UPB

En el tercer piso estará el área administrativa de Ingenierías, entre ella la Oficina de Ingenierías, las oficinas de los asistentes del decano, las oficinas de los Directores de las Facultades de Ingenierías, los cubículos de los docentes, atención de estudiantes, salas de juntas, sala de estar de los docentes, salas de espera para los estudiantes y las oficinas de las secretarías.

Plano 5. Tercer Piso



Fuente: UPB

La cuarta planta corresponde a los laboratorios de comunicación social tales como el estudio de televisión, dos salas para ediciones de video, dos cabinas de audio, la sala de redacción, la sala para la edición de audiovisual, el estudio de fotografía, los camerinos y el laboratorio de fotografía digital, infografía y multimedia, así mismos se encontrará el área administrativa de comunicación social, la oficina del Director de la Facultad y de la secretaria, los cubículos de los docentes, atención a los estudiantes, el Departamento de nuevas tecnologías y aulas de clase.

Plano 6. Cuarto Piso



Fuente: UPB

El quinto piso se ubicará el control máster del estudio de televisión, aulas de clase, aula máxima la cual contará con una capacidad de 108 personas y una terraza la cual tendrá habilitada una cafetería.

#### Plano 7. Quinto Piso



Fuente: UPB

En el quinto piso se ubica el control master del estudio de televisión, aulas de clase, aula máxima la cual contará con una capacidad de 108 personas y una terraza la cual tendrá habilitada una cafetería.

## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 4.1 MÉTODO DE SELECCIÓN

LEED proporciona un marco completo para evaluar la eficiencia del edificio y cumplir los fines de sostenibilidad. Para ello tiene en cuenta la aplicación de criterios de sostenibilidad tanto en la fase de proyecto de arquitectura e instalaciones técnicas, como en la fase de construcción, puesta en marcha y utilización del edificio.

Estos criterios se aplican en seis áreas temáticas diferentes:

1. Planificación sostenible de la parcela (14 puntos)	20%
2. Uso eficiente del agua (5 puntos)	7%
3. Eficiencia energética y energías renovables (17 puntos)	25%
4. Conservación de materiales y recursos (13 puntos)	19%
5. Calidad ambiental interior (15 puntos)	22%
6. Innovación y diseño (5 puntos)	7%

Cada una de las seis áreas de aplicación de criterios de sostenibilidad cuenta con una serie de prerequisites y créditos opcionales a cumplir necesarios para obtener el nivel de certificación final del edificio. Para poder entrar en el proceso de certificación LEED-NC, el edificio debe satisfacer obligatoriamente todos los pre-requisitos y optar a un mínimo de 26 puntos de los 69 posibles.

Actualmente existen cuatro categorías de certificación que maneja el sistema:

Certificado	40 - 49 puntos
Plata	50 - 59 puntos

Oro	60 - 79 puntos
Platino	80 - + puntos

El análisis de las áreas temáticas es el siguiente:

#### **4.1.1 Planificación sostenible**

Esta primera categoría se centra en los requerimientos que deberá cumplir la parcela en la que se vaya a implantar el edificio y tiene como principal objetivo preservar áreas naturales y minimizar el impacto del edificio sobre su entorno, tanto en la fase de construcción como en la fase de uso.

Para ello, será esencial ubicar el edificio en un emplazamiento previamente desarrollado y reducir la contaminación procedente de las actividades de la construcción mediante el control de la erosión del terreno, la sedimentación en las vías de agua y la generación de polvo.

También se favorece la creación de espacios abiertos ajardinados, la minimización del efecto isla de calor en pavimentos y cubiertas y la reducción de la contaminación lumínica del edificio.

Por último, resulta esencial reducir la necesidad del uso del automóvil por parte de los ocupantes del edificio a través de la implantación de medidas que promuevan el uso de transporte público o alternativo (bicicletas, vehículos híbridos, vehículos compartidos).



### **4.1.2 Eficiencia en agua**

El principal objetivo de este segundo bloque temático es la reducción del consumo de agua del edificio. Para ello se deberán utilizar instalaciones eficientes de riego y saneamiento, utilizar vegetación autóctona o de baja necesidad de riego e implantar tecnologías de recuperación de aguas pluviales y grises.

### **4.1.3 Energía y atmósfera**

Uno de los principales objetivos de la sostenibilidad es el ahorro energético, por ello, la categoría de “Energía y Atmósfera” es la que tiene un mayor peso dentro del proceso de certificación LEED, concretamente supone una cuarta parte de todos los puntos posibles. Su objetivo es construir edificios con un elevado nivel de eficiencia energética que minimicen su consumo energético y en consecuencia reduzcan las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Para ello, el edificio y, en este caso, las instalaciones productoras y consumidoras de energía se realizarán de forma que cumplan un mínimo nivel de eficiencia energética del edificio y sus sistemas. A partir de este punto se estudiarán medidas para incrementar el nivel mínimo de eficiencia energética con el fin de reducir los impactos económicos y medioambientales asociados al uso excesivo de la energía.

### **4.1.4 Materiales y recursos**

Los objetivos de esta categoría son reducir la cantidad de materiales utilizados mediante el empleo de materiales reciclados o reutilizados, potenciar el uso de materiales con menor impacto medioambiental y reducir y gestionar adecuadamente los residuos generados.

#### **4.1.5 Calidad ambiental interior**

Una correcta gestión de la calidad ambiental interior de un edificio y, especialmente en el caso de un hospital, es fundamental para garantizar el bienestar y la salud de sus ocupantes, ya sean trabajadores, enfermos o visitantes. A su vez, se consigue un aumento de la productividad de los ocupantes del edificio y una reducción de los costes de explotación y de mantenimiento. Los objetivos de sostenibilidad que hacen referencia a la calidad ambiental interior son mantener una buena calidad del aire interior, eliminar, reducir y gestionar fuentes de contaminantes interiores, asegurar el confort térmico y la capacidad de control de los sistemas y, por último, proporcionar a los ocupantes una conexión con el ambiente exterior a través de un elevado nivel de iluminación natural y vistas.

#### **4.1.6 Innovación y diseño**

Por último, LEED proporciona a los equipos de diseño y proyecto la oportunidad de obtener puntos adicionales al exceder con amplitud algunos de los créditos establecidos en el sistema de certificación, también pueden obtenerse puntos por la aplicación de estrategias de eficiencia innovadoras, por la diseminación cultural de los aspectos sostenibles considerados o bien por la participación en el proyecto de profesionales acreditados

### **4.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES**

#### **4.2.1 DENSIDAD DEL DESARROLLO Y CONECTIVIDAD AL ENTORNO (PS-2)**

Inscrito en el crédito PS 2, tiene como propósito canalizar el desarrollo hacia áreas urbanas con infraestructura existente, proteger los terrenos cultivables y preservar el hábitat y los recursos naturales. Para el caso, los terrenos cultivables estos se

asemejan al campus, en cuyo caso se debe proceder a realizar un estudio de especies arbóreas presentes en ella con el fin de interrumpir el proceso de deforestación (por erosión o por efecto de mano del hombre), a fin de propiciar el equilibrio ecológico recuperando su vegetación.

La segunda opción corresponde a la conectividad de la comunidad educativa con el campus, a fin de generar sentido de pertenencia con su entorno y que marcan la política urbanística de la ciudad, y de la importancia del rescate del espacio verde a fin de mejorar su funcionalidad y mostrar una mejor imagen.

Estas acciones representan una verdadera estrategia de transformación urbana con la participación destacada de urbanistas, ambientalistas y la misma comunidad en general.

#### **a. Tecnologías y Estrategias Potenciales**

Durante el proceso de selección de estrategias o programas de mitigación del deterioro ambiental en el campus universitario, la comunidad debe tomar parte activa mediante el fomento de los espacios verdes o naturales dentro del mismo, lo que puede aportar una gran cantidad de efectos beneficiosos como:

- Reducir los efectos del cambio climático, al retener el dióxido de carbono.
- Disminuir la contaminación acústica y lumínica.
- Limpia y purifica el aire, el suelo y el agua.
- Estabilizan el microclima del campus.
- Protegen el suelo de la erosión.
- Forman un patrimonio natural y cultural.
- Permite a los estudiantes tener un contacto cercano con la naturaleza.

Infortunadamente el desarrollo urbanístico incontrolado de la ciudad y la disposición de redes de servicios públicos han fomentado la reducción, dispersión o fragmentación de estas áreas naturales, máxime si se tiene en cuenta que el Estado no ha implementado medidas de conservación y restauración de estas zonas naturales, y reclaman una mayor implicación de las instituciones y la participación activa de los ciudadanos para la conservación de los espacios naturales en la ciudad.

### **b. Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales**

Contempladas en el Crédito EA 2, su propósito está relacionado con la reducción de la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable, mientras se incrementa la recarga del acuífero local, bien sea de forma natural o por efectos de vertederos de aguas residuales, con el uso de instalaciones conservadoras de agua (sanitarios, urinarios) o agua no-potable (lluvia recogida, aguas grises recicladas, y aguas residuales tratadas in situ o por las empresas correspondientes).

### **c. Tecnologías y Estrategias Potenciales**

Especificar las instalaciones de alta eficiencia y las instalaciones secas tales como sistemas de sanitarios de compostaje y urinarios sin agua para reducir los volúmenes de aguas residuales, considerar la reutilización de aguas de escorrentía o aguas grises para el transporte de aguas residuales o sistemas de tratamiento de aguas residuales (mecánicos y/o naturales), con sistemas compactos de eliminación de nutrientes biológicos, humedales artificiales, y sistemas de filtración de alta eficiencia.

#### **4.2.2 Protección o restauración del hábitat (PS-5)**

El crédito PS 5.1, destinado a la protección o restauración del hábitat mediante la conservación de las áreas naturales existentes y restauración de las áreas dañadas para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

Como de lo que se trata es de la protección del medio ambiente en el campus universitario, la primera opción es relativa a parcelas (zonas) no contaminadas, limitando toda la perturbación a 12 metros a partir del perímetro del edificio; 3 metros a partir de la superficie de aceras, patios, aparcamiento en superficie e instalaciones menores de 30,5 cm. de diámetro; 4,5 metros a partir de bordillos de las vías principales y zanjas de los ramales de los servicios principales; y 7,7 metros a partir de áreas construidas con superficies permeables (tales como áreas con pavimentos permeables, instalaciones para la detención de escorrentía y campos de juego) que requieran áreas adicionales de colchón para limitar la compacidad en el área construida.

Cómo el área de del campus está limitada en su totalidad por vías asfaltadas (Autopista Floridablanca – Piedecuesta) o pavimentadas (accesos al campus) dichas áreas deben ser delimitadas a 3 metros a partir del canal carreteable.

La segunda opción, hace referencia a parcelas previamente desarrolladas o parcelas niveladas, que adaptadas a la zona de estudio, irían en procura de restaurar o proteger un mínimo del 50% del área de la parcela con vegetación autóctona o adaptada. Las plantas autóctonas/adaptadas deben ser plantas propias de una localidad o tipo de cultivo nativo que están adaptados al clima local y no se consideran especies invasoras ni maleza nociva.

El sistema de certificación identifica las parcelas no contaminadas, como aquellas que no han sido previamente desarrolladas o niveladas y permanecen en su estado natural.

Las parcelas previamente desarrolladas son aquellas que previamente contenían edificios, carreteras, aparcamientos, o fueron niveladas o alteradas directamente por las actividades humanas. En consecuencia es preciso aclarar que el área del campus se ha visto afectada por la infraestructura del campus, entre otros.

#### **a. Tecnologías y Estrategias Potenciales**

El sistema propone que en parcelas no contaminadas, se debe realizar un levantamiento topográfico para identificar los elementos de la parcela y adoptar un plan general para el desarrollo de la misma. Por tanto se debe localizar los puntos críticos con el fin de minimizar la perturbación de los ecosistemas existentes.

Se incluyen estrategias como el establecimiento de límites claramente marcados para la construcción minimizando la perturbación del campus existente y restaurar previamente las áreas degradadas hasta su estado natural. Para parcelas previamente desarrolladas (negativamente), corresponde a la administración local y a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), para la selección de materiales de plantas autóctonas o adaptadas apropiadas, prohibiendo materiales de plantas listadas como invasoras o especies de maleza nocivas; esto con el fin de que las especies de plantas autóctonas/adaptadas que requieren un riego mínimo o ningún riego después de su plantación, no requieren un mantenimiento activo como siega o tratamiento con productos químicos como fertilizantes, pesticidas o herbicidas, y proporcionan valor de hábitat y promueven la biodiversidad.

### **4.2.3 Maximización del espacio abierto (PS-5.2)**

Corresponde al segundo crédito (PS 5.2) relacionado con la Maximización del Espacio Abierto, teniendo como propósito, proporcionar un alto grado de espacio abierto en relación con el desarrollo de la huella con el fin de promover la biodiversidad. Con ello se trata de reducir la huella del desarrollo (que para el caso del campus correspondería a la pérdida de espacio a favor de complejos educativos, vías de acceso y parqueaderos).

La segunda opción del crédito se ajusta a la realidad del campus dado que un área sin control de zonificación local propició el crecimiento del área urbanizable del municipio, con los consecuentes problemas de disposición de servicios públicos (alcantarillado, acueducto, energía, gas), razón por la cual las empresas respectivas se ven en la necesidad de disponer de redes planificadas que aún así afectan el entorno.

Con la opción tres del crédito, la universidad como ente administrativo se vería obligada a zonificar la zona con el fin de adelantar programas de recuperación, preservación y conservación del campus, realizando los ajustes necesarios en las redes de servicios públicos.

#### **a. Tecnologías y Estrategias Potenciales**

La universidad debe proceder a realizar un levantamiento topográfico que identifique los elementos del campus que permitan adoptar un plan general de recuperación ambiental de su entorno.

#### **4.2.4 Diseño de Escorrentías: Control de Cantidad (PS-6.1)**

El crédito PS 6.1 hace referencia al diseño de escorrentías, con el objeto de limitar la perturbación de la hidrología de los cursos naturales de agua reduciendo la cubierta impermeable, incrementando la infiltración in-situ, reduciendo o eliminando la contaminación procedente del flujo de la escorrentía, y eliminando los contaminantes, todos ellos provenientes de los asentamientos humanos y la deficiencia de las redes de alcantarillado que afectan la corriente hídrica al recepcionar aguas residuales provenientes de su zona de influencia.

Para tal efecto se debe implantar un plan de gestión de escorrentía que prevenga y proteja los canales receptores de las corrientes residenciales y de aguas lluvia implantando una estrategia de protección de los canales receptores de las corrientes y unas estrategias de control del volumen.

##### **a. Tecnologías y Estrategias Potenciales**

Diseñar una red de servicios domiciliarios (aguas negras) que impidan su infiltración en la fuente hídrica especificando cubiertas vegetadas, pavimentos permeables, y otras medidas para minimizar las superficies impermeables.

#### **4.2.5 Generación de espacios verdes limítrofes a los núcleos urbanos.**

Los espacios verdes limítrofes a los núcleos urbanos son doblemente valiosos. Además de ser importantes focos de biodiversidad, mejoran la calidad de vida de la mayoría de los ciudadanos, gracias a sus beneficios medioambientales y culturales.

Estas zonas naturales deberían contar con una protección especial, para garantizar no sólo su conservación, sino también la calidad de vida de los



ciudadanos. Las instituciones son cada vez más conscientes de ello y tratan de cuidarlas y mejorarlas. Sin embargo, este tipo de acciones son todavía insuficientes, y las principales presiones y amenazas que deterioran el estado de conservación de dichas áreas son el desarrollo urbanístico o la construcción de infraestructuras que dispersan o fragmentan estas áreas naturales limítrofes.

Las disfunciones de uso son otra de las presiones. Los conflictos entre los beneficiarios de estas áreas que quieren protegerlas, convertirlas en basureros públicos u otro tipo de actividades son frecuentes, además de problemas de vertidos incontrolados, quemadas incontroladas, etc.

#### **a. Tecnologías y estrategias potenciales**

Aplicar medidas legales específicas, aumentar los medios destinados a estos espacios, poner en marcha iniciativas de restauración de las zonas deterioradas, mejorar las condiciones de acceso a los ciudadanos, o desarrollar actividades de educación ambiental y cultural, especialmente de tipo participativo.

Así mismo, se deberían coordinar diversas políticas y herramientas de regulación y planificación. Es muy importante que, por ejemplo, en los planes de expansión de la ciudad se tengan en cuenta las características de estos espacios, de manera que se reduzca el impacto ambiental. Sin embargo, la escasez de medidas de conservación y restauración de estas zonas naturales, reclaman una mayor implicación de las instituciones y los ciudadanos para su mejora.

En el ámbito de la edificación, las certificaciones son utilizadas en gran parte de los países, principalmente para orientar la conducta de los técnicos y arquitectos en materia de eficiencia energética de los edificios proyectados. Las certificaciones LEED ND constituyen algo novedoso, encontrándose sólo algunas

iniciativas recientemente desarrolladas, que también buscan introducir pautas y criterios ambientales o de sostenibilidad en el proceso de planeamiento y proyecto de construcción de edificios.

Además de la consolidada utilización voluntaria de las certificaciones como valor añadido a los productos y servicios, cada vez más administraciones hacen uso de éstas como instrumento de políticas, como medio de comprobación del cumplimiento de normativas establecidas, o también para la concesión de créditos financieros para las inversiones o desarrollo de proyectos.

El concepto sostenible surge a raíz de la necesidad de lograr en todas las actividades humanas un nuevo equilibrio con el medio ambiente, la sociedad y la economía, es decir un desarrollo más sostenible.

La construcción supone en este nuevo concepto un sector básico, con grandes impactos en los recursos, los residuos, las emisiones, la biodiversidad, el paisaje, las necesidades sociales, la integración, el desarrollo económico del entorno, etc. Es así, que la construcción sostenible tiene una importancia esencial como demuestra su amplia aplicación teórica y práctica ya en proyectos de planificación urbana y de edificación.

En la ingeniería civil estas aproximaciones son todavía mínimas, aunque ya se están considerando ciertos criterios de sostenibilidad en los proyectos de construcción.

Además se aplica a esta tipología obteniendo un set de indicadores desde las etapas más tempranas de un proyecto: planificación y diseño de alternativas y selección de la solución definitiva.

De este modo, se trata de considerar los criterios sostenibles desde el momento en el que el proyecto dispone todavía de flexibilidad suficiente para el cambio y la adaptación a los nuevos objetivos del desarrollo sostenible: el respeto al medio ambiente, la integración y justicia social y la economía.

## **5. ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL EDIFICIO K DESDE LA METODOLOGÍA LEED NC**

La sociedad, en general, reconoce que las actividades que se desarrollan para la producción y transformación del espacio influyen y condicionan la supervivencia de los sistemas naturales de soporte, de modo que actualmente existe un consenso en cuanto la importancia y necesidad de buscar estrategias para paliar las disfunciones que gradualmente diluyen las ventajas de las ciudades.

Sin embargo, además de las medidas paliativas, se consolida poco a poco la necesidad de desarrollar nuevos modelos que sustituyan a los actuales, a fin de reorientar las actividades humanas y técnicas hacia la sostenibilidad, garantizando la supervivencia de la sociedad urbana contemporánea.

Consciente de esta necesidad la Universidad Pontificia Bolivariana Sede Piedecuesta busca, de algún modo, colaborar en la conducción de las actuaciones en el sector de la construcción hacia objetivos medioambientales o de sostenibilidad.

En desarrollo del análisis del diseño arquitectónico del Edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Piedecuesta se plantea el modo de aplicación de la sostenibilidad en los proyectos mediante un sistema de indicadores. Como reto fundamental se marca una metodología que permita identificar, priorizar y seleccionar los indicadores y las variables más importantes de lo que es considerado como una construcción sostenible para el caso de las infraestructuras lineales.

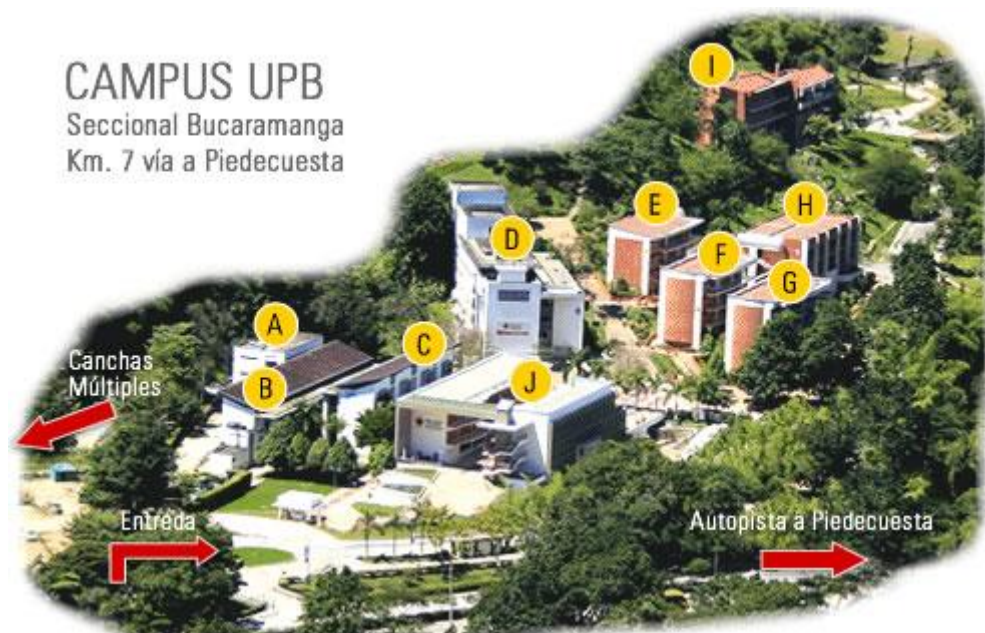
Se realiza, así mismo, un análisis del set de indicadores obtenido, un estudio práctico de aplicación, cualitativa y cuantitativa de cada uno de los criterios-

indicadores, así como la aplicación de métodos multicriterio **Leed NC** para permitir la comparación de alternativas ante diferentes medidas e indicadores.

Se finaliza con una discusión del tema tratado y una retroalimentación tanto de la metodología propuesta como de la aplicación para el caso de la infraestructura, para su posible aplicación futura en otras áreas o tipologías de proyectos o su desarrollo en el mismo ámbito desde la perspectiva de la ingeniería de proyectos.

### 5.1 LOCALIZACIÓN GENERAL

Figura 3. Localización general del Campus



Fuente: UPB Bucaramanga

En el año de 1997 se elaboran los diseños arquitectónicos de la primera etapa, se inició su construcción y se dio al servicio de la comunidad universitaria en 1999. Esta etapa está conformada por cuatro edificios con un área construida de aproximadamente 7.350 m<sup>2</sup>, allí se ubican, en el edificio A: la Cámara de Gesell, el

Grupo de Investigación de Neurociencias y Comportamiento, los laboratorios de Hidráulica, Mecánica de Fluidos, Resistencia de Materiales, Suelos, Pavimentos, Máquinas Eléctricas, Control de Máquinas, Robótica y Vídeo, el Centro de Proyección Audiovisual y el Centro de Servicios en Telecomunicaciones; en el edificio B: los laboratorios de Ciencias Básicas y de Electrónica; en el edificio C: Cafetería, Librería y Fotocopiadora, Sala de Profesores y Oficina de prácticas empresariales de ingenierías; en el edificio D: oficinas Administrativas, Salas de Informática, Oratorio, Estudio de Fotografía, Cabina de Radio, y Sala de Redacción Revista Plataforma.

En el año 2001 se dio inicio a la construcción de la segunda etapa conformada por los edificios E, F, G, H e I. En el edificio E: además de aulas y oficinas administrativas se ubica: una sala de lectura, la sala de Nuevas Tecnologías y la Sala de Música; en el edificio F: Librería y fotocopiado y la Sala Sede de los Grupos Culturales; en el edificio G se encuentra el Dpto. de Bienestar Universitario: Consultorio Médico y Psicológico, Trabajo Psicosocial, direcciones de los Grupos Culturales, Deportivos y la sala de exposiciones.

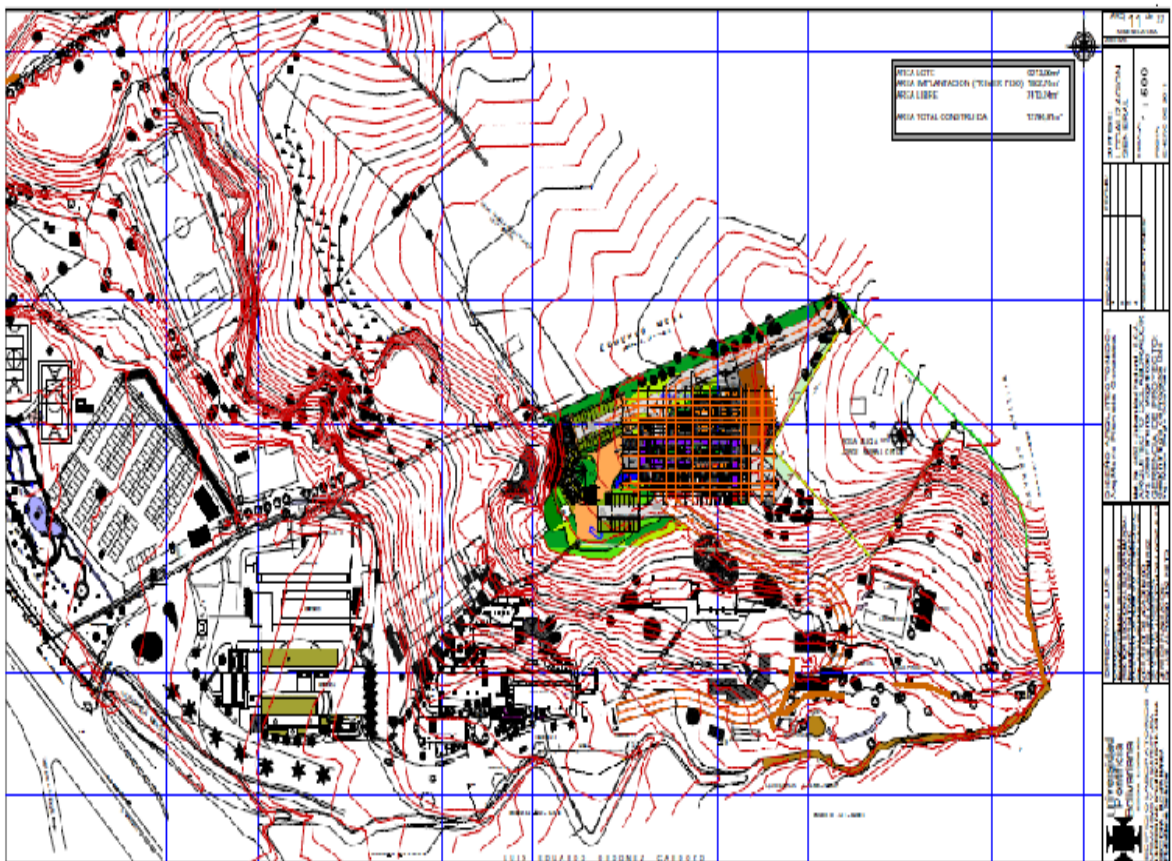
En el edificio H se ubican, igualmente aulas de clase y oficinas administrativas, el Auditorio Juan Pablo II, en honor a la vida, obra del Sumo Pontífice, recinto con capacidad para 304 personas, dotado de aire acondicionado y modernos equipos técnicos, acústicos y de vídeo, para el desarrollo de eventos culturales.

Sobresale el edificio J, ubicado a la entrada de la Universidad. Este bloque fue construido en el 2007 y allí se albergan aulas de clase, oficinas, la nueva biblioteca y un auditorio menor con capacidad para 155 personas.

Finalmente en el 2010 se inicia la construcción del Edificio K, un moderno edificio compuesto por un sótano, un semisótano y cinco plantas.

Estos edificios enmarcan obras urbanísticas acogedoras que invitan a la reflexión, una plazoleta adornada por un hermoso mural ejecutado por el maestro Jorge Iván Arango Rodríguez, canales, espejos y fuentes de agua que armonizan el paisaje del Valle de Menzulí.

### Plano 8. Localización general



Fuente: UPB Bucaramanga

## 5.2 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables a analizar en el diseño del Edificio K con los puntajes máximos otorgados por la clasificación Leed son:

- Sitios sostenibles.
- Eficiencia en el uso del agua.
- Energía y atmósfera.
- Materiales y recursos.
- Calidad ambiental.
- Innovación en el diseño.
- Prioridad regional.

## 5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aplicado el anterior listado de variables al análisis del diseño del Edificio K se presenta a continuación su puntaje alcanzado con la respectiva justificación

### 5.3.1 Sitios Sustentables

Tabla 1. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: sitios sustentables

<b>SITIOS SUSTENTABLES</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Pre-requisito 01	Prevención de la contaminación durante la construcción	Requerido	Se cumple
Crédito 1	Selección del terreno	1	1
Crédito 2	Densidad del desarrollo y conectividad al entorno	5	4
Crédito 3	Rehabilitación de zonas previamente contaminadas	1	1
	<b>TRANSPORTE ALTERNATIVO</b>		



Crédito 4.1	Accesibilidad al transporte público	6	4
Crédito 4,2	Estacionamiento, baños vestidores	1	1
Crédito 4,3	Vehículos de uso eficiente de combustible y bajas emisiones	3	0
Crédito 4.4	Capacidad de estacionamiento	2	1
<b>DESARROLLO DEL TERRENO</b>			
Crédito 5.1	Proteger o restaurar el hábitat	1	1
Crédito 5.2	Maximizar los espacios abiertos	1	1
<b>DISEÑO DEL DRENAJE PLUVIAL</b>			
Crédito 6,1	Control de cantidad	1	1
Crédito 6.2	Control de calidad	1	1
<b>EFEECTO DE ISLA DE CALOR</b>			
Crédito 7,1	Zonas abiertas	1	1
Crédito 7,2	Techumbres	1	1
Crédito 8	Reducción de contaminación por exceso de iluminación nocturna	1	1
<b>SUBTOTAL</b>		<b>26</b>	<b>19</b>

Fuente: Grupo Investigador

El primer punto de análisis corresponde al componente al ítem sitios sustentables. El pre-requisito de prevención de la contaminación se cumple, dado que el contratista ha aislado de manera adecuada el sector de la construcción, minimizando sus efectos sobre otras áreas del campus universitario.

El terreno donde se construye el edificio K hace parte del campus de la Universidad Pontificia Bolivariana, ubicado en las inmediaciones del km 7 de la Autopista Floridablanca – Piedecuesta.

La densidad del desarrollo y conectividad del entorno obtiene una calificación de 4 puntos sobre 5 posibles, y está relacionado con el número de estudiantes que permanecen en sus inmediaciones durante el período académico. Lo anterior en razón a que la infraestructura está adecuada para aulas de clase, salas múltiples, cafetería, laboratorios, oficinas administrativas, entre otras.<sup>1</sup>

La rehabilitación de las zonas previamente contaminadas se viene realizando a medida que avanzan las obras, por lo que su normalización se dará en un breve período de tiempo una vez se haga entrega efectiva del edificio a la Universidad. Por tanto el puntaje obtenido corresponde al requerido por el Sistema Leed.

En cuanto al transporte alternativo, la accesibilidad al transporte público, (crédito 4.1), alcanza 4 puntos, dado que el campus universitario se encuentra localizado al margen izquierdo de la autopista Floridablanca – Piedecuesta, facilitando el acceso al transporte público tanto colectivo como individual, además de encontrarse en proceso de construcción el sistema de transporte masivo Metrolínea.<sup>1</sup>

El crédito 4.2, estacionamiento, baños, vestidores, se califica con el puntaje máximo (1 punto), dado que la edificación dispone de baterías sanitarias en cada una de sus plantas.

El crédito 4.2 no aplica al proyecto. El crédito 4.4, capacidad de estacionamiento, recibe una calificación de 1 sobre 2, dada que su capacidad depende del sistema de transporte utilizado por los estudiantes que acuden al campus universitario.

En cuanto al desarrollo del terreno, el crédito 5.1, proteger o restaurar el hábitat, el contratista tiene claro que el contrato de construcción contempla el cuidado que se

---

<sup>1</sup> Leed 2009 para nuevas construcciones y gran remodelación, p. 28,31

<sup>1</sup>debe tener durante la ejecución de las obras para evitar el rompimiento del equilibrio en el campus universitario. Su calificación es la máxima (1 punto).

El diseño del edificio tiene por objeto maximizar los espacios abiertos para que la comunidad universitaria disfrute de un ambiente confortable. Su calificación es la máxima (1 punto).

El diseño del drenaje pluvial se hace en la quebrada que corre justo a la entrada del predio universitario. Por tanto su puntaje es el máximo (1 punto). Igual calificación alcanza el control de calidad, dado que la evacuación de las aguas lluvias es viable dada la ubicación del campus universitario.

Los efectos de la isla de calor, en zonas abiertas (créditos 7.1) alcanza la máxima calificación, dada la arborización del campus universitario. Los techumbres, (crédito 7.2) corresponde a las necesidades arquitectónicas y el tipo de clima que se presenta en su zona de influencia. Por tanto su calificación es de un punto.

El ítem de sitios sustentables alcanza una calificación de 19 puntos sobre 26 posibles.

### **5.3.2 Eficiencia en el Uso del Agua**

Los resultados de este apartado son:

Tabla 2. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Eficiencia en el uso del agua

<b>EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Pre-requisito 01	Reducción del uso del agua	Requerido	Requerido
Crédito 01	Jardines eficientes, poco consumidores de agua	.2-.4	2
Crédito 02	Tecnologías innovadoras para el agua residual	2	0
Crédito 03	Reducción del uso del agua	.2-.4	3
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

Fuente: Grupo Investigador

El segundo ítem corresponde a la eficiencia en el uso del agua, del cual se cumple el pre-requisito 01, o sea reducción del uso del agua. Para tal efecto se han instalado baterías sanitarias que cumplen con las normas de calidad exigidas por la norma 14.001.<sup>1</sup>

El crédito 01, jardines eficientes poco consumidores de agua se califica con 2 puntos, dado que el campus dispone de amplias zonas verdes que no requieren de riego constante.<sup>1</sup>

El crédito 02 tecnología innovadora para el uso del agua residual no aplica para el presente proyecto de construcción, por cuanto no se ha dispuesto ningún sistema de reutilización de aguas residuales ni aguas lluvia.

El crédito 03, reducción del uso del agua, se ha dispuesto la instalación de infraestructuras hidráulicas automatizadas, e instalación de riego localizado. Esto porque se tiene presente que hay sistemas y tecnologías de alta eficiencia del

---

<sup>1</sup> Leed 2009 para nuevas construcciones y gran remodelación, p. 50

agua, pues se considera que la reducción de consumos va paralela a la reducción de los residuos resultantes, disminuyendo la cantidad de agua a depurar y por lo tanto un menor gasto de reutilización. El puntaje alcanzado es de 3.<sup>1</sup>

En total, el ítem eficiencia en el uso del agua alcanza una calificación de 5 puntos sobre 10 posibles.

### 5.3.3 Energía y Atmósfera

Tabla 3. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Energía y atmósfera

<b>ENERGÍA Y ATMÓSFERA</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Pre-requisito 01	Supervisión esencial de los sistemas energéticos de la edificación	Requerido	Requerido
Pre-requisito 02	Funcionamiento con el ánimo posible de energía	Requerido	Requerido
Pre-requisito 03	Administración esencial de los sistemas refrigerantes	Requerido	Requerido
Crédito 01	Optimización del rendimiento de la energía	.1-19	8
Crédito 02	Energía renovable en el sitio	.1-7	1
Crédito 03	Supervisión mejorada	2	2
Crédito 04	Administración de los refrigerantes mejorada	2	2
Crédito 05	Verificación y medición	3	2
Crédito 06	Poder verde	2	2
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>35</b>	<b>17</b>

Fuente: Grupo Investigador

<sup>1</sup> Leed 2009 para nuevas construcciones y gran remodelación, p. 53

Los pre-requisitos uno, dos y tres se cumplen en la construcción del Edificio K en los predios de la Universidad Pontificia Bolivariana.

El crédito 01, optimización del rendimiento de la energía participa con 8 puntos de 19 posibles, dado que se utilizará un sistema de iluminación Tubos y lámparas compactas fluorescentes y su consumo depende en buena medida del uso que le den las personas que utilizarán sus instalaciones. Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ese consumo esté ajustado a las necesidades y trate de aprovechar al máximo las posibilidades contenidas en la energía.<sup>1</sup>

El crédito 02, Energía renovable en el sitio solo participa con 1 punto de 7 posibles, por cuanto no se dispone de un sistema de energía renovable en el sitio y se depende de la disminución en el consumo por el sistema de iluminación.

El crédito 03, supervisión mejorada, participa de la valoración con 2 puntos, por cuanto se dispondrá de un moderno sistema de iluminación que optimiza su consumo.<sup>1</sup>

Para el crédito 04, la valoración es de 2 puntos, por cuanto se aprovecharán al máximo las corrientes de aire para minimizar el uso de sistemas de refrigeración en la planta física del edificio.

El crédito 05 recibe una valoración de 2 puntos por el control que se ejecuta sobre el sistema eléctrico del edificio que optimiza el uso racional de energía.

---

<sup>1</sup> Leed 2009 para nuevas construcciones y gran remodelación, p. 61,66

Finalmente el crédito 06 se califica con 2 puntos, dado que el edificio K se armoniza con el poder verde del campus universitario, al estar rodeado de vegetación natural.

La Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Energía y atmósfera alcanza una calificación de 17 puntos sobre 35 posibles.

### 5.3.4 Materiales y Recursos

Tabla 4. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Materiales y Recursos

<b>MATERIALES Y RECURSOS</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Pre-requisito 01	Almacenaje y recopilación de reciclajes	Requerido	Requerido
<b>EL RE USO EN LA EDIFICACIÓN</b>			
Crédito 1.1	Mantener las paredes, pisos y techos existentes	.1-3	0
Crédito 1.2	Mantener los elementos interiores no estructurales	1	0
Crédito 02	Manejo de los desperdicios de la construcción	.1-2	1
Crédito 03	Reuso de materiales	.1-2	0
Crédito 04	Contenido con materiales de reciclaje	.1-2	1
Crédito 05	Materiales regionales	.1-2	2
Crédito 06	Materiales rápidamente renovables	1	0
Crédito 07	Madera certificada	1	1
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>14</b>	<b>5</b>

Fuente: Grupo Investigador

El pre-requisito de Almacenaje y recopilación de reciclajes se cumple de acuerdo a las necesidades de construcción del edificio, ubicándolo en un sitio predeterminado alejado de las áreas comunes del campus que impidan la realización de las actividades académicas.

Los dos primeros créditos no aplican a la construcción del edificio dado que se trata de una edificación nueva.

El crédito 02, manejo de los desperdicios de la construcción, se califica con un punto de dos posibles, dado que pese a que se tiene dispuesto un sitio para la ubicación de los desperdicios de construcción en ocasiones, estos no se llevan allí, ocasionando traumatismos en el desarrollo de las obras.

El crédito 03, re uso de materiales no aplica al presente proyecto de construcción, el contenido con materiales de reciclaje participa con un punto en la valoración del ítem Materiales y Recursos, pues estos se utilizan para relleno en algunas zonas de la construcción.

El crédito 05, se valora con 2 puntos dado que no todos los materiales que se utilizan en la construcción provienen de la región, especialmente los de acabados.

Materiales rápidamente renovables no aplica al proceso, dado que todos son materiales de construcción.

El crédito 07, madera certificada, se valora con 1 punto, dado que se adquiere para terminados a proveedores debidamente certificados por los organismos ambientales.

En total el ítems materiales y recursos se califican con 5 de 14 puntos posibles.



### 5.3.5 Calidad Ambiental

Los resultados son los siguientes:

Tabla 5. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Calidad Ambiental

<b>CALIDAD AMBIENTAL</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Pre-requisito 01	Desempeño mínimo de la calidad del aire interno	Requerido	Requerido
Pre-requisito 02	Control ambiental del humo de tabaco	Requerido	Requerido
Crédito 01	Monitoreo del aire externo de ingreso	1	1
Crédito 02	Incremento de la ventilación	1	0
	<b>PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE DEL INTERIOR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN</b>		
Crédito 3.1	Durante la construcción	1	0
Crédito 3.2	Antes de ser ocupado	1	0
	<b>MATERIALES DE BAJAS EMISIONES</b>		
Crédito 4.1	Selladores y adhesivos	1	1
Crédito 4.2	Pinturas y recubrimientos	1	1
Crédito 4.3	Sistema de revestimiento de los suelos	1	1
Crédito 4.4	Madera compuesta y productos hechos de fibras agrícola provenientes	1	0
Crédito 05	Control de la fuente de origen de químicos y contaminantes de interiores	1	0
	<b>CONTROL DE LOS SISTEMAS</b>		
Crédito 6.1	Iluminación	1	1
Crédito 6.2	Confort térmico	1	1
	<b>CONFORT TÉRMICO</b>		
Crédito 7.1	Diseño	1	1
Crédito 7.2	Verificación	1	1

<b>LUZ NATURAL Y VISUALES</b>			
Crédito 8.1	Innovación en el diseño	.1-5	2
Crédito 8.2	Visuales	1	1
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

Fuente: Grupo Investigador

Los pre-requisitos uno y dos se requieren para la construcción del edificio y como tal se cumplen de acuerdo a la norma Leed.

El crédito 01, Monitoreo del aire externo de ingreso, se realiza frecuentemente en la totalidad de los edificios que componen el campus, y en consecuencia se aplica en la construcción del nuevo edificio.

El incremento de la ventilación no se valora en el presente estudio dado que el edificio aún se encuentra en etapa de construcción.

Los créditos 3.1 y 3.2 del plan de administración de la calidad de aire del interior durante la construcción si bien se realizan en las otras edificaciones del campus en el Edificio K aún no se ha realizado, por tanto su valoración es cero.

En lo que respecta a materiales de bajas emisiones, específicamente selladores y adhesivos, pinturas y recubrimientos, y sistemas de revestimiento de los pisos, los productos utilizados en la construcción del edificio K cumplen las más exigentes pruebas de calidad, siendo su valoración respectiva de un punto para cada uno.

Los créditos 4.4 y 05 no aplican a la construcción del edificio que se analiza.

El crédito 6.1 de confort térmico, diseño, se valora con un punto, dado que la edificación está diseñada para aprovechar las ventajas del clima del campus.

Puntaje que también se aplica al crédito 6.2 de verificación el cual se deduce del seguimiento que se hace de los diseños.

En cuanto a Luz natural y visuales, crédito 8.1 innovación en el diseño de cinco puntos posibles de otorgan dos, porque como se decía anteriormente el diseño del edificio obedece a un modelo arquitectónico que guarda armonía con las otras construcciones del campus.

Para el crédito 8.2 la valoración es de un punto, dado que se aprovecha al máximo las ventajas de su ubicación dentro del campus. El subtotal del ítem Calidad Ambiental alcanza 11 de 15 puntos posibles.

### 5.3.6 Innovación en el Diseño

Tabla 6. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: innovación en el diseño

<b>INNOVACIÓN EN EL DISEÑO</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Crédito 01	Innovación en el diseño	.1-5	2
Crédito 02	Profesional acreditado Leed	1	0
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

Fuente: Grupo Investigador

El crédito 01 se valora en dos puntos, por cuanto el diseño del edificio obedece a un diseño arquitectónico armónico con el resto de las edificaciones del campus.

El crédito 02 no se valora, por cuanto el proyecto no cuenta con un especialista en Sistema Leed. El ítem participa del global de análisis con dos puntos de un total de 6.

### 5.3.7 Prioridad Regional

Tabla 7. Categorización del Sistema Leed en el diseño del Edificio K: Prioridad Regional

<b>PRIORIDAD REGIONAL</b>	<b>REACTIVO</b>	<b>PUNTOS POSIBLES</b>	<b>PUNTOS OBTENIDOS</b>
Crédito 01	Prioridad regional	.1-4	1
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>58</b>

Fuente: Grupo Investigador

El ítem final de la valoración Leed corresponde a la prioridad regional, la que solo alcanza 1 punto de cuatro posibles, dado que se trata de readecuación del campus universitario para aumentar su capacidad de atención a los estudiantes.

La Certificación LEED distingue proyectos de construcción que han demostrado un compromiso con la sustentabilidad al cumplir los más altos estándares de desempeño en eficiencia energética y bajo impacto al medio ambiente, además de promover y acelerar la adopción global de prácticas sustentables de construcción y de desarrollo a través de la creación y de la implementación de herramientas y criterios comprendidos y aceptados internacionalmente.

## CONCLUSIONES

Basado el análisis en las variables mencionadas anteriormente y aplicado la metodología LEED al diseño del edificio K de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Piedecuesta, arroja una calificación total de 58 puntos, obteniendo CLASIFICACIÓN CATEGORÍA PLATA, soportando el compromiso de la Universidad Pontificia Bolivariana de apoyar la construcción sostenible y amigable con el Medio Ambiente.

Después de realizada la aplicación LEED y conociendo la calificación al edificio K determinamos que no fue necesario realizar una comparación con las posibles recomendaciones dado que el resultado arrojados cumplen con los requerimientos para una futura certificación.

Una edificación ecológica no implica gastos extraordinarios en tecnologías innovadoras; más bien pretende analizar e interconectar inteligentemente elementos como el diseño arquitectónico, la eficiencia de la energía y agua, el diseño de la iluminación, y el ambiente interior, siendo la vegetación un factor de gran relevancia, ya que cumple diversas funciones y servicios ambientales, a pesar de lo cual es uno de los componentes ambientales mayormente afectados por los procesos de urbanización o construcción. Así lo ha entendido el director del proyecto de construcción del edificio K, al guardar armonía en la construcción respetando las normas ambientales, especialmente los postulados de la certificación Leed en cuanto a diseño, métodos constructivos, y métodos operativos.

Hasta hace unos años los profesionales de la arquitectura al proyectar una obra no se detenían en contemplar cuál podría ser el impacto que su realización podría causar al ambiente, prevaleciendo el aspecto estético. Paulatinamente, en la

formación académica la edificación ecológica fue cobrando importancia, y en algunos casos, específicamente para la Universidad Pontificia Bolivariana el tema se volvió prioritario, retomado un rumbo hacia el cuidado ambiental. Desde esta perspectiva, la edificación ecológica que impera en el diseño del edificio K pretende minimizar el consumo energético y material mediante la eficiencia de sus procedimientos, y con ellos disminuir la contaminación ambiental, sin dejar de lado la comodidad del usuario, que para el caso corresponde a personal administrativo, docente y estudiantil.

El concepto de Arquitectura Sustentable o Sostenible ha dado pie a la creación de organismos que pueden acreditar o certificar una obra arquitectónica bajo parámetros ambientales, ecológicos y de ahorro de energía. Este es el caso del sistema Leed (The Leadership in Energy and Environmental Design) que se ha convertido en una herramienta trascendental para la generación de proyectos de construcción que propendan por el uso racional de los recursos naturales y principalmente en base a las nuevas tecnologías surgidas y a los estudios que se han realizado sobre edificios 'verdes' que llevan operando ya varios años.

## **RECOMENDACIONES**

Los investigadores recomiendan:

Continuar con la investigación de la Aplicación Leed en las otras edificaciones del campus de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Piedecuesta, para efectuar los correctivos necesarios en las estructuras a fin de optimizar su rendimiento, máxime si se tiene en cuenta que no implica gastos extraordinarios en tecnologías innovadoras; más bien pretende analizar e interconectar inteligentemente elementos como el diseño arquitectónico, la eficiencia de la energía y agua, el diseño de la iluminación, y el ambiente interior

Tomando como base este documento buscar los medios económicos para obtener la Certificación LEED\_NC por intermedio del ente certificador a nivel nacional el cual debe estar afiliado a la Green Building Council (USGBC)

## **BIBLIOGRAFÍA**

BUREL, F. y BAUDRY, J. 2002 Ecología de Paisaje, conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España.

GREEN BUILDING AND LEED, Green Building and Leed. Ed. 1, Editorial US-GBL  
LEED, LEED\_NC. V 3.0,2009 Editorial US-GBL

MARTÍNEZ, A. Y NAVARRO, J. 1995. Hidrología Forestal, El Ciclo Hidrológico.  
Secretariado de Publicaciones, Universidad de Valladolid.

MINISTERIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. NSR-10.  
Reglamento colombiano de Construcciones Sismo resistentes.

MINISTERIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. RAS 2000  
Reglamento del Sector del agua potable y saneamiento básico.

MINISTERIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. RETIE  
Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas.

REVISTA ASOCRETO. Edición especial. Edificaciones y sostenibilidad Ambiental,  
Revista Técnica y la Construcción. Noticreto. 2011, Pág. 05 a 69.

REVISTA CONSTRUDATA. Arquitectura Bioclimática. Ed. 3., 2011

REVISTA CONSTRUDATA. Construcción Sostenible, 2010

REVISTA CONSTRUDATA. Edificio Ciencia y Tecnología, 2010



REVISTA CONSTRUDATA. Información Especial Construcciones Escolares. Ed. 151. 2009, Pág. 13 a 35

REVISTA CONSTRUDATA. Revista del Agua. 2009

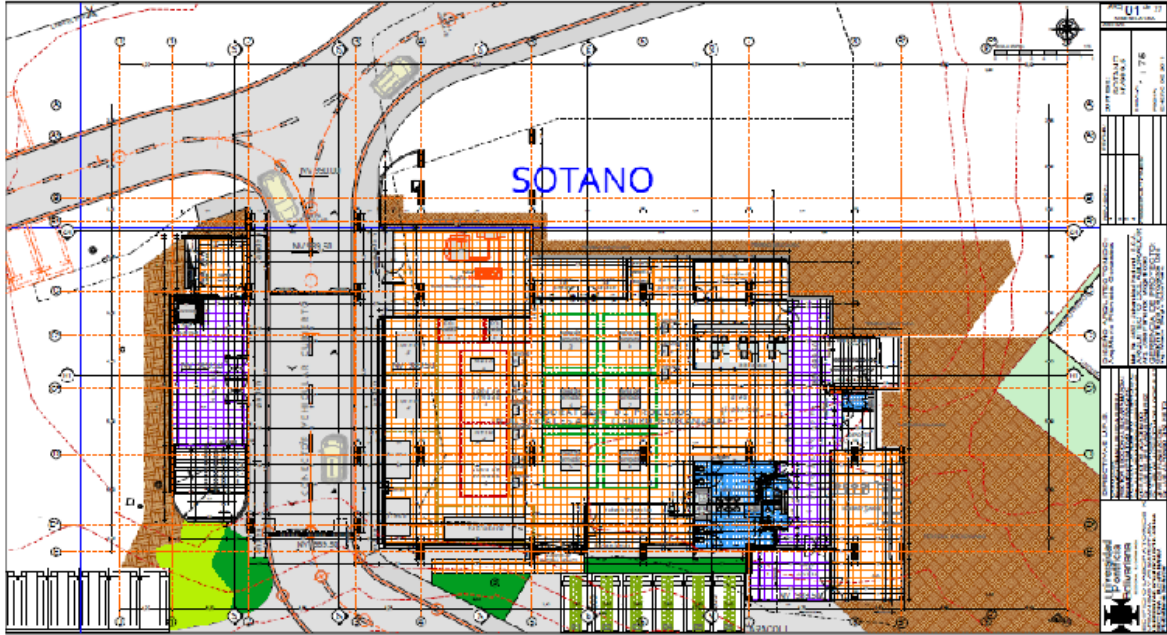
REVISTA SENSUS ESPAÑA S.A Artículos Técnicos, Tecnología del Agua. Ed. 323. 2010

REVISTA UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA. Energías renovables, su enseñanza en Ingeniería, INGENIUM Revista de la facultad de Ingeniería (21). 2011, Pág. 105 a 106.

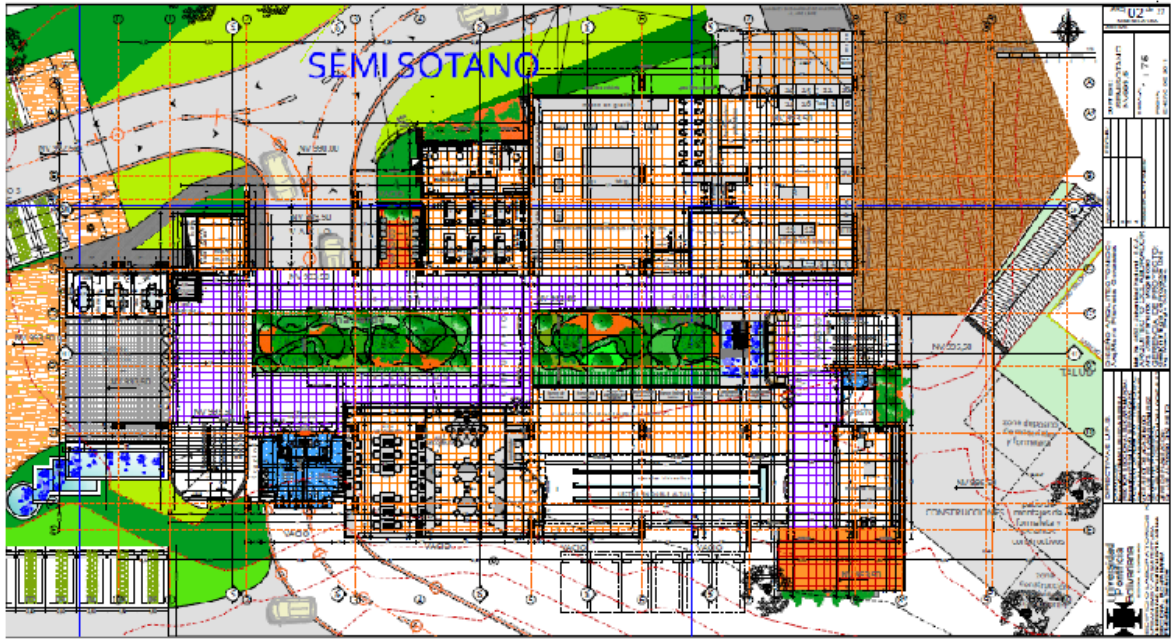
VÁSQUEZ, A. Ecología de Paisaje: Una Aplicación al Estudio de la Vegetación Urbana en la Ciudad de Quillota. Memoria para optar al título de Geógrafo. Santiago de Chile, 2002.

## **ANEXOS**

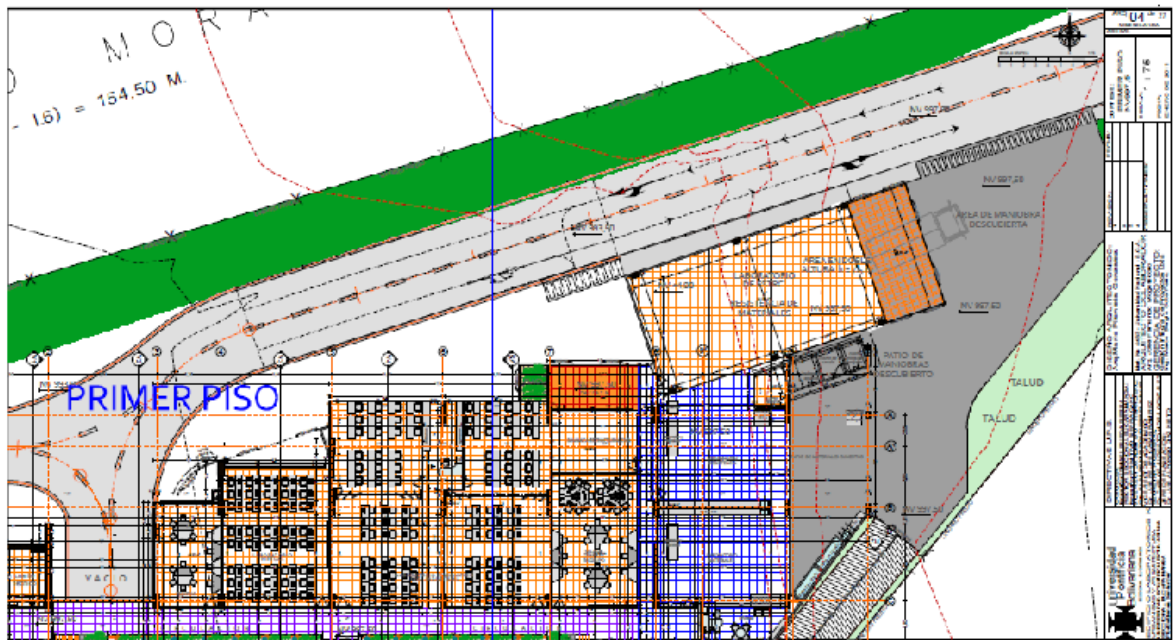
Plano 1. Sótano



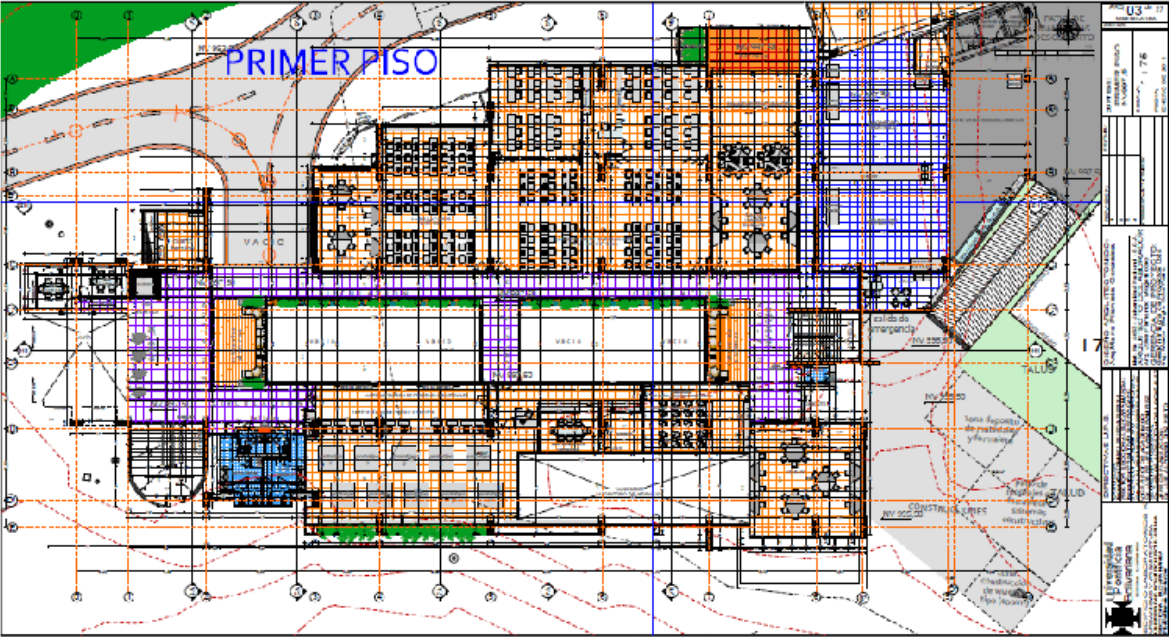
Plano 2. Semisótano



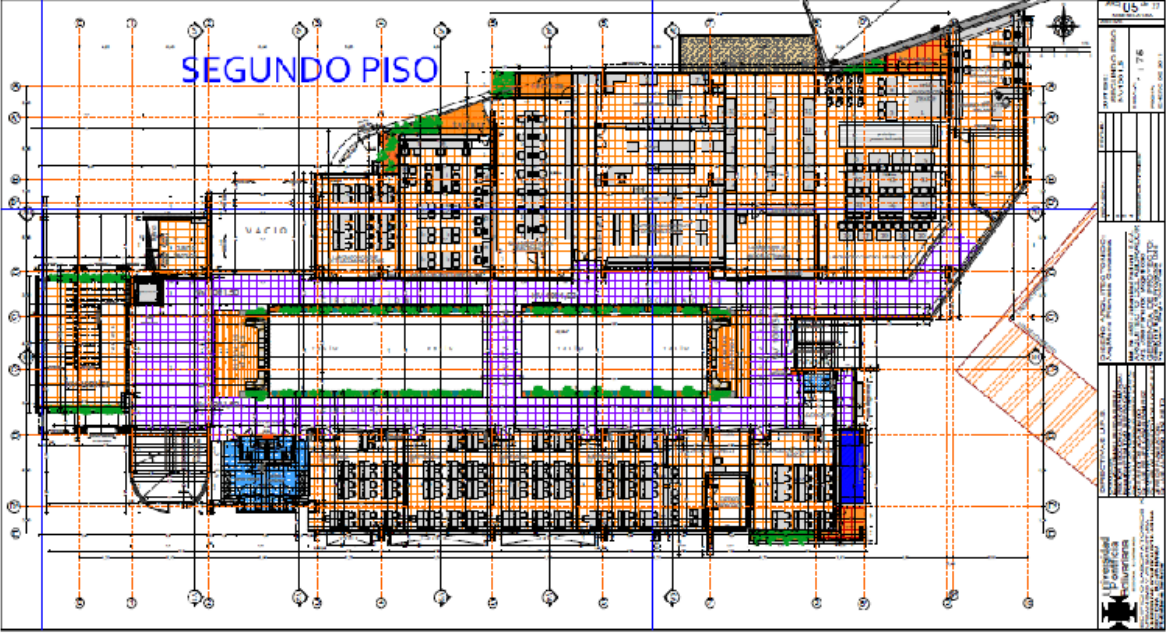
Plano 3. Primer piso



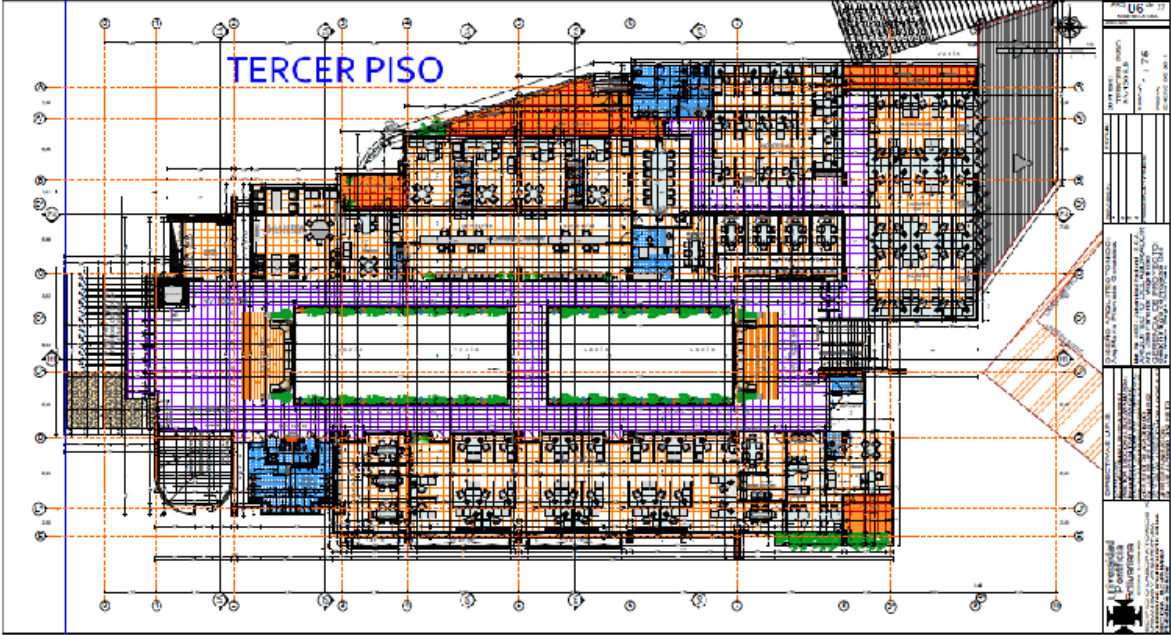
Plano 4. Primer piso



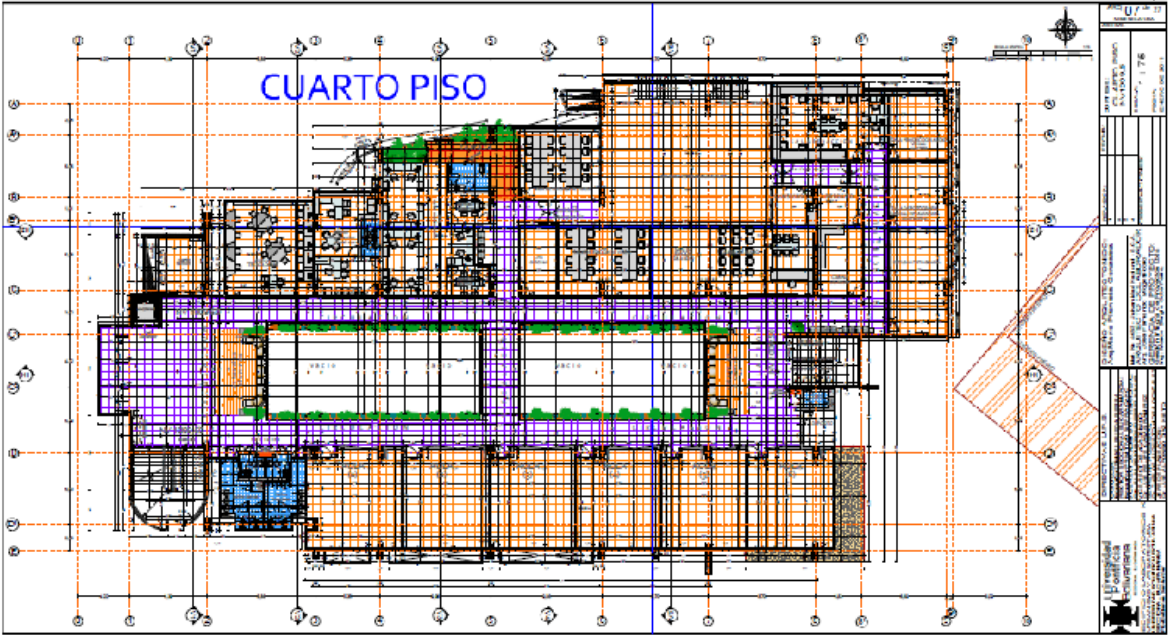
Plano 5. Segundo piso



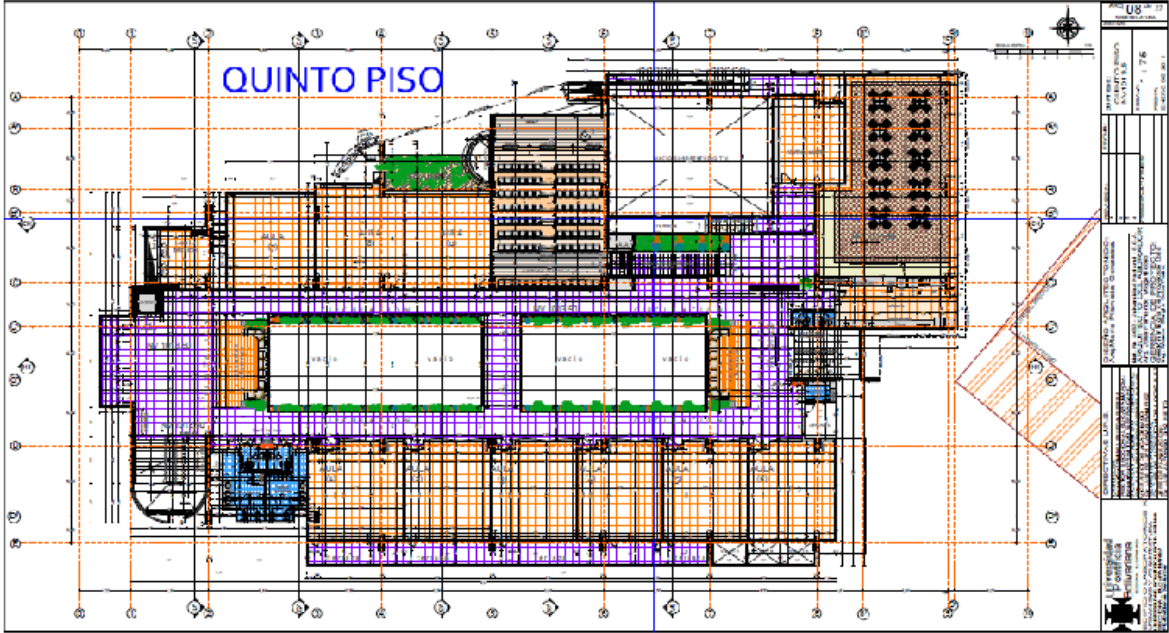
Plano 6. Tercer piso



Plano 7. Cuarto piso



Plano 8. Quinto piso



Plano 9. Cubiertas

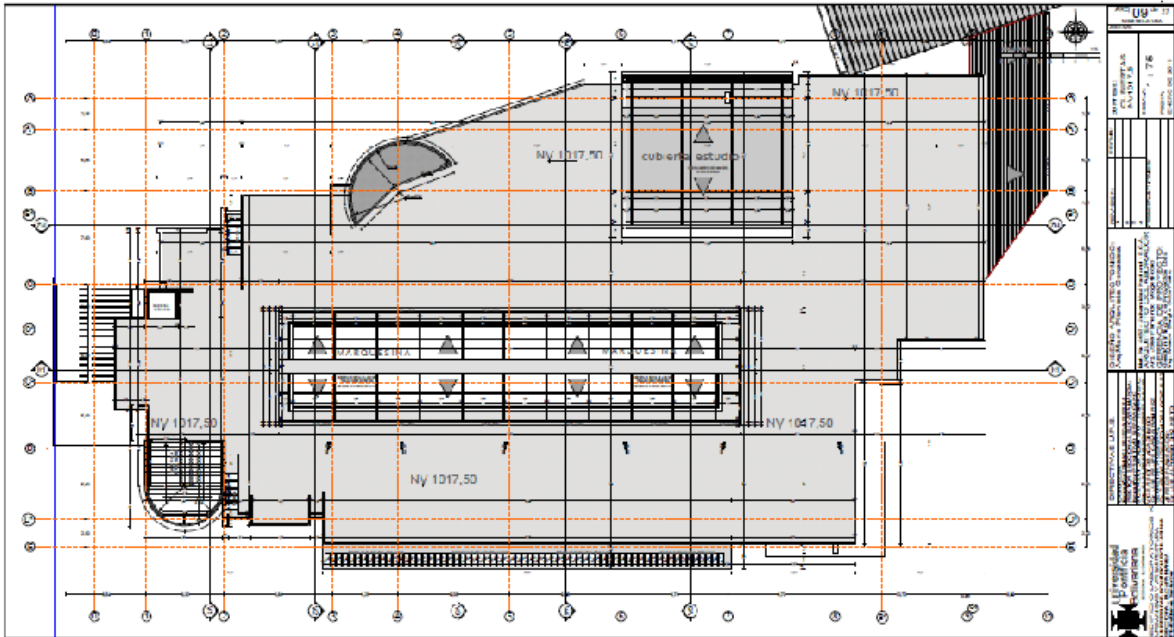


Figura 10. Corte fachada

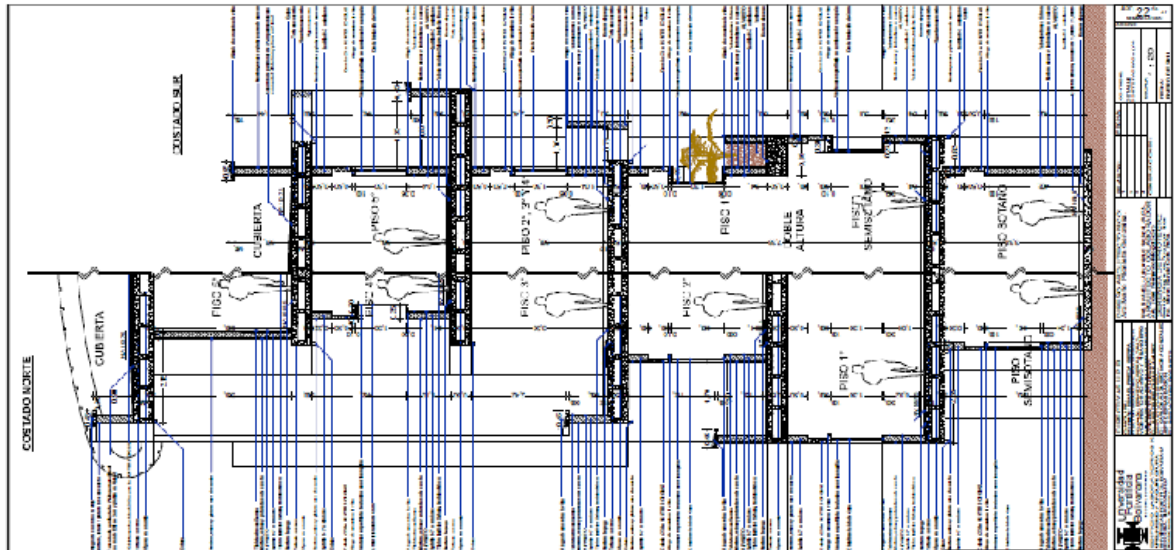
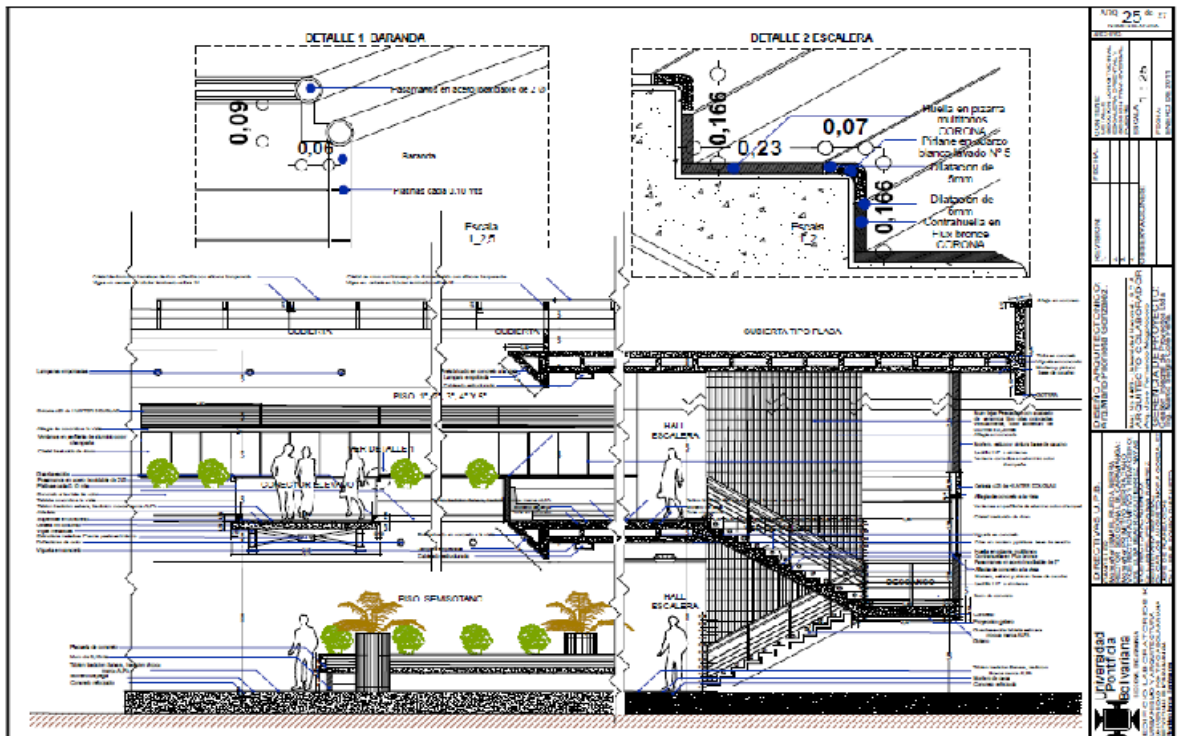


Figura 11. Escalera y puente







Plano 14. Detalle Vacío central

