

**PROPUESTA DE UN MÉTODO DE SELECCIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA, MEDIANTE UN ANÁLISIS  
MULTICRITERIO**

**ANA MARÍA RENTERÍA RODRÍGUEZ**

**CÓDIGO 1353970**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PALMIRA  
2018**

**PROPUESTA DE UN MÉTODO DE SELECCIÓN DE PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA, MEDIANTE UN ANÁLISIS  
MULTICRITERIO**

**ANA MARÍA RENTERÍA RODRÍGUEZ**

**CÓDIGO. 1353970**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de:**

**Ingeniero Industrial**

**DIRECTOR:**

**PhD., OSCAR RUBIANO OVALLE**

**CO- DIRECTOR:**

**Msc., Álvaro Julio Cuadros López**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PALMIRA  
2018**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
1.1 PREGUNTA GENERAL.....	12
1.2 PREGUNTAS AUXILIARES.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. MARCO TEÓRICO.....	14
3.1 ANTECEDENTES.....	14
3.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	16
4. OBJETIVOS.....	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
5. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA .....	21
5.1 GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS. ....	22
5.2 LA INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN EN COLOMBIA. ....	26
5.3 NATURALEZA DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA .....	31
5.3.1 Perfil de un proyecto de infraestructura universitaria .....	36
6. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA .....	38

6.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	38
6.2 CONSOLIDACIÓN Y VALIDACIÓN DE CRITERIOS .....	43
6.3 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA MULTICRITERIO A UTILIZAR .....	47
6.4 DEFINICIÓN DE CRITERIOS .....	49
6.4.1. Atractividad del proyecto .....	49
6.4.2 Impactos potenciales.....	50
6.4.3 Coherencia de la propuesta .....	54
6.4.4 Aspectos técnicos: .....	55
6.4.5 Aspectos financieros .....	58
7 METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE PROYECTOS .....	61
7.1 PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS .....	62
7.2 PASO 2: SELECCIONAR LOS EXPERTOS .....	62
7.4 PASO 3: OBTENCIÓN DE RELACIONES DE INFLUENCIA ENTRE CRITERIOS.....	63
7.5 PASO 4: CALIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS INDIVIDUALMENTE .....	64
7.6 PASO 5: DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA ANP.....	66
7.7 PASO 6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. ....	66
7.7 PASO 7. SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS.....	67
7.8 CASO DE ESTUDIO.....	67
7.8.1 Desarrollo de la herramienta ANP .....	69
7.8.2 Resultados .....	72
7.8.3 Analisis de sensibilidad .....	74
8. CONCLUSIONES .....	80
9. BIBLIOGRAFÍA.....	83
10. ANEXOS.....	89

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Componentes de una evaluación multicriterio .....	18
Tabla 2. Perfil de un proyecto de infraestructura universitaria .....	36
Tabla 3. Criterios seleccionados para jerarquizar proyecto de I+D.....	38
Tabla 4. Propuesta de estructura jerárquica de criterios, Pérez, 2012.....	41
Tabla 5. Consolidado de criterios para ser sometidos a evaluación.....	44
Tabla 6. Comparación de criterios seleccionados por los expertos.....	46
Tabla 7. Comparación de métodos multicriterio discretos .....	48
Tabla 8. Escala de calificación para experiencia en proyectos similares .....	50
Tabla 9. Escala de calificación para atracción de instituciones.....	50
Tabla 10. Escala de valoración para el impacto social.....	51
Tabla 11. Escala de valoración para impacto ambiental .....	52
Tabla 12. Escala de valoración de impacto económico.....	53
Tabla 13. Escala de valoración para el incremento de cobertura de servicios.....	53
Tabla 14. Escala de valoración de coherencia técnica del plan.....	54
Tabla 15. Vida útil de los activos.....	55
Tabla 16. Escala de valoración de capacidad para recaudar el capital necesario.....	58
Tabla 17. Calificación del criterio cofinanciación .....	59
Tabla 18. Check List para identificación de proyectos de infraestructura universitaria .....	62
Tabla 19. Escala de valoración para la influencia de criterios.....	63
Tabla 20. Descripción de los proyectos a evaluar.....	67
Tabla 21. Parámetros del caso de estudio.....	68
Tabla 22. Calificación obtenida por los proyectos.....	69

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrategia Metodológica .....	21
Figura 2. Proceso de formulación, evaluación y control de proyectos.....	23
Figura 3. Ciclo de vida de un proyecto .....	24
Figura 4. Etapas de un proyecto de inversión pública .....	25
Figura 5. Clasificación de los proyectos de infraestructura según Clavijo et al.....	27
Figura 6. Proceso de realización de proyectos de infraestructura de la Universidad del Valle .....	33
Figura 7. Articulación de los procesos para la planificación de de proyectos de infraestructura universitaria.....	34
Figura 8. Reglamento para la planeación de proyectos de la U de A.....	35
Figura 9. Criterios para priorización de proyectos del BPUV .....	39
Figura 10. Árbol de jerarquías para priorización de proyectos de inversión pública .....	40
Figura 11. Criterios propuestos para la priorización de proyectos: un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad. ....	43
Figura 12. Expertos utilizados para valoración de criterios .....	45
Figura 13. Expertos utilizados para valoración de criterios .....	47
Figura 14. Metodología propuesta .....	61
Figura 15. Relaciones de influencia entre criterios.....	65
Figura 16. Diagrama de relaciones de influencia.....	70
Figura 17. Ventana comparación por pares Software SuperDecisions. ....	70
Figura 18. . Matriz límite .....	72
Figura 19. Criterios priorizados. ....	73
Figura 20. Síntesis de los resultados del modelo. ....	73
Figura 21. Gráfica de sensibilidad para el criterio Incremento en la cobertura de servicios. ....	75
Figura 22. Análisis de sensibilidad para el criterio Presupuesto. ....	76
Figura 23. Análisis de sensibilidad para el criterio alineación con el plan de desarrollo institucional. ....	77
Figura 24. Análisis de sensibilidad para el criterio coherencia técnica del plan. ....	78

## INTRODUCCIÓN

En las organizaciones tanto públicas como privadas, existen múltiples necesidades, que, dependiendo de su tamaño e impacto, pueden solucionarse a través de un proyecto, sin embargo, no es posible realizar cada uno de los proyectos que se presentan, pues sin importar el tipo de entidad, los recursos siempre serán limitados, es por eso que estas se ven en la necesidad de tomar la difícil decisión de seleccionar que proyectos serán ejecutados, y en qué lugar temporal respecto a los otros.

Debido a que se postulan una gran cantidad de proyectos, las organizaciones se ven en la necesidad de crear un banco de proyectos, es esta el área encargada de gestionar aquellos proyectos, formar portafolios y tomar las mejores decisiones respecto a la inversión del presupuesto en ellos.

Para el caso de las universidades, especialmente de las públicas, no solo se debe pensar en optimizar el uso de los recursos, sino que además se debe pensar en que estos proyectos deben de estar alineados con el Plan de Desarrollo Nacional y los Planes de Desarrollo Institucionales, sin ello al proyecto se le restará importancia.

Es por eso que la decisión sobre cuáles proyectos ejecutar y cuáles no, se hace cada vez más compleja, adicionalmente una selección errónea de los proyectos que conforman un portafolio puede traer consecuencias negativas para la organización como lo son: un número excesivo de proyectos, proyectos inapropiados, proyectos desconectados de los objetivos estratégicos y un portafolio desbalanceado (Noronha, Filhob y Nogueira, 2013).

Es necesario resaltar que los proyectos que llegan pueden ser de diversa índole, pues pueden ser académicos, de investigación, de sistemas de información, de adquisición de hardware y software, entre muchos otros, y por supuesto se

encuentran los de infraestructura, sin embargo, la metodología de selección usada para ellos es exactamente igual sin importar su tipología.

Y cuando se analizó más a fondo la cantidad de proyectos de infraestructura gestionados, se encontró que es una de las categorías principales de inversión en cada una de las universidades, tanto en cantidad de proyectos, como en monto de inversión, pues para la universidad de Antioquia el 31,8% de los proyectos para el 2015, pertenecían a esta clase, y se asignó el 62% del presupuesto de inversión (Banco Universitario de Programas y Proyectos de la Universidad de Antioquia (BUPP), Gestión de la Dinámica Organizacional 2015).

Por otra parte, en la Universidad Nacional para el 2016, en el programa de fortalecimiento de la infraestructura física y tecnológica se ejecutaron 33 proyectos, el segundo más importante después de los pertenecientes al fortalecimiento de la calidad de los programas curriculares, y con la asignación presupuestal más grande, \$ 50.298.000.000 de pesos (Giraldo, 2016).

Adicionalmente en la Universidad del Valle se invirtieron tan solo \$61.081.392.827, en 98 proyectos de infraestructura, distribuidos entre proyectos de sostenibilidad y mantenimiento, planeación física en interventoría de obras, y obras específicas como la fase 1 de la sede Zarzal, el reforzamiento del edificio de Microbiología entre otros (Varela, 2016).

Es así como se llega a la conclusión que los proyectos de infraestructura universitaria no son una categoría más, se podría decir, incluso que es la más importante en el tema de inversión, pues es la de mayor asignación presupuestal, y es en ello que radica el interés de estudiar la selección y priorización de proyectos de este tipo.

Es por eso que con este trabajo se mostrará una metodología que permita escoger los proyectos más pertinentes para toda la comunidad universitaria, así como el orden en que deberán ser ejecutados, de tal manera que se permita realizar una



distribución adecuada de esas grandes cantidades de dinero que son asignadas a este tipo de proyectos.

En el primer capítulo de trabajo se muestra la caracterización de los proyectos de infraestructura universitaria, donde se empieza por los aspectos más generales de estos, hasta llegar a las particularidades, en el segundo capítulo se presenta la revisión de literatura realizada en el desarrollo del trabajo y posteriormente la validación con expertos para seleccionar los criterios significativos para la metodología, luego se describe paso a paso la metodología propuesta para la selección de proyectos de infraestructura universitaria, y por último se presenta un caso de estudio con el fin de ejemplificar la metodología propuesta.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Constantemente las organizaciones tanto públicas como privadas, tienen la necesidad de planear, presentar, seleccionar, priorizar, ejecutar, controlar y evaluar proyectos, debido a que estos son inherentes a las operaciones de las mismas.

Sin embargo, cuando se enfrenta a la tarea de decidir en qué proyectos invertir recursos públicos, no se puede limitar solo a la relación que existe entre el costo y el beneficio que este genera, debido a que hay una serie de factores que se deben considerar como lo son: el impacto que este genera a la comunidad, los impactos ambientales, las consecuencias políticas, la consecución de los objetivos estratégicos y algunos efectos posteriores a la realización del proyecto, de no hacerlo se puede enfrentar a grandes problemáticas sociales que afectan la vida de la sociedad involucrada (Pacheco y Contreras, 2008).

La selección de proyectos, en especial de proyectos de inversión pública es una actividad muy compleja debido a la enorme diversidad y cantidad de variables que son necesarias para la evaluación de los distintos proyectos y programas, de tal manera que requiere de un sistema que pueda articularlas en cuanto a funciones y procesos. De tal modo que exista una articulación eficaz desde las políticas definidas a nivel macro hasta la acción micro (Pacheco y Contreras, 2008).

Por otra parte, la selección de las mejores propuestas se vuelve un proceso complicado porque quienes toman las decisiones son grupos diferentes dentro de una misma organización, con objetivos múltiples y conflictivos, además existe un alto riesgo e incertidumbre en predecir el éxito futuro e impacto que los proyectos le proporcionarán a la compañía (Bahena, Ferreira, Garambullo y Brito, 2014).

Adicionalmente una selección errónea de los proyectos que conforman un portafolio, puede traer consecuencias negativas para la organización como lo son:

un número excesivo de proyectos, proyectos inapropiados, proyectos desconectados de los objetivos estratégicos y un portafolio desbalanceado (Noronha, Filhob y Nogueira, 2013).

Particularmente, las entidades públicas de educación superior en Colombia, realizan proyectos de infraestructura para tratar de garantizar la demanda de espacios físicos para sus actividades misionales (Usuga, 2013), sin embargo debido a que no se cuenta con los recursos suficientes para ejecutar todos y cada uno de los proyectos que son presentados, la entidad competente de ello, se ve en el reto de seleccionar los mejores proyectos, para ser desarrollados, entendiendo como “mejores proyectos” aquellos que logren satisfacer las principales necesidades de la comunidad involucrada y que están encaminados a cumplir con la estrategia de las instituciones, pero no todas poseen una metodología adecuada para resolver este problema.

Es así como se evidencia la necesidad de desarrollar una metodología que agrupe todos los criterios necesarios a considerar, para realizar una correcta selección de proyectos de infraestructura universitaria.

Adicionalmente no solo serán beneficiadas las personas que directamente harán uso de la metodología de selección multicriterio, que acá se pretende desarrollar, si no también, la población a la cual pertenecen los recursos públicos y la que espera hacer uso del producto final de determinados proyectos, pues en la medida en que sus gobernantes hagan un buen uso de estas herramientas, los proyectos se ejecutarán objetivamente, de acuerdo a las necesidades de la comunidad (Melo, 2014).

## **1.1 PREGUNTA GENERAL**

¿Cómo establecer una metodología de selección de proyectos de infraestructura universitaria, considerando herramientas multicriterio?

## **1.2 PREGUNTAS AUXILIARES**

- ¿Cuáles son las principales características de los proyectos de infraestructura universitaria?
- ¿Cuáles son los criterios que se deben utilizar para seleccionar los proyectos de infraestructura universitaria?
- ¿Cuáles son los elementos apropiados para conformar una metodología de selección de proyectos de infraestructura universitaria?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un método de selección de proyectos de infraestructura universitaria, mediante un análisis multicriterio.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los proyectos de infraestructura universitaria, mediante la revisión de literatura.
- Identificar los criterios de selección de proyectos de infraestructura universitaria, por medio de la consulta a expertos y revisión de documentación.
- Construir un método de selección de proyectos, a través de una herramienta multicriterio.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

Pacheco y Conteras en el 2008, presentaron un manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos, específicamente relacionados con la inversión pública en Santiago de Chile, mostrando opciones metodológicas para la evaluación y jerarquización de proyectos y programas, adicionalmente revelaron temáticas de las organizaciones públicas relacionadas con los Sistemas Nacionales de Inversión Pública (SNIP), y pretende aportar en el sentido de incorporar, en la evaluación y priorización de programas y proyectos, métodos basados en criterios de evaluación relacionados con múltiples objetivos en una métrica común.

En el 2010, Fiestas realizó la “Priorización de los proyectos de inversión pública mediante el análisis de componentes principales”, en el cual se utiliza la técnica estadística multivariada del ACP, que permite evaluar una serie de variables cuantitativas e identificar sus relaciones, en este caso se utiliza para priorizar las necesidades de la población de Lima, Perú.

Salas (2011), utilizó el enfoque multicriterio, particularmente la metodología AHP, para maximizar la inversión de la empresa prestadora del servicio de agua en una localidad de Cochabamba, Bolivia, optimizando los escasos recursos económicos con los que cuenta para ejecutar los proyectos y priorizarlos en las inversiones de mayor rentabilidad y necesidad social.

Un “Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) en Colombia” es desarrollado en el 2012 por Pérez, en este trabajo se lograron identificar las 12 condiciones deseables que debe cumplir el método, de manera que las variables que describen el desempeño del mismo, estén acordes con el

contexto y las capacidades organizacionales de los CDT en Colombia, el método propuesto es una adaptación de la técnica de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), alineando congruentemente la estrategia de la organización con los criterios de selección de proyectos.

Aragón, Chaparro y Pastor (2014) propusieron una metodología para la selección y priorización de proyectos de inversión en una planta de energía solar-térmica utilizando un enfoque multicriterio, propiamente los métodos AHP (Analytic Hierarchy Process) y ANP (Analytic Network Process), presentando así un modelo de tres niveles. En el primer nivel se hace una preselección de los proyectos que pueden ser ejecutados, utilizando AHP. Posteriormente se realizó una nueva selección, que dará como salida de esta fase el portafolio que se deberá priorizar. En el último nivel utilizaron el método ANP y el método AHP independientemente, para determinar el orden en el que se deben desarrollar los proyectos y realizar las respectivas comparaciones.

Aunque la mayoría de las investigaciones hechas para la selección de proyectos se han enfocado en la metodología AHP, diferentes autores han utilizado otras metodologías multicriterio como lo son, Noronha, et al. (2013), que emplearon la lógica difusa para la selección de proyectos de tecnologías de la información, en torno a políticas públicas; Goletsis, Psarras y Samouilidis (2003), realizaron la clasificación de proyectos para el caso del sector energético, a través de la metodología MURAME, un híbrido entre los métodos PROMETHEE Y ELECTRE III.

No solo se han realizado investigaciones de selección y priorización de proyectos para el sector público, también lo han logrado hacer para organizaciones del sector privado, a continuación se muestran algunas de ellas:

Bahena, et al. (2014) desarrollan, el diseño de un sistema analítico para la evaluación y selección de proyectos en una industria manufacturera de Tecate, en este documento primeramente se analizó la factibilidad de aplicación de una

metodología que permita enlazar los proyectos y objetivos estratégicos de una empresa para la selección óptima de estos. Posteriormente desarrollaron un modelo analítico para la evaluación y selección, que se basa en el Cuadro de Mando Integral (CMI) y en el Análisis Envolvente de Datos (DEA) como enfoque principal. El modelo incluye la identificación de los principales grupos de interés, la creación de estrategias competitivas, generación de propuestas, a través de un análisis de valor y, finalmente la evaluación y selección en función del cálculo de su eficiencia utilizando un algoritmo matemático.

“AHP-TOPSIS para la selección de proyectos estratégicos de inversión aplicado a un grupo empresarial del Valle del Cauca”, realizada en el 2015 por Morales y Velasco, esta investigación se realizó en el marco de la metodología planteada por el Instituto de administración de proyectos (PMI) en su guía para la gestión de portafolio de proyectos e incorpora dos herramientas multicriterio, AHP y TOPSIS. El alcance de esta investigación comprende desde la definición y forma de medición de los criterios de decisión, mediante una recopilación bibliográfica, hasta la aplicación de la herramienta AHP, para el cálculo de los pesos ponderados de los criterios y el uso de la herramienta TOPSIS para listar los proyectos seleccionados del grupo empresarial.

### **3.2. CONCEPTUALIZACIÓN**

#### **Proyecto de Infraestructura Universitaria**

Son todos aquellos proyectos que tienen como objetivo mejorar y ampliar los espacios físicos adecuados para el desarrollo de las actividades universitarias

#### **Selección de Proyectos**

La selección de proyectos es el proceso encargado de generar la lista de proyectos a realizar, teniendo en cuenta los resultados obtenidos del proceso de evaluación y la comparación entre criterios de selección por cada uno de estos.



La selección de proyectos debe considerarse como una decisión estratégica, ya que el decisor tiene la responsabilidad de seleccionar el portafolio que le genere mayor valor y beneficio a la compañía sujeto a la limitación de recursos (Liesiö, Mild, y Salo, 2007).

### **Priorización de proyectos**

La priorización de proyectos es un proceso que permite seleccionar aquellos proyectos que sean beneficiosos para la población, teniendo como restricción la existencia de escasos recursos económicos para ejecutar todos los proyectos que son presentados.

“Ayuda a discriminar entre los proyectos que componen una determinada cartera, y poder asignar de manera más adecuada y eficiente los recursos disponibles” (Salas, 2011).

La priorización de proyectos adquiere creciente importancia, puesto que es fundamental para tomar una adecuada y fundamentada decisión sobre las alternativas de mayor beneficio para la sociedad en su conjunto (Ramirez, 2007).

### **Evaluación multicriterio**

“La teoría de evaluación multicriterio comprende un conjunto de teorías, modelos y herramientas de apoyo a la toma de decisiones, aplicable no sólo al análisis de inversiones sino a una amplia gama de problemas en la gestión tanto privada como pública. Los modelos multicriterio permiten agregar efectos de un proyecto en una métrica común” (Arancibia, Contreras, Mella, Torres y Villablanca, s.f.).

Un problema de decisión puede considerarse como un problema multicriterio si existen al menos dos criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución. En otras palabras, en un problema de decisión multicriterio se trata de identificar la mejor o las mejores soluciones considerando simultáneamente múltiples criterios

en competencia. Esta metodología presenta una terminología específica la cual se muestra a continuación (Hurtado y Bruno, 2005):

*Alternativas:* Posibles soluciones o acciones a tomar por el decisor.

*Atributos:* Características que se utilizan para describir cada una de las alternativas disponibles, pueden ser cuantitativas (atributos objetivos) o cualitativos (atributos subjetivos), cada alternativa puede ser caracterizada por un número de atributos (escogidos por el decisor).

*Objetivos:* Los objetivos son aspiraciones que indican direcciones de perfeccionamiento de los atributos seleccionados, están asociados con los deseos y preferencias del decisor.

*Metas:* Aspiraciones que especifican niveles de deseos de los atributos.

*Criterios:* Los criterios son los parámetros, directrices y puntos de referencia que van a permitir evaluar las opciones o alternativas que se presenten en el proceso de decisión.

Adicionalmente todo proceso multicriterio presenta una serie de componentes, en los que se basa el desarrollo de la herramienta. Tales componentes se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Componentes de una evaluación multicriterio

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
<b>Definición y estructuración del problema.</b>	Es definido por el escenario de evaluación, la disponibilidad de información y los posibles conflictos entre diversos intereses de cada actor involucrado. Estos intereses, generalmente, se asocian al problema según dimensiones múltiples de evaluación que hacen necesario un tratamiento multicriterio discreto.

Tabla 1. (Continuación) Componentes de una evaluación multicriterio

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
<p><b>Descripción de alternativas potenciales.</b></p>	<p>Considera las posibles situaciones o escenarios de evaluación. La definición de las alternativas puede realizarse tanto en una etapa previa a la evaluación multicriterio como en su mismo desarrollo. Generalmente el número de alternativas es finito (métodos discretos), pero pueden ser infinitas posibilidades de elección (métodos continuos).</p>
<p><b>Identificación de un sistema de preferencia para la toma de decisiones y elección de un procedimiento de agregación.</b></p>	<p>Asignación de peso, resaltando importancia relativa de los diferentes criterios de evaluación, generalmente en decisiones donde no se comprometen varios actores y mediante procedimientos interactivos. En la conformación de las variables de evaluación se involucran tanto los actores como los decisores.</p>

*Fuente: Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación (Grajales, Serrano y Hahn, 2013)*

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un método de selección de proyectos de infraestructura universitaria, mediante un análisis multicriterio.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

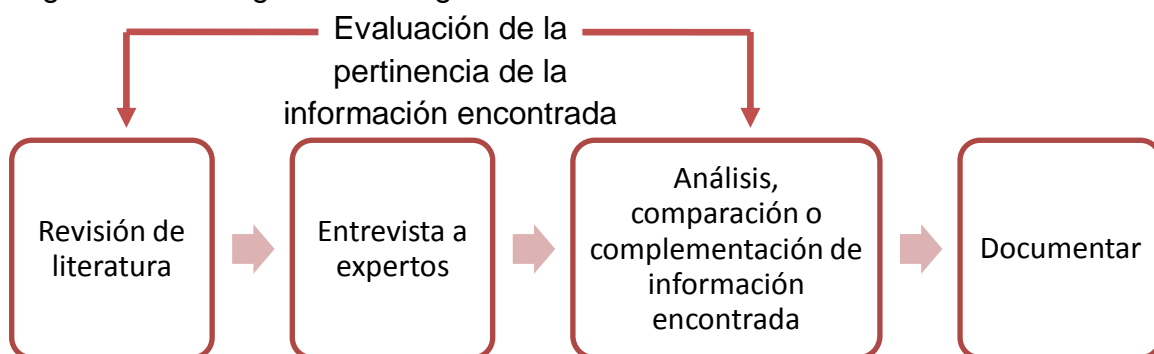
- Caracterizar los proyectos de infraestructura universitaria, mediante la revisión de literatura.
- Identificar los criterios de selección de proyectos de infraestructura universitaria, por medio de la consulta a expertos y revisión de documentación.
- Construir un método de selección de proyectos, a través de una herramienta multicriterio.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

Para lograr una correcta caracterización de los proyectos de infraestructura universitaria, se inició con la contextualización de los aspectos más importantes en cualquier tipo de proyecto, tales como su proceso de desarrollo, el ciclo de vida, las etapas y actividades fundamentales, seguidamente se definieron los proyectos de infraestructura universitaria, y se analizó la situación del sector en Colombia, por último se documentó el proceso de realización de un proyecto de infraestructura universitaria, teniendo como base algunas de las principales universidades públicas del país.

Para ello se empezó con el proceso de revisión de literatura, examinando libros, artículos, trabajos de grado, y páginas web oficiales, seguidamente se procedió con la realización de entrevistas a expertos en el tema, para lograr documentar adecuadamente el proceso por el que pasa todo proyecto, antes de ser ejecutado en las entidades de educación superior, luego se analizó, comparó, y complementó la información encontrada en la literatura, con la proporcionada por los expertos, por último se documentó y a lo largo de todo el proceso se evaluó constantemente la pertinencia de todos los datos con la investigación. En la figura 1 se puede observar este proceso.

Figura 1. Estrategia Metodológica



Fuente: *Elaboración propia.*

## 5.1 GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS.

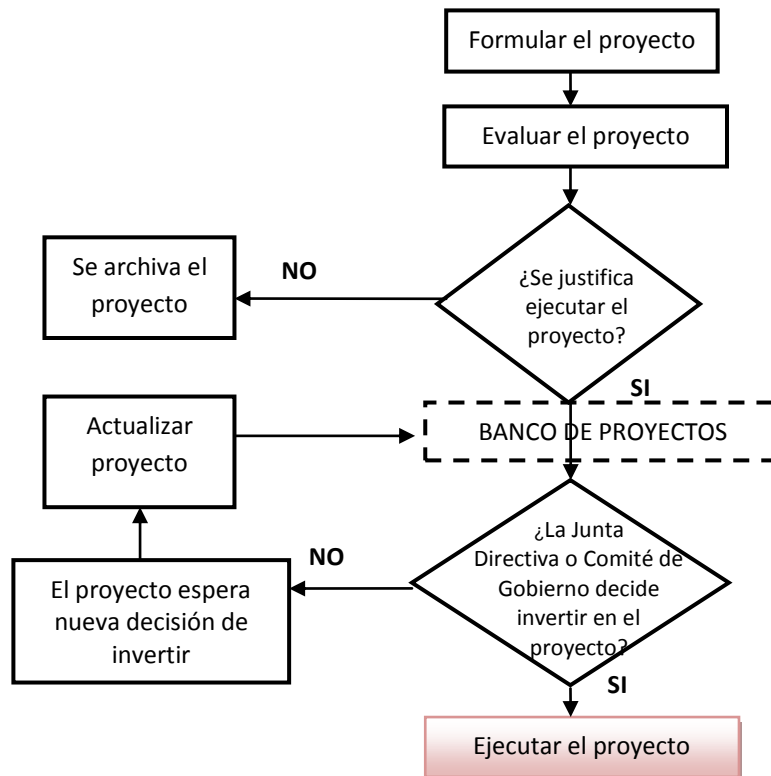
Los proyectos no son un tema nuevo, pues desde hace varios miles de años se realizan, un vivo ejemplo de ello, son las pirámides egipcias o las calzadas romanas, grandes obras, que aunque eran proyectos simples por no involucrar limite de tiempo y recursos, si conllevó un gran esfuerzo, trabajo duro, ingenio e innovación.

Con el pasar del tiempo grandes sucesos universales, como la revolución industrial, la elaboración de la bomba atómica, y los diferentes procesos de la defensa de los Estados Unidos, hicieron que la complejidad de los proyectos aumentará cada vez más, y que su control y gestión fuera aún mas difícil. Debido a eso en los años 50 la Armada de los Estados Unidos desarrolla la herramienta de evaluación y revisión del programa PERT, y la compañía Dupont, el método del camino critico MCC. Sin embargo es solo hasta los años 60's que se constituye formalmente el Project Management Institute, PMI (Instituto de Gestión de Proyectos) y finalmente es en los años 80, con la aparición de la microcomputadora, es donde se facilita el acceso a todas las herramientas de gestión y control de los proyectos existentes. (Wallace, 2014).

Como consecuencia de ello actualmente diversos autores han logrado definir de forma correcta que es un proyecto, sin embargo para este caso se ha extraído la definición realizada por Arboleda en el 2001; “un proyecto es el entrecruzamiento de variables financieras, económicas, sociales y ambientales que implica el deseo de suministrar un bien o de ofrecer un servicio, con el objetivo de determinar su contribución potencial al desarrollo de la comunidad a la cual va dirigido y de estructurar un conjunto de actividades interrelacionadas que se ejecutarán bajo una unidad de dirección y mando, con miras a lograr un objetivo determinado, en una fecha definida, mediante la asignación de ciertos recursos humanos y materiales” (Arboleda, 2001).

Así entonces se tiene claro que para que exista un proyecto debe haber recursos, tiempo, un objetivo, y una población que va disfrutar u obtener beneficios del resultado de ese proyecto, pero como todo proceso éste tiene una serie de fases fundamentales. En primer lugar está la fase de *formulación*, en la que se debe definir claramente el proyecto, simulando lo que podría llegar a ser y los aspectos que debería enfrentar si se decide ejecutar, seguidamente está la *evaluación*, donde se procede a determinar si el proyecto es necesario, viable y factible, es decir se debe determinar si se ejecuta el proyecto, si la respuesta es negativa, simplemente se archiva, de lo contrario iría al Banco de Proyectos, esperando la decisión de invertir, por último hay que tener en cuenta que todo proyecto debe tener un *control*, que debe ser ejercido desde la etapa de formulación hasta la terminación, con el fin de verificar que el proyecto que se está realizando tenga concordancia con lo planeado. Este proceso se muestra esquematizado en la figura 2.

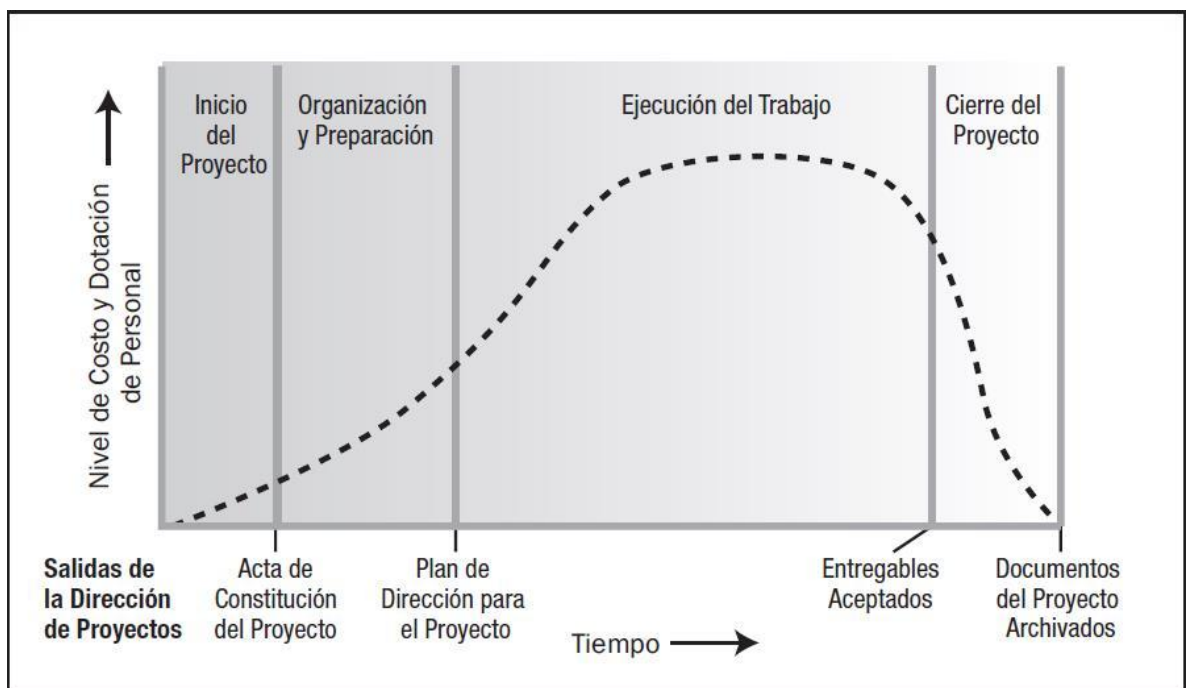
Figura 2. Proceso de formulación, evaluación y control de proyectos



Fuente: Arboleda, 2001, pág. 5.

Otra característica innata de los proyectos es su ciclo de vida, el cual está conformado por las siguientes etapas: inicio del proyecto, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre del proyecto; cada una de estas etapas compromete una cantidad determinada de recursos, expresados en costos y nivel de personal, de tal manera que cuando se avanza en la realización de una de ellas, se compromete una cantidad determinada de recursos expresados en costos y nivel de personal, adicionalmente al concluirse cada etapa se tendrá un entregable que comprueba la culminación de la misma, tal como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Ciclo de vida de un proyecto



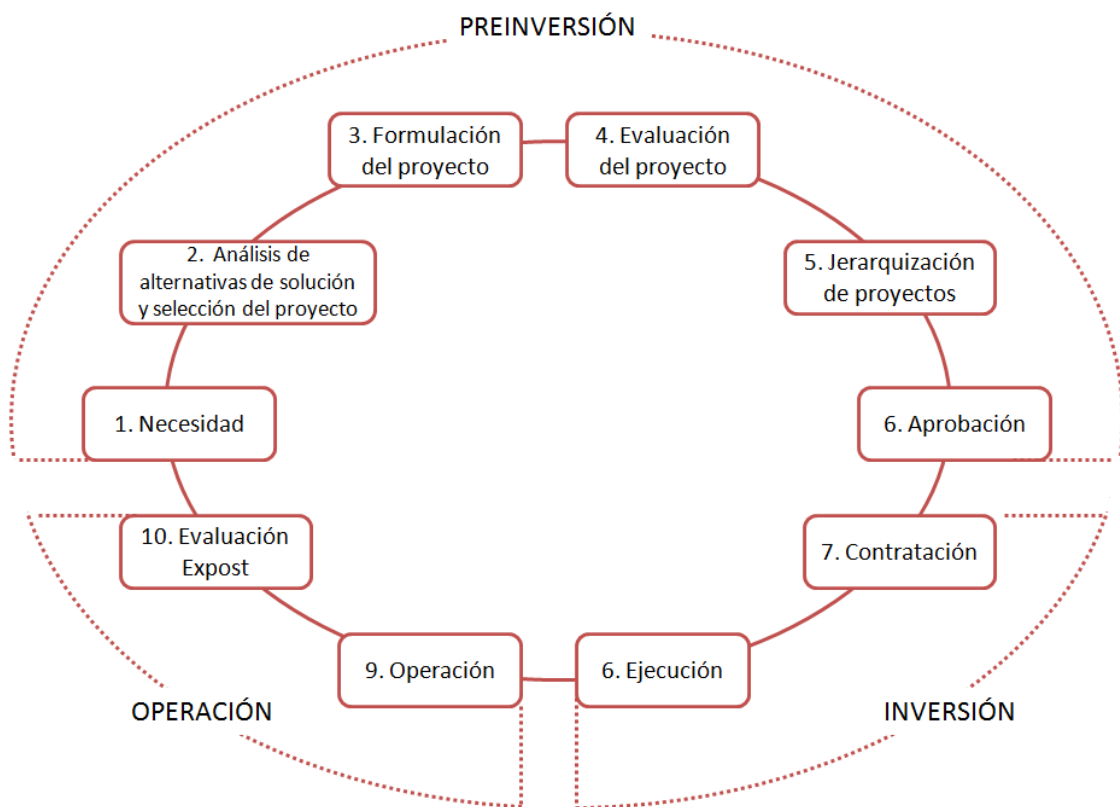
*Fuente: Instituto de Gestión de Proyectos, 2013, pág. 39*

Aunque ya se mostró el ciclo de vida, y el proceso por el que pasa todo proyecto, cuando se habla de proyectos de inversión pública, como lo son los proyectos de infraestructura universitaria, Arboleda (2001), identifica una serie de etapas y sub-



etapas que se deben realizar, para que el proyecto se desarrolle con éxito, y se pueda lograr obtener los mejores beneficios de este proceso, sin embargo es importante resaltar, que en este diagrama ya se empieza a tener en cuenta, la acción de jerarquizar los proyectos, precisamente el objetivo de este trabajo, y es que en la realidad las entidades públicas no tienen un proceso metodológico y pertinente, que determine la forma adecuada de priorizar los proyectos según las necesidades de la sociedad, por eso se pretende hacer un aporte a las entidades de educación superior, con esta investigación, con el fin de que se administren mejor los recursos públicos de la Nación.

Figura 4. Etapas de un proyecto de inversión pública



Fuente: Arboleda, 2001

## **5.2 . LA INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN EN COLOMBIA.**

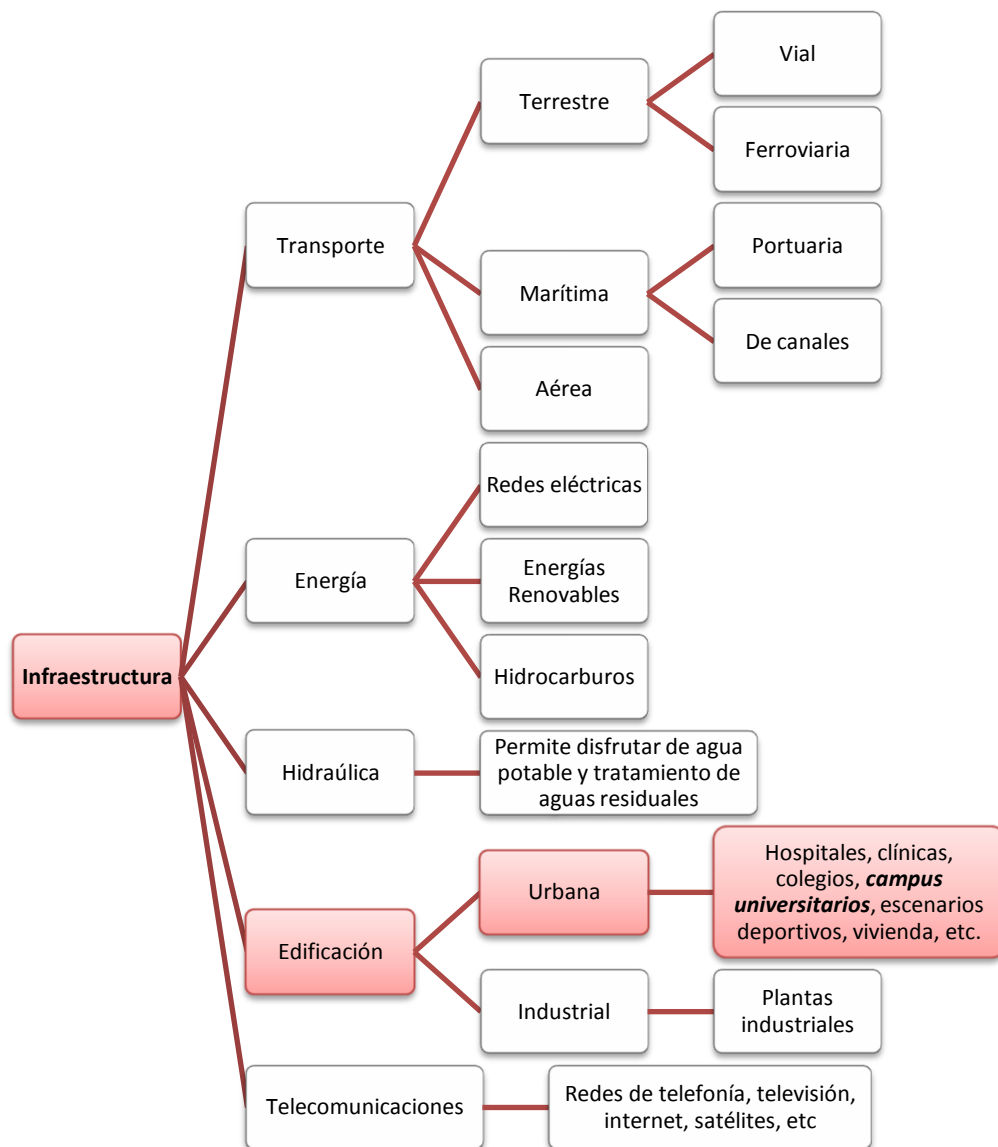
En este numeral se pretende dejar claro al lector qué tipos de obras en Colombia se consideran obras de infraestructura, su clasificación, y la ubicación de las obras de infraestructura universitaria, dentro de las clasificaciones realizadas por algunos autores, así como también se presenta la clasificación de estos proyectos dentro del Banco de Proyectos de algunas universidades.

Para empezar entonces, la infraestructura ha sido definida por diversos autores como un conjunto de estructuras físicas y organizativas, redes o sistemas necesarios para el buen funcionamiento de una sociedad y su economía, mejorando los servicios y el bienestar de los ciudadanos, generalmente son obras civiles de gran tamaño como puentes, aeropuertos, y autopistas (Sánchez, 2013). Los diferentes componentes de la infraestructura de una sociedad pueden existir ya sea en el sector público o privado, dependiendo como son poseídos, administrados y regulados (International Recovery Platform, s.f.).

Particularmente los proyectos de infraestructura universitaria, son todos aquellos proyectos u obras realizadas con la finalidad de construir, modernizar y adecuar las instalaciones de las entidades de educación superior.

Con el propósito de ubicar los proyectos de infraestructura universitaria en un contexto más general se indagó sobre la clasificación de proyectos de infraestructura, sin embargo dentro de la revisión de literatura hecha se encontró que la clasificación no es única, por ejemplo Clavijo, Álzate y Mantilla, realizan una muy completa clasificación , en la que presentan cinco grandes grupos, como son, Infraestructura de Transporte, I. de Energía, I Hidráulica, I. de Edificación, y de Telecomunicaciones y a su vez cada uno de ellos se subdivide en grupos más pequeños como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Clasificación de los proyectos de infraestructura según Clavijo et al.



Fuente: Elaboración propia, información tomada de Clavijo, et al., 2015, pág., 1 – 4

Analizando esta clasificación se logró identificar que los proyectos de infraestructura universitaria como son los campus universitarios, se encuentran en las obras de tipo, edificación urbana.

Por otra parte, Sanchez, 2013 dividió la infraestructura en tres categorías, la primera, de servicios básicos, como su nombre lo indica son aquellas obras que permiten disfrutar de agua potable, energía y demás servicios públicos. Luego se halló un segundo grupo, que se denomina “infraestructura para la vida y la convivencia” donde se incluyen aquellos elementos que dignifican la vida de las personas, como el inmobiliario urbano, los andenes, el alumbrado público y los espacios recreativos; y por último se encuentra “La infraestructura para la competitividad y el desarrollo económico”, donde se encuentran las autopistas, los puertos, aeropuertos y el sistema de transporte masivo, en esta clasificación no se da un lugar significativo para la infraestructura universitaria, de tal manera que puede caber en alguna de las dos últimas categorías, en ambas o en ninguna.

Adicionalmente se encontró una clasificación hecha por la Plataforma Internacional de Recuperación en la que separan las obras de infraestructura en dos grupos, física y social – económica, la primera constituye instalaciones públicas que unen partes de la ciudad y proporcionan los servicios básicos que la ciudad necesita para el funcionamiento, como la red de caminos y servicios públicos.

La segunda, incluye facilidades tales como hospitales, parques y jardines, centros comunitarios, librerías, entretenimiento e instalaciones para hacer compras, y edificios educativos, es en este grupo donde se engloban todos aquellos proyectos que hacen parte de infraestructura universitaria. Así pues, los beneficios de la infraestructura física son claramente tangibles, mientras que los beneficios de la infraestructura social son a menudo intangibles (Balachandran, s.f.).

De lo anterior se determina que hay una similitud en las clasificaciones hechas por Sánchez, 2013 y la Plataforma Internacional de Investigación, ya que sus grupos principales son muy similares, por una parte los servicios públicos y por otra aquellas obras en las que se obtienen beneficios sociales, pero la clasificación

hecha por Clavijo et al., 2015, difiere de ellos, ya que su clasificación es mucho más detallada y se enfoca en separar los proyectos por características similares en cuanto a función y estructura física, adicionalmente se ve que mientras Clavijo et al., 2015, ubica la infraestructura universitaria en el grupo de edificación urbana, sin embargo esta engloba todo lo que la Plataforma internacional de investigación presenta como infraestructura de tipo social, a diferencia de Sánchez que no le da un lugar a este tipo de obras en su clasificación.

Por otra parte el Departamento Nacional de Planeación, regido por el Plan de Desarrollo Nacional 2014 – 2018, no maneja una categoría dentro de los programas de inversión en infraestructura, para lo que acá se denomina infraestructura universitaria, sin embargo se encontró que en la estrategia de movilidad social se definió un programa de inversión para mejorar el acceso y la calidad de la educación superior, en la cual se plantea que se deberá desarrollar, mejorar y ampliar la infraestructura física requerida para cumplir estas metas.

De acuerdo a lo anterior según el contexto los proyectos de infraestructura universitaria pueden ser incluidos, dentro de categorías de inversión diferentes, ya sea de inversión social o propiamente de infraestructura.

De otro lado se halló que los proyectos de infraestructura universitaria, están siempre presentes en el Banco de proyectos de la entidad a la cual pertenecen, pues es en ese lugar donde se encargan de evaluarlos, seleccionarlos, priorizarlos y gestionarlos, sin embargo hay que tener en cuenta que en este lugar no solo se ocupan de proyectos de infraestructura, sino también de proyectos académicos y de investigación, de desarrollo institucional, de servicios, de extensión, de docencia, y de materiales y equipos, y cualquier otro que haga parte de actividades que ayuden de forma directa o indirecta al cumplimiento de los objetivos misionales de cada una de ellas.

En algunas universidades como la Universidad Nacional de Colombia, el banco de proyectos, clasifica estos en dos categorías principales (Oficina Nacional de planeación):

- a. Proyecto Académico. Conjunto estructurado de actividades realizadas por docentes, con el propósito directo de producir y reproducir conocimientos científico - técnicos, cultivar valores culturales y artísticos, promover la creación y el desarrollo humano integral para el cumplimiento de la misión institucional.
- b. Proyecto de Soporte. Conjunto estructurado de actividades de carácter operativo y administrativo con el fin de crear las condiciones físicas, institucionales, de servicios, de infraestructura y de logística para el desarrollo de los proyectos académicos.

En este caso se puede ubicar los proyectos de infraestructura universitaria, en el grupo de proyectos de soporte, sin embargo, dentro de los proyectos de infraestructura se logró encontrar diferentes clases, como lo son la infraestructura física, de servicios públicos, de recreación y deporte, y en cada una de ellas se tienen las categorías de construcción, ampliación – adecuación y mantenimiento.

Sin embargo, en la universidad del Valle, esta clasificación es diferente, pues el Manual de Operaciones del BPUV, se enfoca solo en los proyectos de inversión financiados con recursos de Estampilla Pro-Universidad del Valle, los cuales pueden ser de tres categorías:

- Proyectos de infraestructura: adquisición, construcción, adecuación y conservación de la planta física.
- Proyectos de dotación: adquisición de equipos, muebles y enseres, material bibliográfico y didáctico, hardware y software, equipo y elementos de laboratorio.

- Proyectos de desarrollo institucional: Nuevas tecnologías, comunicación y medios de divulgación institucionales, sistemas de Información, bienestar universitario, adecuación normativa y administrativa

Para finalizar, a pesar de presentarse algunas diferencias en las clasificaciones y tipologías de los proyectos de inversión, presentadas por las diferentes entidades estatales, siempre se encontrarán proyectos de infraestructura universitaria que se enfocan únicamente en la compra o construcción, la adecuación y el mantenimiento de la planta física.

### **5.3 NATURALEZA DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA**

Luego de contextualizar sobre los proyectos de infraestructura en Colombia, y de conocer sus generalidades, se puede ahora sí, hablar de proyectos de infraestructura universitaria. Para empezar, hay que tener claro que este tipo de obras realizadas en entidades públicas de educación superior no nacen de la nada, siempre lo hacen como respuesta a una necesidad u oportunidad, así mismo lo afirmó Usuga en el 2013, “los proyectos de infraestructura física en las entidades públicas parten de una necesidad identificada en un sector y contexto determinados. La gran mayoría de proyectos que se ejecutan en el sector público se inician en la planeación de un territorio que requiere de cualquier tipo de transformación o renovación”, y es muy fácil de entender esto, puesto que los recursos de inversión de estas obras, provienen de fondos públicos, y ya se sabe que los recursos de una Nación siempre son limitados, y no se pueden derrochar en proyectos de poca o nula relevancia.

Para el caso de las universidades públicas de Colombia, todos los proyectos que se realizan, aunque bien parten de una necesidad, estos deben estar enmarcados, en planes mucho más grandes, en principio se encuentra el plan de desarrollo que realizan las universidades, por diez (10) años para el caso de universidades como

la de Antioquía, y la del Valle, o por mucho menos, por ejemplo tres años, como lo hace la Universidad Nacional, sin embargo estos planes propios de cada universidad, deben estar cobijados por el Plan Nacional de Desarrollo (PND), realizado para cuatro (4) años, actualmente se cuenta con el PND 2014-2018: “Todos por un nuevo país. Paz, equidad, educación”, el cual tiene una serie de estrategias, y es muy importante que los planes de desarrollo universitario se puedan localizar dentro de algunas de ellas, ya que de ello depende la financiación que pueda tener cada institución para cumplir con este plan.

Así mismo pasa con los proyectos de infraestructura que se propongan al interior de cada universidad, estos deben ser tanto necesarios como importantes para los directivos, es decir que estos se puedan fundamentar en el cumplimiento de el plan estratégico de la misma, de lo contrario este proyecto no logrará ser aprobado, ya que no hace parte de los lineamientos y estrategias que el consejo superior ha propuesto, así mismo lo presenta Arboleda, 2001 “El proyecto no puede concebirse como un objetivo en sí mismo. Es un medio para alcanzar los objetivos y metas que sirvieron de base para la formulación del plan de desarrollo y de los programas sectoriales”

Además, cuando se habla de instituciones públicas de educación superior de Colombia, hay que tener claro que estas se rigen por sus propios estatutos, acorde con el Artículo 69 de la Constitución Política de Colombia de 1991, el cual cita:

**“Artículo 69.** Se garantiza la autonomía universitaria. Las universidades podrán darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la ley.

La ley establecerá un régimen especial para las universidades del Estado.

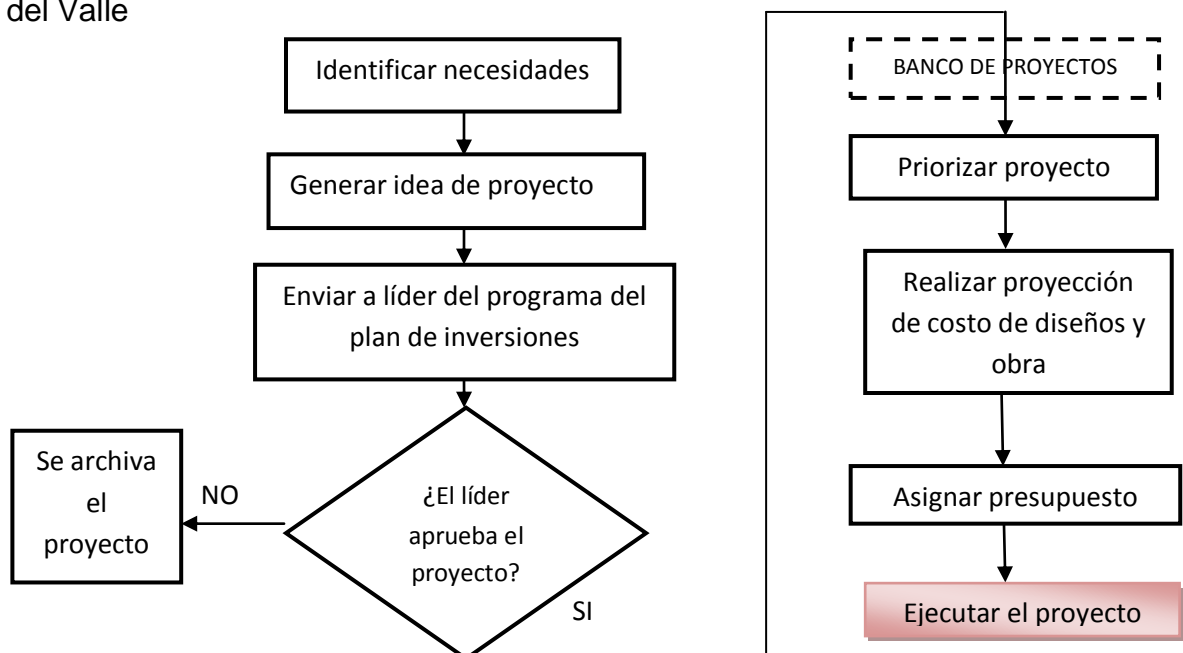
El Estado fortalecerá la investigación científica en las universidades oficiales y privadas y ofrecerá las condiciones especiales para su desarrollo. El Estado



facilitará mecanismos financieros que hagan posible el acceso de todas las personas aptas a la educación superior.”

Para el caso de la Universidad del Valle el proceso de generación de un proyecto de infraestructura, empieza con la identificación de las necesidades de cada Unidad Académico-Administrativa o Unidad Administrativa según sea el caso, seguidamente se genera la idea de un proyecto, este proyecto es consolidado para ser entregado al líder de cada de uno de los programas establecidos por el plan plurianual de inversión, donde se deberá determinar si el proyecto en cuestión se incluirá en el portafolio de proyectos del programa y la prioridad con que será ejecutado, posteriormente pasa a la oficina de Planeación y Desarrollo Institucional donde se hace una proyección del costo de los diseños y de la obra como tal, para asignar un presupuesto base, e iniciar la ejecución del mismo. El anterior proceso se esquematiza con la figura 6.

Figura 6. Proceso de realización de proyectos de infraestructura de la Universidad del Valle



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente Usuga (2013), plantea que el proceso de planificación de un proyecto de infraestructura para una universidad publica, tiene su inicio en la articulación de las actividades misionales (Docencia, Investigación y Extensión) con en el desarrollo de la administración donde se involucra la estrategia, las finanzas y la logística , a partir de allí se deben generar los lineamientos y objetivos que darán lugar a proyectos de infraestructura universitaria, tal como se muestra en la figura 7.

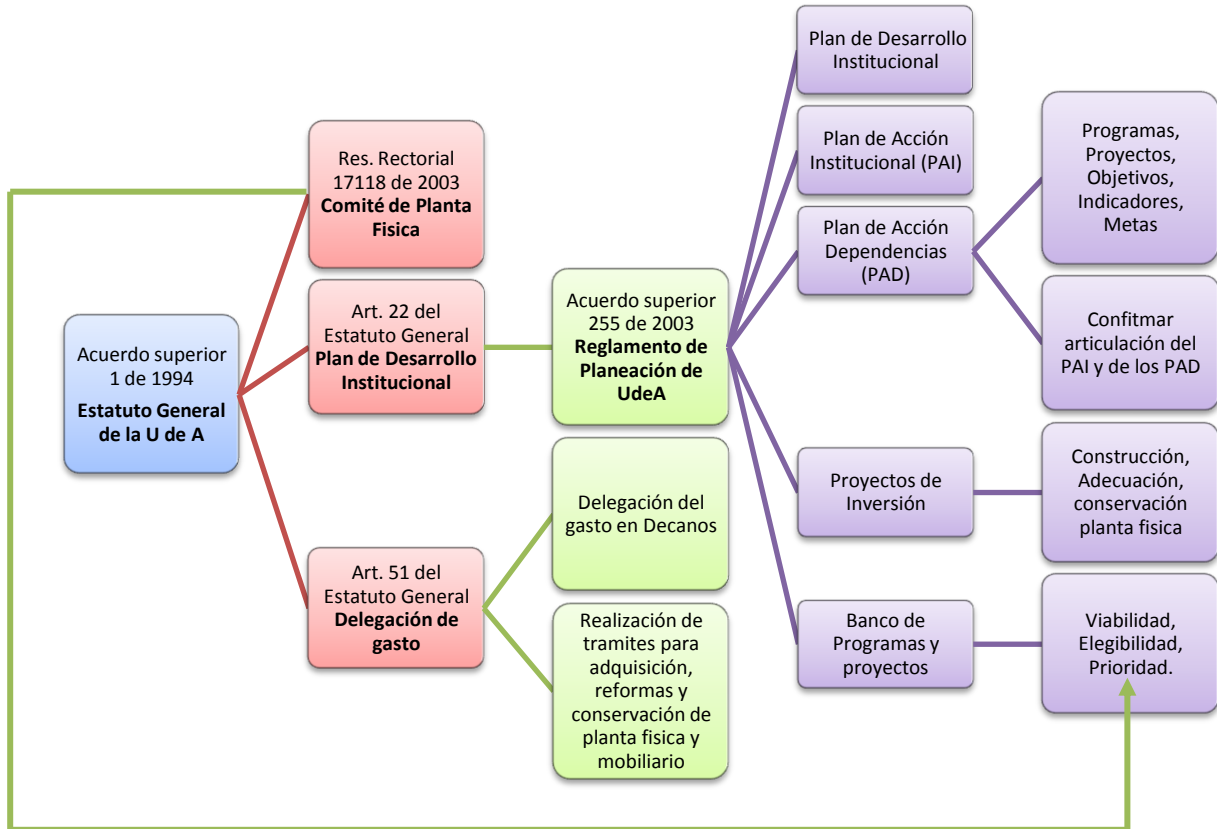
Figura 7. Articulación de los procesos para la planificación de de proyectos de infraestructura universitaria.



*Fuente: Adaptado de Usuga, 2013, pág. 41*

Por su parte la **Universidad de Antioquia**, creó el reglamento de planificación mediante el Acuerdo Superior 225 de 2003, para atender los proyectos de inversión en general y entre ellos, los que se refieren al desarrollo de infraestructura física, este acuerdo es descrito por la figura 8 (Usuga, 2013).

Figura 8. Reglamento para la planeación de proyectos de la U de A.



Fuente: Usuga, 2013, pág. 19

Es así entonces como se logra identificar que, para el desarrollo de los proyectos de infraestructura universitaria, estos deben ser en primera instancia aprobados por el comité de planta física, seguidamente el proyecto debe estar articulado con el plan de desarrollo institucional, y posteriormente pasar por el departamento de planeación de esta, en donde si el proyecto es aceptado, se deberá priorizar, para saber en qué espacio temporal este se ejecutará.

### 5.3.1 Perfil de un proyecto de infraestructura universitaria

Luego de conocer un poco acerca de cómo nacen los proyectos de infraestructura universitaria en Colombia, es necesario que se conozca cómo se define un proyecto de este tipo, y luego de indagar en algunas de las principales universidades públicas de Colombia, se ha encontrado que hay un documento fundamental para presentar una idea de proyecto, este documento generalmente es llamado *Perfil del Proyecto*, y aunque puede variar algunos aspectos, “todo proyecto universitario debe tener una cobertura, alcance y temporalidad claramente definidos. Así mismo los objetivos, metas y actividades que estructuran el proyecto, son susceptibles de seguimiento y evaluación periódica, de acuerdo con los indicadores de gestión de la universidad y de él en particular” (Gonzales y Uribe, 2010).

Luego de analizar los distintos formatos que poseen las universidades para el proceso de formulación de proyectos se logra identificar que hay una información general que siempre se deberá presentar al organismo competente, esta información se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Perfil de un proyecto de infraestructura universitaria

Característica	Descripción
Nombre del proyecto	Debe estar conformado por tres elementos principalmente: <ul style="list-style-type: none"><li>• El proceso o acción que se va a desarrollar</li><li>• El objeto o motivo del proceso</li><li>• La localización o ubicación precisa del proyecto</li></ul>
Relación del proyecto con el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional	Identificar desde la formulación estratégica, el Eje, la Estrategia y el Programa, que más relación y articulación tengan con el proyecto

Tabla 2. (Continuación) Perfil de un proyecto de infraestructura universitaria.

Característica	Descripción
Definición del problema o necesidad u oportunidad	El problema identificado debe ser claro en su descripción de manera que permita percibir desde su elaboración cual es la solución más pertinente para él mismo. Así como las causas y efectos que este genera.
Tiempo de ejecución estimado	Aproximadamente el tiempo que se llevará la ejecución del proyecto.
Nombre y dirección del responsable de la ejecución del proyecto	Los datos principales del responsable de la ejecución, y de la dependencia responsable
Población afectada	Corresponde a la cantidad de personas que se ven afectadas por el problema
Población objetivo	Número de personas que al final se verán beneficiadas con la ejecución del proyecto
Presupuesto	Cantidad de dinero con la cual se planea realizar el proyecto
Impacto social	Es la perspectiva que permite establecer los beneficios que recibe la comunidad universitaria por el uso de los productos y servicios derivados de la ejecución proyecto.
Impacto económico	Se describe el impacto que tendrá el proyecto sobre la comunidad universitaria
Impacto ambiental	
Cronograma	Se relacionan todas actividades que se requieren para la ejecución del proyecto y se muestra gráficamente el tiempo estimado de la ejecución de cada una de ellas.

*Fuente: Elaboración propia, información tomada de Equipo de Trabajo Oficina de Planeación Universidad Nacional de Colombia, 2007 y Planeación y Desarrollo de la Universidad del Valle.*

Son entonces los formatos de Diseño de un Proyecto de Inversión y la Ficha Técnica de un Proyecto de Estampilla, de la Universidad del Valle, y la Ficha de Inscripción del Proyecto del Banco de Proyectos de la Universidad Nacional, una de las principales fuentes que se consideraron para el segundo paso en esta investigación, la identificación de los criterios necesarios para la selección de estos proyectos.

## 6. DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA

Para determinar los criterios necesarios que den cumplimiento al objetivo de este trabajo, primero se realizó una revisión de literatura, con el fin de definir cuáles han sido los criterios propuestos por diferentes autores. Seguidamente se procede a la validación de los criterios seleccionados, a través de la consulta a expertos, obteniendo así los criterios que se adaptan a las necesidades de las universidades públicas.

### 6.1 REVISIÓN DE LITERATURA

Para empezar en el 2008 Bitman y Sharif, realizaron un trabajo en el que presentan una metodología de análisis multicriterio para priorizar proyectos de I+D, se parte de la evaluación de cinco perspectivas, y cada perspectiva posee una serie de criterios, para contar con un total de 16 criterios que determinaran el ranking de proyectos a ejecutar, los criterios y perspectivas son mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Criterios seleccionados para jerarquizar proyecto de I+D.

Perspectivas a evaluar	Criterios
Sensatez del proyecto	Herramientas necesarias para realizar el proyecto
	Habilidades necesarias para las herramientas requeridas para el proyecto
	Hechos necesarios para desarrollar el proyecto
	Métodos para realizar y administrar el proyecto
	Subcontratos necesarios para realizar el proyecto
Atractivo del proyecto	Alineación estratégica del proyecto con la organización
	Actores que influyen el proyecto
	Experiencias previas del líder de proyecto
Responsabilidad	Ética del proyecto

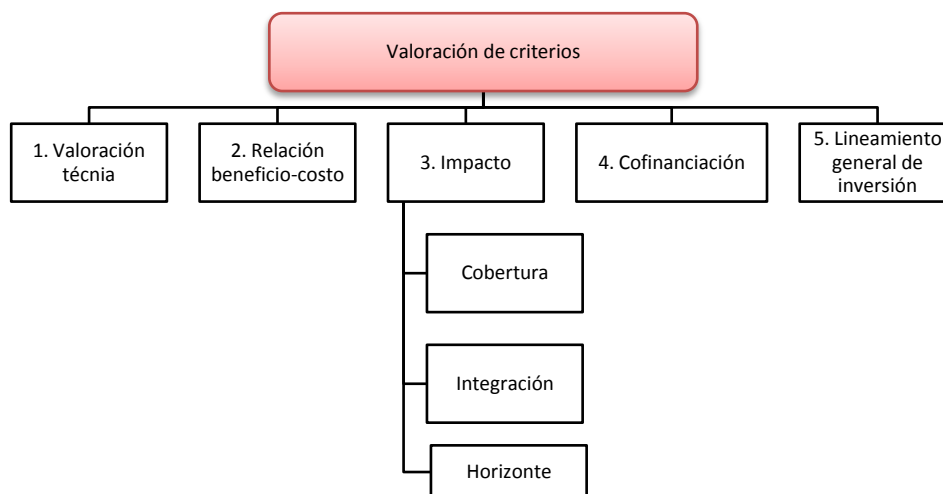
Tabla 3. (Continuación) Criterios seleccionados para jerarquizar proyecto de I+D.

Perspectivas a evaluar	Criterios
Responsabilidad	Moral del proyecto
	Implicaciones ecológicas del desarrollo del proyecto
	Limitaciones regulatorias
	Capacidades
Competitividad	Competencias
	Mejoramiento de las dimensiones tecnológicas que aporta el proyecto
Innovación	Novedad del proyecto
	Fase del ciclo de investigación en la que se encuentra el proyecto
	Fuente de la idea

*Fuente: Elaboración propia, información tomada de Bitman, et al., 2008, pág. 274*

Por otra parte Gonzalez, et al. (2010), proponen una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de inversión del Banco de proyectos de la Universidad del Valle, aquí los criterios seleccionados para la aplicación del método AHP son tan sólo 5, de los cuales uno de ellos posee tres subcriterios, tal como se muestra en la figura 9.

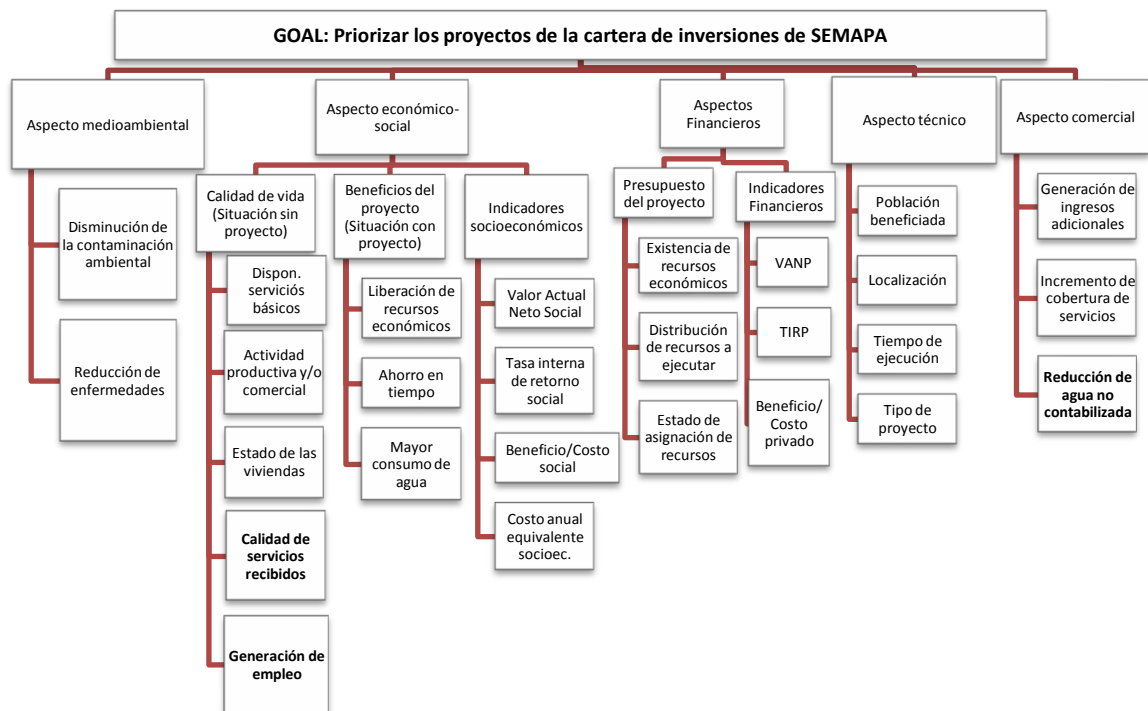
Figura 9. Criterios para priorización de proyectos del BPUV



Fuente: Elaboración propia basado en González, et al., 2010, pág. 7

Salas (2011) plantea que se deben incluir criterios de carácter cualitativo, como cuantitativo, de esta manera se identificaron cinco dimensiones principales, medioambiental, socio-económico, técnico, financiero y comercial, las cuales a su vez tienen una serie de criterios más específicos (figura 10), que fueron utilizados para la priorización de proyectos de inversión pública.

Figura 10. Árbol de jerarquías para priorización de proyectos de inversión pública



Fuente: Salas, 2011, pág. 73

Por su parte Pérez, 2012 en la realización de su investigación para selección y priorización de portafolios de I+D+i, plantea una estructura jerárquica de 3 niveles, en la que conjuga los criterios encontrados en la literatura, con las condiciones deseadas del portafolio de proyectos, estas condiciones se pueden resumir en número adecuado de proyectos, recursos financieros disponibles, capacidad de gestión, tiempo de ejecución, beneficios, impactos sectoriales e intereses estratégicos. Tal propuesta se puede evidenciar en la tabla 4.



Tabla 4. Propuesta de estructura jerárquica de criterios, Pérez, 2012.

Objetivos principales	Criterios	Subcriterios
Alineación estratégica y capacidades	Interés corporativo	Alineación con temáticas corporativas
		Alineación con el plan Corporativo
		Sinergia con los procesos productivos del CDT
		Objetivos y clasificación en I D o i
		Oportunidades del proyecto
	Influencia sectorial	Instituciones o redes participantes
		Influencia de Actores participantes
		Alineación con políticas de CyT sectoriales
		Fuente de la idea
	Capacidades	Disponibilidad de recursos técnicos especializados
		Disponibilidad de capacidades de soporte y gestión
		Disponibilidad de infraestructura
		Experiencia en proyectos similares
Atributos del proyecto	Mérito científico y técnico	Grado de novedad
		Interacción con otros productos o servicios
		Extensibilidad de los resultados
		Viabilidad tecnológica probada
	Coherencia de la propuesta	Sensatez del periodo de ejecución
		Sensatez del costo del proyecto
		Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)
	Riesgos asociados	Riesgo técnico
		Riesgo comercial
		Riesgo en el desarrollo
Impactos potenciales	Para el mercado	En el mercado existente
		En nuevos mercados
		Tamaño potencial del mercado
		Efecto de derrame de la tecnología asociada
	Para la corporación	Mejora en las capacidades científicas y tecnológicas
		Mejora en las capacidades de gestión
		Utilidad esperada
	Para el sector	Mejora en la competitividad sectorial (Calidad, ambiente, producción)
		Contribución al estado del conocimiento
		Armonía Regulatoria (Normas Futuras y presentes)

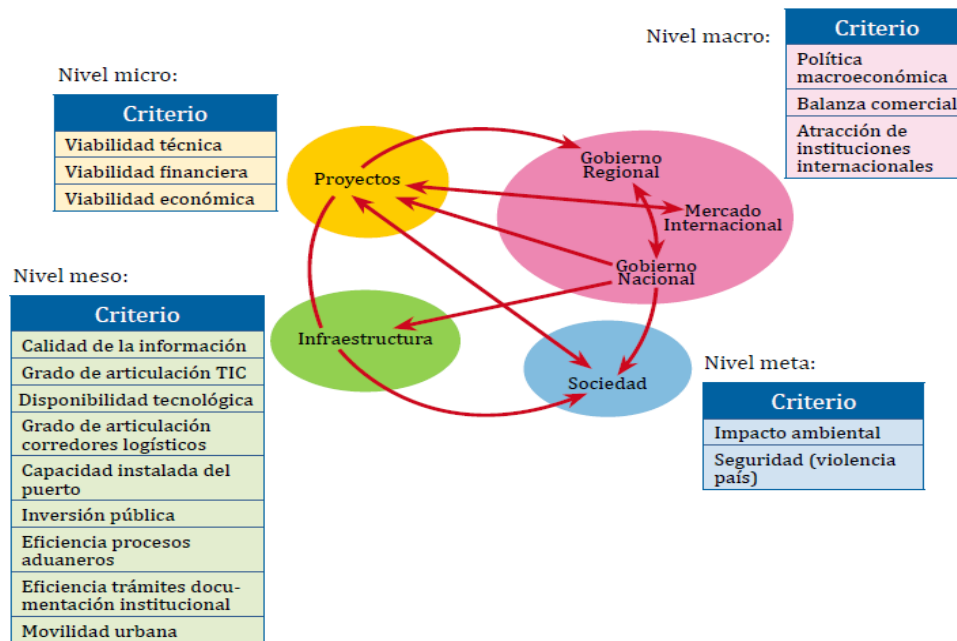
Fuente: Pérez, 2012, pág. 84-85

Se revisó también una Guía Metodología para la Priorización de Proyectos con enfoque en infraestructura, logística y conectividad, propuesta por Vidal et al., 2012, en la que los autores luego de una revisión de 200 artículos, proponen una serie de criterios, basados en el concepto de la competitividad sistémica, entendiéndose ésta como un marco conceptual que crea una diferenciación entre cuatro niveles analíticos distintos; la empresa (nivel micro, en este caso, el “proyecto”), el país y el mundo (nivel macro), los individuos y el entorno (nivel meta), la región (nivel meso) (Esser, et al., 1996).

Aunque el trabajo está enfocado a la competitividad de la región, algunos de los criterios propuestos por los autores, son una buena base para lograr seleccionar proyectos que apunten a cumplir los objetivos de un plan de desarrollo, que involucre la infraestructura y el desarrollo socioeconómico, tal como lo son los proyectos caso de estudio de este trabajo.

Inicialmente Vidal et al., 2012, habían consolidado 39 criterios, pero se siguieron depurando con la ayuda de expertos, hasta establecer solo 9, sin embargo, para efectos de este trabajo, se toman los 17 criterios mostrados en la figura 11, para seleccionar de allí, aquellos que puedan servir para realizar la evaluación pertinente con los expertos en proyectos de infraestructura universitaria.

Figura 11. Criterios propuestos para la priorización de proyectos: un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad.



Fuente: Vidal, et al., 2012, pág. 43

## 6.2 CONSOLIDACIÓN Y VALIDACIÓN DE CRITERIOS

Luego de la revisión de literatura mostrada anteriormente, incluyendo los formatos oficiales de las diferentes universidades, se llega a una lista de 70 criterios iniciales que después de pasar por un proceso de revisión y consolidación se reducen a 36, tal como se muestra en la tabla 5. Estos criterios fueron evaluados por expertos para determinar su aplicabilidad en la selección de proyectos de infraestructura universitaria.

Tabla 5. Consolidado de criterios para ser sometidos a evaluación.

	CRITERIOS	GRUPO	CATEGORÍA
1	Alineación con plan de desarrollo institucional	Interés corporativo	Alineación estratégica y capacidades
2	Oportunidades del proyecto	Interés corporativo	Alineación estratégica y capacidades
3	Influencia de Actores participantes	Influencia sectorial	Alineación estratégica y capacidades
4	Alineación con políticas sectoriales	Influencia sectorial	Alineación estratégica y capacidades
5	Fuente de la idea	Influencia sectorial	Alineación estratégica y capacidades
6	Disponibilidad de recursos técnicos especializados	Capacidades	Alineación estratégica y capacidades
7	Disponibilidad de capacidades de soporte y gestión	Capacidades	Alineación estratégica y capacidades
8	Experiencia en proyectos similares	Capacidades	Alineación estratégica y capacidades
9	Extensibilidad de los resultados	Mérito científico y técnico	Atributos del proyecto
10	Sensatez del periodo de ejecución	Coherencia de la propuesta	Atributos del proyecto
11	Sensatez del costo del proyecto	Coherencia de la propuesta	Atributos del proyecto
12	Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	Coherencia de la propuesta	Atributos del proyecto
13	Riesgo técnico	Riesgos asociados	Atributos del proyecto
14	Riesgo comercial	Riesgos asociados	Atributos del proyecto
15	Riesgo en el desarrollo	Riesgos asociados	Atributos del proyecto
16	Limitaciones regulatorias	Riesgos asociados	Atributos del proyecto
17	Población beneficiada	Aspecto técnico	Atributos del proyecto
18	Horizonte	Aspecto técnico	Atributos del proyecto
19	Localización	Aspecto técnico	Atributos del proyecto
20	Tiempo de ejecución	Aspecto técnico	Atributos del proyecto
21	Grado de articulación TIC	Aspecto técnico	Atributos del proyecto
22	Generación de ingresos adicionales y liberación de recursos	Beneficios del proyecto	Atributos del proyecto
23	Relación Beneficio-costos	Beneficios del proyecto	Atributos del proyecto
24	Incremento de cobertura de servicios	Beneficios del proyecto	Atributos del proyecto
25	Ahorro en tiempo	Beneficios del proyecto	Atributos del proyecto
26	Presupuesto	Aspecto financiero	Atributos del proyecto
27	Cofinanciación	Aspecto financiero	Atributos del proyecto
28	Capacidad para recaudar el capital necesario	Aspecto financiero	Atributos del proyecto
29	Mejora en la competitividad sectorial (Calidad, ambiente, producción)	Para el sector	Impactos Potenciales
30	Contribución al estado del conocimiento	Para el sector	Impactos Potenciales
31	Atracción de instituciones internacionales	Para el sector	Impactos Potenciales
32	Impacto ambiental	Impactos Potenciales	Impactos Potenciales
33	Impacto social	Impactos Potenciales	Impactos Potenciales
34	Impacto económico	Impactos Potenciales	Impactos Potenciales
35	Asuntos de ética y moral	Responsabilidad social	Asuntos de responsabilidad del proyecto
36	Mejora de la salubridad de la comunidad	Aspecto medio ambiental	Asuntos de responsabilidad del proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

Para la evaluación de los criterios se utilizan 7 expertos de diferentes universidades públicas del país, la descripción de los expertos se muestra en la figura 12 y el instrumento utilizado para la valoración de criterios se puede observar en el anexo 1.

Figura 12. Expertos utilizados para valoración de criterios

	<p>Arq. <b>Harold Andres Libberos</b>            Ing. <b>Armando Orobio</b>            Planeación de la Universidad del Valle</p>
	<p><b>Nubia Bermudez Varon</b>            Profesional Oficina de Desarrollo Institucional            Universidad del Tolima</p>
	<p><b>Luis Augusto Jacome Gómez</b>            Director            Universidad Francisco de Paula Santander - OCaña</p>
	<p><b>Francisco A Uribe Gómez</b>            Jefe Oficina Asesora de Planeación            Universidad Tecnológica de Pereira</p>
	<p><b>Aida Lucia Toro Ramírez</b>            Jefe Oficina de Planeación            Universidad del Cauca</p>
	<p><b>Andrés Felipe Velasco Torres</b>            Asesor de Planeación y Control            Universidad Distrital Francisco José de Caldas</p>

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 6 se puede encontrar la tabulación de la valoración realizada por los expertos, se encontró que, aunque todos difieren en algunos criterios, si coinciden en que la alineación con el plan de desarrollo institucional y el presupuesto, deben ser incluidos a la hora de seleccionar un proyecto de infraestructura universitaria.

Tabla 6. Comparación de criterios seleccionados por los expertos.

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>
Alineación con plan de desarrollo institucional	7
Presupuesto	7
Localización	6
Población beneficiada	6
Relación Beneficio-costo	6
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	5
Experiencia en proyectos similares	5
Impacto ambiental	5
Impacto social	5
Incremento de cobertura de servicios	5
Tiempo de ejecución	5
Atracción de instituciones internacionales	4
Capacidad para recaudar el capital necesario	4
Cofinanciación	4
Horizonte	4
Impacto económico	4
Sensatez del costo del proyecto	4
Alineación con políticas sectoriales	3
Contribución al estado del conocimiento	3
Disponibilidad de capacidades de soporte y gestión	3
Mejora de la salubridad de la comunidad	3
Mejora en la competitividad sectorial	3
Disponibilidad de recursos técnicos especializados	2
Generación de ingresos adicionales y liberación de recursos	2
Limitaciones regulatorias	2
Oportunidades del proyecto	2
Riesgo técnico	2
Sensatez del periodo de ejecución	2
Ahorro en tiempo	1
Asuntos de ética y moral	1
Extensibilidad de los resultados	1
Fuente de la idea	1
Grado de articulación TIC	1
Influencia de Actores participantes	1
Justificación particular del Proyecto	1
Riesgo comercial	1
Riesgo en el desarrollo	1
Tipo de contratación	1

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los resultados de la valoración de los expertos se decidió incluir aquellos criterios que fueron seleccionados por 4 o más expertos, conformando así categorías esenciales que permitieron evaluar aspectos generales, con criterios específicos. Se definen seis categorías, atractivo del proyecto, coherencia de la propuesta, impactos potenciales, aspectos técnicos y aspectos financieros, en la figura 13 se muestran las categorías y criterios seleccionados.

Figura 13 Expertos utilizados para valoración de criterios

Atractividad del proyecto	Coherencia de la propuesta	Impactos potenciales	Aspectos técnicos	Aspectos financieros
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alineación el plan de desarrollo institucional</li> <li>•Experiencia en proyectos similares</li> <li>•Atracción de instituciones internacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Coherencia técnica del plan</li> <li>•Sensatez del costo del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ambiental</li> <li>•Social</li> <li>•Económico</li> <li>•Incremento en cobertura de servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Horizonte</li> <li>•Tiempo de ejecución</li> <li>•Localización</li> <li>•Relación Beneficio - Costo</li> <li>•Población beneficiada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presupuesto</li> <li>•Cofinanciación</li> <li>•Capacidad para recaudar el capital</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

Estos criterios y categorías son las que se sugiere utilizar cada vez que se requiera aplicar la metodología propuesta en este trabajo.

### 6.3 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA MULTICRITERIO A UTILIZAR

Luego obtener los criterios necesarios para el desarrollo del trabajo, se procedió con la elección de la herramienta multicriterio a usar.

Debido a que el número de criterios es significativo, y de posibles relaciones de influencia entre ellos, en primera instancia se identificó que la herramienta multicriterio que se elija, deberá brindar la opción de cuantificar esas relaciones, también se identificó que deberá ser un método que permita evaluar criterios cualitativos y cuantitativos, es decir sea mixto, además deberá ser compensatorio, es decir que un mal desempeño en un criterio puede ser compensado con un buen desempeño en otro (Arancibia y Contreras, 2016).

Ya que se tiene un número limitado de criterios, solo se tendrán en cuenta para la selección los métodos multicriterio discretos, tales como : Ponderación Lineal (scoring), Utilidad Multiatributo (MAUT), Relaciones de superación (ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, ETC) y el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process), con su variante el Proceso de Red Analítica (ANP- Analytic Network Process), entre otros

Con el fin de facilitar la elección del método a usar, en la tabla 7, se observa la comparación de las diferentes herramientas, donde se encontró que el único que cumplía con las tres características requeridas, era el proceso de red analítica ANP. Por lo cual ese fue el método elegido para el desarrollo de esta metodología.

Tabla 7. Comparación de métodos multicriterio discretos

<i>Metodo</i>	<i>Regla de decisión</i>			<i>Tipo de información</i>			<i>Relaciones de dependencia</i>	
	Compensatorio	Parcial-Compensatorio	No compensatorio	Cuantitativo	Cualitativo	Mixto	Si	No
Teoria de Utilidad Multiatributo (MAUT)	X					X		X
Suma ponderado o Scoring	X			X			X	
Proceso Análitico Jerarquico (AHP)	X					X		X
<b>Proceso Análitico en Red (ANP)</b>	<b>x</b>					<b>X</b>	<b>X</b>	
Ordenamiento de Preferencias (TOPSIS)		X				X		X
Relaciones de Superación		X				X		X

Fuente: Adaptado de Figueira, Greco y Ehrgott (2005), con información tomada de Tejero 2015



Adicionalmente a las características particulares del método ANP, es una herramienta que se ha utilizado poco en estudios de selección de proyectos de inversión pública, lo cual hace más interesante querer aplicarla en este trabajo.

#### **6.4. DEFINICIÓN DE CRITERIOS**

A continuación se describirán cada uno de las categorías y criterios seleccionados, definiendo la forma en que serán calificados.

##### **6.4.1. Atractividad del proyecto**

Este criterio es propuesto por Bitman y Sharif, en el 2008, aquí se encierran aquellos criterios que garantizarán que el proyecto será capaz de construir eficacia en la universidad.

*A. Alineación con el Plan de Desarrollo Institucional:* Con este criterio se pretende determinar el grado en que los proyectos se ajustan a las necesidades de la universidad, tales necesidades son plasmadas en el plan de desarrollo institucional, y la articulación del proyecto con estas se encuentran explícitas en el documento presentado como ficha técnica del proyecto.

$$APD = \frac{\text{Número de lineamientos a los cuales contribuye el proyecto}}{\text{Número máximo de contribución a los lineamientos}}$$

*B. Experiencia en proyectos similares:* En este ítem se deberá evaluar si los actores participantes en el proyecto cuentan con experiencia a favor o en contra del proyecto involucrado, para lo cual se utilizará la escala presentada en la tabla 8.

Tabla 8. Escala de calificación para experiencia en proyectos similares

Juicio del experto	Valoración numérica
A favor	9
No influye	5
En contra	1

*Fuente: Elaboración propia.*

**C. Atracción de instituciones:** Con este criterio se evaluará si la ejecución del proyecto tendrá como repercusión la llegada e inclusión de universidades y entidades externas en el desarrollo y mejora de los diferentes procesos de la universidad. Si el proyecto atrae instituciones de la misma región obtendrá una calificación de cinco , si atrae instituciones nacionales, un valor de siete , y si atrae instituciones internacionales un valor de nueve, por el contrario si se cree que el proyecto no atraerá ninguna tipo de institución se le otorga un valor de tres, tal como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Escala de calificación para atracción de instituciones.

Juicio del experto	Valoración numérica
Ninguna	3
Regionales	5
Nacionales	7
Internacionales	9

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **6.4.2 Impactos potenciales**

Con esta categoría se determinará que tanto impacta de manera positiva o negativa los proyectos a la comunidad y el sector involucrado, dependiendo el tipo

de recurso con que será financiado el proyecto y la ficha técnica propuesta por la universidad, se encontrará información explícita de los impactos potenciales en término social, ambiental y económico.

**A. Impacto social:** Para definir la calificación que tendrá el proyecto en este punto se definen 4 componentes, ahorro en tiempo, aumento de seguridad, acceso a nuevas tecnologías, e integración. Para lo cual se utilizará la encuesta mostrada en la tabla 10.

Tabla 10. Escala de valoración para el impacto social.

		Valoración				
¿El proyecto presentará efectos en los siguientes aspectos?		1	3	5	7	9
1.	Ahorro en tiempo	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto
2.	Aumento en la seguridad	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto
3.	Acceso a nuevas tecnologías	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto
4	Integración	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto

*Fuente: Elaboración propia*

Luego de obtener el juicio del experto en cada una de los anteriores aspectos, se realizará una media aritmetica con las valoraciones, obteniendo así la calificación del criterio impacto social.

$$\text{Impacto social} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4}{4}$$

**B. Impacto ambiental:** Para el impacto ambiental se define que se deberá evaluar la disminución a la contaminación ambiental, y la política ambiental que podría troncar el proyecto, así como la reducción de enfermedades a la comunidad, de igual forma se calificaría si el proyecto tiene un beneficio adicional al medio ambiente. Para ello se preguntará a los expertos como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Escala de valoración para impacto ambiental

		Valoración				
		1	3	5	7	9
1.	¿El proyecto tendrá efecto en la contaminación ambiental?	Muy negativo	Negativo	No tiene efecto	Positivo	Muy positivo
2.	¿El proyecto tendrá efecto en las enfermedades en la población objetivo?	Muy negativo	Negativo	No tiene efecto	Positivo	Muy positivo
3.	¿Hay regulaciones ambientales que puedan dificultar la realización del proyecto?	Demasiadas	Muchas	Pocas	Muy pocas	No hay
4.	¿El proyecto presenta otro efecto en el medio ambiente?	Muy negativo	Negativo	No tiene efecto	Positivo	Muy positivo

*Fuente: Elaboración propia*

Para obtener la calificación del impacto ambiental, se realiza media aritmética con la valoración de los cuatro aspectos anteriores.

**C. Impacto económico:** Para determinar que calificación obtendrá un proyecto en este criterio, se deberán evaluar el aspecto de ahorro en costo, y si hay un ingreso adicional que se genere, para lo cual se utilizará la escala de valoración de la tabla 12.

Tabla 12. Escala de valoración de impacto económico.

		Valoración				
El proyecto tendrá impacto en los siguientes aspectos:		1	3	5	7	9
1.	Ahorro en costo	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto
2.	Liberación de ingreso adicional	No tiene efecto	Muy poco	Poco	Alto	Muy alto

*Fuente: Elaboración propia*

Luego obtenemos la media aritmética de los juicios emitidos por los expertos a las preguntas anteriores, con el fin de obtener la calificación del impacto económico.

**D. Incremento de cobertura de servicios:** Se deberá identificar la magnitud en que un proyecto dado aumentará la capacidad de los servicios ofrecidos a la comunidad universitaria. El experto deberá determinar la calificación de cada proyecto identificando en qué medida este proyecto ampliará la cobertura brindada actualmente. Se utilizará la escala de valoración de la tabla 13.

Tabla 13. Escala de valoración para el incremento de cobertura de servicios.

Juicio del experto	Valoración numérica
Muy alto	9
Alto	7
Poco	5
Muy Poco	3
No tiene efecto	1

*Fuente: Elaboración propia*

### 6.4.3. Coherencia de la propuesta

Los criterios pertenecientes a este grupo, determinarán si los proyectos están aterrizados en cuanto a objetivos, costo, resultados y metodología. Su calificación ideal deberá ser un puntaje alto para aquellos que se considere son más coherentes. Los criterios agrupados en esta categoría son:

- A. Coherencia técnica del plan:** La calificación de este criterio se hará a través de la siguiente pregunta realizada los expertos: ¿la coherencia del proyecto en relación con sus objetivos, metodología, tiempo de ejecución y presupuesto es? A la cual se responderá con la escala de valoración de la tabla 14.

Tabla 14. Escala de valoración de coherencia técnica del plan.

Juicio del experto	Valoración numérica
Excelente	9
Buena	7
Aceptable	5
Mala	3
Muy mala	1

Fuente: *Elaboración propia.*

- B. Sensatez del costo del proyecto:** Este criterio será evaluado a través de la conjugación de dos aspectos significativos, el primero definirá que porcentaje del presupuesto de inversión es necesario para la ejecución del proyecto en cuestión, y se relacionará con la relación del costo beneficio (RCB). El procedimiento para obtener la calificación de un proyecto A en este criterio será la siguiente:

$$\frac{\text{Presupuesto del proyecto A}}{\text{Presupuesto de inversión de la Universidad}} = \% \text{ de Consumo de presupuesto}$$

Sensatez del costo proyecto = (1- % de consumo de presupuesto) + RCB del proyecto A + % de población beneficiada

#### 6.4.4. Aspectos técnicos:

**A. Horizonte:** El horizonte de un proyecto puede ser definido como el tiempo por el cual el producto final de este, podrá ser utilizado cumpliendo con los requerimientos mínimos establecidos, concepto similar a la vida útil de un activo, por lo cual se decide tener en cuenta los valores establecidos por el Estatuto Tributario 2017 (Ver tabla 15), para el cálculo de la calificación de este criterio.

Tabla 15. Vida útil de los activos.

Activo	Vida útil (Años)
Construcciones y Edificaciones	45
Acueducto, plantas y Redes	40
Vías de comunicación	40
Flota y Equipo Aéreo	42
Flota y Equipo Férreo	20
Flota y Equipo Fluvial	14,99
Armamento y Equipo de Vigilancia; Equipo Eléctrico; Flota y Equipo de Transporte Terrestre; Maquinaria y Equipo; y Muebles Enseres	10
Equipo Médico Científico	8
Envases, Empaques y Herramientas	5
Equipo de computación; Redes de procesamiento de datos y, Equipo de comunicación	5

Fuente: Estatuto Tributario 2017

Para obtener el valor de este criterio para cada uno de los proyectos se deberá seguir los siguientes pasos.

1. Determinar el presupuesto designado para cada uno de los grupos de activos mencionados anteriormente.
2. Hacer el siguiente cálculo para cada uno de los grupos de activos y con cada proyecto.

$$\frac{\text{Presupuesto del grupo de activos}}{\text{Presupuesto total del proyecto en activos}} = \% \text{ de Participación del activo}$$

3. Cálculo de la vida útil ponderada

$$\begin{array}{ccccc} \% \text{ de} & & \text{Presupuesto del} & & \text{Vida útil} \\ \text{Participación} & \times & \text{grupo de activos} & = & \text{ponderada del} \\ \text{del activo} & & & & \text{activo} \end{array}$$

4. Cálculo del horizonte del proyecto

$$\sum \text{Vida útil ponderada del activo} = \text{Horizonte del proyecto}$$

Al obtener la sumatoria de la vida útil ponderada de cada uno de los activos involucrados en el desarrollo del proyecto, se obtiene el valor para el criterio horizonte del proyecto.

*Localización:* Para obtener la calificación de los proyectos sobre este criterio, se debe recurrir al juicio de los expertos, para la cual se les preguntará si la localización del proyecto es: excelente, buena, aceptable, mala o muy mala, lo cual será traducido con la escala de valoración de la tabla 14.



**B. Tiempo de ejecución:** Este criterio se calificará con base en al proyecto con el tiempo de ejecución más corto, el cálculo de la calificación se hará de la siguiente forma:

$$\left[ \frac{\text{Tiempo de ejecución más corto}}{\text{Tiempo de ejecución del proyecto}} \right] \times 9 = \text{Calificación del proyecto A}$$

**C. Población beneficiada:** *Corresponde* a un subconjunto de la población total (comunidad universitaria), a la cual está dirigido el proyecto, población que podrá hacer uso directo del resultado final. Esta información se encuentra en el documento de Diseño de Proyectos de Inversión presentado a la universidad, sin embargo, se evaluará respecto a la población total.

$$\frac{\text{Población beneficiada}}{\text{Población total de la Universidad}} = \% \text{ Población beneficiada}$$

**D. Relación costo- beneficio (RCB):** Debido a que los proyectos de infraestructura universitaria son proyectos de carácter social, no se espera obtener un beneficio monetario (ingresos), por tal razón se usará la metodología propuesta por González y Uribe, 2010, donde se conjuga la comunidad a la cual beneficiará el proyecto y la inversión necesaria para llevarlo a acabo. Tal como sigue:

$$\frac{\text{Población beneficiada}}{\text{Costo presente equivalente}} = \text{RCB}$$

*Costo presente equivalente:* Este valor es el correspondiente, al presupuesto presentado en el formato de diseño de proyecto de inversión.

Para obtener la calificación de un proyecto sobre otro en este criterio, se deberá determinar cuál de los dos posee un RCB mayor, el cual será el divisor del RCB del otro proyecto.

$$\frac{\text{RCB del proyecto}}{\text{RCB mayor}} \times 9 = \text{Costo presente equivalente}$$

Si algún proyecto obtiene un valor por debajo de uno, se aproximará a uno.

#### 6.4.5. Aspectos financieros

Los criterios englobados en esta categoría hacen referencia directamente a la capacidad de la institución de dar respuesta a los requerimientos financieros necesarios para ejecutar el proyecto. (Salas, 2011)

**A. Capacidad para recaudar el capital necesario:** Debido a que cuantificar este criterio resulta ser más complejo se decide confiar la calificación de él a los expertos encargados de valorar las alternativas de tal manera, que el proyecto en el que se crea podrá recaudar el capital para ser ejecutado más fácilmente, será el que obtendrá un valor más alto. Para ello se utilizará la escala presentada en la tabla 16.

Tabla 16. Escala de valoración de capacidad para recaudar el capital necesario.

Juicio del experto	Valoración numérica
Muy alta	9
Alta	7
Moderada	5
Poca	3
Muy poca	1

Fuente: *Elaboración propia.*

**B. Presupuesto:** El presupuesto de un proyecto se encuentra en la ficha técnica del mismo, para la cual cuanto más alto sea este valor va impactar

negativamente este criterio y su calificación de 1 a 9 será, 1 si es el presupuesto más alto y 9 si es el más bajo.

$$9 - \left[ \frac{\text{Presupuesto del proyecto A}}{\text{Presupuesto del proyecto mayor}} \right] \times 9 = \text{Calificación del proyecto A}$$

**C. Cofinanciación:** “Aporte económico que la unidad académico-administrativa destina para la ejecución del proyecto, obtenida mediante otra fuente de financiación” (González, et al., 2010).

Con este criterio se evaluará el nivel en que el proyecto será financiado con recursos propios de la facultad, escuela u oficina que lo presenta o recursos externos a la universidad. Para obtener la calificación de un proyecto en este criterio se tomará como base la tabla propuesta por González, et al., 2010 (Ver tabla 17).

Tabla 17. Calificación del criterio cofinanciación

Cofinanciación	Calificación
>22,5%	10
20%-22%	9
17,55-19,5%	8
15% -17%	7
12,5% - 14,5%	6
10% - 12%	5
7,5% - 9,5%	4
5% -7%	3
2,5% - 4,5%	2
menos de 2,5%	1

Fuente: González, et al., 2010.

Se vio entonces, como la forma de evaluación de 8 de los 17 criterios seleccionados es netamente cuantitativa, de tal manera que no se necesita la ayuda de expertos para obtener una calificación, solo es necesaria la información

allí mencionada, y generalmente es obtenida de la ficha técnica de cada uno de los proyectos. Los nueve criterios restantes serán evaluados por los expertos contactados, donde cada uno calificará cada proyecto individualmente, por medio de las escalas de valoración planteadas y posteriormente a través de una diferencia se obtendrá el valor para las comparaciones pareadas, tanto para los criterios cuantitativos como los cualitativos.

## 7. METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE PROYECTOS

En el presente capítulo se describe el desarrollo de la metodología que se propone en este trabajo, donde se utilizará la ayuda de una herramienta multicriterio previamente seleccionada, ANP, para la aplicación en la selección de proyectos de infraestructura universitaria. El método propuesto conjuga características cuantitativas, y cualitativas, la primera obtiene valores del documento presentado en la fase de selección al departamento correspondiente en cada universidad y el segundo evalúa aspectos con la experiencia de funcionarios seleccionados previamente.

El método se llevará a cabo a través del software gratuito SuperDecisions. A continuación, se explicarán los pasos correspondientes a la metodología, y en la figura 14 se presenta una resumen de ello.

Figura 14. Metodología propuesta

<b>1. Identificación de los proyectos</b>	• A través de check list diseñado
<b>2. Seleccionar expertos</b>	• Mínimo 3 y máximo 5, con experiencia en generalidades del sector educación
<b>3. Obtención de relaciones de influencia entre criterios</b>	• Por medio de los expertos seleccionados
<b>4. Calificación individual de los proyectos</b>	• Con los parámetros expuestos en el capítulo 6
<b>5. Desarrollo del ANP</b>	• Con el software SuperDecisions
<b>6. Análisis de sensibilidad</b>	• Verificación de robustez de los resultados
<b>7. Selección y priorización</b>	• Proyectos con valoración total mas alta

*Fuente : Elaboración propia.*

## 7.1 PASO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS

Para el desarrollo de esta metodología se inicia con la identificación de los proyectos de infraestructura propuestos por las diferentes dependencias académicas y administrativas, con el fin de determinar la cantidad de proyectos que se necesitan evaluar.

Para facilitar la identificación de los proyectos correspondientes a esta categoría se propone, el check list mostrado en la tabla 18, si un proyecto pertenece a alguna de las categorías allí presentadas, se clasifica como un proyecto de infraestructura universitaria, de lo contrario se deberá identificar a que tipo de proyecto corresponde y ser evaluado como tal.

Tabla 18. Check List para identificación de proyectos de infraestructura universitaria

<b>El proyecto presentado corresponde a:</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Compra de planta física		
Construcción de planta física		
Adecuación de planta física		
Mantenimiento de planta física		

*Fuente: Elaboración propia*

## 7.2 PASO 2: SELECCIONAR LOS EXPERTOS

La selección de expertos para la aplicación de metodologías multicriterio es uno de los pasos más importantes, pues de la experticia de los participantes radica el éxito de este proceso (Goluchowicz y Blind, 2011). Y esto debe ser lógico pues son los expertos quienes darán la valoración de los proyectos a través de su conocimiento en los diversos temas abordados.

En cuanto a los proyectos de infraestructura, Vidal et al., 2012 plantea que no se necesita un consenso general, contrariamente se busca diferentes opiniones de expertos en cada una de las categorías o criterios seleccionados y como sugerencia plantean que sean un mínimo de 3 y un máximo de 5 expertos, ya que en la literatura no hay claridad sobre el número de expertos que se deben utilizar para una metodología ANP.

Los expertos a seleccionar para el caso específico, proyectos de infraestructura universitaria, deberán tener conocimiento en los temas estratégicos que rodean a la universidad, en las necesidades de la misma, así como experiencia en torno a proyectos institucionales y las generalidades del sector de la educación en Colombia, una buena opción es el comité de planta física de cada universidad.

#### **7.4. PASO 3: OBTENCIÓN DE RELACIONES DE INFLUENCIA ENTRE CRITERIOS**

En el proceso de selección y definición de criterios, se encontró la existencia de interrelaciones entre los mismos, es por eso que se evidencia la necesidad de cuantificar esas relaciones, para lo cual se utilizaron los mismos expertos que se consultaron para la validación de los criterios.

Para la obtención de estas relaciones se utilizó el instrumento mostrado en el anexo 2, con el cual se le preguntó a cada uno de los expertos, que criterios influenciaban a otro, y en que medida. Para unificar los juicios dados por los expertos se realiza una media geométrica con las valoraciones obtenidas. La escala utilizada se evidencia en la tabla 19.

Tabla 19. Escala de valoración para la influencia de criterios.

<b>Nivel de Influencia del criterio</b>	<b>Valoración numérica</b>
Muy fuerte	9
Fuerte	7
Moderada	5
Poca	3

Tabla 19. (Continuación) Escala de valoración para la influencia de criterios

Nivel de Influencia del criterio	Valoración numérica
Muy poca	1

Fuente: *Elaboración propia*

Por ejemplo para el criterio *coherencia técnica del plan*, se obtuvo que se ve influenciado por la alineación con el plan de desarrollo institucional, el presupuesto, el incremento en la cobertura de servicios y el tiempo de ejecución, y su grado de influencia es muy fuerte.

Las influencias encontradas para cada uno de los criterios se evidencian en la figura 15.

#### **7.5. PASO 4: CALIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS INDIVIDUALMENTE**

Al tener la información correspondiente a cada uno de los proyectos que se quiere evaluar, se inicia con determinar la calificación individual de los proyectos en aquellos criterios, que su forma de medición está dada por expresiones algebraicas expuestas en el capítulo 6.

Seguidamente se evalúan los proyectos con relación a aquellos criterios que necesitan la percepción de expertos, se utilizará el instrumento de valoración del anexo 3, en el que se incluyen las escalas para los juicios de los expertos mostradas en el capítulo 6.

Cuando se obtengan las valoraciones de cada uno de los expertos, se unificarán en un número único a través de la media geométrica, tal como lo señala Toskano, 2005 y García 2009, los cuales explican que es esta herramienta la que cumple las condiciones de simetría (la valoración global no varía si dos valoraciones individuales se intercambian) y de homogeneidad lineal, aunque la media aritmética también cumple estas condiciones no cumple con la reciprocidad y separabilidad, que proporciona la media geométrica.



Figura 15. Relaciones de influencia entre criterios.

<b>Alineación con el plan de desarrollo institucional</b>		<b>Experiencia en proyectos similares</b>	
Experiencia en proyectos similares	7	Presupuesto	9
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9	Localización	9
Sensatez del costo del proyecto	9	Incremento de cobertura de servicios	7
Capacidad para recaudar el capital necesario	7	Sensatez del costo del proyecto	9
Presupuesto	9	<b>Sensatez del costo del proyecto</b>	
Horizonte	9	Presupuesto	9
Localización	9	Incremento de cobertura de servicios	7
Incremento de cobertura de servicios	5	Experiencia en proyectos similares	9
Tiempo de ejecución	5	Capacidad para recaudar el capital necesario	7
<b>Coherencia técnica del plan</b>		<b>Presupuesto</b>	
Alineación con el plan de desarrollo institucional	9	Sensatez del costo del proyecto	9
Presupuesto	9	Experiencia en proyectos similares	9
Incremento de cobertura de servicios	9	Localización	9
Tiempo de ejecución	9	Tiempo de ejecución	7
<b>Capacidad para recaudar el capital necesario</b>		<b>Localización</b>	
Presupuesto	9	Alineación con el plan de desarrollo institucional	9
Horizonte	7	Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9
Sensatez del costo del proyecto	9	Sensatez del costo del proyecto	5
<b>Horizonte</b>		Horizonte	9
Alineación con el plan de desarrollo institucional	9	Presupuesto	5
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9	<b>Relación costo-beneficio</b>	
Localización	7	Presupuesto	9
Incremento de cobertura de servicios	7	Alineación con el plan de desarrollo institucional	9
<b>Incremento de cobertura de servicios</b>		Experiencia en proyectos similares	5
Alineación con el plan de desarrollo institucional	9	Localización	9
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9	<b>Impacto ambiental</b>	
Localización	9	Experiencia en proyectos similares	9
<b>Población beneficiada</b>		Horizonte	7
Incremento de cobertura de servicios	9	Localización	9
Alineación con el plan de desarrollo institucional	9	Tiempo de ejecución	7
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9	<b>Impacto económico</b>	
<b>Impacto social</b>		Alineación con el plan de desarrollo institucional	9
Alineación con el plan de desarrollo institucional	9	Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	7
Horizonte	9	Presupuesto	9
Incremento de cobertura de servicios	9	Capacidad para recaudar el capital necesario	5
Tiempo de ejecución	7	Experiencia en proyectos similares	5
<b>Tiempo de ejecución</b>		<b>Atracción de instituciones internacionales</b>	
Alineación con el PDI	5	Alineación con el plan de desarrollo institucional	9
Experiencia en proyectos similar	9	Incremento de cobertura de servicios	9
Coherencia técnica del plan	9	Horizonte	9
Horizonte	3	Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	9
Localización	5	<b>Cofinanciación</b>	
Población beneficiada	5	Alineación con el plan de desarrollo institucional	7
		Presupuesto	9
		Relación Beneficio-coste	9

Fuente: Elaboración propia

## **7.6. PASO 5: DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA ANP**

Debido a que en los pasos anteriores se obtiene la información necesaria para la aplicación de la herramienta, se utiliza el software gratuito SuperDecisions para que haga los cálculos de las matrices correspondientes y muestre el resultado del proceso analítico en red.

- En primera instancia se configura el modelo en el software SuperDecisions, donde se crean los clusters de los criterios, y de las alternativas.
- Seguidamente se deberá establecer las relaciones de influencia, entre todos los elementos de la red, criterios - criterios y criterios – alternativas.
- Cuando toda la información requerida esté ingresada en el software SuperDecisions, se podrá generar todas las matrices requeridas por el ANP, las prioridades obtenidas por cada uno de los criterios y la síntesis de los resultados en función de las alternativas.

## **7.7. PASO 6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.**

El Software genera los gráficos de sensibilidad para cada criterio en función de las alternativas, se recomienda realizar el análisis con los 4 criterios con mayor peso, este análisis se debe realizar con el fin de identificar si aún variando las prioridades de estos criterios, la alternativa que ha salido como favorable, seguirá siendo la misma.

En caso de que el análisis de sensibilidad arroje que los resultados son inestables se deberán revisar nuevamente las evaluaciones proporcionadas por los expertos.

## 7.7 PASO 7. SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

Se obtiene un puntaje para cada proyecto, y se seleccionan aquellos proyectos que hayan obtenido la valoración más alta. Para ello se organizan en orden descendente de acuerdo a su valoración, adicionalmente se ingresa el presupuesto necesario para su ejecución, de tal manera que se desarrollen los proyectos con el puntaje más alto, hasta completar todo el presupuesto disponible.

La ejecución de aquellos proyectos seleccionados debe ser de acuerdo a la valoración obtenida mediante la aplicación de la ANP.

## 7.8 CASO DE ESTUDIO

Con el fin de aplicar la metodología propuesta, se escogieron tres proyectos de infraestructura universitaria de la Universidad del Valle, para determinar cual de los tres debería ser ejecutado. En la tabla 20 se detallan los aspectos mas relevantes de cada uno de los proyectos.

Tabla 20. Descripción de los proyectos a evaluar.

Proyecto	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	CONSTRUCCIÓN DE LA ETAPA I - SEDE UNIVERSITARIA DE ZARZAL	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO HERBARIO-Luis Sigifredo Espinal Tascón'
<b>Objetivo</b>	Prestación de servicios de salud en la Universidad del Valle, Sede Meléndez	Mejorar las condiciones físicas de esta sede regional.	Construir un edificio especial donde se pueda alojar todo el material que se posee y además realizar procesos de investigación.
<b>Alineación con el plan de desarrollo institucional</b>	Asunto estratégico No. 4: <i>Democracia, Convivencia y Bienestar</i>	Asunto estratégico No.3: <i>Modernización de la Gestión Administrativa y Financiera</i>	Asuntos estratégicos No. 1: <i>Calidad y pertinencia</i> Asunto estratégico 3: <i>Modernización de la Gestión administrativa y Financiera</i>

Tabla 20. (Continuación) Descripción de los proyectos a evaluar.

Proyecto	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	CONSTRUCCIÓN DE LA ETAPA I - SEDE UNIVERSITARIA DE ZARZAL	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO HERBARIO-Luis Sigifredo Espinal Tascón'
Área cubierta	1.614,10 m2	4151,82 m2	Área 733 m2
Área descubierta	1.781,4 m2	6915,66 m2	
Área total	3.3395,64 m2	11067,48 m2	
Presupuesto (millones de pesos)	\$ 2.500	\$ 10.600	\$ 1.300
Cofinanciación	0%	66%	0%
Recursos por recaudar (millones de pesos)	\$ 2.500	\$ 3.604	\$ 1.300.
Población beneficiada	21.758	1.000	490
Tiempo de ejecución (meses)	12	18	12

*Fuente: Elaboracion propia, basado en información de la OPDI*

Luego de conocer los datos revelantes de cada uno de los proyectos se extractó la información de la Universidad necesaria para la calificación de las alternativas, en la tabla 21

Tabla 21. Parámetros del caso de estudio.

Parametros	Valor
Población total de la Universidad	29.719
Presupuesto disponible para inversión en infraestructura	\$ 13.813.169.168,

*Fuente: Elaboracion propia, información tomada de Plan de inversión 2015 y Anuario estadístico 2015*

En primera instancia se contactaron cuatro expertos, en este caso se seleccionaron profesores de la Universidad del Valle, pertenecientes al comité de infraestructura física, para realizar la valoración de los criterios que lo requieren y se obtuvo respuesta de dos de los expertos contactados.

Seguidamente se determinaron el valor de los criterios cuantitativos para cada proyecto. El resultado de este proceso se puede observar en la tabla 22.

Tabla 22. Calificación obtenida por los proyectos.

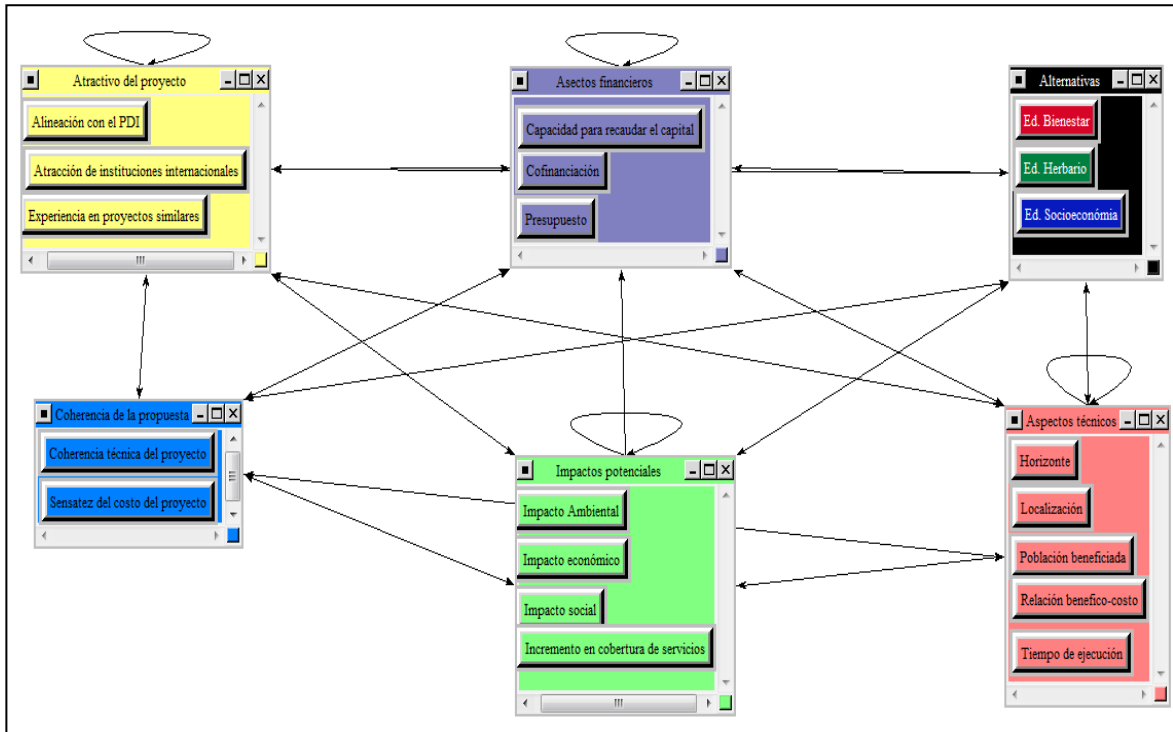
<b>Criterio</b>	<b>Ed. Bienestar</b>	<b>Sede Zarzal</b>	<b>Ed. Herbario</b>
Alineación con el plan de desarrollo institucional	5	5	9
Experiencia en proyectos similares	9	3	9
Atracción de instituciones internacionales	3	3	9
Impacto social	4	8	4
Impacto ambiental	6	5	5
Impacto económico	4	5	3
Incremento cobertura de servicios	8	9	8
Coherencia técnica del plan	7	7	7
Sensatez del costo del proyecto	9	6	5
Cap. Para recaudar el capital necesario	6	5	5
Cofinanciación	1	9	1
Presupuesto	4	9	4
Relación beneficio-costos	9	1	1
Población beneficiada	9	1	1
Horizonte	9	9	9
Tiempo de ejecución	9	6	9
Localización	5	9	5

*Fuente : Elaboración propia*

### **7.8.1 Desarrollo de la herramienta ANP**

Con la información disponible se diseña el modelo en el software SuperDecisions, donde se ingresan las relaciones de influencia entre cada uno de los elementos. Como resultado se obtiene la figura 16.

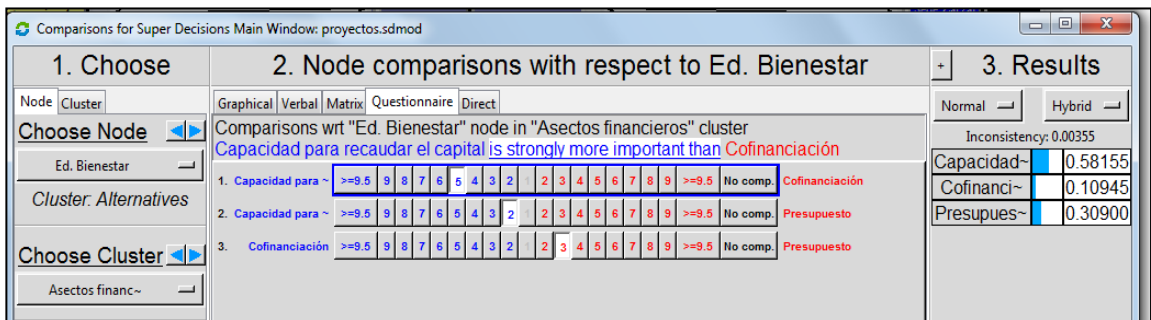
Figura 16. Diagrama de relaciones de influencia.



Fuente: Elaboración propia, a través de software SuperDecisions

Posteriormente se realizaron las comparaciones pareadas entre cada uno de los elementos de la red, por medio del software SuperDecisions. El software genera automáticamente las matrices en donde se cuantificarán cada una de las influencias y preferencias tal como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Ventana comparación por pares Software SuperDecisions.



Fuente: Elaboración propia a través del software SuperDecisions

Para determinar el valor a seleccionar se dirige a la tabla 22, y se realiza la diferencia entre los dos elementos de la comparación, para el caso del edificio Bienestar, el criterio Capacidad para recaudar el capital necesario, tiene un valor de 6, mientras que el criterio Cofinanciación, un valor de 1, por lo cual se selecciona un valor de 5 para el criterio Capacidad de recaudar el capital necesario, lo que indica que este es fuertemente preferido al criterio Cofinanciación.

Al lado derecho de la figura 17 se encuentra el índice de consistencia de los valores ingresados, el cual nos permite revisar permanentemente la congruencia de los datos, de tal manera que si este valor es mayor que 0,1 nos indica que se debe revisar la información ya que esta siendo inconsistente para el modelo. Este proceso se realizó con cada una de las relaciones de la red.

Luego de ingresar todas las relaciones de influencia, el software podrá generar la Supermatriz Límite, la cual permite obtener los pesos totales de cada uno de los elementos de la red.

Para conocer la prioridad total de cada alternativa del problema de decisión con respecto a cada criterio, basta con fijarse en las entradas de una columna cualquiera de la Supermatriz Límite correspondiente a las filas asociadas a las alternativas (Muñoz y Villa, 2017). Esta matriz se puede observar en la figura 18.

Figura 18. . Matriz límite

	Ed. Bie~	Herbario	Sede Za~	Capacid~	Cofinan~	Presupu~	Horizon~	Localiz
Ed. Bie~	0.05957	0.05957	0.05957	0.05957	0.05957	0.05957	0.05957	0.05957
Herbario	0.05255	0.05255	0.05255	0.05255	0.05255	0.05255	0.05255	0.05255
Sede Za~	0.06895	0.06895	0.06895	0.06895	0.06895	0.06895	0.06895	0.06895
Capacid~	0.02620	0.02620	0.02620	0.02620	0.02620	0.02620	0.02620	0.02620
Cofinan~	0.00872	0.00872	0.00872	0.00872	0.00872	0.00872	0.00872	0.00872
Presupu~	0.10316	0.10316	0.10316	0.10316	0.10316	0.10316	0.10316	0.10316
Horizon~	0.04848	0.04848	0.04848	0.04848	0.04848	0.04848	0.04848	0.04848
Localiz~	0.08536	0.08536	0.08536	0.08536	0.08536	0.08536	0.08536	0.08536
Poblaci~	0.00771	0.00771	0.00771	0.00771	0.00771	0.00771	0.00771	0.00771
Relació~	0.01481	0.01481	0.01481	0.01481	0.01481	0.01481	0.01481	0.01481
Tiempo ~	0.03870	0.03870	0.03870	0.03870	0.03870	0.03870	0.03870	0.03870
Alineac~	0.09740	0.09740	0.09740	0.09740	0.09740	0.09740	0.09740	0.09740
Atracci~	0.00822	0.00822	0.00822	0.00822	0.00822	0.00822	0.00822	0.00822
Experie~	0.08756	0.08756	0.08756	0.08756	0.08756	0.08756	0.08756	0.08756
Coheren~	0.09221	0.09221	0.09221	0.09221	0.09221	0.09221	0.09221	0.09221
Sensate~	0.07747	0.07747	0.07747	0.07747	0.07747	0.07747	0.07747	0.07747
Impacto~	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659
Impacto~	0.00377	0.00377	0.00377	0.00377	0.00377	0.00377	0.00377	0.00377
Impacto~	0.00685	0.00685	0.00685	0.00685	0.00685	0.00685	0.00685	0.00685
Increme~	0.10553	0.10553	0.10553	0.10553	0.10553	0.10553	0.10553	0.10553

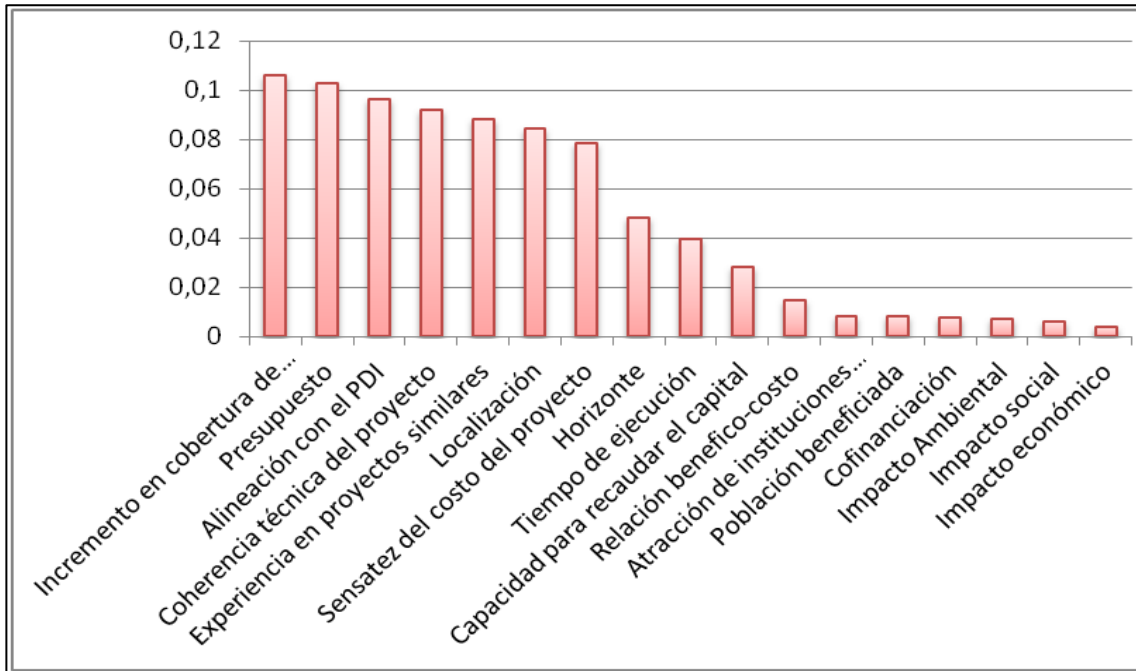
Fuente: Elaboración propia a través del software SuperDecisions

## 7.8.2 Resultados

En primera instancia se obtienen las prioridades de los elementos de la red en términos de influencia en el problema en decisión, las prioridades de los criterios se observan en la figura 19.



Figura 19. Criterios priorizados.



Fuente: Elaboración propia

Con la información anterior se observa que los criterios que tienen mayor influencia en el problema de decisión, son el incremento en la cobertura de servicios, el presupuesto, la alineación con el plan de desarrollo institucional y la coherencia técnica del plan.

El resultado global del modelo se puede obtener mediante la síntesis de prioridades de las alternativas de manera global. En la figura 20, se observa la figura generada por el software tras la síntesis de los resultados.

Figura 20. Síntesis de los resultados del modelo.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Ed. Bienestar	<div style="width: 50%; background-color: blue;"></div>	0.864018	0.328994	0.059572
Herbario	<div style="width: 40%; background-color: blue;"></div>	0.762225	0.290234	0.052554
Sede Zarzal	<div style="width: 60%; background-color: blue;"></div>	1.000000	0.380772	0.068948

Fuente: Software SuperDecisions

En la figura anterior se puede observar que el proyecto más idóneo para ser ejecutado en primera instancia es la construcción de la Sede Zarzal, seguido por el Edificio de Bienestar Universitario y en un último lugar el edificio para el Herbario.

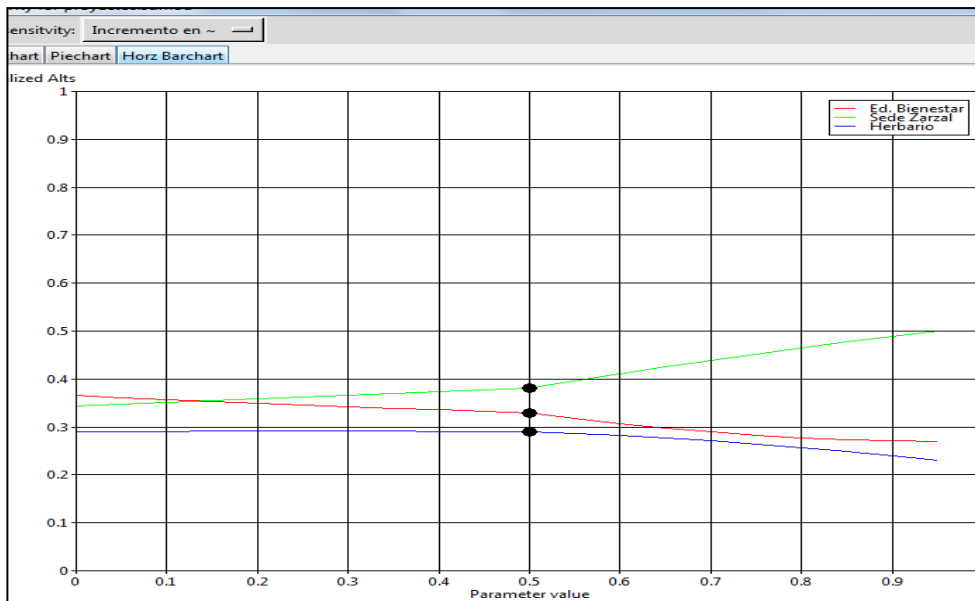
### **7.8.3. Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad sirve para observar cómo cambia el ranking de alternativas obtenido al cambiar alguna prioridad asignada a un criterio particular (Muñoz y Villa, 2017).

Se analizó la influencia que tiene sobre cada una de las alternativas el hecho de modificar la influencia de los criterios que tienen mayor peso total en la red. En cada una de las figuras que se muestran a continuación, se aprecian tres líneas de diferentes colores, las cuales representan las alternativas, y la tendencia de favorabilidad a medida que se aumentan el peso total de un criterio en específico.

Para el criterio *Incremento en la cobertura de servicios*, se observa en la figura 16, cómo en el intervalo en que la influencia de tal criterio está en 0 y 0,1 se obtendría como alternativa más idónea la construcción del edificio de bienestar, en los valores de 0,5 en adelante la alternativa de la Sede Zarzal aumenta notablemente mientras las otras decrecen. (Figura 21)

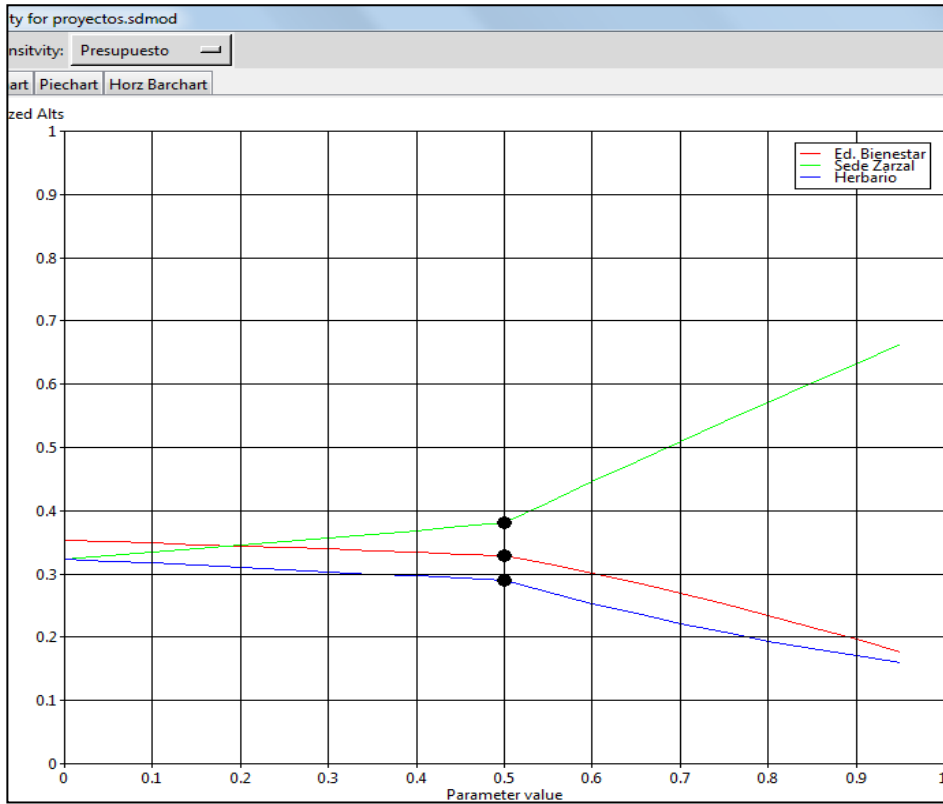
Figura 21. Gráfica de sensibilidad para el criterio Incremento en la cobertura de servicios.



Fuente: Software SuperDecisions

Con el criterio *Presupuesto* se obtiene un comportamiento muy similar al del criterio *incremento en cobertura de servicios*, a diferencia que en este se puede ver favorecida la alternativa del edificio de bienestar hasta un valor de 0,2, tal como se observa en la figura 22.

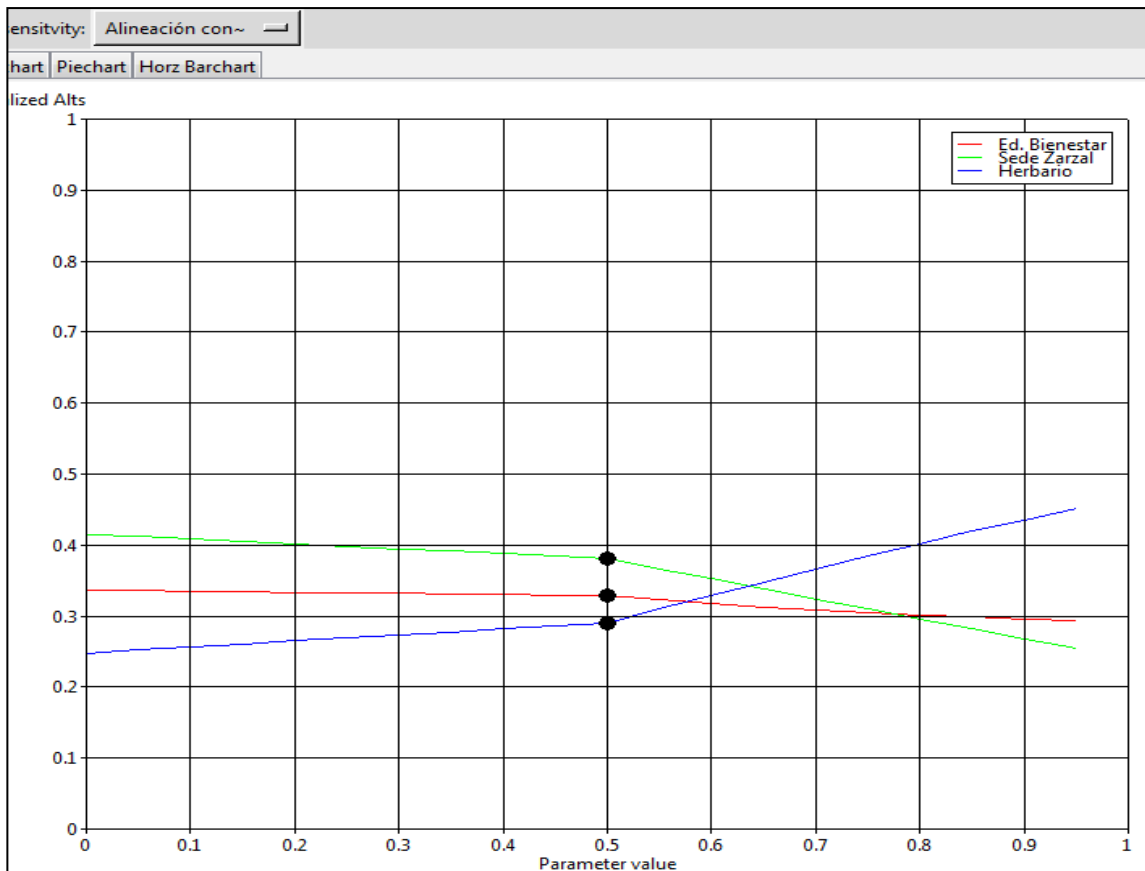
Figura 22. Análisis de sensibilidad para el criterio Presupuesto.



Fuente: Software SuperDecisions

Para el criterio *Alineación con el plan de desarrollo institucional*, se observa en la figura 23, que el proyecto de la sede Zarzal, será preferido solo hasta un valor de 0,6; de allí en adelante se ve favorecido notablemente el proyecto del edificio herbario, mientras las otras alterativas decaen.

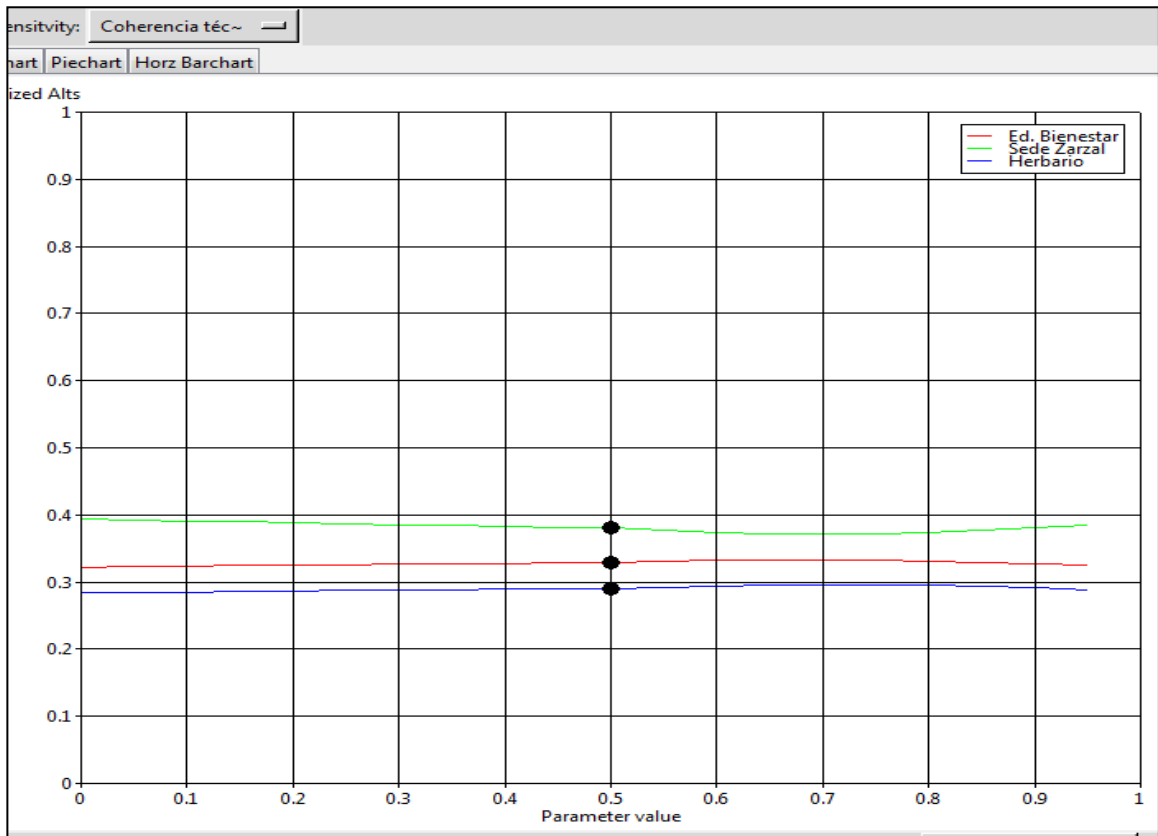
Figura 23. Análisis de sensibilidad para el criterio alineación con el plan de desarrollo institucional.



Fuente: Software SuperDecisions

Por el contrario, con el criterio de *Coherencia técnica del plan*, en cualquier valor se seguirá escogiendo el proyecto de la construcción de la sede Zarzal, tal comportamiento se observa en la figura 24.

Figura 24. Análisis de sensibilidad para el criterio coherencia técnica del plan.



*Fuente: Software SuperDecisions*

En cuatro de los tres casos la alternativa que siempre es favorecida es la Sede Zarzal, y su tendencia en general es a ser mas prioritaria a medida que aumente la influencia del criterio de estudio. En dos de estos tres casos llega a obtener una ventaja muy notable respecto a la alternativa que le sigue, Edificio de Bienestar. Por otra parte en el criterio en el cual se invierten las prioridades para las alternativas, ocurre cuando se eleva a un valor de 0,62 hacia adelante.

Como conclusión se puede decir que al dominar la alternativa de la Sede Zarzal, en tres de los cuatro análisis de sensibilidad realizados, con los criterios que tienen mas prioridad en el modelo aumentando su influencia, se puede afirmar que la sintetización obtenida del software SuperDecisions, es acertada y que la

alternativa que sería apropiada escoger sería la Sede Zarzal, ya que es la que cumple en mayor medida los criterios establecidos.

## 8. CONCLUSIONES

Al realizar la caracterización de los proyectos de infraestructura se encontró que en la literatura existente, los proyectos de infraestructura universitaria no se encuentran en una categoría específica, y hay diversos grupos en los que se puede enmarcar este tipo de proyectos, pues depende básicamente del tipo de autor y contexto en el que se esté realizando la clasificación.

Sin embargo se identificó que este tipo de proyectos siempre va estar enfocado en la construcción, adquisición o mantenimiento de la planta física de la universidad. De igual forma hay que resaltar que cada una de las instituciones de educación superior tiene la autonomía para el manejo y clasificación de los proyectos de infraestructura.

Una vez revisada la literatura y consultados los expertos para la identificación de los criterios mas relevantes para la selección de proyectos de infraestructura universitaria, se halló que hay una gran diversidad de autores que han tratado el tema, y que cada uno ha propuesto una gran cantidad de criterios para la selección de proyectos de inversión pública, aunque hay que destacar que todos convergen en que se deben evaluar factores financieros, de concordancia con las políticas institucionales y en relación con el beneficio y/o impacto que generan.

Se logró establecer un conjunto de criterios mixto, de tal manera que el 60% de ellos correspondían a criterios cuantitativos, calculados a través de formulas geométricas, con información obtenida de las fichas técnicas y el 40% restante a criterios que calificaron aspectos cualitativos como el impacto ambiental, social y económico, con la ayuda de expertos.

Al realizar el calculo de las prioridades de los criterios, se encontró que de 17 criterios seleccionados para realizar la evaluación de los proyectos, tan solo 5 de ellos representan un peso correspondiente al 60% del total, lo que indica que



aquellos proyectos en los cuales su influencia en estos criterios sea alta, serán los mas prioritarios a ejecutarse.

Por otra parte también se encontró que los criterios relacionados con el impacto ambiental, social y económico, son los de menor prioridad, pues tan solo aportan un 3% al peso total de los criterios seleccionados.

Para el caso de estudio el proyecto de la sede Zarzal fue el que obtuvo la calificación más alta, con un valor de 0.38, sin embargo las otras dos alternativas no estaban muy alejadas, el edificio de bienestar alcanzó un valor de 0.32, y el edificio Herbario un valor de 0.28. Sin embargo el análisis de sensibilidad arrojó que los resultados obtenidos por el modelo son estables, pues aun variando los pesos de los criterios con mayor influencia, la sede Zarzal sigue siendo la alternativa mas favorable en 3 de los 4 escenarios, lo que genera mayor confiabilidad en el modelo y los resultados obtenidos.

Se identificó que si la prioridad del criterio alineación con el plan de desarrollo institucional, está a un valor de 0.6 o mayor, la alternativa del Edificio Herbario, sería favorecida, sacando una gran ventaja de las otras dos alternativas.

Con el desarrollo de la metodología se encontró que el proceso de toma de decisiones a través de una herramienta multicriterio es un proceso riguroso y sistemático, basado en una revisión exhaustiva de la literatura y la experiencia, que permite obtener un resultado acertado para el problema en cuestión.

Se logró dar una solución enfocada al problema de decisión planteado en el caso de estudio, el cual involucraba una gran cantidad de elementos en relación, esta decisión fue congruente, debido a que se obtuvo un índice de inconsistencia de 0,00335.

Por otra parte se encontró que el uso de un software especializado para la aplicación del ANP es de gran ayuda para la realización de la metodología, pues evita el dispendioso proceso de los cálculos matemáticos y permite hacer un

análisis de sensibilidad con cada uno de los elementos, logrando evaluar la robustez de los resultados obtenidos.

Como recomendación se plantea que aunque las herramientas multicriterio son de gran ayuda para procesos de decisión, su desventaja radica en que el éxito depende básicamente de los expertos seleccionados para las valoraciones, es por eso que se debe tener especial cuidado en este paso, con el fin de no tener resultados sesgados, ni inconsistentes, una buena base para lograrlo es plantear una ficha técnica con los requisitos y competencias que deben tener los expertos seleccionados.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- International Recovery Platform . (s.f.). *Documento de Apoyo Infraestructura*.  
Obtenido de  
<http://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Recuperacion/6-Infraestructura.pdf>
- ©, P. B. (27 de Abril de 2016). *PMI Bogota Colombia Chapter* . Obtenido de  
<http://www.pmicolombia.org/>
- Aragónes, P., Chaparro, F., y Pastor, J. P. (2014). An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process) - based multicriteria decision approach for selection of solar-thermal power plant investment project. *Elsevier*, 222-238.
- Aragónes, P., Pastor, J., García, F., y Pascual, A. (s.f.). Localización de plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos. *Grupo de valorización y decisión multicriterio*.
- Arancibia, S., y Contreras, E. (2016). Evaluación multicriterio y su aplicabilidad en la evaluación de proyectos públicos. *XXI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*.
- Arancibia, S., y Contreras, E. (2016). Evaluación multicriterio y su aplicabilidad en la evaluación de proyectos públicos. *XXI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*.
- Arancibia, S., Contreras, E., Mella, S., Torres, P., y Villablanca, I. (s.f.). Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva .
- Arboleda, G. (2001). *Proyectos - Formulación, evaluación y control*. Cali: AC Editores.
- Aznar, J., y Guijarro, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración - Modelos multicriterio*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Bahena, A., Ferreira, V. V., Garambullo, I. A., y Brito, J. (2014). Diseño de un sistema analítico para la evaluación y selección de proyectos en una industria manufacturera de Tecate. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 95-113.

- Berumen, S., y LLamazares, F. (2007). La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuad. Adm. Bogotá* .
- Bitman, W. R., y Sharif, N. (2008). A Conceptual Framework for Ranking RyD Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 267-278.
- Chacón, E., y García, M. (2008). Selección de proyectos de seis sigma mediante el uso de AHP y ANP. *12th International Conference on Project Engineering 2020*, 2018-2028.
- Clavijo, H. A., Alzate, M. A., y Mantilla, I. (2015). Análisis del Sector de Infraestructura en Colombia. *PMI Bogotá Colombia Chapter*.
- Colombia, E. d. (2007). *Guía para la formulación de proyectos considerando la metodología del banco de proyectos de la Universidad Nacional de Colombia*. Medellín : Centro de publicaciones Universidad Nacional .
- Dinero. (2016). En obra: Así avanza la revolución de la infraestructura en Colombia. *Dinero*.
- Escribano, M. d., y Fernández, G. (2003). Estudio comparativo de métodos de ayuda de decisión multicriterio en la valoración y selección de alternativas de inversión.
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., y Meyer-Stame, J. (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. *Revista de la Cepal*, 39-52.
- Fiestas, S. J. (2010). *Priorización de los proyectos de inversión pública mediante El análisis de componentes principales*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.
- Figueira, J., Greco, S., y Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis. State of the Art Surveys*. New York : Springer's International Series.
- Flórez, G. (3 de Agosto de 2017). El 2017, un año de transición para la construcción. *Portafolio* .
- Giraldo, H. (2016). *Informe de Gestión 2016- Dirección Nacional de Planeación y Estadística* .

- Goletsis, Y., Psarras, J., y Samouilidis, J. E. (2003). Project ranking in the in the Armenian Energy Sector Using a Multicriteria Method for Groups. *Annals of Operations Research*, 135-157.
- Goluchowicz, K., y k, B. (2011). Identification of future fields of standardization:an explorative application of the Delphi methodology. *Technological Forecasting and Social Change*, 1526-1541,.
- González, A. y Uribe, N. (2010). *Diseño de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de inversión del banco de proyectos de la Universidad del Valle*. (Tesis de grado). Universidad del valle. Cali. Colombia
- Grajales, A., Serrano, E., y Hahn, C. (2012). Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación. *Luna azul*, 285-306.
- Guerrero, G., y Guzmán, J. F. (2015). Análisis de toma de decisión con AHP/ANP de energías renovables en República Dominicana. *Anuario de Jóvenes Investigadores*, 27-29.
- Hurtado, T., y Bruno, G. (2005). El proceso de análisis jerarquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores.
- Jánica, F. (24 de Abril de 2016). Logística e infraestructura en Colombia: todo un desafío. *El Espectador* .
- Jeon, J., Kim, J., Park, Y., y Lee, H. (2017). An analytic network process approach to partner selection for acquisition and development. *Technology Analysis y Strategic Management*, 790-803.
- Keeney, S., Hassan, F., y McKenna, H. (2001). A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. *International Journal of Nursing Studies*, 195-200.
- Liesio, J., Mild, P., y Salo, A. (2007). Preference Programming for Robust Portfolio Modeling and Project Selection. *European Journal of Operational Research*, 1488-1505.

Melo, J. D. (2014). Selección multicriterio de proyectos en la secretaría de integración social de Palmira. (Tesis de pregrado). Universidad del Valle. Santiago de Cali. Colombia.

Montesinos, J., Aragonés, P., y Pastor, J. P. (2017). Selection of maintenance, renewal and improvement projects in rail lines using the analytic network process. *Structure y Infrastructure Engineering: Maintenance, Management, Life-Cycle Design y Performance*, 1476-1496.

Muñoz, B., y Romana, M. (2016). Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. *Pensamiento Matemático*.

Muñoz, T. y Villa, G. (2017). *Fundamentos de las metodologías AH y ANP*. (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

Noronha, L., Filhob, J. C., y Nogueira, J. M. (2013). Project Portfolio Selection in Public Administration Using Fuzzy Logic. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 41-50.

Organizacional, G. d. (2015). *Reporte de proyectos del banco universitario de programas y proyectos de inversión –BUPP-*.

OPDI, ANUARIO ESTADÍSTICO, Universidad del Valle, 2015

OPDI, PLAN DE INVERSIONES, Universidad del Valle, 2015

Pacheco, J. F., y Contreras, E. (2008). Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. *CEPAL*.

Pérez, J. D. (2012). *Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo*

*Tecnológico en Colombia.* (Tesis de maestría). Universidad Nacional. Medellín. Colombia.

Project Management Institute. (2013). *Guía de lo Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania.

Reyes, G. (5 de Febrero de 2015). ¿Como está Colombia en infraestructura? *La República*.

Salas, V. S. (2011). Modelo de priorización de proyectos de inversión pública con enfoque multicriterio: caso SEMAPA. *Perspectivas* , 63-90.

Sanchez, M. (2013). La infraestructura física en Colombia: deficiencias y principales desafíos. *Razón pública*.

Santos, J. M. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo: Todos por un nuevo país, Tomo 1 y 2*. Bogotá: Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas.

Tejero, M. C. (2015). *Estudio comparativo de toma de decisión multicriterio para la selección de trazado de una vía*. (Tesis de maestría). Universidad de Jaén. Jaén. España.

Toskano, G. B. (2005). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores.

Tuzkaya, U., y Yolver, E. (2015). Ryd project selection by integrated grey analytic network process and grey relational analysis: an implementation for home appliances company. *Journal of Aeronautics y Space Technologies / Havacilik ve Uzay Teknolojileri Dergisi. Jul2015, Vol. 8 Issue 2, p35-41. 7p., 35-41.*

Universidad de Antioquia. (2015). *Banco Universitario de Programas y Proyectos (BPUA)- Gestión de la Dinámica Organizacional*. Medellín

Uribe, N., Rocío, A., Osorio, J. C., y Manotas, D. F. (2010). Diseño de una metodología multicriterio para la priorización de proyectos de inversión del Banco de Proyectos de la Universidad del Valle. *XVI International Conference of Industrial Engineering and Operations Management*.

Usuga, E.A. (2013). *Lineamientos para la planificación de proyectos de infraestructura física de entidades de educación superior en Colombia*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia

Varela, E. (2016). *Informe de gestión Universidad del Valle* . Santiago de Cali.


Vidal, C. J., Bravo, J. J., Cajiao, E., Mesa, P. P., Arango, S., Franco, D., y Calderón, J. H. (2012). *Guía metodológica para la priorización de proyectos: un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad*. Cali: Sello Editorial Javeriano.

Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos* . Edimburgo .




## 10. ANEXOS

### Anexo 1: Instrumento para valoración de expertos en la selección de criterios

<b>VALORACIÓN DE EXPERTOS SOBRE CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA</b>	
 <p> <i>Ana María Rentería Rodríguez - 316 295 7384 - ana.maria.renteria@correounivalle.edu.co</i>  <i>Estudiante de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle - Sede Palmira</i> </p>	
<p>En el contexto de la realización del trabajo de grado titulado "Propuesta de un Método de Selección de Proyectos de Infraestructura Universitaria, Mediante un Análisis Multicriterio", solicito comedidamente su colaboración como experto para la selección de criterios a usar en la selección de proyectos de inversión pública. Con su apoyo, podré contrastar los criterios encontrados en la literatura, con los que usted considera que se necesitan en las instituciones de educación superior.</p>	
<p>De la lista de criterios que aparecen en la tabla, seleccione los que considere se deben tener en cuenta. En las casillas en blanco al final de la tabla, incluya los criterios que considere hacen falta en la lista</p>	
Criterios encontrados en la literatura	Señale con una X aquellos criterios que usted considera que se deben tener en cuenta
Alineación con plan de desarrollo institucional	
Oportunidades del proyecto	
Alineación con políticas sectoriales	
Fuente de la idea	
Disponibilidad de recursos técnicos especializados	
Disponibilidad de capacidades de soporte y gestión	
Experiencia en proyectos similares	
Extensibilidad de los resultados	
Sensatez del periodo de ejecución	
Sensatez del costo del proyecto	
Coherencia técnica del plan (método, objetivos y resultados)	
Riesgo técnico	
Riesgo comercial	
Riesgo en el desarrollo	
Limitaciones regulatorias	
Población beneficiada	
Horizonte	
Localización	
Tiempo de ejecución	
Grado de articulación TIC	
Generación de ingresos adicionales y liberación de recursos	
Relación Beneficio-costos	
Incremento de cobertura de servicios	
Ahorro en tiempo	
Presupuesto	
Cofinanciación	
Capacidad para recaudar el capital necesario	
Mejora en la competitividad sectorial	
Atracción de instituciones internacionales	
Impacto ambiental	
Impacto social	
Impacto económico	
Asuntos de ética y moral	
Mejora de la salubridad de la comunidad	
<b>OTROS:</b>	

## Anexo 2: Instrumento para la valoración de expertos para las relaciones de influencia entre criterios



**VALORACIÓN DE EXPERTOS PARA LA RELACIÓN ENTRE CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA**


*Ana María Rentería Rodríguez - 316 295 7384 - ana.maria.renteria@correounivalle.edu.co*  
*Estudiante de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle - Sede Palmira*

En el contexto de dar continuidad al trabajo de grado titulado "Propuesta de un Método de Selección de Proyectos de Infraestructura Universitaria, Mediante un Análisis Multicriterio", solicito comedidamente su colaboración como experto para la identificación de las relaciones de influencia entre los criterios a usar en la selección de proyectos de inversión pública.

**El mecanismo de valoración es el siguiente:**

\*Para cada criterio previamente seleccionado se elaboró una tabla, en la primera columna de cada tabla usted deberá seleccionar de una lista desplegable aquellos criterios que considere influyen en él, al frente de cada criterio seleccionado deberá elegir el grado en que ese criterio influencia al criterio base; este procedimiento se realizará para cada uno de los criterios base.

\*Si usted considera que el criterio no tiene relaciones de influencia, se dejará la tabla de ese criterio en blanco.




**Criterios base** →

<b>Alineación con el plan de desarrollo institucional</b>	
Seleccione aquellos criterios que usted considere influyen este criterio	Seleccione Grado de influencia


<b>Experiencia en proyectos similares</b>	
Seleccione aquellos criterios que usted considere influyen este criterio	Seleccione Grado de influencia

<b>Coherencia técnica del plan</b>	
Seleccione aquellos criterios que usted considere influyen este criterio	Seleccione Grado de influencia



90

### Anexo 3. Instrumento para la valoración de expertos para la calificación de proyectos caso de estudio



**VALORACIÓN DE EXPERTOS PARA SELECCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA UNIVERSITARIA**  
 Ana María Rentería Rodríguez - 316 295 7384 - ana.maria.renteria@correounivalle.edu.co  
 Estudiante de Ingeniería Industrial - Universidad del Valle - Sede Palmira

En el contexto de dar continuidad al trabajo de grado titulado "Propuesta de un Método de Selección de Proyectos de Infraestructura Universitaria, Mediante un Análisis Multicriterio", solicito comedidamente su colaboración como experto para la valoración de los proyectos descritos a continuación

Proyecto	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	CONSTRUCCIÓN DE LA ETAPA I - SEDE UNIVERSITARIA DE ZARZAL	CONSTRUCCIÓN EDIFICIO HERBARIO-'Luis Sigifredo Espinal Tascón'
<b>Objetivo</b>	Prestación de servicios de salud en la Universidad del Valle, Sede Meléndez	Mejorar las condiciones físicas de esta sede regional.	Construir un edificio especial donde se pueda alojar todo el material que se posee y además realizar procesos de investigación.
<b>Alineación con el plan de desarrollo institucional</b>	Asunto Estratégico No. 4: Democracia, Convivencia y Bienestar	Asunto estratégico No.3: Modernización de la Gestión Administrativa y Financiera	Asunto estratégico No. 1: Calidad y pertinencia Asunto estratégico No.3: Modernización de la Gestión administrativa y Financiera
<b>Descripción</b>	Área cubierta: 1.614,10 m2 Área descubierta:1.781,54 m2 Área total: 3.3395,64 m2	Área cubierta: 4151,82 m2 Área descubierta: 6915,66 m2 Área total: 11067,48 m2	Área : 733 mt2
<b>Presupuesto</b>	\$ 2.500.000.000,00	\$ 10.600.000,00	\$ 1.300.000.000,00
<b>Cofinanciación 0%</b>	0%	66%	0%
<b>Recursos por recaudar</b>	\$ 2.500.000.000,00	\$ 3.604.000,00	\$ 1.300.000.000,00
<b>Población beneficiada</b>	21.758	1000	490
<b>Tiempo de ejecución (meses)</b>	12	18	18
<b>De acuerdo a la información mostrada anteriormente y a su experiencia, favor responder las siguientes preguntas para cada uno de los proyectos, escogiendo de la lista desplegable la opción correspondiente</b>			
¿Como afecta la experiencia en proyectos similares?	▼	▼	▼
¿Según su percepción el proyecto atraerá instituciones internacionales?	▼	▼	▼
<b>¿El proyecto presentará efectos en los siguientes aspectos?</b>			
Ahorro en tiempo			
Aumento en la seguridad			
Acceso a nuevas tecnologías			
Integración			
¿El proyecto tendrá efecto en la contaminación ambiental?			
¿El proyecto tendrá efecto en las enfermedades en la población objetivo?			
¿Hay regulaciones ambientales que puedan dificultar la realización del proyecto?			
¿El proyecto presenta otro efecto en el medio ambiente?			
<b>El proyecto tendrá impacto en los siguiente aspectos:</b>			
Ahorro en costo			
Liberación de ingreso adicional			
¿El proyecto presenta incremento en la cobertura de servicios?			
La coherencia técnica del plan es :			
La capacidad de la universidad para recaudar el capital necesario es:			