

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS PARA LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EN LAS SEDES DE  
BUCARAMANGA**

**OSCAR MIGUEL PRADA ARDILA**

**CAMILO ANDRÉS GÓMEZ MÓNOGA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2013**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS PARA LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EN LAS SEDES DE  
BUCARAMANGA**

**OSCAR MIGUEL PRADA ARDILA  
CAMILO ANDRÉS GÓMEZ MÓNOGA**

**Tesis de Grado presentada como requisito parcial para otorgar el título de  
Ingeniero Civil**

**Director**

**HERNAN PORRAS DIAZ  
Ingeniero Civil, MSc, Ph.D**

**Codirector**

**YERLY FABIAN MARTINEZ  
Ingeniero Civil, MSc**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2013**



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestro director, el ingeniero Hernán Porras Díaz, por darnos la oportunidad de trabajar en este proyecto, y darnos su apoyo a nuestra visita al SBP EnCicla de la ciudad de Medellín, a nuestro co-director, el ingeniero Yerly Fabián Martínez Estupiñan por su constante disposición y acompañamiento.



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	15
1.1 Objetivo General.....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2 MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 Caracterización de la zona de estudio y Experiencias más Destacadas en el Mundo.....	16
2.2 Diferentes experiencias a nivel mundial.....	19
2.3 Definición Sistema de Bicicletas Públicas.....	20
2.3.1 Primera Generación “White Bike Plan – Ámsterdam, 14 de Julio de 1968” 20	
2.3.2 Segunda Generación “Bycyklen - Copenhague 4 de abril de 1995” ...	21
2.3.3 Tercera Generación “Vélo´V - Lyon 13 de agosto de 2001” .....	21
2.3.4 Cuarta Generación “Call-a-Bike Berlín 2009” .....	21
2.4 Experiencia nacional Sistema de bicicletas públicas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá “EnCicla” .....	22
3 REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA.....	24
3.1 Calculo de la muestra a tomar .....	24
3.2 Calculo muestral campus central.....	26
3.3 Aplicación de la encuesta .....	26
3.4 Calculo de la demanda estimada del SBP UIS.....	33
3.5 Aforos .....	36
4 DISEÑO DE CORREDORES, ESTACIONES DE PRÉSTAMO, RUTAS Y MODELO DE BICICLETA A SEGUIR.....	37
4.1 Puntos de alquiler de bicicletas .....	41



4.2	Diseño de rutas.....	44
4.3	Propuesta de bicicleta a implementar .....	47
5	PROCESO DE MICROSIMULACION .....	50
5.1	Análisis de resultados .....	51
6	ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA ESTABLECIDO.....	51
6.1	Beneficios Potenciales.....	51
7	METODOLOGÍA DEL SBP “UIS” .....	54
7.1	Modelo de Operación.....	55
7.2	Funcionamiento .....	55
7.3	Financiamiento .....	58
7.4	Obstáculos y Barreras .....	59
8	CONCLUSIONES.....	60
9	RECOMENDACIONES .....	62
10	CITAS BIBLIOGRAFICAS.....	63
	BIBLIOGRAFÍA.....	66



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Índice de Accidentalidad en Bucaramanga.....	18
Figura 2.Visita SBP EnCicla Medellín Mayo 2 de 2013.....	22
Figura 3.Resultados de la pregunta número 1.....	27
Figura 4.Resultados de la pregunta número 2.....	27
Figura 5.Resultados de la pregunta número 3.....	28
Figura 7 Razones de no Uso de un eventual SBP.....	29
Figura 8.Resultados de la pregunta número 4.....	30
Figura 9.Resultados de la pregunta número 5.....	30
Figura10.Resultados de la pregunta número 6.....	31
Figura 11.Resultados de la pregunta número 7.....	32
Figura 12.Razones de uso Parada Bus-SBP.....	32
Figura 13. .Razones de no uso Parada Bus-SBP.....	33
Figura 14.Diseño de Corredores para el sistema de Bicicletas Públicas.....	42
Figura 15.Nomenclatura de las zonas Estudio Origen destino.....	45



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aumento del parque automotor en los últimos años. ....	17
Tabla 2. Bicicletas Esperadas en el Campus Central .....	41
Tabla 3. Bicicletas Esperadas en la Facultad de Salud .....	41
Tabla 4. Listado de Rutas Propuestas .....	44
Tabla 5. Distribución de viajes Campus Central. ....	46
Tabla 6. Distribución de viajes Facultad Salud. ....	46
Tabla 7. Resumen de los beneficios potenciales totales por milla de la bicicleta por reemplazo del automóvil por persona en entorno urbano en dólar americano. ....	52



## LISTA DE ANEXOS

ANEXOS.....	69
ANEXO A: Encuesta Bicicletas Públicas. ....	69
ANEXO B. Estaciones de prestamo.....	71
ANEXO C: Diseños estándar de propuestas de bicicletas públicas.....	72
ANEXO D: Tablas Transmodeler de Estadística de viajes en horas pico. ....	74
ANEXO E: Costos Directos de Infraestructura.....	80



## RESUMEN

### TITULO:

### PROPUESTA DE UN SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER EN LAS SEDES DE BUCARAMANGA

### Autores:

Prada Ardila Oscar Miguel

Gómez Mónoga Camilo Andrés

### PALABRAS CLAVES:

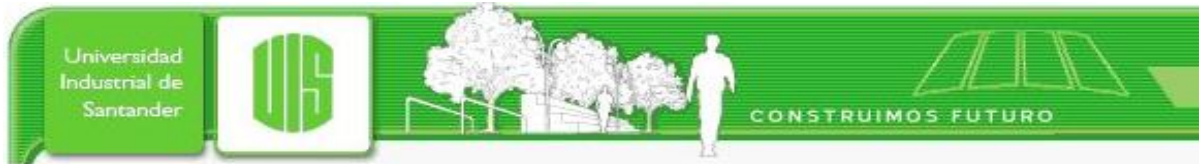
Sistema de bicicletas públicas, factibilidad, corredores.

### CONTENIDO:

Un sistema de bicicletas públicas, es un medio de transporte urbano, el cual funciona por medio de una red de estaciones de préstamo, que permiten al usuario, tomar una bicicleta en un punto determinado y devolverla en un punto diferente. Para el presente artículo, se realizó una propuesta para establecer el proceso de implementación de un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) para la Universidad Industrial de Santander, considerando algunas experiencias de implementación exitosa, en ciudades como Ámsterdam, Copenhague y Medellín. Teniendo en cuenta lo anterior y las posibilidades que tiene Bucaramanga para implementar un sistema de este tipo, se analizarán sus fortalezas y desventajas, estimando una demanda generada del posible sistema mediante encuestas a la comunidad universitaria, adicional a esto se identificarán posibles corredores que sean adecuados para su implantación, además de utilizar una herramienta basada en modelos de microsimulación en transporte como lo es el software Transmodeller, para estimar el impacto en la movilidad en el sector de influencia. Por último se elaborará un análisis de costos preliminar para prever la factibilidad de dicho sistema.

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ing. M.Sc Ph.D Hernán Porras Díaz. Codirector: Ing. M.Sc. Yerly F. Martínez.



## ABSTRACT

### TITLE:

PROPOSED PUBLIC BIKE SYSTEM FOR INDUSTRIAL DE SANTANDER UNIVERSITY AT HEADQUARTERS OF BUCARAMANGA

### AUTHORS:

Prada Ardila Oscar Miguel

Gómez Mónoga Camilo Andrés

### KEYWORDS:

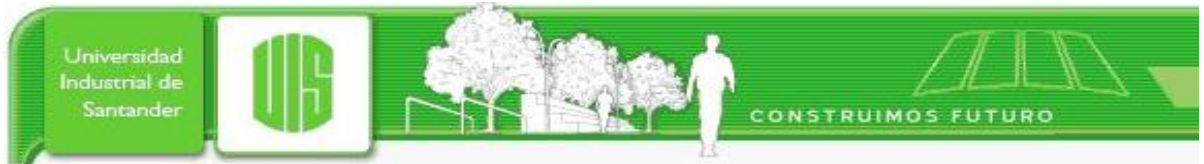
Public bicycle system, feasibility, brokers.

### CONTENT:

A public bicycle system is a means of transportation, which operates through a network of stations loan, which allow the user to take a bike at some point and return at a different point. For this article, a proposal was made to establish the process of implementing a Public Bike System (PBS) for the Industrial University of Santander, considering some successful implementation experiences in cities like Amsterdam, Copenhagen and Medellin. Given this and the possibilities Bucaramanga to implement a system of this type, analyze their strengths and weaknesses, estimating the potential demand system generated by surveying the university community, in addition to this potential corridors were identified to be suitable for its implementation, in addition to using a tool based on transport microsimulation models such as TransModeler software to estimate the impact on mobility in the area of influence. Finally, prepare a preliminary cost analysis to predict the feasibility of such a system.

<sup>1</sup> Graduation Work

<sup>2</sup> School of Physics and Mechanical. School of Civil Engineering. Directed M.Sc Ph.D Ing Hernan Diaz Porras. Co: M.Sc. Eng Yerly F. Martinez.



## INTRODUCCIÓN

Al iniciar el desarrollo del presente proyecto se ha realizado una caracterización de la situación actual del tránsito de la zona de estudio, en este caso la ciudad de Bucaramanga, para luego relacionarlo con las distintas experiencias de ámbito mundial y nacional; en el ámbito nacional se efectuó una visita técnica al sistema de bicicletas publicas EnCicla en la ciudad de Medellín, donde se conoció la forma de implementación y funcionamiento de un SBP en Colombia. Posteriormente se realizaron encuestas a los estudiantes de la universidad industrial de Santander, para determinar la demanda estimada de un eventual SBP, y los corredores de mayor preferencia; previo a esto se realizó un análisis de los resultados obtenidos. Se realizó el montaje de la malla de microsimulación en el software Transmodeler con los atributos de tipo de vía, anchos y números de carriles, tiempos semafóricos, restricciones de movimiento, y matriz de origen destino y finalmente se ejecutó la calibración del modelo. A su vez se generó un análisis de costos del posible proyecto y las alternativas de los corredores en cuanto a infraestructura usada.

Como resultado de la ejecución del proyecto, se propone una metodología de implementación del sistema de bicicletas públicas, que aborda el modelo de operación, financiación y particularidades a tener en cuenta.



## 1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 1.1 *Objetivo General*

- ❖ Proponer una alternativa de movilidad para los estudiantes que habitan en los alrededores del campus universitario en Bucaramanga; diseñando una propuesta para la implementación de un sistema de bicicletas públicas, en las sedes principales de la Universidad Industrial de Santander.

### 1.2 *Objetivos específicos*

- ❖ Realizar la recopilación de modelos de implementación del servicio de bicicletas públicas basados en experiencias nacionales e internacionales tomando como referencia ciudades como: Bogotá, Ámsterdam y Copenhague.
- ❖ Definir la red de movilización para el sistema de bicicletas públicas para la Universidad Industrial de Santander.
- ❖ Estimar la demanda que tendría el sistema de bicicletas públicas por medio de la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos
- ❖ Plantear una metodología del proceso de implementación del sistema de bicicletas públicas para el sector en estudio
- ❖ Comprobar la viabilidad de la propuesta presentada, por medio de los resultados obtenidos de la investigación.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 *Caracterización de la zona de estudio y Experiencias más Destacadas en el Mundo.*

En la mayoría de urbes del mundo, la economía y la calidad de vida son temas prioritarios, es por ello que uno de los factores que garantiza dichas prioridades es el poseer una óptima movilidad. Colombia no ha sido ajena a dicho fenómeno, las principales ciudades como Bogotá; Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira, entre otras han implementado sistemas alternativos de transporte, como lo son los sistemas integrados de transporte masivo y en otros casos como Medellín con sistemas tipo Metro y transporte por cable aéreo. Estos sistemas han mejorado y transformado sustancialmente los problemas de movilización, pero se ha visto como en el caso de Bogotá que su capacidad operacional está siendo superada debido a la gran demanda o en algunos casos como ha ocurrido en otras ciudades debido a la falta de planeación y de recursos para la inversión en infraestructura.

Por otra parte el crecimiento del parque automotor que se ha venido presentándose en los últimos cinco años; como es el caso de Bucaramanga y su área metropolitana, donde se tenían según datos de la Dirección de Tránsito, matriculados a septiembre 10 de 2010, 140.007 vehículos de todo tipo de los cuales el 50.3% eran automóviles, para Abril de 2012 se tienen matriculados 153.013 automotores de los cuales el 51% son automóviles, se tiene que en este periodo tan corto se ha presentado un aumento del 9.3%, lo que muestra un rápido crecimiento del parque automotor en la ciudad, contrastado con un aumento promedio en la red vial existente de 1,9%[1] en los últimos diez años; razón por la cual se deben tomar medidas, que solucionen esta problemática a largo plazo[2].

Según el plan de desarrollo Bucaramanga sostenible 2012/2015 ya al año 2009 se registró un índice de crecimiento en automóviles equivalente a 10,6 por cada 100

habitantes y continuo en crecimiento para el año 2010 indicando un aumento de 10,8 por cada 100 habitantes, lo que cabe resaltar que el parque automotor de Bucaramanga sigue en aumento cada año [3].

Con base en las estadísticas establecidas por la Dirección de Transito de Bucaramanga, a continuación se puede apreciar una tabla con el notorio aumento en la cantidad de automotores registrados en la ciudad durante el 2011 y 2012, lo cual ha ocasionado un visible incremento de los índices de accidentalidad, mortalidad y contaminación atmosférica.

El índice de accidentalidad, al igual que el parque automotor ha mostrado un rápido crecimiento con el transcurso de los años debido al mal uso de los medios de transporte y a la falta de conciencia por parte de los ciudadanos.

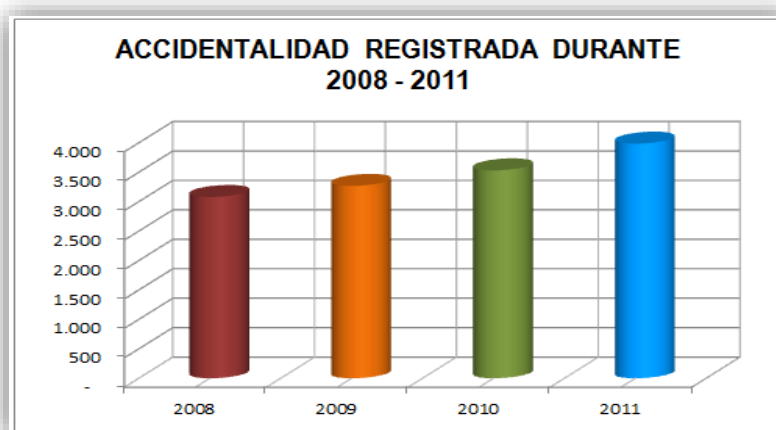
Tabla 1. Aumento del parque automotor en los últimos años.

<b>PARQUE AUTOMOTOR DE BUCARAMANGA</b>				
	<i>Diciembre de 2009</i>	<i>Diciembre de 2010</i>	<i>Diciembre de 2011</i>	<i>Diciembre de 2012</i>
<b>Automóvil</b>	65.235	74.126	76.576	81.360
<b>Motocicleta</b>	21,982	22.397	24.503	25.566
<b>Camioneta</b>	20,157	21.802	23.218	25.334
<b>Campero</b>	12,51	13.325	13.866	14.829
<b>Camión</b>	4,321	6.488	6.751	7.214
<b>Tractocamión</b>	1,28	1.586	1.605	2.251
<b>Volqueta</b>	1,097	1.117	1.282	1.486
<b>Bus</b>	1,215	1.327	1.298	1.309
<b>Buseta</b>	750	688	663	658
<b>Microbús</b>	580	576	575	591
<b>Cuatrimoto</b>	20	15	17	20

Otros		4	8	20
<b>Total</b>	66.648	143.449	150.362	160.638

*Fuente: Dirección de Tránsito y Transporte de Bucaramanga-vehículos matriculados.*

Figura 1. Índice de Accidentalidad en Bucaramanga



*Fuente: Registro de la Policía Nacional -MEBUC "Bucaramanga Como Vamos 2010"*

Tomando como base las estadísticas reflejadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga se presenta un crecimiento correspondiente a 3.708 accidentes durante el 2008 a 3.984 en el 2011.

Para el año de 2010 Bucaramanga presentó una tasa de muertes y homicidios en accidentes de tránsito equivalente a 12,6 por cada 100.000 habitantes, sin embargo



el mayor porcentaje se registró en accidentes de vehículos 19.4%, motos 41.9% y peatones 34.7%. [4]

En Bucaramanga pese al gran esfuerzo realizado por las instituciones de Tránsito y la Policía Nacional por reducir la tasa de mortalidad en accidentes de tránsito que cada día van en aumento, se registra según las estadísticas que este esfuerzo literalmente ha sido en vano ya que el índice de mortalidad y lesionados presenta cifras muy preocupantes.

Las estadísticas presentadas por el Instituto de Medicina Legal, determinaron que durante el año 2009 y 2012 en el área metropolitana de Bucaramanga se registró un 5% del total de muertes de ciclistas en accidentes de tránsito y el otro 3% fueron lesionados.[5]

Los problemas de movilidad en las ciudades y las alarmantes cifras de accidentes de tránsito, abren una ventana hacia la búsqueda de alternativas de movilización eficaces, como lo son potenciar la infraestructura vial existente en nuestra ciudad, integrando los sistemas de transporte público, la optimización de las redes semaforicas, el fortalecimiento de los modos no motorizados, entre otros. En el caso de los modos no motorizados se encuentra la bicicleta, que ha constituido una alternativa eficiente para las ciudades del continente europeo donde la tasa de motorización es de 368 autos por cada mil habitantes [6]; es por ello que este medio de transporte posee características que lo aventaja frente a los sistemas convencionales, en el ámbito constructivo, económico, energético y social.

## *2.2 Diferentes experiencias a nivel mundial*

Existen diversos países en el mundo como lo son Dinamarca, Alemania y Países Bajos entre otros, que han implementado sistemas de bicicletas públicas en sus principales ciudades, con el fin de brindar nuevas alternativas de movilidad, que



contribuya a mejorar la perspectiva de las personas con respecto al transporte en bicicleta, ya que este sistema es rápido, saludable y económico. Así mismo un SBP (Sistema de Bicicletas Publicas) contribuye al aumento de la seguridad cívica y vial, permitiendo mejorar las actividades comerciales y turísticas.

En la historia se registran investigaciones y proyectos sobre los sistemas de bicicletas públicas, sin embargo durante los años 60 fue el auge de esta modalidad de transporte promovida e instaurada en Ámsterdam Holanda por el diseñador industrial Laurens (Luud) Maria Hendrikus Schimmelpennink fundador y promotor de este sistema llamado “bicicletas blancas” en el año 1968, iniciando en parques y universidades en las cuales las personas tenían acceso a una bicicleta específicamente de color blanco sin ningún costo y durante el tiempo deseado, el único requisito consistía en que debían dejar la bicicleta en la entrada de un parque o universidad, sin embargo este plan no mostró viabilidad debido a la falta de control en la seguridad y cuidado por parte de los usuarios, las bicicletas fueron robadas, extraviadas y vendidas [7].

Este acontecimiento dio origen a nuevos sistemas de bicicletas públicas, los cuales son expuestos a continuación:

### *2.3 Definición Sistema de Bicicletas Públicas*

#### *2.3.1 Primera Generación “White Bike Plan – Ámsterdam, 14 de Julio de 1968”*

Fue la primera experiencia del sistema de bicicletas públicas, su fundador fracasó con esta propuesta debido a la falta de control en la entrada y salida de las bicicletas, inicialmente se mostró viable y atractivo para la comunidad ya que era un sistema gratuito sin embargo el mal uso y desinterés por parte de las personas hizo de este proyecto un fracaso [8].



### 2.3.2 Segunda Generación “Bycyklen - Copenhague 4 de abril de 1995”

La respectiva generación hace referencia a bicicletas que incluyen parqueaderos con cerraduras, las cuales solo permitían acceso a las bicicletas siempre y cuando se introdujera una moneda de 1 euro, así mismo la publicidad pagada a dicho sistema era dirigida a su mantenimiento y sostenimiento, sin embargo con el tiempo la falta de control ocasionó la falla de este sistema [9].

### 2.3.3 Tercera Generación “Vélo’V - Lyon 13 de agosto de 2001”

Esta generación incorpora un formato en el cual se registran los usuarios por medio de un código de identificación e igualmente define un valor por el uso de la bicicleta, así mismo posee un sistema de rastreo y de operación estableciendo unos puntos específicos donde se lleva acabo el mantenimiento y entrega de las bicicletas. Dicho sistema asiste a las bicicletas con un seguimiento de micro chips o GPS para obtener un mayor control [10].

### 2.3.4 Cuarta Generación “Call-a-Bike Berlín 2009”

Corresponde a la última generación de bicicletas, ya que este modelo se ha mantenido en el transcurso de los años, esta generación difiere de la tercera debido a la forma de pago ya que es por medio de tarjeta, así mismo implementa nuevas tecnologías con el objetivo de conocer la ubicación de las bicicletas.

Este sistema es dirigido por la empresa alemana de transporte público llamada Die Bahn, que funciona por medio de un mensaje de texto del teléfono celular al cual se

envía el código de desbloqueo de la bicicleta, el usuario debe pagar por este servicio sin embargo si es titular de la tarjeta Bahn tendrá descuentos en otras tarifas [11].

#### *2.4 Experiencia nacional Sistema de bicicletas públicas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá “EnCicla”*

La visita al SBP Encicla fue realizada, en Mayo del año 2013, dicho sistema funciona como un modelo de tercera generación, en miras de adoptar características de cuarta generación; diversificando sus servicios. El SBP Encicla en Medellín, es el primer sistema de bicicletas publicas Colombiano exitoso, y fue escogido como destino de visita para facilitar un referente de implementación a la Universidad Industrial de Santander; debido a las grandes similitudes que tendrían a la hora de destinar un SBP para la UIS. La semejanza más importante es la aplicación del modelo a población estudiantil UIS pertenecientes a Bucaramanga.

*Figura 2. Visita SBP EnCicla Medellin Mayo 2 de 2013*



*Fuente: Sistema de bicicletas públicas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá EnCicla.*

Este sistema se encuentra en la fase de prueba piloto, la cual se extenderá hasta diciembre de 2013, con el objetivo de evaluar que tan viable es el proyecto, sus

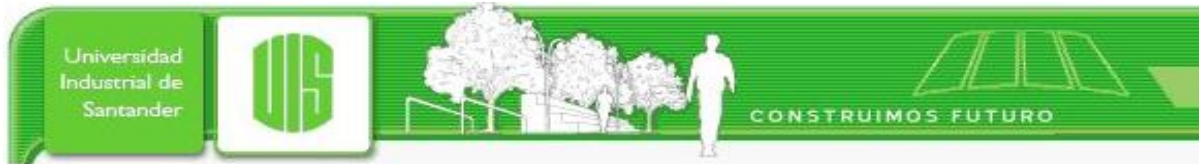


gastos y costos de mantenimiento en repuestos y operaciones, sin embargo la finalidad de esta prueba radica en identificar que tan preparados y receptivos están los habitantes de Medellín para manipular el sistema de bicicletas públicas con un adecuado nivel de responsabilidad.

Para la prueba piloto se realizó una inversión equivalente a \$1.100.000.000 de pesos destinados a fabricar inicialmente 145 bicicletas entre las cuales se encuentran 105 urbanas y 40 rurales, que actualmente están circulando en la ciudad de Medellín. Debido a que este SBP está en la etapa de la prueba piloto; EnCicla únicamente facilita el servicio para los estudiantes de la Universidad Nacional y la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, por otro lado las bicicletas rurales se encuentran ubicadas en el Parque Arví, estas BP prestan servicios al personal del parque y turistas que realicen trayectos únicamente por las ciclovías previamente especificadas por el parque no se permite su uso en caminos de trocha.

EnCicla facilitó información acerca del funcionamiento del sistema, dicese, método de carga y descarga de las bicicletas a distintas estaciones, haciendo que nunca falten las bicicletas a la hora de hacer un préstamo, los horarios de funcionamiento, personal encargado del préstamo y mantenimiento, software de registro de usuarios, y algunas de las dificultades que surgieron al establecer el sistema.

Cabe resaltar que entre los desafíos que toma implementar un sistema de alquiler de bicicletas compartido, esta, la baja infraestructura para el rodamiento de las bicicletas, y la falta de conciencia ciudadana al hacer mal uso de las bicicletas; para estos inconvenientes fue necesario llegar a acuerdos con la secretaria de planeación en miras de lograr un espacio para la construcción de ciclo carriles y ciclo rutas, como también jornadas de sensibilización a la ciudadanía, haciendo que las personas concibieran la bicicleta, no como un sistema provisional, sino un complemento de sus actuales sistemas de transporte.



### 3 REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA

El objetivo primordial de la formulación de la encuesta se centra principalmente en analizar las características, ventajas y los obstáculos que tendrían los usuarios al hacer uso de un eventual Sistema de Bicicletas Públicas; dándose a conocer como una nueva alternativa de movilidad para la Universidad Industrial de Santander y sus alrededores.

Es trascendental realizar una planificación previa de los recursos que disponemos, así mismo el espacio en el que se desplegará nuestro sistema de bicicletas públicas, por ende se lleva a cabo la recolección de la información en el estudio de movilidad, sobre el origen y destino de los desplazamientos, cantidad de población beneficiada, presupuesto diario en transporte, costo por el alquiler de este beneficio, cuabras que estaría dispuesto a recorrer, lugar de preferencia a la hora de entrega, junto con la información de infraestructura, nos da una noción de las zonas más favorables para la distribución de los puntos de bicicletas públicas o zonas adecuadas pero con déficit de infraestructura, al igual que la cantidad de estudiantes de la Universidad Industrial de Santander que están dispuestos a usar el Sistema de Bicicletas Publicas.

#### 3.1 *Calculo de la muestra a tomar*

Para la determinación del número de personas a encuestar, se tomó la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2 P(1 - P)}{(N - 1)e^2 + Z_{\alpha/2}^2 P(1 - P)}$$

n = Número de personas que serán encuestadas

N = Número de estudiantes totales



$P$  = Probabilidad de uso del SBP

$Z_{\alpha/2}$  = Número de la distribución normal inversa

$e$  = error

Para la determinación del número de estudiantes existentes, fue necesario tomar este dato de la base de datos de admisiones de la universidad industrial de Santander.

Para calcular la probabilidad ( $P$ ) fue necesario tomar una muestra pequeña de alta aleatoriedad, en nuestro caso se encuestaron 30 estudiantes del campus universitario, las cuales un 77% estarían dispuestas a hacer uso del sistema de bicicletas públicas.

Se tomó una confiabilidad del 96%, posteriormente se calcula  $\alpha/2$  de la siguiente manera

$$\frac{\alpha}{2} = \left[ \frac{100 - \text{confiabilidad}}{200} \right]$$

Con dicho valor se busca en la distribución normal inversa dando como resultado  $Z_{\alpha/2} = 2.054$ .

Se tomó un error de 3,5%, estando entre los rangos aceptables.

Para el cálculo del número de estudiantes a encuestar, fue conveniente separar los estudiantes del campus central, de los estudiantes de la facultad de salud, debido a que estas sedes no funcionan dentro de un solo campus, por lo tanto difieren en sus viajes, como también en sus necesidades y preferencias.



### 3.2 *Calculo muestral campus central*

El número de estudiantes del campus central, según datos proporcionados del departamento de admisiones fue de 14055 estudiantes. **[12]**

$$n = \frac{14055 * 2,054^2 * 0,77(1 - 0,77)}{(14055 - 1)0,035^2 + 2,054^2 * 0,77(1 - 0,77)}$$

$$n = 584 \text{ estudiantes}$$

### ***Calculo muestral facultad de salud***

El número de estudiantes de la facultad de salud, según datos proporcionados del departamento de admisiones fue de 1580 estudiantes

$$n = \frac{1580 * 2,054^2 * 0,77(1 - 0,77)}{(1580 - 1)0,035^2 + 2,054^2 * 0,77(1 - 0,77)}$$

$$n = 440 \text{ estudiantes}$$

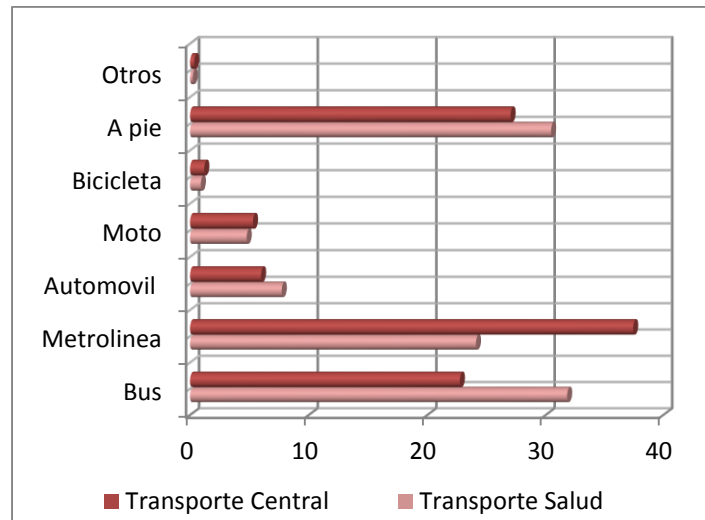
### 3.3 *Aplicación de la encuesta*

La encuesta fue efectuada a estudiantes de pregrado en los días de lunes a sábado, en calendario académico activo, con alta aleatoriedad, tomándose en cafeterías y bibliotecas, así como lugares, de uso común, ofreciendo a los encuestados la explicación adecuada a todas sus dudas, para así eliminar en gran parte la incertidumbre que se presenta en cualquier método de recopilación de datos muestrales. Modelo de encuesta (Ver Anexo 1)

### Pregunta número 1

Cuál es el medio de transporte más utilizado por usted para movilizarse hacia la universidad?

Figura 3. Resultados de la pregunta número 1.

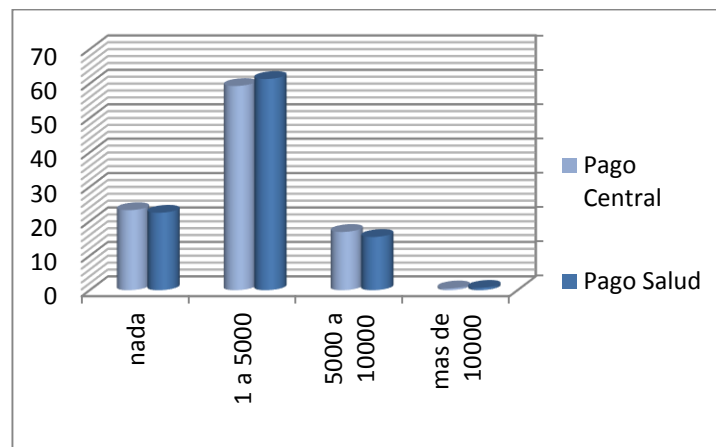


Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas

### Pregunta Numero 2.

Cuánto dinero presupuesta para transportes diariamente?.

Figura 4. Resultados de la pregunta número 2.

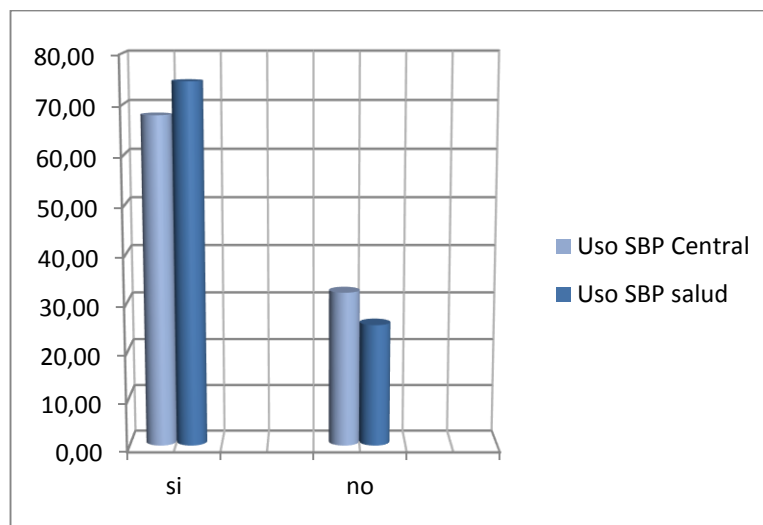


Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas

**Pregunta Numero 3.**

Si existiese un sistema de préstamo de bicicletas con ciclorutas CERCANO a la Universidad para desplazarse. (Ejemplo: Desde la Sede Central, hasta facultad Salud; Desde la Sede central, hasta las paradas de Bus o Metrolinea; y viceversa) Le gustaría tomar este servicio? Justifique su respuesta.

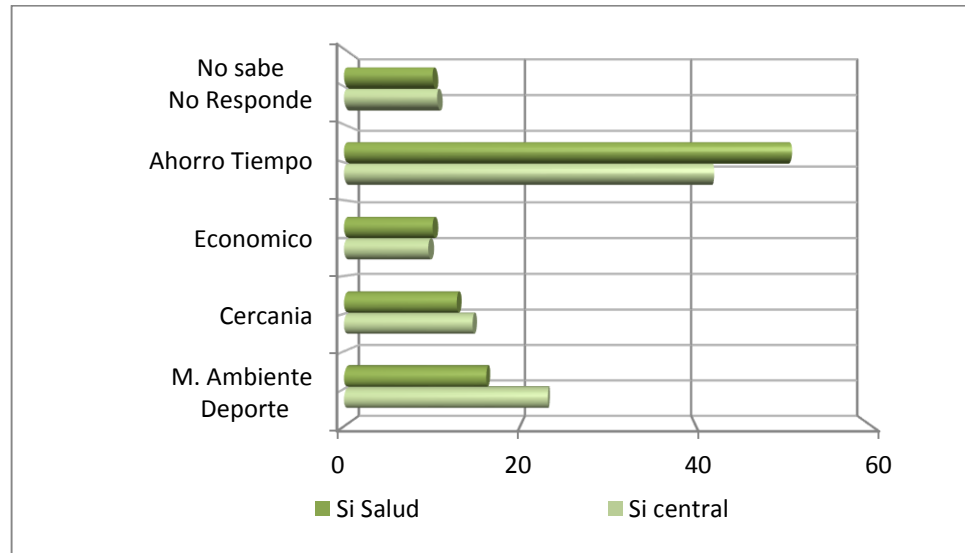
*Figura 5. Resultados de la pregunta número 3.*



*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

Razones del porqué la usarían un eventual SBP.

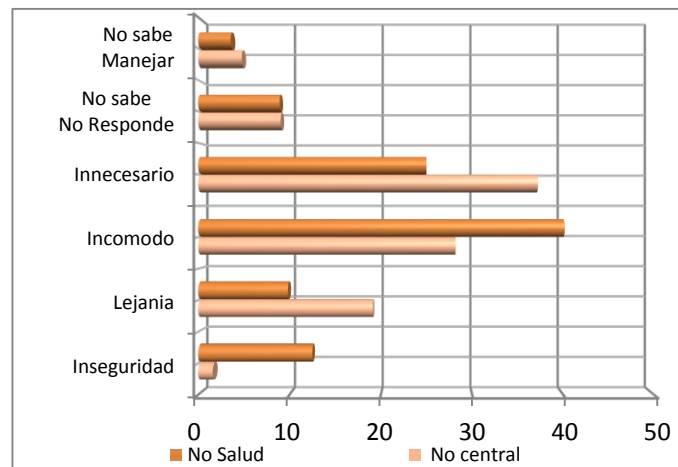
*Figura 6. Razones de Uso de un eventual SBP*



*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

Razones del no uso de un eventual SBP.

*Figura 7 Razones de no Uso de un eventual SBP*

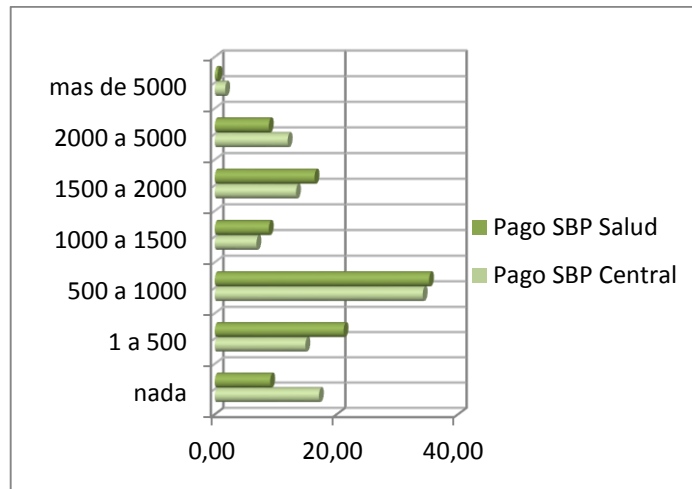


*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

**Pregunta Numero 4.**

Cuanto estaría dispuesto a pagar por el alquiler de una bicicleta? (Tarifa por día).

*Figura 8. Resultados de la pregunta número 4.*

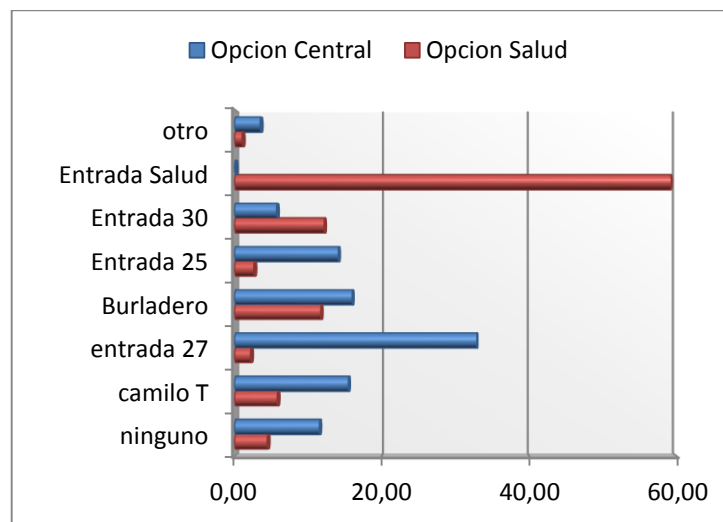


*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

**Pregunta numero 5**

Cuál sería su lugar de preferencia a la hora de realizar la entrega de la bicicleta?

*Figura 9. Resultados de la pregunta número 5*

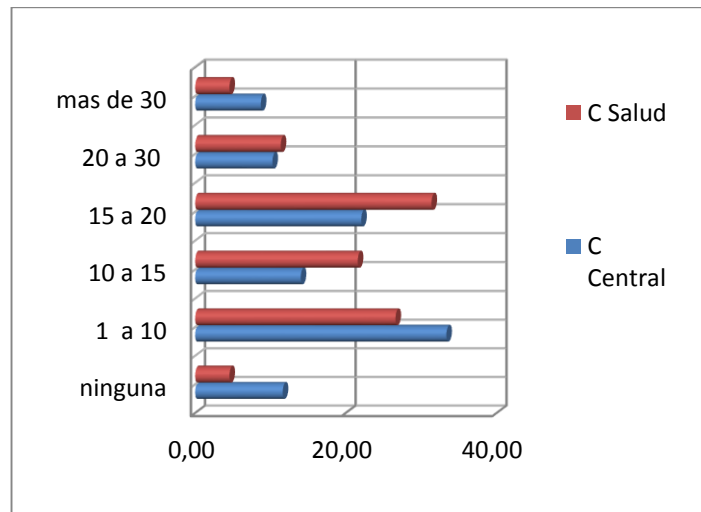


*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

**Pregunta numero 6**

Cuántas cuadras estaría dispuesto a recorrer manejando la bicicleta?

*Figura 10. Resultados de la pregunta número 6*

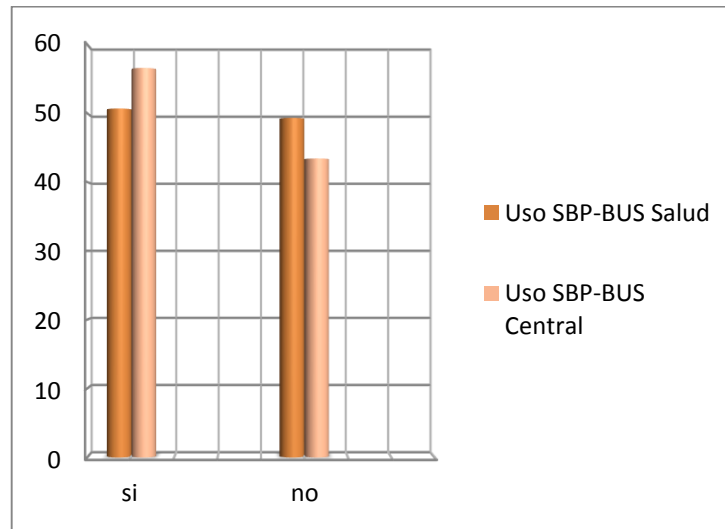


*Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas*

**Pregunta numero 7**

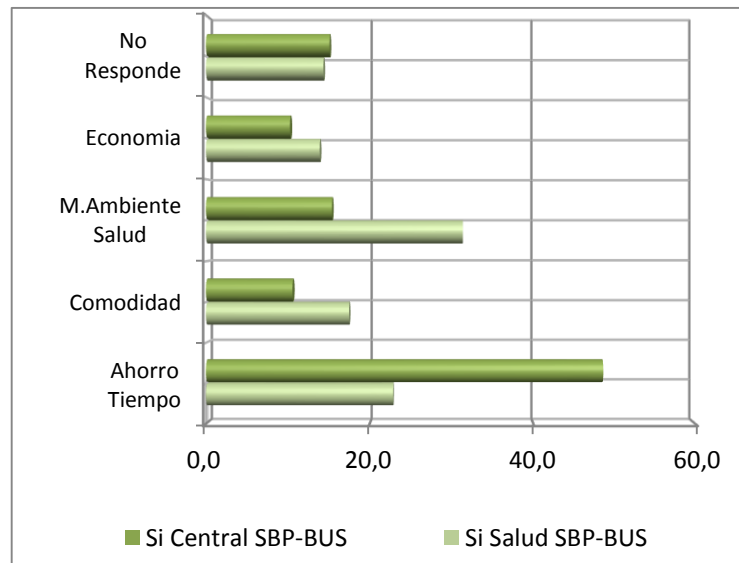
Una vez finalizado el recorrido de su ruta de bus, o medio de transporte, usted como usuario. ¿Estaría dispuesto a usar el sistema de bicicletas públicas, para desplazarse a la universidad? Justifique su respuesta.

Figura 11. Resultados de la pregunta número 7



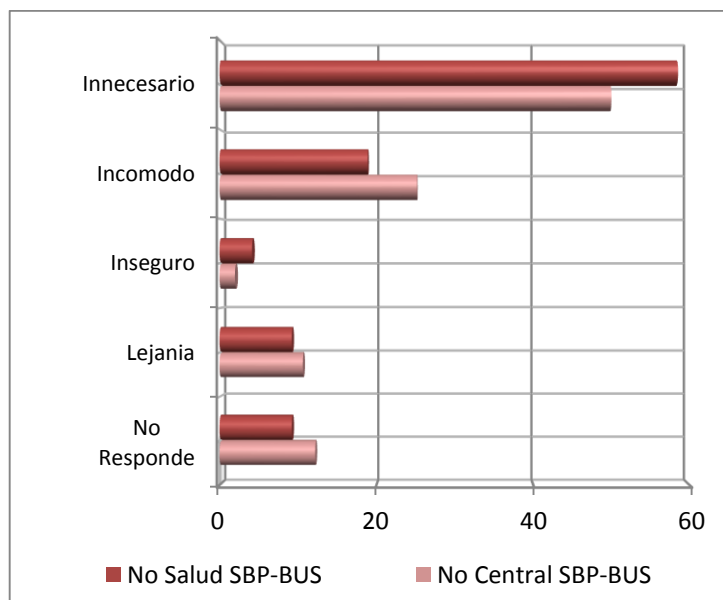
Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas

Figura 12. Razones de uso Parada Bus-SBP



Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas

Figura 13. Razones de no uso Parada Bus-SBP



Fuente: Propia-Encuesta Bicicletas Publicas

### 3.4 Calculo de la demanda estimada del SBP UIS

#### **Facultad de salud**

1. Total estudiantes de Facultad de Salud: 1580.
2. Personas que se movilizan a pie al campus Salud: 30,4%.
3. Personas que Respondieron Favorablemente al Uso del SBP: 74,54%.
4. Personas que usarían el SBP por ahorro de tiempo y dinero=50,91%.
5. Personas que no usarían el SBP por cercanía: 25%.

El cálculo de la demanda en la facultad de salud, se enfocó hacia la población que



se moviliza a pie, ya que las personas que se movilizan en bus convencional como en metrolínea, la parada destino a el campus de salud queda a una cuadra de dicha sede, por lo cual se desprecia la demanda que puede generar estas personas que utilizan ese tipo de medio de transporte.

Igualmente para las personas que se movilizan a pie, se tuvo en cuenta el factor de cercanía que fue tomado de las personas que respondieron que no utilizarían el sistema por dicha cercanía al campus.

El factor de ahorro de dinero y tiempo, es el factor de mayor confiabilidad de uso, pues esta causa es la más certera en cuestión de receptividad y necesidad de uso del sistema de bicicletas publicas

$X_s =$  Demanda Facultad de Salud

$$X_s = 1580 * 0,7454 * 0,304 * 0,5091 * (1 - 0,25) = 137$$

### ***Campus central***

Cifras

1. Estudiantes de campus central: 14055.
2. Estudiantes que se movilizan a pie: 27%.
3. Estudiantes que respondieron favorablemente al uso del SBP: 67,86%.
4. Personas que usarían el SBP por ahorro de tiempo y dinero: 42,06%.
5. Personas que no usarían el SBP por cercanía: 37,23%.
6. Estudiantes que utilizan bus convencional para ir a la universidad: 22,73%.
7. Estudiantes que usarían el SBP al finalizar su ruta de Bus: 56,58%.
8. Personas que usarían el SBP por ahorro de tiempo al finalizas su ruta: 48,9%.



### Estimación de la demanda campus central

Para la estimación de la demanda en el campus central, al igual que el campus de la facultad de salud, se toma el porcentaje de personas que se movilizan a pie, la cual se multiplica por el número de estudiantes de la facultad central, con el porcentaje de estudiantes que respondieron favorablemente al uso del sistema de bicicletas públicas, por el porcentaje de personas que usaría el sistema por ahorro de tiempo y dinero, y a su vez se multiplica por el porcentaje de personas que no respondieron que vivían cerca como un impedimento para la utilización del sistema.

Para la situación del campus central, también se tuvieron en cuenta las personas que se movilizaron en bus convencional, despreciando aquellas que se movilizaban en Metrolinea, ya que en los resultados de las encuestas argumentaban el no uso del sistema debido a la cercanía de las paradas Metrolinea al campus universitario, contrastando con la preferencia de los usuarios de bus convencionales, los cuales aseguraron usar el sistema de bicicletas publicas debido a la lejanía de las rutas de bus al campus universitario. A su vez el porcentaje de personas que usa bus convencional se multiplica por el número de estudiantes del campus central, por el porcentaje de personas que respondió positivamente la pregunta número 7, como también por el porcentaje que usaría el SBP por ahorro de tiempo.

$$X_c = \text{demanda campus central}$$

$$X_{pie} = 14055 * 0,6786 * 0,27 * 0,4206 * (1 - 0,3723) = 680$$

$$X_{bus} = 14055 * 0,5658 * 0,2273 * 0,489 = 884$$

$$X_c = X_{pie} + X_{bus} = 680 + 884 = 1564$$



Demanda Total

$$X_t = X_s + X_c = 1700$$

$$\text{Bicicletas entrantes o Salientes} = \frac{X_t}{2}$$

$$\text{Bicicletas entrantes o Salientes} = 850$$

$$\text{Bicicletas necesarias} = \frac{X_t}{\text{Prestamos Promedio}}$$

$$\text{Bicicletas necesarias} = \frac{1700}{8} = 213 \text{ bicicletas}$$

Prestamos promedio esperados, para la implementación de un SBP [13].

### 3.5 Aforos

Se tomaron aforos en las tres entradas del campus principal y en la entrada única e la facultad de salud a las bicicletas entrantes, en caso de la facultad de salud, se efectuó en las horas pico, y en el caso del campus central en jornada continua de 7am a 7pm.

Con los datos tomados se estimó una segmentación de la demanda de bicicletas; como se había visto anteriormente se estimó un flujo esperado en 850, bicicletas entre el campus central y la facultad de salud, pero como ha de esperarse dichas bicicletas no rodaran, ni ingresaran o saldrán de las sedes UIS a una hora específica simultáneamente, sino que tendrán una distribución, la cual se estimara con los aforos anteriormente mencionados.

Se tomaron los aforos en cada entrada (En el caso de la sede principal en las



entradas de la Carrera 25, la carrera 27 y la Carrera 30), los cuales se promediaron dando cifras mucho más precisas y globales, en el caso de la sede principal los aforos promediados de cada entrada se sumaron entre sí, para luego calcular el porcentaje de recepción cada entrada del campus; posteriormente se calculó el porcentaje de bicicletas entrantes en las horas pico para luego multiplicarlo por el estimado de bicicletas esperado., quedando así.

### Ejemplo

Porcentaje esperado en la carrera 30 en el horario de 7:30 a 8:30.

Tomamos el número esperado de bicicletas de la Sede Central, lo multiplicamos por el porcentaje de recepción de la entrada de la carrera 30, y posteriormente se multiplica por el porcentaje de ingreso del horario de 7:30 a 8:30.

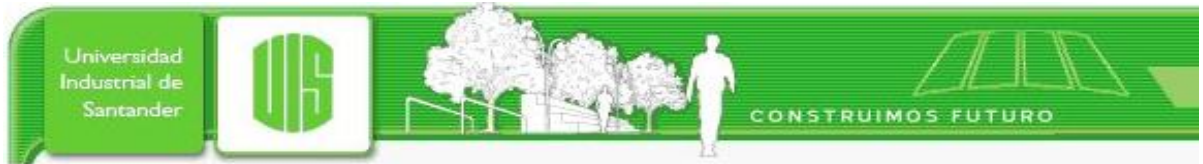
Así:

$$Bicicletas Esperadas = \frac{1564}{2} * 0,198 * 0,204 = 32$$

**(Ver tablas 2 y 3).**

## **4 DISEÑO DE CORREDORES, ESTACIONES DE PRÉSTAMO, RUTAS Y MODELO DE BICICLETA A SEGUIR.**

El diseño de los corredores se fundamenta especialmente en el Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga 2012-2015, en donde propone resultados de análisis de



la recopilación de varios documentos en los cuales contienen criterios de diseños para ciudades de diferentes partes del mundo.

### ***Factor de Ruta.***

Para ello se analizó la distancia más corta entre los tramos existentes; así como los puntos de mayor interés en las encuestas realizadas a los estudiantes (Paradas de bus, lugares con mayor afluencia de usuarios, y pendientes adecuadas).

### ***Contaminación y Tránsito***

Se refiere a todo lo concerniente a los niveles de contaminación en los corredores a usar, para hacer que el usuario tenga niveles óptimos de uso. Es importante tener en cuenta el volumen de tránsito en los corredores a escoger, ya que este factor es importante en materia de seguridad para el eventual uso del SBP UIS.

### ***Ancho de andenes y calzada.***

Este factor es sumamente importante a la hora de diseñar un corredor para bicicletas; se analizaron diferentes corredores viales aledaños, y se tuvieron en cuenta el ancho del andén y el ancho de la calzada, proponiendo un corredor de bicicletas mixto (ciclo carril y carril compartido).

Teniendo en cuenta los anteriores, criterios a seguir, a continuación se muestra el diseño del corredor escogido

(Ver Figura 14), el cual cuenta con un ancho de calzada de 1.6 metros en un sentido, y de 2,4m en dos sentidos [14].



**Descripción de la ejecución de cada corredor**

Para el diseño de los corredores, se empleó la opción de ciclocarril, siendo esta la solución menos invasiva, y más económica y viable en cuanto a infraestructura se caracteriza.

Uis entrada principal Carrera 27 entre calles 9 y 10

Infraestructura Propuesta:

Costado Oeste: carril Segregado (Ciclocarril)

Costado Este: corte de Anden

Calle 9 entre carreras 27 y 25

Infraestructura Propuesta

Costado Norte: Carril en doble sentido Segregado (Ciclocarril)

Pendiente longitudinal entre 3,8% y 4,7%

Carrera 31 entre calles 14 y 21

Infraestructura Propuesta

Carril Segregado (Ciclocarril)

Pendiente longitudinal: Entre 1% y 2,3 %

Carrera 25 entre calles 9 y 6.

Infraestructura Propuesta.

Carril Segregado (Ciclocarril).

Pendiente longitudinal: 1,7%.

Carrera 30 entre calle 10 y 14

Infraestructura Propuesta

Carril Segregado (Ciclocarril)

Pendiente longitudinal entre 0,6% y 1,3%

Carrera 27 entre calles 10 y 14.

Infraestructura Propuesta.

Carril Segregado (Ciclocarril).

Calle 21 con Carrera 31

Infraestructura Propuesta

Carril Segregado (Ciclocarril)

Pendiente longitudinal: 3%

Carrera 27 entre calles 14 -16.

Infraestructura Propuesta.

Carril Segregado (Ciclocarril).



Carrera 30 entre calles 14 y 21  
Infraestructura Propuesta  
Carril Segregado (Ciclocarril)  
Pendiente longitudinal entre 1,7% y 2,09%

Carrera 30, entre calle 21 y  
Avenida Q. seca  
Infraestructura Propuesta  
Carril Segregado (Ciclocarril)  
Pendiente longitudinal: 4,6%

Calle 16 con Carrera 27.  
Infraestructura Propuesta.  
Carril Segregado (Ciclocarril).  
Pendiente longitudinal entre 3% y 2,3%.

Avenida Eduardo Santos con Carrera 27.  
Infraestructura Propuesta.  
Carril Segregado (Ciclocarril).  
Pendiente longitudinal: 1,4%.

Avenida Ed Santos entre carreras 28 y 30  
Infraestructura Propuesta  
Carril Segregado (Ciclocarril)  
Pendiente longitudinal entre 2,7% y 3,7%

Calle 14 entre carreras 30 y 31  
Infraestructura Propuesta  
Carril Segregado (Ciclocarril)  
Pendiente longitudinal entre 4,5% y 4,1%



#### 4.1 Puntos de alquiler de bicicletas

Ver anexo 2

**Tabla 2.** Bicicletas Esperadas en el Campus Central

Sede Central									
Entradas	Bicicletas Diarias	Porcentaje de Ingreso	Esperado 782	Porcentaje			Esperado		
				7:30 a 8:30	11:45 a 12:45	5:30 a 6:30	7:30 a 8:30	11:45 a 12:45	5:30 a 6:30
Carrera 30	65	19,8	154	20,4	14	3	32	22	4
Carrera 27	201	61,1	478	19,0	18	6	91	88	30
Carrera 25	63	19,1	150	18,7	13	8	28	19	12
Total Central	329								

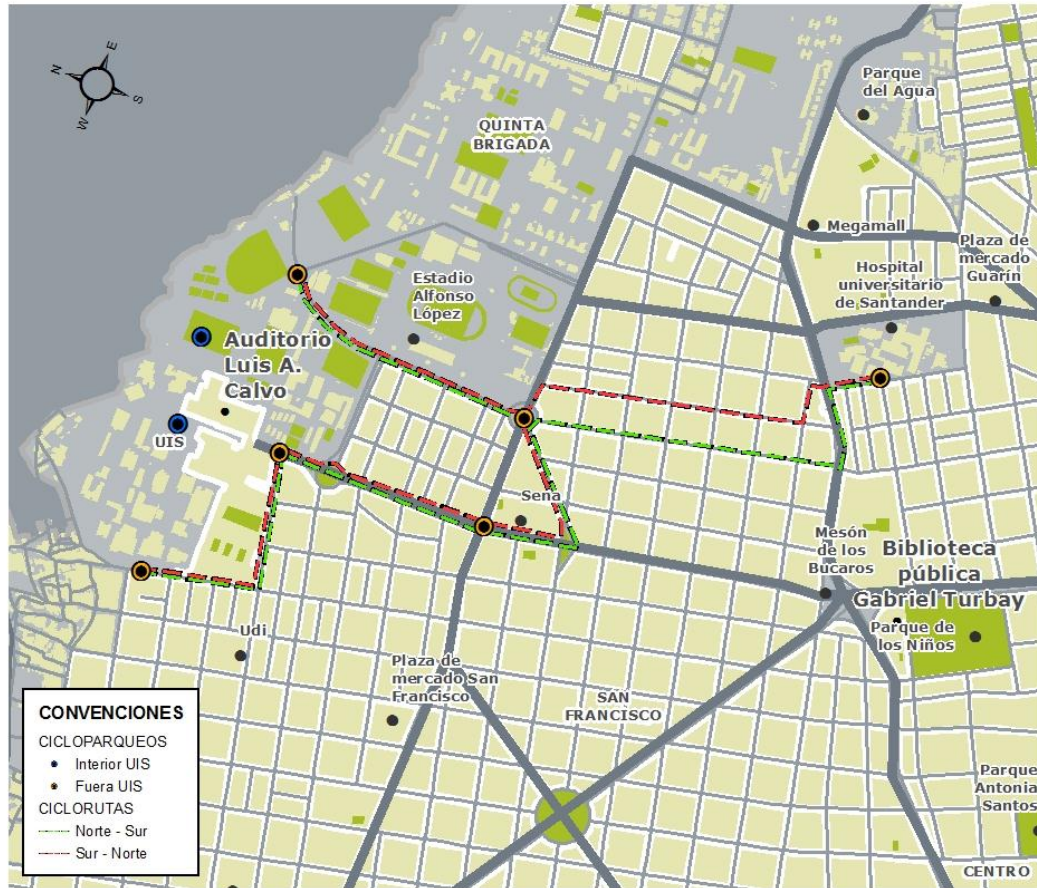
Fuente: Propio-Conteos UIS Cental

**Tabla 3.** Bicicletas Esperadas en la Facultad de Salud

Facultad De Salud									
Entradas	Bicicletas Día	Porcentaje Ingreso	Esperado 137	Porcentaje			Esperado		
				7:30 a 8:30	11:30 a 12:30	5:30 a 6:30	7:30 a 8:30	11:30 a 12:30	5:30 a 6:30
Única	12	100	137	19	18,58	6,3	26	25	9

Fuente: Propio-Conteos UIS Facultad Salud

Figura 14. Diseño de Corredores para el sistema de Bicicletas Publicas.



Fuente: Elaboración Propio-Imágenes Google Maps Bucaramanga

### Diseño de Estacionamientos

Al definir la existencia de los estacionamientos mejoramos las condiciones de movilidad, ya que el usuario que emplea este medio de transporte le permite tener una mayor facilidad, seguridad, comodidad y demás factores que son de ayuda tanto para él, como para su vehículo.



Básicamente se clasifican en dos tipos de estacionamientos para bicicletas. El primero que consta de aquellos usuarios que asisten a jornadas de trabajo y estudio llamados biciletario y el otro está destinado a otro tipo de uso como lo son por entretenimiento, servicios, etc., que serían determinados como turístico u o hobbies.

Estos se diferencian el uno del otro por medio de estacionamientos de corta y larga duración en los cuales son identificados por el cuidado ofrecido a las bicicletas en función del tiempo de exposición a la intemperie y la vulnerabilidad al robo [15]; También se podrían llegar a pensar que otra diferencia es la utilización de las bicicletas en puntos de gran afluencia de usuarios y en determinadas horas del día.

Según el Manual para el diseño de vías ciclísticas de Cataluña.1ª edición. Barcelona, 2008 que recopila información de todo el mundo determina que los estacionamientos o aparcamientos más convenientes son los siguientes:

***Bicicletas sujetadas por una sola rueda:*** Radica en una estructura donde se sitúa una de las dos ruedas de la bicicleta, sujetadas mediante un candado de aseguramiento. Dichas estructuras requieren distancias de 0,60-0,70 metros entre las bicicletas. Si llegado el caso las bicicletas se colocan de manera alternada o si se levantan sólo las ruedas delanteras de tal manera que los manillares no choquen, será suficiente disponer de una distancia de entre 0,30-0,35 metros entre dos bicicletas.

***Sujetadas por el cuadro:*** Estructuras diseñadas para permitir sujetar el cuadro de la bicicleta mediante candados de aseguramiento. Su dimensionamiento consta de 0.70-1.20 metros de longitud y de 0.75-1.10 metros de altura. Las distancias entre las bicicletas son de 0.80 metros [16].



**Casetas individualizadas o Cicloparqueaderos:** Diseñadas para proteger cada bicicleta del robo, el vandalismo y las intemperies climáticas. Preferiblemente usadas para estacionamientos de larga duración, como por ejemplo, en las entradas de los edificios, estaciones del sistema de Transporte masivo, etc. Requieren de un espacio similar a los estacionamientos donde se sujeta el cuadro y las ruedas, con un suplemento de 0,10-0,15 metros de altura para garantizar operaciones cómodas y que hoy en día se han ido implementando como es el ejemplo de EnCicla en Medellín que cuenta con operarios que controlan mejor el préstamo y devolución de las bicicletas Publicas.

#### 4.2 Diseño de rutas

Posteriormente se crearon las combinaciones de rutas más convenientes según el análisis de las encuestas, quedando de la siguiente manera.

Tabla 4.Listado de Rutas Propuestas

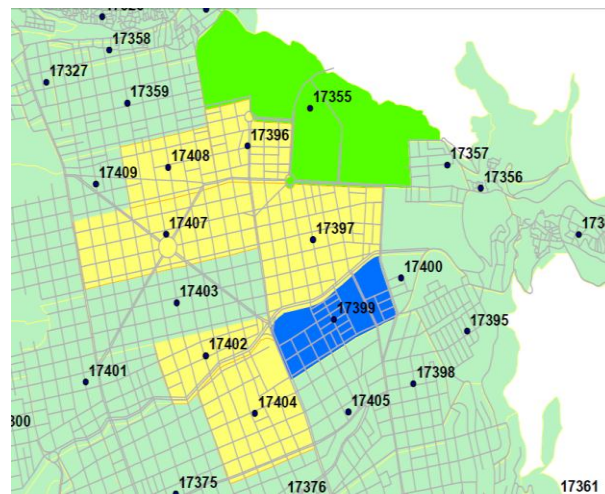
RUTAS	LONGITUD [M]
Entrada Carrera 30 –Facultad de Salud	1440
Entrada Carrera 30 – Glorieta Estadio	506.1
Glorieta Estadio - Facultad de Salud	934
Glorieta Estadio - Entrada Carrera 30	545
Facultad de Salud - Entrada Carrera 30	1417
Facultad de Salud - Glorieta Estadio	872
Facultad de Salud - Entrada Carrera 27	1746
Glorieta Estadio - Entrada Carrera 27	874
Glorieta Estadio - Entrada Carrera 25	1492
Calle14 con Carrera 27-Entrada Carrera 27	492
Facultad de Salud - Entrada Carrera 25	2327
Entrada Carrera 25 -Calle14 con Carrera 27	1120
Entrada Carrera 27- Calle14 con Carrera 27	539.5

Entrada Carrera 27 - Facultad de Salud	1979
Entrada Carrera 27 - Glorieta Estadio	1045
Entrada Carrera 25 - Facultad de Salud	2560
Calle14 con Carrera 27 - Facultad de Salud	1440
Facultad de Salud Calle14 con Carrera 27	1364
Entrada Carrera 25- Glorieta Estadio	1626
<b>Longitud Promedio de viajes</b>	<b>1280</b>

*Fuente: Propio- Observatorio Geomática, " Sistema de Información de la movilidad y el espacio público urbano de Bucaramanga".*

Teniendo en cuenta las anteriores combinaciones de rutas establecidas, es necesario estimar, cuantos usuarios a determinada hora del día usarían dichas rutas; por ende se utilizó una encuesta de preferencia de viajes en el sector tomada en el año 2011, con la cual se determinara las afluencias de las rutas diseñadas.

*Figura 15. Nomenclatura de las zonas Estudio Origen destino.*



*Fuente: Suministrado por el Grupo Geomática de la UIS.*

En la siguiente tabla que se muestra a continuación la zona 17355 corresponde al campus central de la universidad industrial de Santander, y dicha tabla indica la preferencia de viajes que cada zona realiza hacia el campus central.

Tabla 5. Distribución de viajes Campus Central.

ZONA	PRIVADO		PORCENTAJE DE VIAJES
17396	1	2.50%	
17397	13	32.50%	
17399	3	7.50%	
17402	5	12.50%	
17404	13	32.50%	
17407	0	0.00%	
17408	0	0.00%	
<b>17355</b>	5	12.50%	

Fuente: Suministrado por el Grupo Geomática de la UIS

En la siguiente tabla que se muestra a continuación la zona 17399 corresponde a la facultad de Salud de la universidad industrial de Santander, y dicha tabla indica la preferencia de viajes que cada zona realiza hacia el campus salud.

Tabla 6. Distribución de viajes Facultad Salud.

ZONA	PRIVADO		PORCENTAJE DE VIAJES
17396	3	4.0%	
17397	18	35.50%	
<b>17399</b>	<b>3</b>	6.5%	
17402	7	13.5%	
17404	6	13.5%	
17407	1	2.5%	
17408	1	2.5%	
17355	7	10.5%	

Fuente: Suministrado por el Grupo Geomática de la UIS

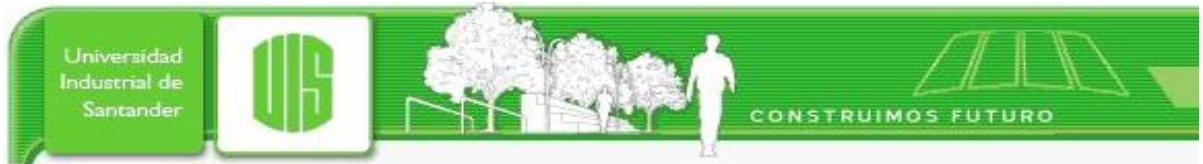


### 4.3 Propuesta de bicicleta a implementar

El vehículo a utilizar es la bicicleta, pero antes es necesario recalcar que las vías deben ser diseñadas únicamente para el uso de las bicicletas, ya que otros medios de movilidad producirían congestión, deterioro y accidentalidad.

Este vehículo debe ser diseñado específicamente, para el uso compartido y es necesario que posea piezas únicas, para evitar el desarme y robo, al igual que sus medidas estén tipificadas para tener una mayor durabilidad, en algunos casos se componen de llantas de goma maciza, asientos regulables, luces, frenos torpedo con auxiliar, pito, guardabarros, cubrecadena, bandas reflectoras, accesorios para colocar equipaje pequeño y una única velocidad sin caja de cambio con el fin de poder abordar las pendientes que se presenten durante el recorrido del sistema a implementar.

La bicicleta a diseñar, debe tener características particulares las cuales brinden en lo posible una mayor comodidad y ahorro de energía; para ello es necesario que tenga un piñón cuya relación sea única y que exija el menor consumo de energía por parte del ciclista y facilite la puesta en marcha ante pendientes características de cada uno de los tramos trazados para el sistema de bicicletas públicas a implementar; es indispensable que se deba asumir una postura reclinada para su comodidad por tal motivo el manubrio debe ser más elevado y con mayor curvatura hacia el cuerpo en comparación a las bicicletas normales de montaña para disminuir al máximo la presión que ejerce el peso del torso sobre las muñecas [17]; Al mismo tiempo al tener el usuario una posición erguida, usa menos energía en mover su propio peso. Esto con el fin de poder cuantificar el valor de resistencia física en la que se encuentra expuesto. Además esta posición permite que los pies permanezcan en los pedales, facilitando la extensión y flexión total de las piernas,



así como una postura relajada de descanso; la cabeza al mismo tiempo se encontrara erguida al pedalear permitiéndole estar más atento a lo que hay a su alrededor y el contacto visual con los demás medios de movilización se torna más fácil.

Existen diferentes tipos de medidas particulares para cada usuario como lo son la distancia libre entre la barra horizontal y la ingle del usuario que para dicho sistema se hace una propuesta con una separación más o menos entre 30-40 cm para uso práctico de los usuarios mujeres, medido desde que el usuario se encuentre montado sobre el vehículo y tocando el piso con la totalidad de la planta de sus pies. La adaptación a las demás necesidades será suplida por la extensión del sillín y del manubrio, las cuales difieren en diferentes longitudes e inclinaciones.

El amortiguamiento por medio del neumático es de gran seguridad, es único y definitivo, debido que al reducir la presión del aire del neumático, disminuye la confortabilidad de la bicicleta. Pero con neumáticos muy delgados (menores que 23 mm) baja la adherencia en las curvas, aumentando el riesgo de caída, por ello se recomienda llantas lisas, sin protuberancias o labrados que se adhieran al pavimento en altas temperaturas y rines superiores a los 23mm. La postura y amortiguamiento en la llanta delantera y en el sillín también hace que el usuario no levante su cuerpo del sillín, y como consecuencia absorberá sobre su cuerpo cualquier bache u ondulación del terreno.

Para finalizar, el vehículo debe poseer luces traseras y delanteras para circular en ausencia de luz, al igual que bandas reflectoras y guarda barro en casos de lluvia para así poder evitar cualquier tipo de accidente que pueda llegar a tener el usuario. El ciclista siempre deberá utilizar un casco que proteja su cráneo de un golpe severo contra el pavimento y es de uso único según la normativa de tránsito.



Cada uno de estos requerimientos son adoptados por los fabricantes y en la actualidad existen variedades de modelos con diferentes materiales, servicios y precios, esto abre las puertas para los jóvenes desempleados en la ciudad de Bucaramanga, brindándoles una puerta a la innovación con diseños que permitan llevar acabo la movilidad con seguridad y comodidad a los usuarios de este sistema de Bicicletas Publicas.

A continuación se encuentran algunos de los diseños que en la actualidad son producidos en el mundo y que cumplen con los requerimientos anteriormente explicados. (Ver Anexo 3).

Pero antes de nombrarlos, cabe resaltar que según el Manual para el Diseño de Vías Ciclistas de Cataluña recopila información de todo el mundo generando un dimensionamiento básico de una bicicleta y por consiguiente será tomado como referencia para el modelamiento en el software TransModeler.

Dentro de los diseños encontramos dependiendo del tipo de material y el peso característico de cada una para así poder evitar el vandalismo y el robo. El peso de la bicicleta se asocia al tipo de generación que se desea implementar, y al tomar un sistema entre 3 y 4 generación, en las sedes de la UIS el prototipo de vehículo se puede estimar entre los 14.5 kg y los 22 kg tomando como referencia el sistema Bicing. (Barcelona, España) y el Vélib'. (París, Francia).

Es recomendable definir también la velocidad media de viaje, que es aquella que condicionará el trazado de la vía en gran parte de su recorrido tomando en cuenta factores como lo son sus pendientes y condiciones climáticas que presentaran este tipo de Sistema de Bicicletas Publicas. Se concluye que la velocidad media permitida para el trayecto debe ser de 20 km/h [18].



## 5 PROCESO DE MICROSIMULACION

Para ejecutar el proceso de microsimulación en el software transmodeler, fue indispensable adecuar la zona a analizar, de tal manera que el escenario propuesto fuera lo más cercano posible a la realidad; teniendo en cuenta el flujo de tránsito esperado por medio de aforos vehiculares de automóviles, autobuses, camiones y motocicletas, en la zona de influencia a los corredores establecidos con anterioridad, en las horas pico [19], anchos de carriles, intersecciones viales, y establecer corredores de bicicletas.

El software de microsimulación Transmodeler, posee datos estándar de velocidad, tamaño, y peso de vehículos de combustión como lo son Autos, Buses, camiones y motos, pero no posee valores determinados para bicicletas; para ello fue necesario incorporar la creación de este nuevo vehículo para la simulación de la zona de estudio.

En cuanto al flujo de bicicletas, se ingresó dicho flujo segmentado en horas de afluencia en base a conteos realizados en la Universidad industrial de Santander, en jornadas continuas, y también en base a la afluencia esperada por medio de las encuestas realizadas en las sedes de Bucaramanga, y también en encuestas de preferencia origen destino, suministrada por el grupo de investigación Geomática (2011). Se crearon sus respectivas rutas con sus respectivas paradas (Tiempo de préstamo y colocación de elementos de seguridad), recreando lo más parecido posible las demoras del trayecto de cada ruta de bicicleta.



### 5.1 *Análisis de resultados*

Para la estimación de los resultados, el software de simulación analiza diversos aspectos, como la velocidad promedio, y tiempo promedio de viaje de cada modelo con sus respectivos tipos de flujo vehicular establecido.

En los resultados obtenidos se puede evidenciar, que al implementar un eventual sistema de bicicletas públicas, en los alrededores de la Universidad Industrial de Santander, repercutirá en un aumento del tiempo de viaje que oscila 3% a 8,5%, y una disminución de la velocidad promedio por segmento que oscila entre el 1% al 5.5%

Tablas de resultados. (Ver Anexo 4)

## **6 ANÁLISIS DE COSTOS DEL SISTEMA ESTABLECIDO**

Para la estimación de un costo aproximado del sistema de bicicletas públicas de los alrededores de la Universidad Industrial de Santander, teniendo en cuenta demolición de andenes, parqueaderos de bicicletas, señalización horizontal como vertical, separadores de concreto, amoblamiento entre otros ítems expuestos en el anexo 5 con precios comerciales del año 2013, se estimó en aproximadamente \$ 1070.340.000, por lo cual se estima un costo por kilómetro de \$ 133.792.500.

Tablas de Costos. (Ver Anexo 5)

### 6.1 *Beneficios Potenciales*

Teniendo en cuenta un estudio realizado por el Victoria Transport Policy Institute [20]. La siguiente tabla muestra el factor de beneficio en distintos aspectos específicos en hora pico, por milla en Bicicleta en reemplazo por automóvil en entorno urbano en dólar americano.

Tabla 7. Resumen de los beneficios potenciales totales por milla de la bicicleta por reemplazo del automóvil por persona en entorno urbano en dólar americano.

BENEFICIOS	Factor Hora Pico	Factor Hora No pico
Ahorro de infraestructura	0,05	0,05
Disminución de la congestión	0,2	0,02
Ahorro en costos de operación Vehicular	0,25	0,2
Ahorro en costos de parqueo	2	1
Disminución de la polución	0,1	0,05
Disminución del ruido	0,03	0,02
Ahorro de energía	0,05	0,04
habilidad y beneficios sociales	0,05	0,04
<b>Total Beneficios</b>	<b>2,73</b>	<b>1,42</b>

*Fuente:* Todd Litman, Quantifying the benefits of Nonmotorized Transportation for Achieving mobility Management Objectives. Victoria Transport Policy Institute March, 2010.

Cuantificando un estimativo de los beneficios futuros del SBP, se tomó la tasa representativa del mercado del dólar estadounidense de octubre de 2013, en 1887 pesos Colombianos aproximadamente, posteriormente se determinó una distancia promedio de viaje de 1280 metros, tomado de las longitudes de las rutas diseñadas anteriormente.



Los beneficios de pasar de un automóvil a bicicleta en hora pico y no pico por día se estimaron así:

$$\frac{2,73 * 1887 * 1280m}{1609m} = \$4098 \frac{\text{Usuario}}{\text{dia}}$$

$$\frac{1,42 * 1887 * 1280m}{1609m} = \$2130 \frac{\text{Usuario}}{\text{dia}}$$

Luego se cuantifico el número de usuarios esperados en el día, los cuales fueron 1700 usuarios y se determinó el número de días hábiles de lunes a viernes descontado festivos, obteniendo 250 días hábiles.

$$\text{Viajes Anuales} = 1700 \frac{\text{viajes}}{\text{Dia}} * 250 \text{ dias}$$

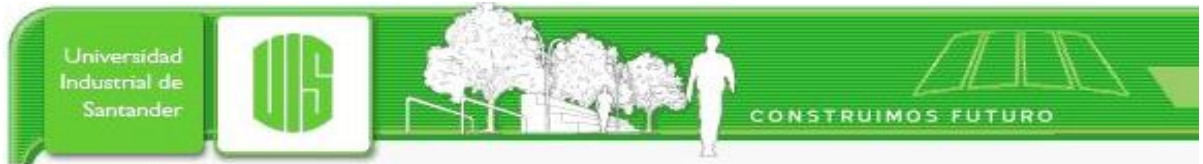
425000 viajes

Los porcentajes de flujo de bicicletas en hora pico y hora no pico fueron tomados de los conteos de bicicletas tomados en las sedes de la Universidad Industrial de Santander.

### **Beneficios Anuales**

$$\frac{425000(0,4211 * 4098 + 0,5789 * 2130)}{1000000}$$

=\$1257,458 millones



Teniendo en cuenta lo anterior la relación beneficio costo del proyecto de bicicletas públicas de la Universidad Industrial de Santander en las sedes de Bucaramanga se da en la relación de aproximadamente:

1,17:1

Cabe aclarar que solo se tienen en cuenta los costos de infraestructura planteados, más no costos de ámbito operativo del sistema.

## **7 METODOLOGÍA DEL SBP “UIS”**

Es indispensable plantear una adecuada metodología e implementación del Sistema de Bicicletas Públicas es necesario establecer que se pretende lograr y que metas se deben trazar para su efectiva consolidación dentro de la zona de estudio; Para lograrlo se llevara a cabo por medio de un análisis que se divide en las siguientes partes, definición del diseño de servicio, diseño de operación y diseño de financiación, lo cual será fundamental durante el proceso de implementación [21]. Para la implementación se hace necesario desarrollar una prueba piloto o fase inicial que permita determinar la efectividad del servicio, al igual que las fallas que este pueda tener en los diferentes campos de funcionamiento, con el fin de mejorar las falencias y brindar un servicio óptimo; por consiguiente un futuro SBP debe contar con el diseño exclusivo y adecuado de las bicicletas a usar para las rutas planteadas, excelentes estaciones, personal calificado y una plataforma informática que se adapte a la demanda de usuarios [22].



Se pretende establecer un Sistema de Bicicletas Publicas basado en tecnología de 3ra y 4ta generación, fusionando los beneficios de cada una de las dos categorías, y adaptándolas a un mismo sistema en común. El punto de partida inicia hacia quienes está dirigido el sistema a implementar, las razones pertinentes que se tendrán en cuenta para el control, cuidado, comodidad y seguridad de los usuarios, haciendo que este medio de transporte sea seguro, cómodo y rápido.

### *7.1 Modelo de Operación*

El sistema se empleara por medio de una previa inscripción por vía internet. En la página web de la Universidad Industrial de Santander, el estudiante se inscribirá de acuerdo al plan de estudios en el que se encuentra cursando y registrara unos datos personales que se tendrán en cuenta para su debido seguimiento de uso del sistema, allí encontrara el mapa de las estaciones, información de las rutas existentes, reportes de otros usuarios del sistema, información del clima, entre otros.

### *7.2 Funcionamiento*

En la estación, el usuario será recibido por un operario del sistema el cual amablemente lo saludara y le pedirá el carnet de la universidad en donde este por medio de un lector de barras le brindara la información del estudiante que previamente se inscribió al sistema de Bicicletas Públicas vía web, suministrada por una base principal conformada por operarios del sistema, a través de un software especializado para el préstamo de las bicicletas, allí se registrara el número de la bicicleta que el estudiante tomara y el tiempo disponible que este tiene para su uso y la ruta hacia donde este se dirige. Cabe resaltar que la persona que no realice la inscripción al sistema vía web no podrá hacer uso del Sistema de Bicicletas Publicas [23].



En caso de que determinada estación no se encuentre asegurada para la devolución de las bicicletas, el operario se encontrará en la facultad para averiguar entre estaciones cercanas por medio de un teléfono móvil que permitirá la comunicación tanto entre los diferentes operarios, como a la base principal, en caso de alguna emergencia este podrá comunicarse con el cuadrante de policía y de primeros auxilios más cercano.

La base principal será el lugar en donde se almacenaran las bicicletas en el momento de la finalización de la jornada, de igual manera se contará con personal calificado para el mantenimiento, adecuación, presupuesto e información del sistema de Bicicletas Públicas.

Dentro de la implementación del sistema se podrá hablar de los tiempos de préstamo, el cual será totalmente gratis y exclusivo para los estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, como una prueba piloto en donde se evaluará la efectividad del sistema, por tal motivo cada estudiante tendrá la libertad de utilizar el sistema durante un tiempo máximo de 30 minutos fuera del campus central, y 15 minutos si la toma para uso interno del campus, con el fin de incentivar la devolución rápida de la bicicleta; así como la eficiencia en el préstamo y optimización de la carga y descarga del mismo.

Si bien no se cumple con la devolución de la bicicleta en el tiempo estipulado, las sanciones por desacato serán: el no uso durante una semana del Sistema de Bicicletas Públicas; como parte de propiciar el respeto de las normas. Si el incumplimiento es reiterativo, se procede a la cancelación de la inscripción y el beneficio del uso de este sistema.

Los horarios de atención al público del Sistema de Bicicletas Públicas, se fundamentan principalmente en los horarios de clase de los estudiantes de la



Universidad Industrial de Santander, tomando como iniciativa el primer préstamo a realizar en el lapso de 6:00 am a 8:00 pm jornada continua, realizando relevos de personal encargado de las operaciones del sistema.

Una de las particularidades de un SBP, es el suministro oportuno y continuo de bicicletas en la estaciones de préstamo; para ello se utilizan vehículos adaptados al transporte de las mismas, con la finalidad de abastecer las estaciones con mayor demanda. A este proceso se le denomina sistema de carga y descarga. Para contribuir con la disminución de la contaminación emitida por el parque automotor, se han propuesto en ciudades como Providencia y en Paris camiones de carga y descarga que utilizan gas natural y otros que son propulsados por un motor eléctrico y alimentados por medio de energía solar fotovoltaica

Los principales objetivos para el funcionamiento y adecuación de los corredores diseñados, con perspectivas buenas hacia el uso del sistema, radica en varios aspectos; como lo son demarcación tanto vertical como horizontal, especificaciones de juntas, Andén, etc. Las cuales se encuentran consignadas en el manual de diseño y construcción del espacio público de Bucaramanga 2012-2015, al igual que el amoblamiento, seguridad, comodidad y ahorro de tiempo de los usuarios.

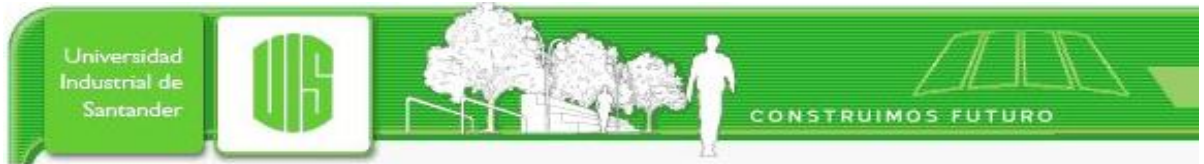
El modelo de bicicleta a seguir se rige bajo experiencias tanto nacionales como internacionales, las cuales han reducido notoriamente los robos y actos vandálicos debido a su diseño exclusivo, favoreciendo la adaptación de un dispositivo GPS de "Rastreo", que permite el monitoreo del trayecto y la ruta que esta se encuentra siguiendo, de igual manera contara con un peso superior al diseño estándar de una bicicleta convencional dificultando su hurto.



Para los horarios nocturnos este modelo tendrá bandas reflectivas y luces alimentadas con energía solar que servirán de ayuda también para proveer la seguridad de los Usuarios, al igual que un casco de seguridad que deberá usarse en todo momento que se esté en uso del Sistema de Bicicletas Públicas. Por cuestiones de seguridad toda bicicleta que no se encuentre apta para operación deberá ser retirada y llevada a la base principal el mismo día de la inspección. Este tema es necesario y de gran importancia ya que la percepción del servicio debe ser absoluta, de ello depende que los usuarios se apropien del Sistema. Por tal motivo se hace necesario realizar chequeos semanales, más enfocado en el escenario preventivo, en las estaciones o en el centro de mantenimiento “Base principal”, ya en cuestiones de desacato de las reglas de seguridad el usuario infractor será sancionado.

### *7.3 Financiamiento*

La evaluación económica del proyecto es el resultado del impacto o efectos que se generan por la ejecución del proyecto sobre la comunidad Universitaria. Para lograr un equilibrio financiero y un auto-sostenimiento del Sistema de Bicicletas Públicas se plantea obtener ingresos por parte de publicidad de carácter privado como público que será adherida al modelo de bicicleta planteado, al igual que ingresos otorgados por la Universidad y de compañías benefactoras para la implementación y concientización del sistema de bicicletas públicas como un medio alternativo de transporte.

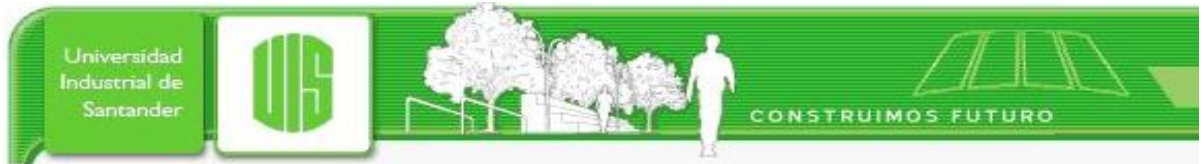


#### 7.4 *Obstáculos y Barreras*

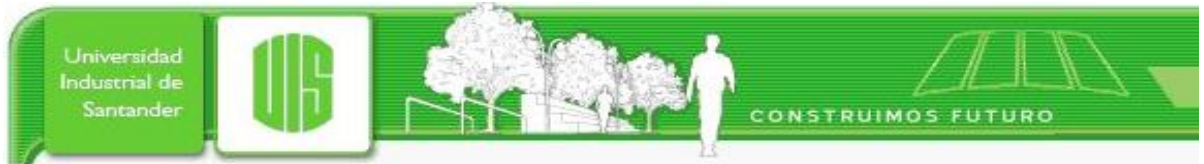
Los obstáculos posibles encontrados son: El vandalismo, los robos posibles que se generen una vez terminada toda la implementación de la seguridad, la ayuda financiera que no sea otorgada o recolectada por parte del personal calificado para la financiación del sistema y ningún tipo de amparo oficial ya que los ciclistas de nuestra ciudad viajan bajo su propia responsabilidad y riesgo, debido a que la única reglamentación existente ha sido la que controla su horario, las vías por utilizar, y la determinación de las entidades encargadas de su organización y control [24].

## 8 CONCLUSIONES

- ◆ Es notorio que las ciudades donde se ha incentivado el uso de los sistemas de bicicletas públicas, han experimentado una mejoría en su movilidad; sin embargo es necesario recalcar que aquellas ciudades no contaban con la infraestructura ni espacios necesarios para la implementación de un SBP, como es el caso de Bucaramanga; es por ello que dichas ciudades, muestran que el éxito de un sistema de bicicletas públicas no se mide en grandes costos de infraestructura sino en una adecuada implementación que se ajuste a las necesidades de cada sitio, lo que demuestra que un SBP se puede llevar a cabo en Bucaramanga de manera exitosa
- ◆ La demanda estimada en las encuestas tomadas, es una muestra del positivismo y receptividad que tiene la población universitaria en usar un eventual SBP; por consiguiente implementar un sistema de bicicletas públicas en los alrededores de las sedes del campus universitario de Bucaramanga, donde existe una alta población flotante; sería el comienzo de la llegada de la bicicleta como un nuevo concepto de alternativa de transporte en la ciudad.
- ◆ Las ganancias que arrojaría un eventual SBP a los alrededores de las sedes de Bucaramanga de la Universidad Industrial de Santander, no son tangibles en liquidez monetaria, sino en el beneficio que generan en torno a la comodidad del usuario y al mejoramiento de la movilidad de la zona de influencia.



- ◆ Los resultados de los modelos de microsimulación, aplicando la propuesta de ciclocarril para un eventual SBP en los alrededores de la Universidad Industrial de Santander, arrojaron resultados negativos en cuanto a disminución de la velocidad y aumento de tiempo promedio en los corredores, con valores cercanos al 8,5% y 5,5% respectivamente, cabe destacar que dichas afectaciones son bajas, si se tiene en cuenta que los beneficios superan a los costos en una relación de 1,17:1.



## 9 RECOMENDACIONES

- ♦ Es necesario incentivar campañas de promoción del respeto hacia los ciclistas, promoviendo el uso responsable de la bicicleta como medio de transporte alternativo para la movilidad de la ciudad. Es por eso que se requiere infraestructura contundente que proteja al ciclista mientras el entorno urbano se empieza adaptar a la ciclo infraestructura.
- ♦ La planificación de infraestructura ciclística y peatonal en los proyectos viales futuros es indispensable para crear entornos adecuados, para el máximo aprovechamiento de todas las alternativas de transporte urbano



## 10 CITAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] “Estado Del Arte Del Área Metropolitana De Bucaramanga”. Tomado de: [www.cdmb.gov.co](http://www.cdmb.gov.co).
- [2] Tomado del documento Estudios previos para la formulación del plan maestro de movilidad urbana de Bucaramanga 2010-2030.
- [3] Informe de Movilidad-Bucaramanga, Como Vamos -2009.
- [4] Policía Nacional -MEBUC “Bucaramanga Como Vamos 2010”, <http://bucaramangametropolitanacomovamos.co/comovamos/>.
- [5] Programa Bucaramanga Metropolitana Cómo Vamos. Compilación de la información: Erika Juliana Martínez. Infografía: Aurelio Valencia, Erika Juliana Martínez y Mónica E. Mantilla. Bucaramanga, 2012.
- [6] Datos estimados según la Federación Alemana de la Industria Automovilística (VDA) ,2013.
- [7] Steven Hager (1990). “Provos Holandeses”. [http://www.marijuanalibrary.org/HT\\_provos\\_0190.html/](http://www.marijuanalibrary.org/HT_provos_0190.html/).
- [8] WITTE FIETSENPLAN “WHITE BIKE PLAN” (2010). <http://www.nva.org.uk/past-projects/witte+feitsenplan+white+bike+plan-24/>.
- [9] Umebikes´s Blog”BycyKlen Copenhagen”, (2009). <http://umebike.wordpress.com/2009/02/12/community-bike-history/>.



- [10] Carlos Felipe Pardo “Experiencias y lecciones de sistemas de transporte público en bicicleta para América Latina”(2010). [http://www.itdp.org/documents/Experiencias\\_y\\_lecciones\\_de\\_transporte\\_p%C3%ABablico\\_en\\_bicicleta\\_para\\_Am%C3%A9rica\\_Latina.pdf](http://www.itdp.org/documents/Experiencias_y_lecciones_de_sistemas_de_transporte_p%C3%ABablico_en_bicicleta_para_Am%C3%A9rica_Latina.pdf).
- [11] DB BAHM “So funktioniert’s.Ausleihen.aufsteigen undlosfahren” .<http://www.callabikeinteraktiv.de/index.php?id=423&&f=500>.
- [12] Departamento de Admisiones universidad Industrial De Santander, datos población estudiantil. Segundo Semestre de 2012.
- [13] Jesús David Acero Mora “Propuesta base para la implantación de un sistema de bicicletas públicas”, 2012, [www.cleanairinstitute.org](http://www.cleanairinstitute.org).
- [14] Carolina Galeano “Guía de Cicloinfraestructura”, Fondo de Prevención Vial, 2013.
- [15] Uriel Gustavo Arias “Estudios de pre-inversión para la implementación de un eventual sistema vial para bicicletas en Bucaramanga”, (2000).UIS.
- [16] Basado en “Dimensiones básicas de aparcamiento de bicicletas, tipo. Sujetadas por una rueda. Manual para el diseño de vías ciclísticas de Cataluña.1ªedición”.Barcelona, 2008.
- [17] Estudios de Pre-Inversión para la implementación de un eventual Sistema Vial para Bicicletas en Bucaramanga.2010, UIS, Pag 13.



- [18] Informes Especiales BMCV. Bucaramanga Metropolitana Cómo Vamos. Grupo de Investigación GiTiT.19 de Abril de 2010.
  
- [19] Grupo de investigación Geomatica “Aforos Vehiculares periodo 2011-2012”.
  
- [20] Todd Litman, Quantifying the benefits of Nonmotorized Transportation for Achieving mobility Management Objectives. Victoria Transport Policy Institute March, 2010.
  
- [21] Elizabeth Margot Pstor Humpiri, Información Pontificia Universidad Católica del Perú, “Uso de Bicicletas como transporte urbano seguro. Casco surco”, Perú, 2010.
  
- [22] Bernardo Baranda Sepúlveda,” Sistema de Transporte Individual ECOBICI”, Mexico,2010.  
[http://cleanairinstitute.org/download/rosario/gp1\\_1\\_02\\_bernardo\\_baranda.pdf](http://cleanairinstitute.org/download/rosario/gp1_1_02_bernardo_baranda.pdf).
  
- [23] Experiencia nacional Encicla, Medellín, abril 2013.
  
- [24] PROJEKTA LTDA.-INTERDISEÑO LTDA.Plan maestro de ciclorutas.Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.-Instituto de Desarrollo Urbano.313 p (2013).



## BIBLIOGRAFÍA

- ♦ A Bea Miguel, Los sistemas de Bicicletas Públicas Urbanas, Barcelona, 2009.
- ♦ Ministerio de Transporte, Plan nacional de seguridad vial, Colombia, 2011-2016.
- ♦ Manual de diseño y construcción del espacio público de Bucaramanga, 2013.
- ♦ Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Bucaramanga, Santander, 2012-2027.
- ♦ Nubia Rojas A, Seguridad Vial en Colombia especial seguimiento a los resultados de la política pública, Santander, 2012.
- ♦ Carlos Felipe Pardo, Patricia Calderón, Bernardo Baranda, Cécile Medina, Jonas Hagen, Xavier Treviño, "Experiencias y lecciones de sistemas de transporte público en bicicleta para América Latina", ITDP, 2010.
- ♦ Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA-DF) y el centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos (CEMCA), "Encuesta Ecobici", México, 2012.
- ♦ J. D Acero Mora, Base para la implementación de un sistema de bicicletas públicas, "sbp", España, 2012.



- ♦ Observatorio Geomática,” Sistema de Información de la movilidad y el espacio público urbano de Bucaramanga”, <http://garza.uis.edu.co/sigbucaramanga/index.html>.
- ♦ I.D.A.E Instituto Para la diversificación y ahorro de la Energía, Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, España, 2007.
- ♦ Luis Ernesto Ballesteros Larrota, Evaluación preliminar de Ciclorutas alimentadoras al sistema integrado de transporte masivo en Bucaramanga, UIS, 2011.
- ♦ El plan de desarrollo Bucaramanga capital sostenible, Santander, 2012 – 2015.
- ♦ GiTiT Facultad de Ingeniería Civil UPB – Bucaramanga Metropolitana, «Cómo Vamos», Bucaramanga, 2013.
- ♦ Fondo de prevención vial,”Pedalee por la ciudad y sobreviva en el intento- Estadísticas de accidentalidad”, Bucaramanga, 2013. <http://www.fpv.org.co/investigacion/estadisticas>.
- ♦ Así vamos en salud,” Tasa de mortalidad por accidentes de Tránsito, Bucaramanga, 2013. <http://www.asivamosensalud.org/inidicadores/estado-de-salud/grafica.ver/58>.
- ♦ Guía De Ciclo infraestructura, ejemplos ilustrados y soluciones, Fondo de prevención vial, 2013.



- ◆ Población estudiantil, universidad industrial de Santander, Segundo semestre de 2012.
- ◆ Guía De Ciclo infraestructura, lineamientos de diseño, Fondo de prevención vial, 2013.
- ◆ Grupo de Investigación Geomática UIS; “Aforos de automóviles para el municipio de Bucaramanga.” Bucaramanga, 2013.
- ◆ Grupo de Investigación Geomática UIS;”Encuesta de preferencia de viaje, 2011.
- ◆ Grupo de Investigación Geomática UIS;” Aforos Vehiculares periodo 2011-2012.
- ◆ Cleanairinstitute.org. “Propuesta base para la implantación de un sistema de bicicletas públicas”,2010.
- ◆ Grupo de Investigación Geomática UIS; “Estudios previos para la formulación de plan maestro de movilidad urbana para el municipio de Bucaramanga.” Bucaramanga, 2010.
- ◆ Victoria Transport Policy Institute, Economic Evaluation Transportation Cost and Benefit Analysis Techniques, Estimates and Implications, 2010.



## ANEXOS

### ANEXO A: Encuesta Bicicletas Públicas.



#### ENCUESTA BICICLETAS PÚBLICAS

**Género:** F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_  
**Carrera** \_\_\_\_\_

1.Cuál es el medio de transporte más utilizado por usted para movilizarse hacia la universidad?

- a) Bus \_\_\_\_\_ c) Automóvil \_\_\_\_\_ e) Bicicleta \_\_\_\_\_  
b) Metrolínea \_\_\_\_\_ d) Moto \_\_\_\_\_ f) Otros \_\_\_\_\_  
g) A pie \_\_\_\_\_ Cuantas cuerdas?.(Promedio) \_\_\_\_\_

2. Cuánto dinero presupuesta para transportes diariamente? \_\_\_\_\_

Un sistema de préstamo de bicicletas públicas, se utiliza temporalmente como medio de transporte, las cuales se pueden recoger y devolver en un punto diferente, permitiendo que el usuario SÓLO la tenga en su posesión mientras dure su desplazamiento.

3. Si existiese un sistema de préstamo de bicicletas con ciclorutas CERCANO a la Universidad para desplazarse. (Ejemplo: Desde la Sede Central, hasta facultad Salud; Desde la Sede central, hasta las paradas de Bus o metrolínea; y viceversa) Le gustaría tomar este servicio? Justifique su respuesta.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

4. Cuanto estaría dispuesto a pagar por el alquiler de una bicicleta?(Tarifa por día)

\_\_\_\_\_

5.Cuál sería su lugar de preferencia a la hora de realizar la entrega de la bicicleta?

- a) Camilo Torres \_\_\_\_\_ d) Entrada de la Cra 25 \_\_\_\_\_  
b) Entrada principio \_\_\_\_\_ e) Entrada de la Cra 30 \_\_\_\_\_  
c) Burladero \_\_\_\_\_ f) otro \_\_\_\_\_  
g) Facultad de Salud \_\_\_\_\_



6. Cuantas cuadras estaría dispuesto a recorrer manejando la bicicleta? \_\_\_\_\_
7. Una vez finalizado el recorrido de su ruta de bus, o medio de transporte, usted como usuario. ¿Estaría dispuesto a usar el sistema de bicicletas públicas, para desplazarse a la universidad? Justifique su respuesta.

**Si** \_\_\_\_\_ **No** \_\_\_\_\_ **¿Por qué?** \_\_\_\_\_

Fuente: Propia Oscar Miguel Prada, Camilo Andrés Gómez M, 2013.

## ANEXO B. Estaciones de prestamo

Entrada Campus central UIS (Carrera 25).



Figura 2.1 Fuente: Propia

Calle 14 # 27 Esquina.



Figura 2.4. Fuente: Propia

Entrada Campus central UIS (Carrera 30).

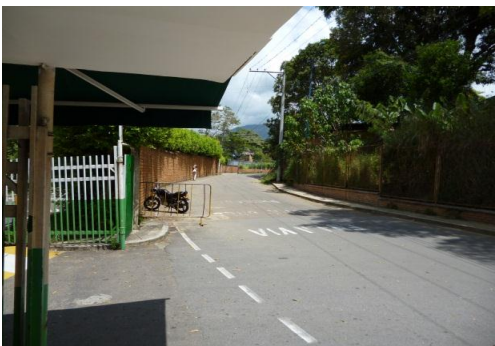


Figura 2.2. Fuente: Propia

Glorieta Estadio (Carrera 30 # 14).



Figura 2.5. Fuente: Propia

Entrada Campus central UIS (Carrera 27).



Figura 2.3. Fuente: Propia

Entrada Principal Facultad de Salud UIS.



Figura 2.6. Fuente: Propia

Entrada Bienestar Universitario sede Central UIS



Figura 2.7.Fuente: Propia

Entrada Biblioteca Sede Central UIS



Figura 2 .8.Fuente: Propia

**ANEXO C: Diseños estándar de propuestas de bicicletas públicas.**





Fuente: Análisis para la Implantación de un sistema de Bicicletas Públicas en la Comarca de Pamplona. Ángeles Echevarría ETT, SA. 20 de Febrero de 2009

**ANEXO D: Tablas Transmodeler de Estadística de viajes en horas pico.**

**Anexo D:** Tablas Transmodeler de Estadística de viajes en los horarios de 7:30- 8:30 a.m.

Corredor	Tiempo Promedio de Viaje sin SBP	Tiempo Promedio de Viaje con SBP	Velocidad Promedio de Viaje con SBP	Velocidad Promedio de Viaje sin SBP
	[S]	[S]	[m/s]	[m/s]
Av Q Seca	12,68	14,20	25,79	25,73
AV Santos	3,62	3,43	21,14	25,92
AV Santos	6,29	2,99	10,68	22,61
AV Santos	4,13	5,23	33,16	31,44
AV Santos	7,21	8,90	14,23	10,20
CL 14	3,22	3,95	21,84	21,77
CL 14	3,47	3,67	23,34	22,34
Cra 27 Entrada Uis	6,45	5,62	26,08	25,05
Cra 27 N-S	3,68	3,59	23,58	23,88
Cra 27 N-S	4,88	4,65	21,13	22,28
Cra 27 N-S	3,93	3,77	23,89	25,46
Cra 27 N-S	5,10	7,15	23,22	24,08
Cra 27 S-N	4,52	4,51	19,24	19,53
Cra 27 S-N	3,85	3,80	13,30	13,90
Cra 27 S-N	5,54	6,32	6,22	6,93
Cra 27 S-N	1,32	1,38	14,12	13,93
Cra 27 S-N	6,23	7,85	20,17	19,90
Cra 30 con Calle 14	7,37	7,41	24,35	24,11
Cra 30 con Calle 14	4,58	7,57	23,49	24,23
Cra 30 con Calle 14	5,96	5,97	24,34	24,02
Cra 30 con Calle 14	7,46	7,46	24,07	24,39
Cra 30 con Calle 14	0,81	0,83	24,84	24,85
Cra 30 con Calle 14	7,65	7,56	24,37	25,59
Cra 30 con Calle 14	7,79	7,73	24,46	23,60
Cra 30 con Calle 14	18,82	18,67	7,99	8,91
Cra 30 N-S	4,09	3,87	15,92	16,74
Cra 30 N-S	0,21	0,05	4,48	16,15
Cra 30 N-S	7,84	7,67	23,55	24,15
Cra 30 N-S	6,07	6,52	24,66	21,58
Cra 30 N-S	6,91	7,12	26,95	24,51
Cra 30 N-S	7,30	7,95	10,68	10,13
Cra 30 N-S	0,27	0,30	27,29	22,20

Cra 30 N-S	0,56	0,56	22,45	27,77
Cra 30 N-S	14,11	15,27	7,36	9,01
Cra 30 N-S	6,62	6,14	19,91	23,23
Cra 30 N-S	2,02	1,95	19,12	19,59
Cra 30 S-N	1,32	1,31	25,00	23,41
Cra 30 S-N	7,57	7,40	24,85	24,18
Cra 30 S-N	3,00	3,62	16,23	14,99
Cra 30 S-N	3,12	3,11	25,83	26,25
Cra 30 S-N	1,27	0,81	8,08	15,43
Cra 30 S-N	5,40	5,77	18,01	16,32
Cra 31N-S	6,90	6,78	25,72	23,33
Cra 31N-S	2,57	2,44	19,56	25,00
Cra 31N-S	7,80	7,04	23,33	26,41
Cra 31N-S	3,98	4,00	22,70	22,62
Cra 31S-N	7,65	7,01	22,01	24,86
Cra 31S-N	6,93	7,32	24,40	31,09
Cra 31S-N	6,25	6,68	27,70	28,91
Glorieta Estadio	0,09	0,10	28,12	23,07
Glorieta Estadio	2,00	2,12	24,77	23,99
Glorieta Estadio	3,06	2,71	22,66	22,98
Glorieta Estadio	0,04	0,04	28,60	32,20
Glorieta Estadio	0,56	0,57	19,48	18,90
Glorieta Estadio	0,49	0,76	29,99	18,74
Glorieta Estadio	0,01	0,04	32,95	20,41
Glorieta Estadio	0,51	0,67	26,66	22,02
Glorieta Estadio	0,58	0,81	20,27	19,51
Glorieta Uis	2,04	1,97	24,44	23,44
Glorieta Uis	1,10	1,62	25,82	20,49
Glorieta Uis	1,76	1,93	34,36	32,44
Glorieta Uis	0,16	0,42	23,69	2,35
Glorieta Uis	0,50	0,81	21,82	21,94
Glorieta Uis	1,23	1,40	22,18	18,70
<b>Promedio Total</b>	<b>4,38</b>	<b>4,55</b>	<b>21,73</b>	<b>21,46</b>

Fuente: Software Transmodeler.

**Anexo D:** Tablas Transmodeler de Estadística de viajes en los horarios de 11:45-12:45 p.m.

Corredor	Tiempo Promedio de Viaje Sin SBP	Tiempo Promedio de Viaje con SBP	Velocidad Promedio de Viaje sin SBP	Velocidad Promedio de Viaje con SBP
	[S]	[S]	[m/s]	[m/s]
Av Q Seca	14,06	14,37	24,92	23,32
AV Santos	3,44	3,53	22,02	24,24
AV Santos	3,02	3,03	22,97	26,89
AV Santos	5,30	5,24	26,85	27,58
AV Santos	6,89	12,63	11,94	7,45
CL 14	3,99	3,96	21,17	21,31
CL 14	3,69	3,75	21,91	21,89
Cra 27 Entrada Uis	5,98	6,43	29,83	22,71
Cra 27 N-S	18,70	18,52	5,08	5,19
Cra 27 N-S	21,55	21,84	4,98	4,75
Cra 27 N-S	18,26	17,80	5,25	5,39
Cra 27 N-S	33,48	33,22	5,35	5,41
Cra 27 S-N	4,51	5,75	19,18	15,40
Cra 27 S-N	3,86	4,49	14,52	11,66
Cra 27 S-N	6,21	6,08	6,51	6,94
Cra 27 S-N	1,35	1,61	13,34	11,86
Cra 27 S-N	7,69	8,40	20,08	18,68
Cra 30 con Calle 14	7,27	7,43	25,31	24,55
Cra 30 con Calle 14	7,49	7,66	24,45	24,24
Cra 30 con Calle 14	6,09	6,03	23,61	24,25
Cra 30 con Calle 14	7,36	7,51	25,20	24,37
Cra 30 con Calle 14	0,81	0,82	23,65	23,70
Cra 30 con Calle 14	7,51	7,70	24,61	23,84
Cra 30 con Calle 14	7,64	7,85	24,95	23,77
Cra 30 con Calle 14	18,31	18,95	7,45	8,25
Cra 30 N-S	3,82	3,70	17,71	17,79
Cra 30 N-S	0,04	0,02	13,55	17,55
Cra 30 N-S	7,70	7,88	23,79	23,48
Cra 30 N-S	7,74	9,42	19,57	16,17
Cra 30 N-S	7,34	7,53	26,27	25,58
Cra 30 N-S	9,54	9,46	9,49	8,86
Cra 30 N-S	0,30	0,30	24,52	22,90

Cra 30 N-S	0,56	0,57	24,84	23,09
Cra 30 N-S	30,31	29,78	5,43	5,59
Cra 30 N-S	9,69	10,43	13,73	12,51
Cra 30 N-S	2,08	2,12	19,45	18,61
Cra 30 S-N	1,33	1,36	24,19	24,54
Cra 30 S-N	7,42	7,61	24,92	23,78
Cra 30 S-N	3,33	3,58	32,22	22,56
Cra 30 S-N	3,13	3,17	24,55	24,58
Cra 30 S-N	0,77	0,68	16,50	18,76
Cra 30 S-N	5,69	6,71	16,43	14,67
Cra 31N-S	7,02	6,97	25,88	22,71
Cra 31N-S	2,50	2,36	24,33	24,47
Cra 31N-S	7,22	7,56	25,62	24,04
Cra 31N-S	4,04	4,09	21,01	23,79
Cra 31S-N	7,13	7,40	25,30	25,34
Cra 31S-N	7,25	7,33	24,43	21,99
Cra 31S-N	6,86	6,96	31,89	27,18
Glorieta Estadio	0,10	0,09	25,19	26,79
Glorieta Estadio	2,12	2,15	24,71	23,66
Glorieta Estadio	2,69	2,79	23,48	22,13
Glorieta Estadio	0,05	0,06	32,79	21,15
Glorieta Estadio	0,57	0,59	18,52	19,13
Glorieta Estadio	0,59	0,67	25,13	21,91
Glorieta Estadio	0,02	0,03	27,06	21,24
Glorieta Estadio	0,57	0,60	24,68	24,16
Glorieta Estadio	0,82	0,78	19,65	20,41
Glorieta Uis	14,12	13,63	5,13	4,97
Glorieta Uis	4,94	4,95	4,22	4,60
Glorieta Uis	13,76	13,58	4,69	4,68
Glorieta Uis	0,82	0,83	5,21	6,89
Glorieta Uis	0,82	0,95	22,14	19,06
Glorieta Uis	1,08	1,22	22,02	20,44
<b>Promedio Total</b>	<b>6,41</b>	<b>6,63</b>	<b>19,61</b>	<b>18,58</b>

Fuente: Software Transmodeler.

**ANEXO D:** Tablas Transmodeler de Estadística de viajes en los horarios de 5:30-6:30 p.m.

CORREDOR	Tiempo Promedio De Viaje Sin SBP	Tiempo Promedio De Viaje Con SBP	Velocidad Promedio de Viaje sin SBP	Velocidad Promedio de Viaje con SBP
	[S]	[S]	[m/s]	[m/s]
Av Q Seca	14,00	14,24	25,50	25,38
AV Santos	3,52	3,45	21,20	25,60
AV Santos	3,12	3,02	24,54	24,11
AV Santos	6,04	5,33	23,02	25,95
AV Santos	6,12	7,53	21,40	14,33
CL 14	4,14	4,00	20,42	21,14
CL 14	3,73	3,73	21,53	21,62
Cra 27 Entrada Uis	6,18	5,44	25,38	29,41
Cra 27 N-S	4,38	3,86	23,81	22,69
Cra 27 N-S	4,62	10,29	22,05	9,77
Cra 27 N-S	3,77	5,79	26,22	15,51
Cra 27 N-S	7,19	8,27	24,34	20,31
Cra 27 S-N	4,78	4,54	18,21	19,21
Cra 27 S-N	3,99	3,71	13,07	14,25
Cra 27 S-N	6,02	6,44	7,29	6,75
Cra 27 S-N	1,36	1,32	13,16	14,66
Cra 27 S-N	7,84	7,79	20,23	20,03
Cra 30 con Calle 14	7,46	7,25	24,82	25,10
Cra 30 con Calle 14	7,69	7,47	24,25	24,54
Cra 30 con Calle 14	6,05	5,87	23,78	25,39
Cra 30 con Calle 14	7,56	7,37	24,07	24,39
Cra 30 con Calle 14	0,82	0,81	24,74	24,09
Cra 30 con Calle 14	7,72	7,49	23,81	23,51
Cra 30 con Calle 14	7,87	7,64	23,47	24,07
Cra 30 con Calle 14	18,97	18,65	7,98	8,11
Cra 30 N-S	3,77	3,74	17,33	17,75
Cra 30 N-S	0,07	0,03	13,00	19,86
Cra 30 N-S	7,88	7,61	23,55	23,99

Cra 30 N-S	8,13	8,93	20,65	17,34
Cra 30 N-S	7,43	7,56	24,64	25,94
Cra 30 N-S	9,30	9,72	9,32	8,57
Cra 30 N-S	0,30	0,30	21,78	23,20
Cra 30 N-S	0,56	0,58	24,71	24,04
Cra 30 N-S	16,16	24,72	8,90	6,48
Cra 30 N-S	6,50	12,26	22,17	11,08
Cra 30 N-S	2,01	2,11	19,44	18,88
Cra 30 S-N	1,34	1,36	22,77	22,32
Cra 30 S-N	7,61	7,36	23,65	25,04
Cra 30 S-N	3,32	3,20	29,76	22,30
Cra 30 S-N	3,18	3,13	25,70	25,16
Cra 30 S-N	0,79	0,72	16,07	17,73
Cra 30 S-N	5,68	5,65	16,69	17,16
Glorieta Estadio	0,09	0,09	26,39	25,21
Glorieta Estadio	2,11	2,13	24,13	24,80
Glorieta Estadio	2,79	2,66	22,27	24,07
Glorieta Estadio	0,05	0,04	29,69	27,81
Glorieta Estadio	0,58	0,57	19,18	19,44
Glorieta Estadio	0,59	0,59	26,85	26,83
Glorieta Estadio	0,02	0,02	24,73	25,83
Glorieta Estadio	0,55	0,57	25,65	23,87
Glorieta Estadio	0,78	0,79	21,65	20,97
Glorieta Uis	2,05	2,39	22,30	20,54
Glorieta Uis	1,19	1,08	26,09	27,67
Glorieta Uis	1,86	2,14	33,19	27,21
Glorieta Uis	0,20	0,15	20,98	25,90
Glorieta Uis	0,89	0,81	20,42	21,86
Glorieta Uis	1,02	1,07	22,10	21,70
<b>Promedio Total</b>	<b>4,45</b>	<b>4,83</b>	<b>21,65</b>	<b>21,06</b>

Fuente: Software Transmodeler.

## ANEXO E: Costos Directos de Infraestructura

TÍTULO
<b>GENERALES</b>
<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b>
1.01 SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIONES: SEÑALES PREVENTIVAS (SP), REGLAMENTARIAS (SR) E INFORMATIVAS (SI); BARRICADAS; CONOS DE GUÍA; CANECAS; DELINEADORES LUMINOSOS; VALLAS DE IDENTIFICACIÓN; BARRERAS DE CINTAS PLÁSTICAS REFLECTIVAS; MALETINES; PASACALLES.
1.02. PROGRAMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL (VALLA INFORMATIVA).
<b>CAPÍTULO 2: EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES</b>
2.01 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO
2.02 DEMOLICIÓN DE SARDINELES
2.03. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO.; DEMOLICIONES ESPECIALES; CARGUE, TRANSPORTE Y DESCAGUE DE MATERIALES SOBREPANTES DE LA DEMOLICIÓN.
2.04 DEMOLICIÓN DE ANDENES
<b>CAPÍTULO 3: SARDINELES, ANDENES, PISOS, MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2, BASE GRANULAR B-200 (ANDEN)</b>
3.01 CONSTRUCCIÓN DE SARDINELES; REALCE DE SARDINELES
3.02. CONSTRUCCIÓN DE ANDENES, PISOS, ENCHAPES, GUARDAESCOBAS Y RAMPAS EN ANDENES PARA DISCAPACITADOS.
3.03. CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE BASE GRANULAR B-200 (ANDENES)
3.04. CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2.
<b>CAPÍTULO 4: SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN VIAL</b>
4.01. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SEÑALES VERTICALES: PREVENTIVAS; REGLAMENTARIAS; INFORMATIVAS
4.02. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL: DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS; LÍNEAS; FLECHAS; TACHAS SIMPLES; TACHAS REFLECTIVAS.
<b>CAPÍTULO 5: AMOBLAMIENTO URBANO (ESTACIONAMIENTOS Y BICICLETAS)</b>
5.01. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, BICICLETARIOS, ESTACIONAMIENTOS DE CORTA DURACIÓN. BARANDAS, MUROS; CUBIERTAS; BANCAS; CANECAS; CABINA.
5.02. BANCA MODULAR EN CONCRETO M40 CON ESPALDAR
5.03. PARADERO EN ACERO INOXIDABLE M10 (INSTALADO)
5.04. TACHON DIVISORIO RN CONCRETO 0.4X0.15X0.08 m
5.05. PROPUESTA DE BICICLETA A IMPLEMENTAR

Fuente: Plan Maestro de Ciclorutas Bogotá (2012)  
 Grupo de Investigación Geomática UIS (2013)  
 GeoPortal Web de Movilidad y Espacio Público Urbano,  
 Bucaramanga, www.garza.uis.edu.co

**PRESUPUESTO OFICIAL**

*Construcción de los corredores para las Ciclorutas del Sistema de Bicicletas Publicas "BiciUIS" ubicado entre los alrededores del Campus Central y la Facultad de Salud de la ciudad de Bucaramanga del municipio de Santander.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>				
1,01	SEÑALIZACION Y PROTECCIONES	GL	5	\$ 418.112,82	\$ 2.090.564,10
1,02	VALLA INFORMATIVA	und	1	\$ 198.841,44	\$ 198.841,44
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2.289.405,54</b>
2	<b>EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES</b>				
2,01	DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO	m <sup>2</sup>	1605,738	\$ 17.247,00	\$ 27.694.163,29
2,02	DEMOLICIÓN DE SARDINELES	ML	867,16	\$ 2.624,00	\$ 2.275.427,84
2,03	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO	m <sup>3</sup>	0,32	\$ 39.988,00	\$ 12.796,16
2,04	DEMOLICIÓN DE ANDENES	m <sup>2</sup>	1381,848	\$ 13.568,00	\$ 18.748.913,66
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 48.731.300,95</b>
3	<b>SARDINELES,ANDENES,PISOS</b>				
3,01	CONSTRUCCIÓN DE SARDINELES;REALCE DE SARDINELES	ML	223,89	\$ 8.650,00	\$ 1.936.648,50
3,02	CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS EN (ANDENES)	m <sup>2</sup>	22,16	\$ 61.069,00	\$ 1.353.289,04
3,03	CONSTRUCCIÓN DE PISOS, ENCHAPES Y GUARDAESCOBAS	m <sup>2</sup>	1380,8	\$ 66.618,00	\$ 91.986.134,40
3,04	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE BASE GRANULAR B-200(ANDENES)	m <sup>3</sup>	324,782	\$ 58.383,00	\$ 18.961.747,51
3,05	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2.	m <sup>3</sup>	222,194	\$ 545.495,00	\$ 121.205.716,03
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 235.443.535,48</b>
4	<b>SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN VIAL</b>				
4,01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL REGLAMENTARIA D=75 CM	Und	12	\$ 343.042,00	\$ 4.116.504,00
4,02	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL LONGITUDINAL	ML	7965,28	\$ 1.712,00	\$ 13.636.559,36
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 17.753.063,36</b>
5	<b>AMOBAMIEN TO URBANO(ESTACIONAMIENTOS)</b>				
5,01	CICLO-PARQUEADERO M100 PARA BICICLETAS	Und	8	\$ 342.200,00	\$ 2.737.600,00
5,02	BANCA MODULAR EN CONCRETO M40 CON ESPALDAR	Und	8	\$ 67.280,00	\$ 538.240,00
5,03	PARADERO EN ACERO INOXIDABLE M10 (INSTALADO)	Und	8	\$ 11.020.000,00	\$ 88.160.000,00
5,04	TACHON EN CONCRETO 0.4x0.15x0.08m	Und	14491	\$ 34.800,00	\$ 504.286.800,00
5,05	PROPUESTA DE BICICLETA A IMPLEMENTAR	Und	213	\$ 800.000,00	\$ 170.400.000,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 766.122.640,00</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 1.070.339.945,33</b>
<b>COSTO POR KILOMETRO</b>					<b>\$ 133.792.493,17</b>

ANEXO E: ACTIVIDADES PRELIMINARES

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No: 1.01</b>	<b>SEÑALIZACION Y PROTECCIONES</b>			<b>Unidad: GL</b>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Conos plásticos rígidos de 70 cm	und	4	\$ 49,812.72	\$ 199,250.88
Colombinas plásticas de 1.5 m	und	2	\$ 61,866.28	\$ 123,732.56
Aviso ruta de evacuación	und	2	\$ 8,004.00	\$ 16,008.00
Aviso de obreros trabajando	und	2	\$ 8,004.00	\$ 16,008.00
Cinta precaución (Peligro)x500m	rollo	1	\$ 43,236.68	\$ 43,236.68
Aviso de transite por la acera de en frente	und	1	\$ 8,004.00	\$ 8,004.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 406,240.12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Mano de obra AA	hc	0.3	\$ 12,493.00	\$ 3,747.90
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>3747.9</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
herramienta menor	%	0.1	\$ 20,312.01	\$ 2,031.20
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 2,031.20</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 412,019.22</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 1.02	<b>VALLA INFORMATIVA</b>			<b>Unidad:</b> und
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Valla informativa	und	1	\$ 130,000.00	\$ 130,000.00
puntillas 1/2"	und	6	\$ 1,054.44	\$ 6,326.64
Listones de madera 10 cm x 10 cm x 3 m	und	2	\$ 28613.72	\$ 57,227.44
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 193,554.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Ayudante alballinería	hr	0.33	\$ 4,291.75	\$ 1,416.28
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 1,416.28</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Herramienta menor	%	0.05	\$ 9,677.70	\$ 483.89
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 483.89</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 195,454.24</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 3.02	<b>CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS EN (ANDENES)</b>			<b>Unidad:</b> m <sup>2</sup>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Antisol blanco (presentación 20 kg)	kg	1.0000	\$ 3,992.43	\$ 3,992.00
Concreto clase D (3000 Psi)	m <sup>3</sup>	0.1000	\$ 359,600.00	\$ 35,960.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 39,952.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 1 Ayudante	hc	1.2500	\$ 16,088.40	\$ 20,111.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 20,111.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Herramienta menor	%	5.0000	\$ 20,111.00	\$ 1,006.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 1,006.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte			\$	\$ 0
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 61,069.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 3.03	<b>CONSTRUCCIÓN DE PISOS, ENCHAPES Y GUARDAESCOBAS</b>			<b>Unidad:</b> m <sup>2</sup>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Brecha en arena 2.5 mm para juntas en losas prefabricadas	m <sup>2</sup>	1.2000	\$ 5,230.00	\$ 6,276.00
Loseta prefabricada lisa A-50(0.4x0.4x0.06 m)	m <sup>2</sup>	1.0500	\$ 42,989.00	\$ 45,138.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 51,414.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 1 Ayudante	hc	0.9000	\$ 16,088.40	\$ 14,480.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 14,480.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Herramienta menor	%	5.0000	\$ 14,480.00	\$ 724.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 724.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 66,618.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No: 3.04</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE BASE GRANULAR B-200 (ANDENES)</b>			<b>Unidad: m<sup>3</sup></b>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Recebo B-200 (anden)	m <sup>3</sup>	1.3000	\$ 32,000.00	\$ 41,600.00
Vibrocompactador tipo-rana	hr	0.3300	\$ 9,000.00	\$ 2,970.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 44,570.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 1 Ayudante	hc	1.0000	\$ 13,813.20	\$ 13,813.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>13,813.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
herramienta menor				\$ 0.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte				\$ 0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 58,383.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 3.05	<b>CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS DE MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2.</b>			<b>Unidad:</b> m <sup>3</sup>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Asfalto liquido RC 250	gl	2.0500	\$ 3,723.47	\$ 7,633.00
Mezcla densa en caliente MDC-2 (aSF 80-100 INV-02)	m <sup>3</sup>	1.2000	\$ 351,157.00	\$ 421,388.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 429,021.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
2 Oficial + 3 Ayudante	hc	0.2000	\$ 32,940.00	\$ 6,588.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 6,588.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Compactador neumático	hr	0.2000	\$ 75,000.00	\$ 15,000.00
Compactador vibratorio tipo DD-20	hr	0.2000	\$ 53,000.00	\$ 10,600.00
Herramienta Menor_VS	%	7.0000	\$ 6,588.00	\$ 461.00
Terminadora de asfalto (Finisher)	d	0.3500	\$ 93,500.00	\$ 32,725.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 58,786.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte de MDC-2	m <sup>3</sup> -km	73.0000	\$ 700.00	\$ 51,100.00
<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>\$ 51,100.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 545,495.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 2.03.1	<b>DEMOLICIÓN DE ANDEN EN CONCRETO (INCLUYE DISPOSICIÓN FINAL)</b>			<b>Unidad:</b> m <sup>2</sup>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Materiales				\$ 0.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 4 Ayudantes	hc	0.0714	\$ 34,650.00	\$ 2,474.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 2,474.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Compresor 250 pies 3 con martillo	hr	0.0500	\$ 57,000.00	\$ 2,850.00
Herramienta menor	%	22.0000	\$ 2,474.00	\$ 544.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 3,394.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte de material demolido	m <sup>3</sup> -km	7.0000	\$ 1,100.00	\$ 7,700.00
<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>\$ 7,700.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 13,568.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No: 2.03.2</b>	<b>DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO (INCLUYE DISPOSICIÓN FINAL)</b>			<b>Unidad: m<sup>2</sup></b>
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Materiales				\$ 0.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 4 Ayudantes	hc	0.1191	\$ 34,650.00	\$ 4,127.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 4,127.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Compresor 250 pies 3 con martillo	hr	0.0667	\$ 57,000.00	\$ 3,802.00
Herramienta menor	%	15.0000	\$ 4,127.00	\$ 619.00
Retroexcavadora 428 doble transmisión	hr	0.0111	\$ 90,000.00	\$ 999.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 5,420.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte de material demolido	m <sup>3</sup> -km	7.0000	\$ 1,100.00	\$ 7,700.00
<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>\$ 7,700.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 17,247.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 4.02	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL LONGITUDINAL</b>			<b>Unidad:</b> ML
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Disolvente	gl	0.0006	\$ 13,931.00	\$ 8.00
Microesferas reflectivas	kg	0.0500	\$ 4,547.00	\$ 227.00
Pintura acrílica base agua para demarcación	gln	0.0160	\$ 58,000.00	\$ 928.00
Señal Preventiva	%	0.7500	\$ 512.00	\$ 4.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 1,547.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 2 Ayudante	hc	0.0011	\$ 22,275.00	\$ 25.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 25.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Camioneta D - 300	hr	0.0011	\$ 32,000.00	\$ 35.00
Herramienta menor	%	1.0000	\$ 25.00	\$ 0.00
Vehículo delineador	hr	0.0011	\$ 95,000.00	\$ 105.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 140.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte	m <sup>3</sup> -km			\$ 0.00
<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 1,712.00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>Ítem No:</b> 4.01	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL REGLAMENTARIA D=75 [CM]</b>			<b>Unidad:</b> und
<b>MATERIALES</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Concreto clase F (14Mpa)	m <sup>3</sup>	0.0250	\$ 334,080.00	\$ 8,352.00
Pintura acrílica pura para trafico_VS	gl	0.1000	\$ 67,000.00	\$ 6,700.00
Poste en ángulo 2*2*1/4 de 3.5 m	und	1.0000	\$ 73,895.00	\$ 73,895.00
Tablero circular en lámina galvanizada D= 75 cm	und	1.0000	\$ 182,000.00	\$ 182,000.00
<b>SUBTOTAL MATERIALES</b>				<b>\$ 270,947.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1 Oficial + 2 Ayudante	hc	1.8000	\$ 22,275.00	\$ 40,095.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>\$ 40,095.00</b>
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Camioneta D - 300	hr	1.0000	\$ 32,000.00	\$ 32,000.00
<b>SUBTOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>				<b>\$ 32,000.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
Transporte	m <sup>3</sup> -km			\$ 0.00
<b>SUBTOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>\$ 0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 343,042.00</b>