



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA
INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE
GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**AUTORES: BERMUDEZ REZABALA ANDY
CEDEÑO SORIANO JONATHAN**

**TUTOR: ING ALBERTO CASTRO LIMONES, M. Sc
GUAYAQUIL – ECUADOR**

2016



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”

REVISORES:

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil

FACULTAD: Ciencias Matemáticas y Físicas

CARRERA: Ingeniería en Sistemas Computacionales

FECHA DE PUBLICACIÓN: Diciembre del 2016

N° DE PÁGS.: 135

ÁREA TEMÁTICA: Investigativa.

PALABRAS CLAVES: Investigación, Análisis sistema transporte Masivo Metrovía.

RESUMEN: La propuesta del presente proyecto es realizar el Análisis y simulación de colas de espera del abastecimiento del sistema de transporte Metrovía.

N° DE REGISTRO:

N°
N°

DE

CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL:

ADJUNTO PDF

SÍ

NO

CONTACTO CON AUTOR: Bermúdez Rezabala
Andy William

TELÉFONO:
0997047176

E-MAIL:
andy.bermudezr@ug.edu.ec

CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN:

NOMBRE: Ing. ALBERTO CASTRO LIMONES,
M. Sc

TELÉFONO: 0997568804



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”

REVISORES:

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil

FACULTAD: Ciencias Matemáticas y Físicas

CARRERA: Ingeniería en Sistemas Computacionales

FECHA DE PUBLICACIÓN: Diciembre del 2016

N° DE PÁGS.: 135

ÁREA TEMÁTICA: Investigativa.

PALABRAS CLAVES: Investigación, Análisis sistema transporte Masivo Metrovía.

RESUMEN: La propuesta del presente proyecto es realizar el Análisis y simulación de colas de espera del abastecimiento del sistema de transporte Metrovía.

N° DE REGISTRO:

N° DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL:

ADJUNTO PDF

SÍ

ADJUNTO PDF

CONTACTO CON AUTOR: Cedeño Soriano
Jonathan Francisco.

TELÉFONO:
0986271542

CONTACTO CON AUTOR:
jonathan.cedenos@ug.edu.ec

CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN:

NOMBRE: Ing. ALBERTO CASTRO LIMONES,
M. Sc

TELÉFONO: 0997568804

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, **“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”** Elaborado por el **SR. BERMUDEZ REZABALA ANDY**, Alumno no titulado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. ALBERTO CASTRO LIMONES, M. Sc

TUTOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, **“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”** Elaborado por el **SR. CEDEÑO SORIANO JONATHAN**, Alumno no titulado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. ALBERTO CASTRO LIMONES, M. Sc

TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, porque me permitió culminar mis estudios.

A continuación, a mis padres que día a día me dan el apoyo moral y ético para que siga adelante, que me enseñan el sentido de la responsabilidad y lo importante que es tener un título universitario para sobresalir en la vida.

Y después de ellos mis amigos y compañeros en conjunto con mi sobrina Romina por el incentivo, el apoyo y la ayuda que me brindaron.

BERMUDEZ REZABALA ANDY

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios quien iluminó mi camino y siempre me dio fuerzas para continuar.

A mi padres, los forjadores de mi vida y guías ejemplares permanentes.

Por consiguiente mi esposa e hijo Bruno que con todo el afán, cariño, apoyo y comprensión han hecho posible que se cumplieran mis metas.

CEDEÑO SORIANO JONATHAN

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres que siempre han estado presentes en todos mis proyectos, por consiguiente mis compañeros de trabajo de la empresa Righttek, al Ing. Bernardo Iñiguez por la gran guía brindada en la orientación del tema, un grato agradecimiento para mis mejores amigos Jimmy, Joseph, y Kenya por el ánimo brindado en todo momento.

BERMUDEZ REZABALA ANDY

AGRADECIMIENTO

Le agradece a Dios por sus bendiciones, a mis padres, abuelos por su apoyo, a mi esposa por su amor, paciencia en las malas noches cuidando a nuestra pequeña bendición Bruno, a mis amigos de la universidad, por consiguiente a los compañeros de Righttek por su aprecio, al Ing. Bernardo Iñiguez por su orientación del tema de Titulación.

CEDENO SORIANO JONATHAN

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo, M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y
FÍSICAS

Ing. Roberto Crespo, Mgs.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERIA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

Ing. Paul Álvarez, M.Sc.

PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Maykel Leiva, M.Sc.

PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Alberto Castro Limones, M. Sc

PROFESOR TUTOR DEL PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.

SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

BERMUDEZ REZABALA ANDY

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

CEDEÑO SORIANO JONATHAN



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA
INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE
GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el título de
Ingeniero en Sistemas Computacionales

Autor: Bermúdez Rezabala Andy

C.I.:0926977034

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, M. Sc

Guayaquil, diciembre del 2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA
INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE
GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el título de
Ingeniero en Sistemas Computacionales

Autor: Cedeño Soriano Jonathan

C.I.: 0930153606

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, M. Sc

Guayaquil, diciembre del 2016

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por el estudiante Bermúdez Rezabala Andy, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales cuyo problema es:

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO
DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA
METROVÍA TRONCAL T1”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Bermúdez Rezabala Andy

0926977034

Apellidos y Nombres completos

Cédula de ciudadanía N°

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, M. Sc

Guayaquil, diciembre del 2016

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por el estudiante Cedeño Soriano Jonathan, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales cuyo problema es:

“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO
DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA
METROVÍA TRONCAL T1”

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Cedeño Soriano Jonathan

0930153606

Apellidos y Nombres completos

Cédula de ciudadanía N°

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, M. Sc

Guayaquil, diciembre del 2016



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autorización para Publicación de Tesis en Formato Digital

1. Identificación de la Tesis

Nombre del Alumno: Bermúdez Rezabala Andy	
Dirección: Km 8 ½ Vía Daule, Sector Juan Montalvo, Coop. 8 de Mayo Mz 504 Villa 21	
Teléfono: 0997047176	E-mail: andy.bermudezr@ug.edu.ec

Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas
Carrera: Ingeniería en Sistemas Computacionales
Título al que opta: Ingeniero en Sistemas Computacionales
Profesora guía: Ing. Alberto Castro Limones

Título de la Tesis: "SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL- SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1"
--

Temas Tesis: Simulación mediante colas de espera Consorcio Metrovía.

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica de la Tesis

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de esta tesis.

Publicación electrónica:

Inmediata	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1 año	<input type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	------------------	--------------------------

Firma Alumno: Bermúdez Rezabala Andy.

3. Forma de Envío:

El texto de la Tesis debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y .Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM	<input checked="" type="checkbox"/>	CDROM	<input type="checkbox"/>
--------	-------------------------------------	-------	--------------------------



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES

Autorización para Publicación de Tesis en Formato Digital

1. Identificación de la Tesis

Nombre del Alumno: Cedeño Soriano Jonathan	
Dirección: : Km 18 ½ Vía Daule, Parroquia Pascuales calle 6ta avenida segunda	
Teléfono: 0986271542	E-mail: jontahan.cedenos@ug.edu.ec

Facultad: Ciencias Matemáticas y Físicas
Carrera: Ingeniería en Sistemas Computacionales
Título al que opta: Ingeniero en Sistemas Computacionales
Profesora guía: Ing. Alberto Castro Limones

Título de la Tesis: “SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL- SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”
--

Temas Tesis: Simulación mediante colas de espera Consorcio Metrovía.

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica de la Tesis

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de esta tesis.

Publicación electrónica:

Inmediata	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1 año	<input type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	------------------	--------------------------

Firma Alumno: Cedeño Soriano Jonathan

3. Forma de Envío:

El texto de la Tesis debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y .Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM	<input checked="" type="checkbox"/>	CDROM	<input type="checkbox"/>
--------	-------------------------------------	-------	--------------------------

TABLA DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	V
ABREVIATURAS.....	12
ÍNDICE DE CUADROS.....	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	15
RESUMEN.....	17
ABSTRACT.....	18
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO I.....	20
EL PROBLEMA.....	20
Ubicación del Problema en un Contexto.....	20
Situación Conflicto Nudos Críticos.....	20
Causas y Consecuencias del Problema.....	22
Delimitaciones del Problema.....	22
Formulación del Problema.....	23
Evaluación del Problema.....	23
Alcance del Problema.....	24
Objetivos de la Investigación.....	24
Objetivo General.....	24
Objetivos específicos.....	24
Justificación e Importación de la Investigación.....	25
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1 Antecedentes del Estudio.....	26
2.2 Fundamentación teórica.....	28

2.3	Fundamentación Social	50
2.4	Fundamentación Legal	51
2.5	Hipótesis.....	55
2.6	Variables de la Investigación	56
2.7	Definiciones Conceptuales	56
CAPÍTULO III.....		58
3.1	Diseño de la Investigación.....	58
	Modalidad de la Investigación.....	58
	Tipos de Investigación	58
3.2	Población y Muestra	59
	Población.....	59
	Muestra	59
	Tamaño de la Muestra	60
3.3	Instrumentos de Recolección de Datos	61
	La Técnica.....	61
	Instrumentos De La Investigación.....	61
	Recolección de la Información	61
3.4	Procesamiento y Análisis	62
3.4.1	Experimentación de datos con respecto a la simulación de colas de espera.....	108
PROPUESTA TECNOLÓGICA.....		115
4.1	Análisis de factibilidad	115
4.2	Factibilidad Operacional.....	116
4.3	Factibilidad Técnica.....	117
4.4	Factibilidad Legal	117
4.5	Factibilidad Económica.....	117
4.7	Entregables del Proyecto	118
		10

4.8 Criterios de validación de la propuesta.....	118
4.9 Criterios de aceptación del Producto o Servicio.....	118
5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	120
BIBLIOGRAFÍA.....	122
Encuesta	126

ABREVIATURAS

UG: Universidad de Guayaquil

Ing: Ingeniero

MSc: Master

T1: Troncal 1 Metrovía

MIMG: Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

CTG: Comisión de tránsito del Guayas

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 Causas Y consecuencias	22
CUADRO 2 Población de tesis	59
CUADRO 3 Encuesta para estudio del comportamiento de colas de espera de consorcio metrovíá– PREGUNTA 1	63
CUADRO 4 Encuesta para estudio del comportamiento de colas de espera de consorcio metrovíá– PREGUNTA 2	64
CUADRO 5 Encuesta para estudio del comportamiento de colas de espera de consorcio metrovíá– PREGUNTA 3	65
CUADRO 6 Encuesta para estudio del comportamiento de colas de espera de consorcio metrovíá– PREGUNTA 4	66
CUADRO 7 Encuesta para estudio del comportamiento de colas de espera de consorcio metrovíá– PREGUNTA 5	67
CUADRO 8 Estaciones de servicio de la troncal 1.....	70
CUADRO 9 Datos para selección de Día con mayor recurrencia dentro de una semana.	74
CUADRO 10 Horas en las que se realizó el levantamiento de información	75
CUADRO 11 Captura de dato parada Base Naval Norte	78
CUADRO 12 Tabulación de datos por minuto parada Base Naval	79
CUADRO 13 Captura de dato parada Atarazana	80
CUADRO 14 Tabulación de datos por minuto parada Atarazana	81
CUADRO 15 Captura de dato parada Boca 9.....	82
CUADRO 16 Tabulación de datos por minuto parada Boca 9.....	83
CUADRO 17 Parada Boca 9 Troncal 1.....	84
CUADRO 18 Captura de dato parada Catedral.....	84
CUADRO 19 Tabulación de datos por minuto parada Catedral	85
CUADRO 20 Captura de dato parada IEES.....	86
CUADRO 21 Tabulación de datos por minuto parada IEES troncal 1	88
CUADRO 22 Captura de dato parada Caraguay	88
CUADRO 23 Tabulación de datos por minuto parada Caraguay.....	90
CUADRO 24 Captura de dato parada Guasmo Central	91
CUADRO 25 Tabulación de datos por minuto parada Guasmo Central	92
CUADRO 26 Captura de dato parada Guasmo Sur	93
CUADRO 27 Tabulación de datos por minuto parada Guasmo Sur	95
CUADRO 28 Captura de dato ESTACIÓN Rio Daule	96

CUADRO 29 Tabulación de datos por minuto parada RIO DAULE	98
CUADRO 30 Captura de dato parada de ESTACIÓN GUASMO.....	99
CUADRO 31 Tabulación de datos por minuto ESTACIÓN GUASMO.....	101
CUADRO 32 Tabulación de datos por minuto ESTACIÓN ATARAZANA.....	108
CUADRO 33 Tabulación de datos por congestionamiento de 5 minutos.....	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>GRÁFICO 1 Población de la ciudad de guayaquil</i>	<i>26</i>
<i>GRÁFICO 2 Red vial de transporte público de Guayaquil</i>	<i>40</i>
<i>GRÁFICO 3 Troncal Guasmo – Terminal Río Daule.....</i>	<i>43</i>
<i>GRÁFICO 4 Características de la herramienta Anylogic</i>	<i>44</i>
<i>GRÁFICO 5 Interfaz de Inicio Anylogic</i>	<i>47</i>
<i>GRÁFICO 6 Modelos que ofrece de muestra</i>	<i>47</i>
<i>GRÁFICO 7 Grafica de Negocio</i>	<i>48</i>
<i>GRÁFICO 8 Modelo de simulación 3D</i>	<i>48</i>
<i>GRÁFICO 9 Estadística de la encuesta - PREGUNTA 1</i>	<i>63</i>
<i>GRÁFICO 10 Estadística de la encuesta - PREGUNTA 2</i>	<i>64</i>
<i>GRÁFICO 11 Estadística de la encuesta - PREGUNTA 3</i>	<i>65</i>
<i>GRÁFICO 12 Estadística de la encuesta - PREGUNTA 4</i>	<i>66</i>
<i>GRÁFICO 13 Estadística de la encuesta - PREGUNTA 5</i>	<i>67</i>
<i>GRÁFICO 14 Gráfico estadístico de paradas con mayor recurrencia de pasajeros.....</i>	<i>73</i>
<i>GRAFICO 15 Gráfico estadístico de paradas con mayor recurrencia de pasajeros.....</i>	<i>74</i>
<i>GRÁFICO 16 Parada Base Naval</i>	<i>79</i>
<i>GRÁFICO 17 Parada Atarazana</i>	<i>81</i>
<i>GRÁFICO 18 Parada Catedral Troncal 1</i>	<i>86</i>
<i>GRÁFICO 19 Parada IEES</i>	<i>88</i>
<i>GRÁFICO 20 Parada Caraguay.....</i>	<i>91</i>
<i>GRÁFICO 21 Parada Guasmo Central.....</i>	<i>93</i>
<i>GRÁFICO 22 Parada Guasmo Sur.....</i>	<i>95</i>
<i>GRÁFICO 23 Parada Rio Daule.....</i>	<i>98</i>
<i>GRÁFICO 24 Parada ESTACIÓN GUASMO</i>	<i>101</i>
<i>GRAFICO 25 SOURCE</i>	<i>102</i>
<i>GRÁFICO 26 MOVETO.....</i>	<i>102</i>
<i>GRÁFICO 27 DELAY.....</i>	<i>102</i>
<i>GRÁFICO 28 PREEMPTED.....</i>	<i>103</i>
<i>GRÁFICO 29 PICKUP</i>	<i>103</i>
<i>GRÁFICO 30 DROPOFF.....</i>	<i>103</i>
<i>GRÁFICO 31 SINK.....</i>	<i>104</i>
<i>GRÁFICO 32 PEDSOURCE</i>	<i>104</i>

GRÁFICO 33 PEDGOTO	104
GRÁFICO 34 PEDWAIT	104
GRÁFICO 35 PEDEXIT	105
GRÁFICO 36 PEDENTER.....	105
GRÁFICO 37 PEDSINK	105
GRÁFICO 38 modelo de simulación de colas de espera de consorcio metrovía	106
GRÁFICO 39 representacion grafica del modelo de simulación en 3d	107
GRÁFICO 40 Modelo de Experimentación de un bus cada minuto	110
GRÁFICO 41 Representación Grafica Experimentación: Bus cada minuto	111
GRÁFICO 42 Representación Gráfica Experimentación: Bus cada minuto	111
GRÁFICO 43 Modelo de Experimentación de un bus cada 5 minutos	112
GRÁFICO 44 GRÁFICO 44 Representación Gráfica Experimentación: Bus cada 15 minutos (PARADAS INICIALES).....	113
GRÁFICO 45 GRÁFICO 45 Representación Gráfica Experimentación: Bus cada 15 minutos (PARADAS FINALES)	113
GRÁFICO 46 Modelo de Experimentación de un bus cada 15 minutos	114



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA SISTEMAS COMPUTACIONALES

SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1

Autor: Bermúdez Rezabala Andy – Cedeño Soriano Jonathan

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, MSc

RESUMEN

El sistema de Transporte Masivo Consorcio Metrovía actualmente es considerado como el medio de transporte más requerido por los usuarios de la ciudad de Guayaquil, debido que sus troncales realizan recorridos tanto en zonas comerciales como industriales, el presente trabajo de titulación propone realizar una simulación para evidenciar el actual comportamiento que se da como servicio en las horas picos en las paradas y terminales de consorcio Metrovía, la metodología aplicada en el desarrollo del actual estudio se basa en la simulación de sistemas mediante la teoría de colas de espera donde la gran mayoría de su información fue extraída mediante la colección de datos en cada una de las estaciones por parte de los investigadores. Por consiguiente, la importancia consiste en aportar a la ciudadanía y al consorcio Metrovía, en cómo se deben de realizar mejoras en el servicio que ofrece con respecto al medio de transporte, debido que es un eje de crecimiento para la ciudad de Guayaquil, mediante este estudio evidenciar la situación actual que presenta la Troncal T1 en las paradas donde hay mayor aglomeramiento de pasajeros en las horas picos.

Palabras claves: Simulación de Sistemas, Consorcio Metrovía, Colas de esperas.



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA DE INGENIERÍA SISTEMAS COMPUTACIONALES

SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1

Autor: Bermúdez Rezabala Andy – Cedeño Soriano Jonathan

Tutor: Ing. Alberto Castro Limones, MSc

ABSTRACT

The Mass Transport Consortium Metrovía system is at the present considered the most requested means of transportation by the users of the city of Guayaquil, due to the fact that their trunk lanes, carry out routes in both commercial and industrial zones, the present work of degree proposes to make a simulation to evidence the current behavior that is given as service in the rush hours in the stops and terminals of consortium Metrovía, the methodology applied in the development of the current study is based on the simulation of systems through the waiting queue theory where the vast majority of their information was extracted by collecting data at each of the stations by the researchers. Consequently, the importance is to provide the citizens and the Metrovía consortium with how improvements in the service offered with respect to the means of transportation should be made, since it is an axis of growth for the city of Guayaquil, through this study showing current situation of the trunk line T1 in the stops where there is greater agglomeration of passengers in the rush hours.

Keywords: Simulation Systems, Consortium Metrovía, waiting queues.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la simulación de sistemas cumple un papel muy importante dentro de nuestro estilo de vida, tecnología que hoy en día ha evolucionado gracias a las necesidades de las personas, necesidades que van en conjunto con el desarrollo de un País y ciudad. Por otra parte los sistemas de transportes masivos urbanos de la ciudad de Guayaquil tienen un rol muy importante ya que mediante ellos ayudan al progreso de la misma.

El estudio de sistemas de transporte ya no resulta una tarea difícil; la simulación es una técnica muy poderosa y ampliamente usada en la ciencia, para analizar y estudiar sistemas complejos. El proceso de simulación consiste básicamente, en ejecutar el modelo a través del tiempo, por lo general en una computadora, para generar muestras representativas y poder evaluar políticas y estrategias para analizar los cambios en el comportamiento del sistema.

El presente estudio tiene como objetivo principal construir un modelo de simulación, el cual deberá ser capaz de predecir el comportamiento del Sistema de Transportación Masiva de Pasajeros de la ciudad de Guayaquil denominado METROVÍA TRONCAL 1 "GUASMO-RIO DAULE".

El estudio del comportamiento del sistema, está basado en las políticas de operación que la M.I. Municipalidad de Guayaquil tiene establecidas y a su vez se enfatiza en el modelo para la colección de datos en tiempo real en las paradas con mayor aglomeramiento de pasajeros.

La validación del simulador se realiza para asegurar que el modelo no incumple los objetivos para el cual fue creado. El proceso de experimentación consta de varias etapas, en las primeras etapas se emplean datos falsos el cual permite acatar el comportamiento según el tiempo de espera de un articulado, y en la otra etapa se emplean los datos que se obtuvieron en el proceso de levantamiento de información de la ruta Troncal 1.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ubicación del Problema en un Contexto.

En Ecuador en la ciudad de Guayaquil existen dos medios de transporte masivo que se constituyen en los sistemas de transporte públicos y privados en general denominados autobuses urbanos y Metrovía, la cual tiene una particularidad en especial ya que esta se establece por medio de paradas y estaciones que dan servicio en un recorrido definido que permite el traslado de personas de un lugar a otro dentro de la ciudad y es esencial para cada uno de los usuarios que habitan en el entorno.

La ciudad de Guayaquil que consta aproximadamente de 3'000.000 de habitantes donde la mayor concurrencia de personas para desplazarse de un lugar a otro es el sistema de transporte masivo consorcio Metrovía a diferencia del transporte público urbano.

Por lo cual en la actualidad este sistema ofrece 3 servicios de troncales que son: Troncal 1 GUASMO - RÍO DAULE, Troncal 2 25 DE JULIO - RÍO DAULE, Troncal 3 BASTIÓN POPULAR – CENTRO.

En cada una de las troncales diariamente circulan usuarios donde en las estaciones si un articulado de consorcio Metrovía demora alrededor de 5 a 10 minutos causa inconvenientes y molestias a pasajeros en lo que se constituye como mayor problemática el aglomeramiento en cada una de las estaciones y con mayor frecuencia se reportan en las horas pico, la Troncal 1 Guasmo – Río Daule siendo el sistema de transporte que circula por toda el área comercial dentro de la Ciudad de Guayaquil frecuenta una mayor cantidad de pasajeros comparada a las otras 2 troncales que dan servicio de transporte.

Situación Conflicto Nudos Críticos.

Los sistemas de transporte masivos avanzan conjuntamente para el progreso de las ciudades y el país en general, donde hoy en día es de suma importancia para el desarrollo indispensable para las personas que lo frecuentan.

El consorcio Integrado Metrovía en la actualidad es el sistema con mayor frecuencia de personas que lo frecuentan diariamente siendo este el medio de transporte más importante para la ciudad Guayaquil.

En el servicio de transporte masivo Troncal 1, se presentan reportes diarios de las problemáticas que se presentan dentro de consorcio Metrovía, por ello esto ha motivado que la Defensoría del Pueblo requiera tomar medidas ante la situación preparando un informe, por lo cual actualmente se realizan inspecciones durante los recorridos de los articulados.

Diario el Universo es uno de los medios de información donde más se han reportado situación de conflictos que da el medio de transporte a los usuarios dentro de las quejas que llevan se detalla el exceso de los pasajeros que se encuentran dentro de un articulado en recorrido, no hay quien supervise el momento en que los usuarios abordan los buses, por lo que se hace un tumulto, a esto se antepone otras quejas sobre las puertas que no se abren correctamente en las horas denominadas picos, esto ha permitido que en muchos casos ocurran accidentes, debido el exceso de personas que circulan, otras de las quejas que se presentan es por la cantidad de usuarios dentro de las estaciones muchas de ellas presionan las puertas haciendo que se abran y que algún pasajero caiga a las barandas, el comportamiento del sistema Integrado Metrovía de la Troncal 1 GUASMO - RÍO DAULE, en su gran mayoría presenta quejas de los usuarios por la falta de articulados y el tiempo de espera en que los pasajeros frecuentan en cada una de las estaciones del recorrido que ofrece causando congestionamiento dentro de las mismas.

Es por ello que con cada uno de los reportes presentados se desea realizar una simulación para conocer el comportamiento como tal en las horas picos para determinar las dificultades que el sistema podría ocasionar.

Causas y Consecuencias del Problema.

CUADRO 1
Causas Y consecuencias

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Aglomeramientos de personas en las paradas.	<ul style="list-style-type: none">• Malestar en las personas.• Usuarios llegan tarde a sus destinos.
Demora en llegada de los buses	<ul style="list-style-type: none">• Paradas congestionadas internamente.• No ingreso de más Usuarios dentro de la estación.
Exceso de usuarios dentro de los articulados.	<ul style="list-style-type: none">• Inseguridad por robos.• Accidentes vehiculares.

Delimitaciones del Problema

El presente proyecto tiene como finalidad conocer el comportamiento de colas de espera de consorcio Metrovía, por lo cual considerando cada una de las causas y problemáticas se establece un estudio que permita realizar el uso de una herramienta de software para crear el ambiente de simulación teniendo las siguientes delimitaciones:

Campo: Servicio de Transporte

Área: Simulación - Software

Aspecto: Estudio del comportamiento de la Metrovía haciendo uso de un modelo de simulación.

Tema: "SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1".

Formulación del Problema.

El problema es: ¿Cuál es el comportamiento que tiene la Metrovía en horas picos, teniendo un alto número de demanda de usuarios del servicio?

Evaluación del Problema.

Entre los aspectos que permiten evaluar el problema tenemos:

Delimitado: Conocer el comportamiento del sistema integrado de transporte urbano Metrovía.

Claro: Conocer el comportamiento del sistema integrado del transporte urbano Metrovía haciendo uso de las herramientas estadísticas y de software.

Relevante: Este estudio del comportamiento del sistema integrado del transporte urbano Metrovía tiene como finalidad dar a conocer de una u otra manera a la comunidad educativa y a la Fundación Metrovía del servicio que se está prestando.

Contextual: El análisis que compromete a la simulación en colas de espera, servirá como guía para aquellas entidades que requieran a futuro realizar un estudio y planteamiento que apunte a los sistemas de transporte masivos en grandes ciudades como Guayaquil.

Factible: El estudio de la simulación de colas de espera y análisis de la Metrovía aporta a la universidad de Guayaquil y la ciudad de Guayaquil un progreso en estudio investigativo, donde se busca agilizar procesos con un ahorro de tiempo imprescindible en la búsqueda de evidencias del comportamiento de los sistemas integrados de transporte dando a conocer la calidad de servicio que presta a los usuarios.

Original: Actualmente no existe ningún estudio del comportamiento del sistema integrado de transporte urbano Metrovía por lo cual será el primer proyecto en aportar información en tiempo real de la Metrovía.

Alcance del Problema

Consolidar, optimizar y mejorar el proceso del sistema Integrado Metrovía, donde existen estudios previos y fuentes de información mínimas con respecto al mismo, como consecuencia el alcance de nuestro proyecto abarca en la colección de datos y la respectiva simulación de colas de espera mediante la herramienta de software anylogic, dando como ello un estudio de la situación actual de cómo se ofrece el servicio a los usuarios, lo que permitirá medir el comportamiento que tiene la Metrovía en horas picos, teniendo un alto número de demanda de usuarios del servicio.

Es importante destacar que el estudio del transporte masivo Metrovía servirá para enfatizar de mejor manera la frecuencia de uso del mismo y con ello los usuarios puedan utilizarlo de una mejor manera, teniendo como criterio que es el medio de transporte que más se utiliza dentro de la ciudad de Guayaquil.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Definir un modelo de estudio que permita simular el comportamiento de los usuarios y los buses que circulan en la TRONCAL 1 Guasmo – Río Daule, mediante colas de espera la cual permitirá identificar los posibles sucesos que se dan en las horas picos.

Objetivos específicos

- Definir un modelo de estudio para realizar la formulación del levantamiento de información en consorcio Metrovía con respecto a la situación actual en la que se presentan cada una de las Estaciones y paradas principales de la Troncal 1 Guasmo- Río Daule.
- Especificar la colección de Datos para definir las paradas y estaciones que se va realizar la tabulación de la información, con la finalidad de establecer un modelo computarizado que permita obtener resultados de la simulación por medio de la herramienta de software Anylogic.

- Realizar la validación de datos con la finalidad de verificar que el modelo que se implementara, cumpla con los requerimientos del sistema de simulación para establecer las diferencias con el comportamiento del sistema real.
- Realizar el comportamiento de los modelo de simulación mediante la experimentación de casos de uso en tiempo de espera de articulados de consorcio Metrovía, con la finalidad de establecer resultados que permitan verificar de manera representativa el objeto que se desea estudiar.

Justificación e Importación de la Investigación

El gran volumen de personas que frecuentan el transporte público urbano en la ciudad de Guayaquil es mayor cada día, por lo general consorcio Metrovía es el medio de transporte donde más circulan usuarios debido a su demanda de servicio y se toma como pauta para que se desarrolle el presente proyecto de titulación.

La universidad de Guayaquil como institución de investigación, toma en dicho estudio debido a que el personal estudiantil y administrativo frecuentan en su mayor parte el transporte masivo; y los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, argumentan que a través de la simulación de colas de espera y análisis adecuado se podrá recabar información la cual servirá de evidencia para toda la comunidad, sobre el servicio que ofrece el medio de transporte, obteniendo mejores alternativas de rutas y factibilidad de recurrencia en cada una de las paradas de la troncal 1 Río Daule – Guasmo para que la Gerencia pueda tomar las acciones respectivas con respecto a la Metrovía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio

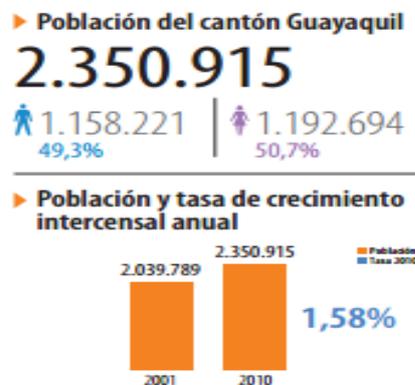
Guayaquil es la ciudad con mayor cantidad de población Ecuatoriana que registra históricamente un gran volumen en crecimiento de habitantes debido a la migración de personas de las provincias de la región sierra y de la Costa como Manabí.

Según INEC (Instituto nacional de estadísticas y censos)

“El rápido crecimiento de habitantes experimentado desde 2001, hasta el año 2010 debido a las migraciones ha provocado el 1,58 % de crecimiento de la población en la ciudad de Guayaquil según el censo”, (INEC , 2011).

GRÁFICO 1

POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL



Población del cantón Guayaquil

La Fundación Municipal Transporte Masivo Urbano de Guayaquil, en la actualidad brinda el servicio de transporte masivo Metrovía por lo que su recurrencia en personas que lo frecuentan es mayor a la consideración de transportes de líneas urbanas por lo que el - “SISTEMA METROVÍA”, conformado por las rutas, terminales, paradas, infraestructura y equipos incorporados al referido Sistema, permiten que los habitantes que lo frecuentan a diario siendo este la mejor opción para trasladarse de un lugar a otro dentro de la ciudad.

Grandes ciudades como Quito y Cuenca actualmente cuentan con un sistema de transporte masivo por lo que es similar a lo que se ofrece en la ciudad de Guayaquil, que específicamente su principal característica se da por el tiempo de recorrido de un punto a otro.

El concepto de transportación urbana tuvo origen en Curitiba, una ciudad de Brasil con inconvenientes de transporte y con poca economía presupuestaria, que decidió cerrar todo el acceso vehicular a las zonas de mayor congestionamiento con la finalidad de implementar un sistema con carriles exclusivos, y paraderos ubicados cada 450 metros, en cuyo interior personal de cobro de pasajes se dedicara al cobro del mismo, dando comienzo a un novedoso sistema de transporte “Tubobus”, de bajo costo y que al mismo tiempo minimizara el tráfico y la contaminación ambiental, (Montezuma, 2000).

Actualmente, estas medidas creativas y sencillas forman parte de un modelo de desarrollo urbano que ha tenido una larga evolución y desarrollo en diversas ciudades de América Latina, denominado Tubobus en Curitiba-Brasil, Transmilenio en Bogotá-Colombia, O-Bahn en Alemania.

La M.I. Municipalidad de Guayaquil ha realizado el diseño de 7 rutas Troncales, basado en estudios realizados por consultores nacionales expertos en transporte. Tras las respectivas evaluaciones, se concluyó que por las características topográficas de la ciudad el esquema más conveniente era el de Transmilenio (Bogotá). Estas rutas abarcarán toda la urbe y reemplazarán las rutas de transporte urbano existentes en la actualidad.

De acuerdo a estas investigaciones y al ver el modo operando del consorcio Metrovía, que es el medio de transporte que traslada a la mayor cantidad de personas diariamente, nuestro principal objetivo es la simulación de colas de espera para lo cual la universidad de Guayaquil ofrecerá un estudio estadístico de las rutas de la troncal 1 Río Daule – Guasmo, lo que servirá para dar un mayor énfasis en la calidad de servicio que ofrece y la conformidad de usuarios al frecuentarlo diariamente.

2.2 Fundamentación teórica

Simulación de Sistemas

Podemos definir la Simulación de sistemas como el diseño y desarrollo de un modelo informático computarizado con la finalidad de poder entender las variables y diferentes tipos de comportamientos con el mundo real, por la cual se realizan varias estrategias y estudios para gestionar el proceso real de como puede operar un sistema.

La Simulación de sistemas tiene 3 finalidades entre ellas:

Determinar y descubrir el comportamiento real de un sistema.

Crear y postular hipótesis que permitan comprobar y explicar el comportamiento observado.

Usar cada una de las teorías e hipótesis para predecir el futuro comportamiento de los sistemas, es decir con la finalidad de mirar los efectos que conducen dentro de el y el método utilizado en la operación.

La Simulación de sistemas comprenden tres puntos específicos , por ello es conveniente plantear las siguientes definiciones:

- **Sistema:** Conjunto de ideas u objetos que están entre sí interrelacionados como una unidad para la determinación de un fin específico, también se la puede definir como un segmento del Universo que será objeto de la Simulación, (Lilienfeld, 1984).
- **Modelo:** Es una representación resumida de un procedimiento previamente elaborado para percibir, pronosticar y controlar el comportamiento de dicho sistema a simular.

Una definición bastante generalizada de modelo , originaria en ámbito geográficos según (Felicísimo, A. M., 2000) una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades

Los modelos se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real. Algunos autores llegan a incluir esta expresión de finalidad en

la propia definición de modelo: un objeto es un modelo de X para un Observador O , si O puede utilizar M para responder a cuestiones que le interesan acerca Según (González, 2004).

“Un modelo es un objeto, concepto o conjunto de relaciones que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica” .

- **Estado:** Simulación es el proceso que permite diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del mismo, (Perruolo, 2004).

Tipos de Modelos

Actualmente existe una gama de modelos en su numerosas clasificaciones, ninguna permite establecer ciertamente categorías excluyentes.

Las clasificaciones mas relevantes para los temas de Simulación son:

Modelos icónicos , análogos y simbólicos

Existen varias clasificaciones de modelos basado en diferentes criterios. En (Turner, 1970) se distingue tres tipos básicos: Modelo Análogos, Modelo simbólico, modelo icónicos.

Modelo icónicos, es la relación que corresponde a las propiedades morfológicas, se sitúa habitualmente de cambios de escalas con conversación del resto de propiedades.

Modelo análogos constituyen propiedades similares a la representación de morfológica. Normalmente, para construirlo se necesita un conjunto de convenciones que sintetizan las propiedades del objeto real que permite una facilidad de lectura e interpretación de la misma.

Modelo Simbólicos se realiza la construcción mediante reglas más abstractas ya que suele aplicarse mayormente a los objetos reales que se representan mediante codificaciones aritméticas, geométricas y estadísticas, etc.

Aplicaciones de la simulación

La simulación es conveniente cuando:

Actualmente no existe un tipo de formulación matemática analíticamente resoluble. Muchos sistemas reales no pueden evidenciar ser modelados matemáticamente con el software disponible, por ejemplo la conducta de un usuario dentro de un banco.

La formulación matemática existe, pero es difícil obtener una solución analítica como tal. Los modelos matemáticos utilizados para modelar un reactor nuclear o una planta química son imposibles de resolver en forma analítica sin realizar serias simplificaciones.

Evidentemente no existe como tal el sistema real. Es problema del Investigador ingeniero es que tiene que realizar un nuevo diseño del sistema, mejorará notablemente si se cuenta con un modelo optimo y adecuado para realizar experimentos. .

Realizar experimentos actualmente es imposibles debido a varias situaciones económicas, de seguridad, de calidad o éticos. En este caso el sistema real está disponible para realizar experimentos, pero la dificultad de los mismos hace que se descarte esta opción. Un ejemplo de esto es la imposibilidad de provocar fallas en un avión real para evaluar la conducta del piloto, tampoco se puede variar el valor de un impuesto a para evaluar la reacción del mercado.

El sistema surge una evolución es dos ámbitos ya se lentamente o rápidamente. Un ejemplo puntual de dinámica lenta es el inconveniente de los científicos que realizan la experimentación en la evolución del clima. Ellos deben pronosticar la gestión futura del clima dado las condiciones que se ven actualmente, no pueden esperar a que un tornado arrase una ciudad para luego dar el mensaje de alerta. Por el contrario, existen fenómenos muy rápidos que deben ser simulados para poder observarlos en detalles, por ejemplo, una explosión.

Entre las posibles desventajas de la simulación se pueden citar:

El desarrollo de un modelo puede ser costoso, laborioso y lento.

Existe la probabilidad alta de cometer errores dentro de la simulación. No se debe dejar de tomar en cuenta que la experimentación como tal se lleva a cabo con un modelo y no con el sistema real; entonces es decir, si el modelo está mal planteado o se cometen errores en su manejo, los efectos también serán errores e incorrectos.

No se puede conocer el grado de imprecisión de los resultados dentro de la ejecución del sistema de simulación. Por lo general el modelo se maneja para experimentar diferentes situaciones normalmente nunca antes planteadas en el sistema real, por lo tanto no existe investigación precedente para considerar el grado de correspondencia entre la respuesta del sistema real y el modelo.

Actualmente la simulación presta un invaluable servicio en casi todas las áreas posibles, como se lo referencia en el libro (Bú, R. C. , 1993) algunas de ellas son:

Procesos de manufacturas: Ayuda a detectar cuellos de botellas, a distribuir personal, determinar la política de producción.

Plantas industriales: Brinda información para establecer las condiciones óptimas de operación, y para la elaboración de procedimientos de operación y de emergencias.

Sistemas públicos: Predice la demanda de energía durante las diferentes épocas del año, anticipa el comportamiento del clima, predice la forma de propagación de enfermedades.

Sistemas de transportes: Detecta zonas de posible congestionamiento, zonas con mayor riesgo de accidentes, predice la demanda para cada hora del día. ·

Construcción: Predice el efecto de los vientos y temblores sobre la estabilidad de los edificios, provee información sobre las condiciones de iluminación y condiciones ambientales en el interior de los

mismos, detecta las partes de las estructuras que deben ser reforzadas.

Diseño: Permite la selección adecuada de materiales y formas. Posibilita estudiar la sensibilidad del diseño con respecto a parámetros no controlables.

Educación: Es una excelente herramienta para ayudar a comprender un sistema real debido a que puede expandir, comprimir o detener el tiempo, y además es capaz de brindar información sobre variables que no pueden ser medidas en el sistema real.

Capacitación: Dado que el riesgo y los costos son casi nulos, una persona puede utilizar el simulador para aprender por sí misma utilizando el método más natural para aprender: el de prueba y error.

La importancia de la Simulación es evidente al considerar el impacto que tuvieron algunos trabajos, como ser: ·

La Perestroika: Estudios de simulación efectuados en Rusia en las décadas del 70 y 80 convencieron a los dirigentes de la necesidad de plantear un fuerte cambio en la economía de ese país.

La caída de la bolsa de New York en 1988: La utilización de programas de simulación por parte de los corredores de la bolsa causó una falsa inestabilidad que provocó la caída.

El regreso del Apolo 13: La simulación jugó un rol fundamental en la determinación del plan de emergencia. La nave retornó con éxito a pesar de las graves averías.

Los Voyagers: Gracias a la simulación se pudieron establecer los itinerarios óptimos para estas naves con un mínimo consumo de energía aprovechando la atracción gravitacional de los planetas.

Proyecto Monte Carlo: Von Newman y Ulam (1945) emplearon simulación para estudiar reacciones nucleares.

Los modelos del planeta: Algunos plantean la posibilidad de un calentamiento global debido al efecto invernadero. Otros plantean la posibilidad de un enfriamiento y predicen una nueva era glacial. ·

Capacitación de tropas: En el operativo “Tormenta del desierto” llevado a cabo en la guerra contra Irak, las tropas de todas las fuerzas estadounidenses que participaron (fuerza aérea, marina y ejército) fueron entrenadas con simuladores.

Capacitación de policías: Se utiliza entornos virtuales para que el policía aprenda a conducirse en situaciones de riesgo.

Simuladores de vuelos: Fue una de las primeras aplicaciones de los simuladores. Actualmente se utilizan para entrenar pilotos de aviones comerciales y de combate.

Teoría de Colas

Sistemas de colas

- Una cola se produce cuando la demanda de un servicio por parte de los clientes excede la capacidad del servicio.
- Se necesita conocer (predecir) el ritmo de entrada de los clientes y el tiempo de servicio con cada cliente.

Objetivo:

Equilibrar los costes de capacidad del servicio y el “coste” de una espera larga.

Teoría de colas

Estudio matemático de las características de los sistemas de colas.

Proceso en una cola

1. Entrada de clientes.
2. Sistema de colas cola o línea de espera mecanismo de servicio.
3. Salida de clientes.

Entrada de clientes

Tamaño

Número total de clientes potenciales (población de entrada):

Finito (fuente limitada) (sistema cerrado)

Infinito (fuente ilimitada) (sistema abierto)

Suposición habitual: tamaño infinito (es decir, el número de clientes en la cola NO afecta el número potencial de clientes fuera de ella)

ENTRADA O FUENTE

Unitaria

Por bloques

TIEMPO ENTRE LLEGADAS

Determinista

Probabilista (distribución de probabilidad exponencial)

TASA MEDIA DE LLEGADA

Número medio de entrada de clientes por unidad de tiempo

Llegadas de clientes son independientes e idénticamente distribuidas (IID)

COLA

Número máximo de clientes admisible

- Finito
- Infinito

Suposición habitual: colas de longitud infinita (pérdida del cliente o reintento)

Número de canales (carriles de una calle ante un semáforo) en la cola e interferencia entre ellos.

DISCIPLINA DE LA COLA

Orden de selección de sus miembros para ser atendidos:

- FIFO, FIFO con límite
- LIFO
- SIRO (Aleatorio)
- Por prioridad (interruptora o no)

MECANISMO DE SERVICIO

SERVIDORES

Proporcionan el servicio al cliente

Número de servidores:

- Uno
- Varios

Independencia o no entre servidores

TIEMPO DE SERVICIO

Determinista

Probabilista (distribución de probabilidad exponencial)

TASA MEDIA DE SERVICIO

Número medio de clientes que son atendidos en un servidor por unidad de tiempo.

Servicios a clientes son independientes e idénticamente distribuidas (IID).

Especificación de un sistema de colas

Distribución del tiempo entre llegadas / Distribución del tiempo de servicio / Número de servidores / Número máximo de clientes en el sistema / Disciplina de la cola.

M exponencial

D degenerada (tiempos constantes)

E Erlang (Gamma)

G general

ETAPAS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE SIMULACIÓN

Definición del sistema

Radica en asimilar el argumento del inconveniente, identificar los objetivos del proyecto, definir los índices de control de la firmeza del sistema, instituir los objetivos concretos del modelamiento y especificar el sistema que se requiere realizar la modelación en un sistema de simulación.

Formulación del modelo

Una vez especificado con exactitud los efectos que se esperan obtener del estudio de la simulación, se concreta y construye el modelo el cual permitirá obtener los datos que se requieren. Al momento que se realiza la formulación del modelo es necesario especificar todas las variables que forman parte del estudio, sus relaciones lógicas que permitan describir en forma completa el modelo.

Colección de datos

Constituye en que se defina con exactitud y certeza los datos que se requieren en el modelo para de esta manera producir los resultados que se esperan.

Implementación del modelo en la computadora

En esta etapa se especifica el modelo computarizado el cual permitirá tabular datos y obtener resultados con la finalidad de dar la simulación que se está estudiando, existen varios lenguajes de codificación entre ellos el fortran, algol, lisp, etc., o se utiliza algún paquete como, Promodel, Anylogic, Stella y GPSS, etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

Verificación

El proceso de verificación es que permite verificar si el modelo que se implementó cumple con los requerimientos especificados. Se trata de evaluar el comportamiento del modelo que se realizó de una manera específica y determinada con la proyección a la que se requiere para simular.

Validación del sistema

En esta etapa se valoran las diferencias entre el funcionamiento del simulador y el sistema real que se está tratando de ejecutar.

- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
- La exactitud con que se predicen datos históricos.

- La exactitud en la predicción del futuro.
- La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
- La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

Experimentación

“La experimentación con el modelo se realiza después que este haya sido validado. La experimentación consiste en comprobar los datos generados como deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos”, (Shannon, R y Johannes, J. D, 1976).

Documentación

“Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación del tipo técnico y la segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado”, (Shannon, R y Johannes, J. D, 1976).

TRANSPORTE MASIVO

El primer intento de planificación para la ciudad de Guayaquil se dio en 1906, cuando la ciudad tenía una población de 78.513 habitantes, un área de 460 hectáreas y una densidad de 163 habitantes por hectárea.

Fue propuesto por una empresa extranjera y llamado “Plan for New Guayaquil”, cuyo objetivo fundamental era establecer las condiciones en que debía relacionarse la ciudad con la población de Duran como terminal del Ferrocarril Quito Guayaquil.

El segundo intento se dio en 1920, con el Plan de la Junta Patriótica, con motivo de celebrar el centenario de la “Revolución de Octubre”, cuando Guayaquil contaba con 100.000 habitantes y un territorio de 600 hectáreas. Pero es a partir de 1960 que se formulan propuestas de planificación formales para la ciudad de Guayaquil.

En el Plan de Desarrollo Urbano-Documento de Trabajo N°1 - Esquema Urbano preparado con el apoyo de Naciones Unidas a través del Proyecto ECU72-019, se mencionan los intentos de planificación de los últimos 10 años indicando que en el periodo comprendido entre 1967 y 1974 se han preparado tres proyectos de ordenación urbana de Guayaquil: El Plan General Urbano de 1967; el Pre-Plan General Urbano de 1972, y el Esquema de División en Distritos de Planificación y Estructura Vial de 1973/74. Del mencionado documento se extraen algunas informaciones sobre los referidos Planes, (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2005).

ESTUDIOS DE TRANSPORTE

Se hace una breve revisión de todos los estudios realizados por la Dirección Municipal de Transporte (DMT) con el apoyo de Naciones Unidas y que han servido de base para la elaboración del Plan de transportación urbana.

Lineamientos y Políticas del Estudio de Transporte

Previo a la intervención y con el fin de enmarcar y orientar las actividades del sector, la actual administración trazó las políticas que se indican a continuación:

El servicio de transporte debe prestarse eficientemente, aprovechando los recursos actuales.

Efectuar un mejoramiento importante de la transportación pública con base en su ordenamiento, privilegiando a los usuarios a un bajo costo con una alta calidad y eficiencia.

Cualquier sistema que se adopte tendrá en cuenta las condiciones económicas de los usuarios y la situación actual de los transportistas.

El transporte tradicionalmente ha sido una actividad privada y debe permanecer como tal.

La Municipalidad se concentrará en sus labores de planificación y gestión del servicio.

Dar prioridad a la institucionalización de la función y a la capacitación para el gerenciamiento del servicio, a través de una dependencia especializada.

La Municipalidad buscará los recursos técnicos a través de los organismos de cooperación internacional, tanto para la contratación de los estudios, como para la capacitación que sea necesaria.

Las acciones que se tomen en el sistema de transporte deberán coadyuvar al éxito de la política de seguridad ciudadana implantada por la actual administración.

La Municipalidad asignará los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios que se requieran para llevar adelante estas políticas.

El Plan de Transporte Urbano Masivo de Guayaquil se inicia por decisión de la Alcaldía en octubre del año 2000 a partir de las políticas establecidas, y tiene como objetivos:

1. Dotar a la ciudad de Guayaquil de un transporte público eficiente, seguro, confortable, con facilidades de acceso a diferentes sectores dentro del área urbana y a un costo aceptable.
2. Mejorar la capacidad del transporte y el ordenamiento de la red de autobuses.
3. Establecer los elementos necesarios para el fortalecimiento institucional de los organismos responsables de la organización, operación, mantenimiento, administración y capacitación del transporte urbano y reducir los efectos de la contaminación del aire, gases y ruidos, generados por los vehículos automotores, (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2005).

Una de las primeras acciones fue la contratación de un consultor Principal en Transporte que planifique y coordine la realización de los estudios, que se lo hizo en octubre del 2000. Posteriormente, se recomienda la creación de la Dirección Municipal de Transporte, que se cumple en noviembre del año 2000 y se aprueba el plan de ejecución de los estudios. Seguidamente, se incorpora un segundo consultor nacional Plan de Racionalización del Transporte Público Masivo de la Ciudad de Guayaquil – Metrovía, (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2005).

GRÁFICO 2

Red vial de transporte público de Guayaquil



Fuente: DMT Elaboración: DMT

PROPUESTA DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO

Una vez realizados los estudios de oferta y demanda de viajes en transporte público, se determinaron las bases para la estructuración de un sistema de transporte a mediano y largo plazo, que permita la movilización eficiente de los habitantes de la ciudad. Los datos de demanda establecen que el sistema de transporte más apropiado para la ciudad de Guayaquil es el sistema de buses manejado de una forma organizada con esquemas de gestión modernos.

En este acápite se analizan en forma sucinta los elementos que fueron tomados en cuenta para la determinación de la tecnología a adoptarse y las otras variables que deben manejarse para conseguir resolver el problema de la transportación pública. Se inicia con la

definición de las políticas y objetivos, para luego establecer las tecnologías de transporte para la ciudad de Guayaquil recomendadas para su implantación y la descripción de los estudios a nivel definitivo desarrollados para la primera etapa del proyecto.

POLÍTICAS Y OBJETIVOS

Las políticas y objetivos de la Municipalidad, son los elementos de base que han guiado la realización de los trabajos relatados en este informe.

Estas políticas han sido establecidas por la Alcaldía de Guayaquil en las diferentes reuniones de inicio de los estudios, como a lo largo del desarrollo del mismo, donde la participación activa del Señor Alcalde Jaime Nebot, permitió establecer los lineamientos fundamentales que concuerdan con los lineamientos de la gestión municipal de la presente administración. (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2002)

Políticas municipales de vialidad, circulación y transporte

Como marco referencial del Plan de Transporte Masivo Urbano de Pasajeros, la MIMG ha establecido las siguientes directivas en cuanto a su política municipal de vialidad, circulación y transporte:

- I.** El servicio de transporte público debe prestarse eficientemente, aprovechando las facilidades de vialidad actuales;
- II.** El mejoramiento de la transportación pública debe planificarse sobre la base de su ordenamiento, privilegiando las acciones de bajo costo y alta eficacia;
- III.** Cualquier sistema que se adopte tendrá en cuenta las condiciones económicas de los usuarios y la situación económica actual de los transportistas, de tal manera de evitar altos costos de las tarifas y requerimientos financieros fuera del alcance de los transportistas guayaquileños;
- IV.** El transporte tradicionalmente ha sido una actividad privada y debe permanecer como tal;
- V.** La MIMG se concentrará en sus labores de planificación y gestión del servicio de transporte; para ello, deberá generar alianzas con los organismos de control, tales como la CTG;

Plan de Racionalización del Transporte Público Masivo de la Ciudad de Guayaquil - Metrovía Capítulo;

VI. Analizar la posibilidad de que el transporte acuático haga parte del sistema que se adopte, por la disponibilidad de una vía existente que no requeriría de inversión;

VII. Prioridad a la institucionalización del gerenciamiento del servicio, y de la respectiva capacitación, a través de una dependencia especializada;

VIII. El Gobierno Local buscará los recursos técnicos a través de los organismos de cooperación internacional, tanto para la contratación de los estudios, como para la capacitación que sea adecuada;

IX. Las acciones que se tomen en el sistema de transporte deberán coadyuvar al éxito de la política de seguridad ciudadana implantada por la actual administración municipal;

X. La MIMG asignará los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios que se requieran para llevar adelante estas políticas, (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2002).

Objetivos específicos del Plan de Transporte Masivo Urbano

Los objetivos específicos que enmarcan el desarrollo del proyecto son los siguientes:

I. Mejorar el nivel de servicio y la disponibilidad del transporte público de la ciudad, con el propósito de favorecer la movilidad de 84% de habitantes que no tienen acceso al automóvil y que son usuarios "cautivos" del transporte público;

II. Disminuir el tiempo de viaje de los usuarios del transporte público a través de la utilización de carriles exclusivos, embarque y desembarque a nivel y horarios y frecuencias confiables que permitan la planificación eficiente del viaje por parte de los usuarios;

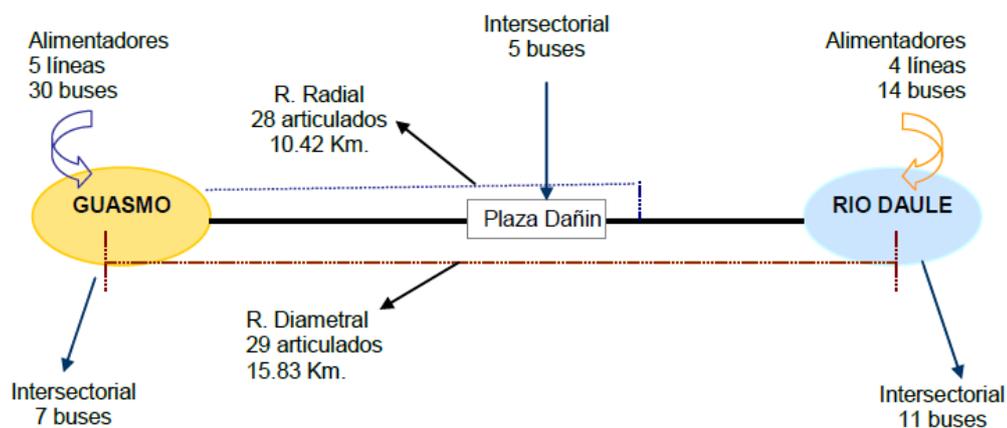
III. Disminuir los costos de operación de los buses derivados de una operación ordenada, con velocidades constantes y paraderos fijos, eliminando la competencia por pasajeros en la ruta;

- IV. Utilizar eficientemente la capacidad de los buses en términos de incrementar el índice de pasajeros por kilómetro (IPK);
- V. Disminuir el costo de transporte para los usuarios que actualmente utilizan varios buses para llegar a su destino, incurriendo por lo tanto en el pago de altos costos por tarifa;
- VI. Disminuir el número de accidentes de tráfico que en un 25% son causados por el transporte público, a pesar de que constituyen menos del 3% de la flota total de vehículos que circulan por la ciudad;
- VII. Disminuir la contaminación ambiental a través de un uso eficiente de los buses y por la implantación de normas ambientalmente favorables;
- VIII. Fortalecer y modernizar las empresas de transporte para propender a una operación eficiente del parque automotor, utilizar los beneficios de la economía de escala y reducir la informalidad operativa del sector, (M.I Municipalidad de Guayaquil, 2002).

TRONCAL GUASMO – RIO DAULE

GRÁFICO 3

Troncal Guasmo – Terminal Río Daule



Fuente: DMT Elaboración: DMT

Esta troncal cuenta con 2 terminales de abastecimiento masivo Guasmo y Río Daule.

Consortio Metrovía cuenta con los siguientes como troncal de abastecimiento:

- Andenes
- Talleres
- Estacionamiento

HERRAMIENTA PARA SIMULACIÓN DE SISTEMAS ANYLOGIC SIMULATION

AnyLogic

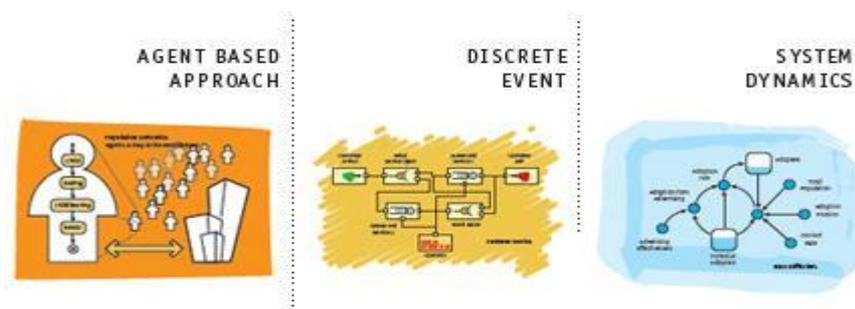
AnyLogic es la única herramienta de simulación que soporta todas las metodologías de simulación más comunes en el lugar hoy: Dinámica de Sistemas, centrado en el proceso (También conocido como eventos discretos), y el agente basado en el modelado.

La flexibilidad única del lenguaje de modelado permite al usuario capturar la complejidad y heterogeneidad de los sistemas de negocios, económicos y sociales a cualquier nivel de detalle deseado.

AnyLogic es un software de simulación para todo el ciclo de vida del negocio, (Anylogic, 2016).

GRÁFICO 4

Características de la herramienta Anylogic



Fuente: <http://www.anylogic.com/features> Elaboración: Anylogic

Se escogió la herramienta anylogic porque presenta mejores características que otras herramientas no ofrecen como en el caso de promodel es cual la simulación solo se puede realizar de manera estática, la ventaja de anylogic es que muestra la simulación como tal de manera dinámica y permite crear eventos y estados en visualización 3D y 2D.

Entre las ventajas que nos facilita utilizar esta herramienta tenemos las siguientes:

- Reduce coste y tiempo de Desarrollo
- Permite el desarrollo de varios modelos en una sola herramienta
- Mejora el impacto visual de los modelos desarrollados
- Permite ejecutar en cualquier lugar por su entorno nativo en Java.
- Excelente soporte y capacitación

Reduce coste y tiempo de desarrollo

- El entorno nativo de anylogic es visual lo que permite la aceleración del manejo de la herramienta de una manera significativamente en cada uno de sus procesos.
- Constituye librerías pre diseñadas las cuales pueden ser utilizadas e incorporadas rápidamente para la construcción de elementos de simulación.
- Permite la reutilización de la estructura debido a que es totalmente orientada a objetos.
- Un entorno de desarrollo integrado visual hace que sea fácil convertir de otros IDE utiliza ampliamente para AnyLogic
- Permite visualizar como los expertos utilizaron cada uno de los objetos pre-construido para que puedan reutilizar de una manera más eficaz y facilitar el llamado de cada uno de sus bibliotecas.

Permite el desarrollo de varios modelos en una sola herramienta

- Permite el desarrollo de sistemas dinámicos basados en eventos discretos y en agentes, modelos dinámicos y continuos del sistema y permite la combinación de ambos en una sola herramienta.

- Constituye la integración de sistemas continuos y discretos.
- Permite la extensibilidad de código personalizado debido que su entorno nativo es de Java por lo cual se puede adjuntar las bibliotecas externas y fuentes de datos externas.
- Contiene varios conjuntos de funciones estadísticas las cuales son proporcionados por la misma herramienta para la simulación inherente de la incertidumbre de todos los sistemas.

Mejora el impacto visual de los modelos desarrollados

- Su riqueza visual constituye a los entornos interactivos de simulación funciones específicas de animación y sofisticados incluidos en anylogic como 3D y 2D.
- Permite una rápida configuración a los usuarios y facilita sus cambios ya sean en los datos de entrada sobre la marcha, se puede realizar cambios en caliente.

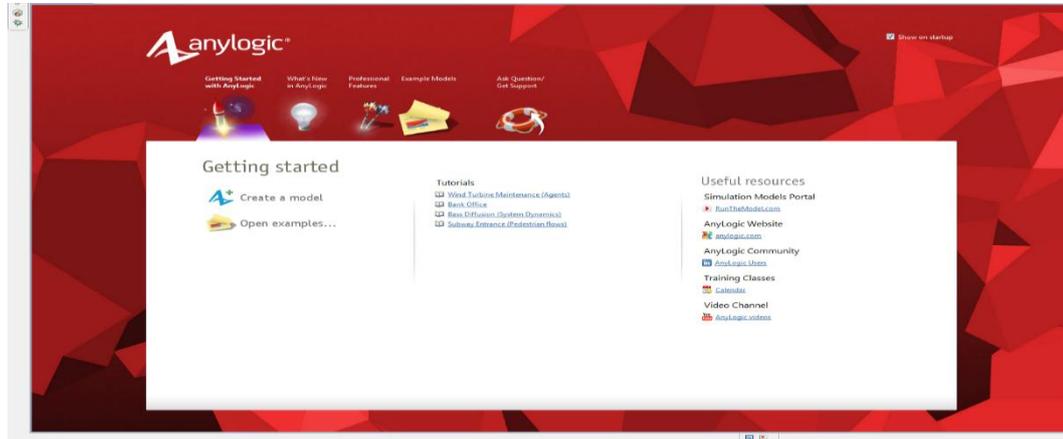
Permite ejecutar en cualquier lugar por su entorno nativo en Java.

- Debido que su sistema nativo es en java permite que este sea multiplataforma, Tanto los modelos e IDE de AnyLogic trabajan en varios sistemas operativos como Windows, Unix, Mac.
- No requiere de una licencia para el tiempo de ejecución, basta con dar un solo clic y este genera una aplicación Jar en java el cual permite al usuario ejecutarlo en cualquier parte.
- Los modelos que se realizan en la herramienta anylogic son independientes del entorno de desarrollo por lo que se pueden exportar como una aplicación independiente como lo es el ejecutable en java.

Excelente soporte y capacitación

- Ofrecen soporte detallado de manera ilimitada con respecto a los modelados del aplicativo.
- Las respuestas constituyen una solución óptima y rápida ya que las búsquedas son facilitadas en menos de 24 horas.
- Ofrece tutoriales y sistemas modelados dentro de la herramienta anylogic para visualizar de qué manera se realizaron y poder capacitarse.

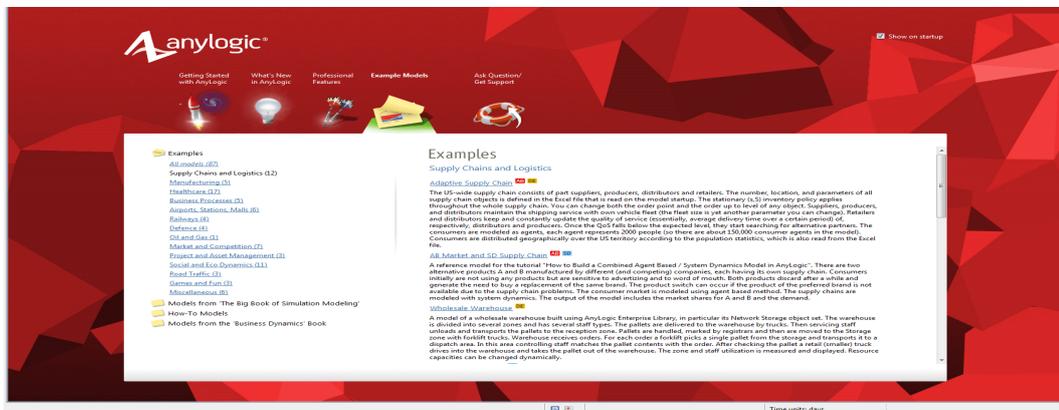
GRÁFICO 5 Interfaz de Inicio Anylogic



Fuente: <http://www.anylogic.com/screenshots> Elaboración: Anylogic

Al iniciar la herramienta Anylogic nos muestra su interfaz de inicio amigable en el cual nos ofrece abrir o crear nuevos proyectos de modelos de simulación.

GRÁFICO 6 Modelos que ofrece de muestra

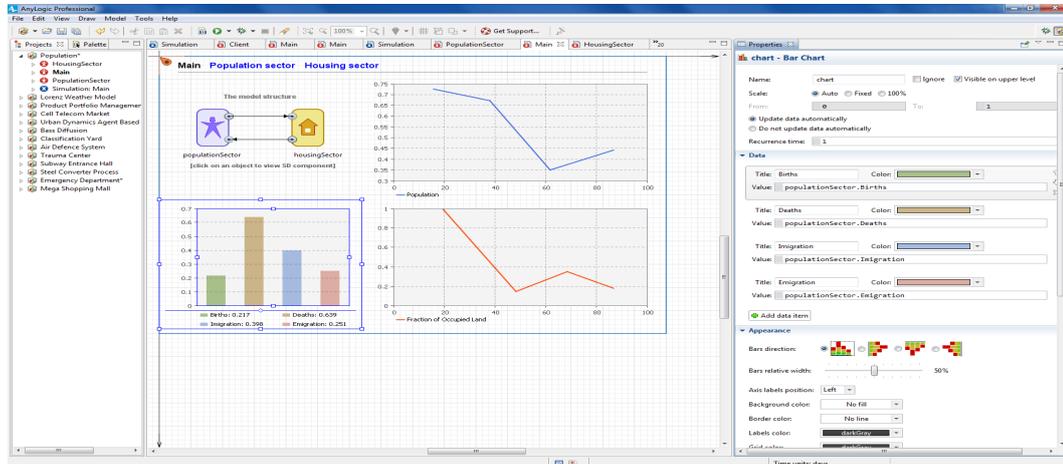


Fuente: <http://www.anylogic.com/screenshots> Elaboración: Anylogic

Entre la interfaz de inicio el sistema de anylogic como se muestra en el gráfico nos ofrece una gama de modelos a elegir cada uno de ellos constituyen la creación para un nuevo proyecto o de tal manera nos muestra un proyecto como ejemplo o guía con el modelo seleccionado.

GRÁFICO 7

Gráfica de Negocio

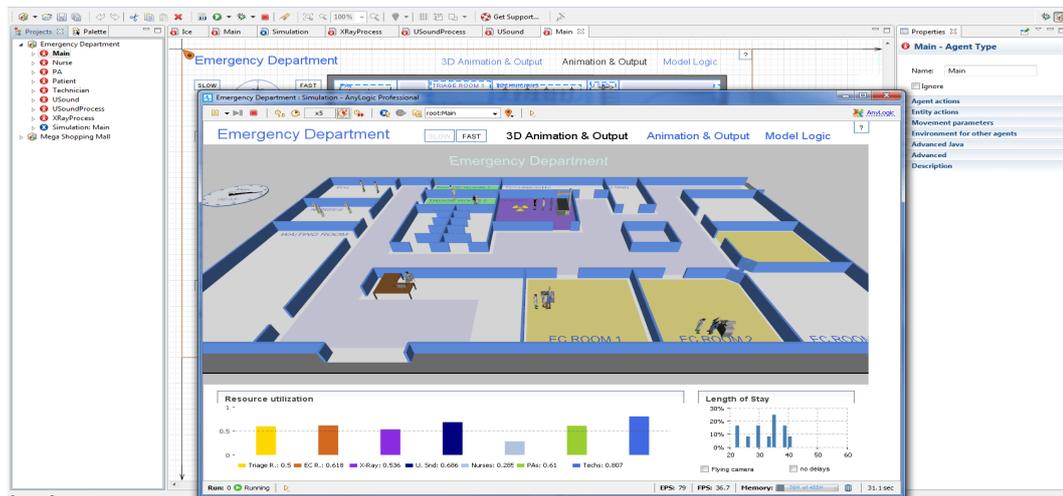


Fuente: <http://www.anylogic.com/screenshots> Elaboración: Anylogic

La herramienta anylogic una vez creado el modelo de simulación también nos permite la muestra de gráficos estadísticos de negocios, para que con ello poder dar un análisis del comportamiento del objetos que se han creado como se muestra en la Figura.

GRÁFICO 8

Modelo de simulación 3D



Fuente: <http://www.anylogic.com/screenshots> Elaboración: Anylogic

La interfaz gráfica que nos ofrece es sumamente amigable y agradable para el usuario tanto es su manera visual, ya que podemos observar en 2 planos el sistema de simulación tanto en 3D como se muestra en la figura y 2D, inclusive

en ellos se muestra los datos de manera estadísticos y su ejecución de manera dinámica.

Requisitos que se requieren para soporte de la herramienta Anylogic

AnyLogic entorno de desarrollo 7 Modelo es Java y Eclipse aplicación basada y ha sido probado en las siguientes plataformas:

Microsoft Windows 10, x86-32 y x64

Microsoft Windows 8, x86-32 y x64

Microsoft Windows 7 SP1, x86-32 y x64

Microsoft Windows Vista SP2, x86-32

Apple Mac OS X 10.7.3 (Lion) o posterior, Universal

Ubuntu Linux 10.04 o superior, x86-32 (con instalado GTK +, libwebkitgtk-1.0-0, libudev, libssl 0.9.8 y posteriores)

Java 2 Standard Edition 8.0 o posterior es necesario para ejecutar el entorno de desarrollo modelo AnyLogic. JRE se incluye en el paquete de instalación para Windows AnyLogic, pero necesita ser instalado de forma independiente en otras plataformas.

Recomendaciones de hardware:

7 AnyLogic instalación requiere 500 MB de espacio libre en disco.

Recomendamos tener 2 GB de memoria y procesador moderno para un rendimiento óptimo.

Mouse es generalmente preferible al touchpad para la edición gráfica,

Fuente dada página principal Anylogic, (Anylogic, 2016).

2.3 Fundamentación Social

En la actualidad en la ciudad de Guayaquil ninguna de las universidades todavía no cuentan con la implementación de un sistema de colas de espera que permita verificar el comportamiento de transporte masivo junto con la sociedad, entendiéndose como comportamiento a la situación de esquemas y sucesos que podrían suceder en algún requerimiento específico que se desea determinar como objeto de estudio; el presente proyecto de titulación servirá de guía para la implementación, y utilización correcta de las herramientas de software de simulación, mejorar el nivel académico por medio de la investigación de tal modo que docentes y estudiantes aporten conocimientos de nuevas tecnologías tomando nuestro proyecto como una referencia de estudio.

Objetivos del Plan del Buen Vivir, Tomo I vigente en Ecuador desde 2013 hasta 2017

Objetivo 4. Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía

4.5. Potenciar el rol de docentes y otros profesionales de la educación como actores clave en la construcción del Buen Vivir

b) Fomentar la actualización continua de los conocimientos académicos de los docentes, así como fortalecer sus capacidades pedagógicas para el desarrollo integral del estudiante en el marco de una educación integral, inclusiva e intercultural.

Objetivo 11. Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica,

11.3. Democratizar la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y de tecnologías de información y comunicación (TIC), incluyendo radiodifusión, televisión y espectro radioeléctrico, y profundizar su uso y acceso universal.

n. Desarrollar redes y servicios de telecomunicaciones regionales para garantizar la soberanía y la seguridad en la gestión de la información, (Tomo I Objetivos del Plan del Buen Vivir, 2013-2017).

2.4 Fundamentación Legal

Constitución del Ecuador

Título VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo primero Inclusión y equidad

Sección octava

Ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales

Art. 385.-El sistema nacional de ciencia, tecnología, Innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

- a) Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
- b) Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
- c) Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Art. 386.- El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y privados, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

El Estado, a través del organismo competente, coordinará el sistema, establecerá los objetivos y políticas, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, con la participación de los actores que lo conforman.

Art. 387.- Será responsabilidad del Estado:

- a) Facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo.
- b) Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.
- c) Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.
- d) Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.
- e) Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley.

Art. 388.- El Estado destinará los recursos necesarios para la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación científica, la recuperación y desarrollo de saberes ancestrales y la difusión del conocimiento. Un porcentaje de estos recursos se destinará a financiar proyectos mediante fondos concursables. Las organizaciones que reciban fondos públicos estarán sujetas a la rendición de cuentas y al control estatal respectivo.

SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Art. 350.- Cita que el sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

Art. 1.- Los objetivos de la investigación en la Universidad de Guayaquil están concebidos como parte de un proceso de enseñanza único, de carácter docente investigativo, orientado según norma el Estatuto Orgánico, para permitir el conocimiento de la realidad nacional y la creación de ciencia solución a los problemas del y tecnología, capaces de dar país.

Las investigaciones dirigidas a la comunidad tienen por finalidad estimular las manifestaciones de la cultura popular, mejorar las condiciones intelectuales de los sectores que no han tenido acceso a la educación superior; la orientación del pueblo frente a los problemas que lo afectan; y la prestación de servicios, asesoría técnica y colaboración en los planes y proyectos destinados a mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

Art. 2.- En tanto la actividad de investigación es una función de alta prioridad, consustancial a la misión de la universidad, sobre ella ejercen dirección, control, y responsabilidad decisoria, los máximos órganos de gobierno, y sus estrategias y planes deberán ser aprobados por la Comisión Académica y el Consejo Universitario.

Art. 3.- La actividad de investigación científica y tecnológica es un área de responsabilidad del Vicerrectorado Académico de la Universidad de Guayaquil, cuyo órgano operativo es la Investigación y Desarrollo de dicha Unidad de Posgrado, y se conforma de: una comisión asesora del Vicerrectorado Académico: la Comisión de Investigación y, una unidad de gerencia de ciencia, subordinada a la unidad de Posgrado, Investigación y Desarrollo: La Dirección de Investigación y Proyectos Académicos.

Art. 11.- La Dirección de Investigación y Proyectos Académicos, en tanto instancia de dirección operativa de la Unidad de Posgrado, Investigación y

Desarrollo, es responsable de coordinar, sistematizar y administrar el investigación científica en la proceso de desarrollo de la Universidad de Guayaquil, la participación en redes nacionales e internacionales de bibliotecas virtuales y consorcios o redes internacionales de universidades. Estará a cargo del director (a) y contará con una coordinación académica y un equipo de documentación e informática.

Art. 18.- La Investigación en la Universidad de Guayaquil, estará orientada por el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología a elaborarse cada cinco años en concordancia con la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Secretaría Nacional de Ciencia y Técnica, y las Políticas de Ciencia y Tecnología del CONESUP, en el marco de una propuesta de la Universidad para el desarrollo local, regional y nacional.

Art. 19.- El Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología se conforma con una propuesta que tiene en cuenta además, los criterios de las distintas unidades académicas, el aporte Al desarrollo científico-tecnológico de cada área, y los untos tienen la institución para responsabilidades que en su conjunto con la localidad, región y país.

Art. 20.- La DIPA actuará como la instancia coordinadora de la elaboración del Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología, de la aprobación de este Plan por la Comisión Académica y el Consejo Universitario, y tendrá a cargo el control de su cumplimiento y ejecución.

Art. 21.- El Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología como parte de la planificación estratégica de la Universidad de Guayaquil, estará en correspondencia con los requisitos técnicos metodológicos y las directivas que a tal fin están decididas por los órganos de gobierno universitario. Y en su cumplimiento la DIPA invitará al Departamento de Planificación Universitaria a participar en la elaboración del referido plan e implementará las orientaciones que en su ejecución y desarrollo se entiendan pertinentes, y en su formulación se tomará en cuenta los programas políticos y estrategias, adoptadas por el órgano rector. De la Ciencia y Tecnología en el Ecuador.

Art. 22.- Cada facultad e instituto conformará su propio Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología, el que será aprobado por el Consejo Directivo., estos, a su

vez, contribuirán a la formulación del Plan Estratégico de Investigación de la Universidad.

Art. 23.- Con el propósito de cumplir el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología, en las particulares circunstancias académicas de cada nuevo curso lectivo, se elaborarán los Planes Operativos de Ciencia y Tecnología por parte de las facultades y los institutos, los que serán aprobados por la DIPA.

Estos artículos priorizan la investigación científica como fuente principal de conocimientos, haciendo de la autoeducación una herramienta válida para la solución de hipótesis plantadas por los estudiantes.

Art. 80.- La Ley de Propiedad Intelectual vigente en el país, señala que el Derecho de Autor durará toda la vida del autor y setenta años después de su fallecimiento, cualquiera que sea el país de origen de la obra. Por supuesto, nos referimos al derecho patrimonial del autor, ya que sus derechos morales no se extinguen y pueden ser sucedidos a sus herederos. En caso de tratarse de una obra en colaboración, el tiempo de protección sobre los derechos patrimoniales de los coautores, se cuenta desde el fallecimiento del último coautor.

2.5 Hipótesis

Mantener un sistema de simulación contemplando la cola de espera es algo muy relativo ya que con los estudios y captura de datos no ciertamente serán del todo precisos, pero actualmente existen herramientas tecnológicas cada vez más precisas que permiten verificar un comportamiento más específico del objeto que se desea estudiar, aquello permite que se torne menos complicado, esto quiere decir que el arma más eficiente en la actualidad es un equipo informático que permitirá recrear escenarios y contemplar todas las probabilidades posibles que puedan suceder en el escenario real como el mayor factor problema se da en la aglomeración de usuarios dentro de una estación por lo que genera las siguientes consecuencias:

- Los usuarios llegan tarde a su destino.
- Es difícil tomar una unidad por la aglomeración del personal en las puertas de embarque a la metrovía.

- Todas las troncales se congestionan si un bus no llega en el tiempo indicado.

Esta problemática lleva a los investigadores a realizar las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los beneficios que obtendrán los usuarios con la simulación de colas de espera del sistema de transporte masivo Metrovía en la ciudad de Guayaquil?

¿Con la simulación de colas de espera en una hora pico ayudará a la administración de la Metrovía a tomar decisiones para descongestionarla?

2.6 Variables de la Investigación

En el presente proyecto de titulación tenemos las siguientes variables:

Variable independiente

Inconformidad de los usuarios de la ciudad de Guayaquil que utilizan transporte público debido al aglomeramiento de usuarios dentro de las estaciones de servicios del consorcio Metrovía en las horas picos.

Variable dependiente

Gestión administrativa, creación de modelo de simulación para obtener información relevante mediante el uso de software anylogic el cual permitirá observar y verificar datos para establecer el comportamiento del consorcio Metrovía.

2.7 Definiciones Conceptuales

Identidad: Cuando un modelo es una réplica exacta del sistema en estudio. Es la que utilizan las empresas automotrices cuando realizan ensayos de choques de automóviles utilizando unidades reales.

Laboratorio: Se utilizan modelos bajo las condiciones controladas de un laboratorio, se pueden distinguir dos tipos de Simulaciones o juego operacional.

Hombre-Máquina: Se estudia la relación entre las personas y la máquina. Las personas también forman parte del modelo. La computadora no se limita a

recolectar información, sino que también la genera. Un ejemplo de este tipo de simulación es el simulador de vuelo.

Simulación por computadora: El modelo es completamente simbólico y está implementado en un lenguaje computacional. Las personas quedan excluidas del modelo. Un ejemplo es el simulador de un sistema de redes de comunicación donde la conducta de los usuarios está modelada en forma estadística.

Analógica: Cuando se utiliza una computadora analógica. En este grupo también se pueden incluir las Simulaciones que utilizan modelos físicos, el simulador por computadora.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la Investigación

Modalidad de la Investigación

El siguiente proyecto de titulación usará la modalidad de investigación de tipo observación, donde gran mayoría de su información es adquirida mediante la captura de datos en tiempo real en cada una de las estaciones de la troncal 1 consorcio Metrovía.

El presente proyecto también consta de una parte de modalidad de campo la cual se utiliza para realizar las diferentes demostraciones sobre el servicio que ofrece consorcio Metrovía a los usuarios mediante una herramienta de software anylogic.

Tipos de Investigación

El proyecto propuesto como tema de titulación emplea como tipo de investigación el análisis Exploratorio, que está orientada a un estudio que no ha sido suficientemente tratado por otras organizaciones de nuestra ciudad.

Como lo indica (Sampieri, 2011) una investigación exploratoria es cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas.

El proyecto consta de un tipo de investigación descriptiva debido que los datos y el análisis que se desea realizar es de un sistema de colas de espera, por lo que se describe todos sus componentes principales los cuales también se utilizan en la realidad. (Sampieri, 2011) afirma que dentro de una investigación descriptiva se “busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren. Esto es, su objetivo no es como se relacionan éstas.

3.2 Población y Muestra

Población

Como indica (Tamayo y Tamayo, 1997), "La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde la unidad de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación".

La población que participarán en este estudio serán los usuarios que frecuentan en las paradas de consorcio Metrovía Troncal 1 de la ciudad de Guayaquil los cuales se obtendrán mediante entrevista dada por el área administrativa.

Muestra

Podemos definir como muestra, a una porción representativa de la población, lo que corresponde en nuestro proyecto a las paradas con mayor frecuencia de pasajeros, datos los cuales estadísticamente muestran la mayor cantidad de población en un día estimado, resultados que serán propensos al respectivo análisis donde se miden las diferentes opiniones de nuestra población escogida.

CUADRO 2

POBLACIÓN DE TESIS

INVOLUCRADOS	POBLACIÓN	PORCENTAJE
USUARIOS QUE FRECUENTAN EN UN DÍA EN LAS PARADAS DE CONSORCIO METROVÍA TRONCAL 1	131617	100%
Total	131617	100%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan.

Fuente: Consorcio Metrovía Terminal Río Daule Área Administrativa Troncal 1.

Tamaño de la Muestra

$$n = \frac{m}{e^2(m-1) + 1}$$

m=tamaño de la población (131617)

E= error de estimación (6%)

n=Tamaño de la muestra (65304)

$$n = \frac{131617}{0.06^2(131617 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{131617}{(0.0036)(131616) + 1}$$

$$n = \frac{131617}{4738176 + 1}$$

$$n = \frac{131617}{4738177}$$

$$n = 277.77$$
$$n = 278$$

3.3 Instrumentos de Recolección de Datos

La Técnica

Dentro de un proceso de investigación científica es necesario emplear técnicas que ayuden a integrar la estructura del proyecto en cuanto a obtención de información se trata, entre los objetivos de la técnica tenemos:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

La manera en que se empleara la técnica en el presente proyecto titulación es de campo, por tal motivo se ejecutarán la recolección de información a los usuarios que frecuentan en las paradas y terminales de la ciudad de Guayaquil del consorcio Metrovía troncal 1; para con ello poder realizar el levantamiento de información con las variables que se desean capturar con la finalidad de poder estimar un comportamiento y análisis del mismo.

Instrumentos De La Investigación

El actual estudio está orientado a la implementación de un sistema de simulación de colas de espera mediante herramienta anylogic, donde el instrumento a utilizar son la captura de datos en tiempo real en cada una de las estaciones establecidas para la obtención de información acerca del comportamiento como tal, tomando el enfoque de las variables que se requieren para realizar un análisis correcto y poder lograr una simulación del consorcio Metrovía Troncal1.

Recolección de la Información

Una vez realizada la formulación del modelo de simulación, es indispensable contar con los datos que permitirán obtener los resultados esperados. En este capítulo se explica la metodología empleada para cumplir este propósito, además se realiza una breve descripción del tipo de información recolectada y finalmente se realiza un análisis de la misma.

En la recolección de datos, es posible la facilidad de información de obtención de algunos y la dificultad de otros influya en el desarrollo del modelo. Cabe recalcar que al analizar con precisión los parámetros probabilísticos de la ruta Troncal 1 no es el propósito de la presente tesis. Pero si es necesario realizar la recolección de datos que requiere el modelo, en una menor escala lo cual implica un menor nivel de precisión.

3.4 Procesamiento y Análisis

Ejecutadas todas las actividades relevantes a la recolección de información se procede con el respectivo análisis, procesamiento y tabulación de los datos obtenidos; para esto, se utilizó la herramienta Microsoft Excel donde se obtiene resultados finales calculando el respectivo porcentaje junto con sus gráficos correspondientes en forma de pastel, facilitando la cuantificación e interpretación de las referencias obtenidas por medio de la encuesta.

¿Cree usted que el servicio de transporte masivo que Ofrece consorcio Metrovía es mejor que el servicio de transporte urbano público?

CUADRO 3

ENCUESTA PARA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA- PREGUNTA 1

OPCIÓN	NÚMERO DE RESPUESTAS POR MUESTRA	PORCENTAJE
Si	169	71.91%
No	66	28.09%
Total Muestra	235	100.00%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

GRÁFICO 9

ESTADISTICA DE LA ENCUESTA - PREGUNTA 1



Elaborado: Bermúdez Andy, Cedeño Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

Análisis: Dado el total de encuestas (235) en un 100% solo 28.09% (66) de usuarios indican que es mejor el uso de transporte público, mientras que el otro 71.91% (169) afirman que es más beneficioso frecuentar el sistema de transporte masivo consorcio Metrovía.

Considera usted ¿Qué el mayor problema de aglomeramiento de pasajeros se da en las horas pico?

CUADRO 4

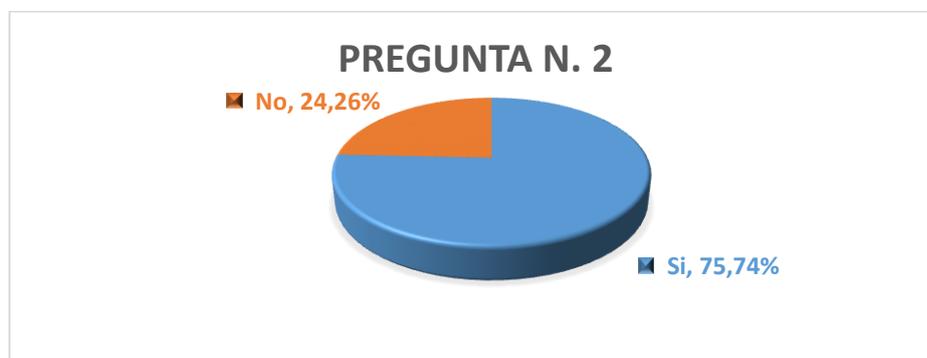
ENCUESTA PARA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA- PREGUNTA 2

OPCIÓN	NÚMERO DE RESPUESTAS POR MUESTRA	PORCENTAJE
Si	178	75.74%
No	57	24.26%
Total Muestra	235	100.00%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

GRÁFICO 10

ESTADÍSTICA DE LA ENCUESTA - PREGUNTA 2



Elaborado: Bermúdez Andy, Cedeño Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

Análisis: Dado el total de encuestas (235) en un 100% solo 24.26% (57) de usuarios indican que el mayor grado de aglomeramiento no se dan en las horas picos sino en cualquier hora del día, mientras que el otro 75.74% (178) afirman que el mayor aglomeramiento se dan en las denominadas horas picos del día.

Considera usted ¿Qué el tiempo de espera de un articulado de Consorcio Metrovía debe darse de manera más rápida para evitar el aglomeramiento de pasajeros en las estaciones?

CUADRO 5

ENCUESTA PARA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA- PREGUNTA 3

OPCIÓN	NÚMERO DE RESPUESTAS POR MUESTRA	PORCENTAJE
Si	222	94.47%
No	13	5.53%
Total Muestra	235	100.00%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

GRÁFICO 11

ESTADÍSTICA DE LA ENCUESTA - PREGUNTA 3



Elaborado: Bermúdez Andy, Cedeño Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

Análisis: Dado el total de encuestas (235) en un 100% solo 5.53% (13) de usuarios consideran que existen otros factores para evitar el aglomeramiento de pasajeros, mientras que el otro 95.747% (222) afirman que el mayor aglomeramiento se da por motivo que los articulados demoran en llegar a las estaciones.

Considera usted ¿Qué el exceso de pasajeros dentro de un articulado de consorcio Metrovía trae consecuencias como inseguridad en robos y accidentes de tránsito?

CUADRO 6

ENCUESTA PARA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA- PREGUNTA 4

OPCIÓN	NÚMERO DE RESPUESTAS POR MUESTRA	PORCENTAJE
Si	148	62.98%
No	87	37.02%
Total Muestra	235	100.00%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

GRÁFICO 12

ESTADÍSTICA DE LA ENCUESTA - PREGUNTA 4



Elaborado: Bermúdez Andy, Cedeño Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

Análisis: Dado el total de encuestas (235) en un 100% solo 37.02% (87) de usuarios consideran que la inseguridad por robos o accidentes de tránsito no depende de la cantidad de pasajeros dentro del articulado, mientras que el otro 62,98% (148) afirman que el mayor problema de accidentes e inseguridad por robo se dan cuando los articulados llevan excesos de pasajeros.

Considera usted ¿Qué es necesario realizar un estudio del actual comportamiento que se da en las horas pico del sistema de transporte Metrovía para requerir un mejor servicio a los usuarios?

CUADRO 7

ENCUESTA PARA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA- PREGUNTA 5

OPCIÓN	NÚMERO DE RESPUESTAS POR MUESTRA	PORCENTAJE
Si	223	94.89%
No	12	5.11%
Total Muestra	235	100.00%

Elaborado: Bermúdez Rezabala Andy, Cedeño Soriano Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta.

GRÁFICO 13

ESTADÍSTICA DE LA ENCUESTA - PREGUNTA 5



Elaborado: Bermúdez Andy, Cedeño Jonathan
Fuente: Datos de la Encuesta

Análisis: Dado el total de encuestas (235) en un 100% solo 5,11% (12) de usuarios consideran que hoy en día ya no es necesario porque se les ha hecho costumbre el servicio que les ofrece Consorcio Metrovía, mientras que el otro 94,89% (223) afirman que es necesario realizar un estudio con la finalidad de regularizar todas las problemáticas que actualmente presenta consorcio Metrovía

con respecto al actual comportamiento que se da en el ofrecimiento de su servicio a los usuarios.

Por medio de las encuestas ejecutadas los investigadores avalan al desarrollo del presente proyecto de titulación, la población escogida está de acuerdo en que se realice un estudio para saber el comportamiento que se da como servicio en consorcio Metrovía en las Horas Pico por medio de la simulación de sistemas en colas de espera, por ende consideran que con la ayuda de la herramienta de software anylogic y la correcta captura de datos en cada una de las paradas permitirá saber el actual estado que ofrece como servicio consorcio Metrovía.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE PARADAS Y ESTACIONES DE CONSORCIO METROVÍA TRONCAL T1

En base a los resultados que se determina en los datos obtenidos con el modelo de simulación de la ruta Troncal 1 RIO DAULE - GUASMO, se han definido variables como objeto de estudio:

Se realizó el estudio del comportamiento de afluencias de usuarios por cada estación:

Por los Servicios que ofrece la Metrovía se establece las siguientes variables.

- Cantidad de usuarios que ingresan a una determinada estación o parada en un día y hora específica.
- Cantidad de usuarios que salen de una determinada estación o parada en un día y hora específica.
- Determinación de tiempo de servicio, el cual ofrece el articulado en una estación o parada.
- Número de usuarios que Ingresan en el articulado.
- Número de usuarios que bajan del articulado
- Número de usuarios que se encuentran en la cola de espera
- Código de Placa de Articulado
- Determinación de Tiempo de arribo del articulado en la estación (Tiempo el cual tarda en llegar a la estación).

Para realizar la captura de datos y verificación del comportamiento de cada una de las estaciones por usuario, en el tiempo de espera se establecen las siguientes variables.

Se detalla las características de una persona con la siguiente información.

- Número de Persona que se encuentra en la parada
- Tiempo de llegada de la persona a la estación
- Tiempo de salida en la cual la persona deja la estación.
- Tiempo de espera el cual el usuario arriba al articulado

Estos datos permitirán que al finalizar la tabulación identificar la frecuencia y recurrencia de tipo de pasajeros, el cual se abastece el servicio de consorcio Metrovía con la finalidad de dar un mejor servicio a cada uno de ellos.

Es fundamental recopilar la información de las variables para cada estación de paradas, día y hora en que operará la ruta Troncal 1, esto facilitará la toma de decisiones al usuario del sistema en la recolección de datos. Para el análisis y levantamiento de la información se determinaron los siguientes aspectos:

1. Estaciones donde se levantará la información.
2. Días en los que se recolectará la información.
3. Las horas que se tomarán los datos.

3.4.1 Selección de Paraderos y estaciones

Las estaciones de servicios constituyen la principal fuente de información para el simulador; con ello permitirá recopilar los datos con respecto a las variables de estudios de tiempo de servicio de un articulado y validar el comportamiento de una persona al ingresar a un paradero, además ayudarán a determinar la cantidad de personas que descienden de los buses en cada paradero o estación.

Actualmente, en el sector que recorre la ruta Troncal 1 existen 23 paraderos, los mismos que están ubicados en sentido de Norte – Sur, la ubicación de los paraderos existentes a lo largo de la ruta Troncal 1 se detallan a continuación:

CUADRO 8

Estaciones de Servicio de la troncal 1

Nº de Paradas	Nombre de Paradas
1	TERMINAL RIO DAULE
2	SANTA LEONOR
3	BASE NAVAL
4	ATARAZANA
5	BOCA 9
6	LA CATEDRAL
7	CAJA DEL SEGURO IESS
8	LA PROVIDENCIA
9	EL ASTILLERO
10	HOSPITAL LEÓN BECERRA
11	BARRIO CENTENARIO
12	BARRIO CUBA
13	MERCADO CARAGUAY
14	CIUDADELA 9 OCTUBRE
15	PRADERA 1
16	PRADERA2
17	LOS TULIPANES
18	GUASMO CENTRAL
19	FLORESTA 1
20	FLORESTA 2
21	GUASMO NORTE
22	GUASMO SUR
23	TERMINAL GUASMO

En base a la información aportada por la fundación Metrovía no todos los paraderos tienen la misma concurrencia de usuarios, por lo cual se propone las siguientes paradas que se observan en el siguiente cuadro, para la recolección

de información debido a que son los paraderos con mayor cantidad de usuarios que circulan en el día.

CUADRO 9
Paraderos Propuestos para análisis Troncal 1

Nº de Paradas	Nombre de Paradas
1	TERMINAL RIO DAULE
2	BASE NAVAL
3	ATARAZANA
4	BOCA 9
5	LA CATEDRAL
6	CAJA DEL SEGURO IESS
7	MERCADO CARAGUAY
8	GUASMO CENTRAL
9	GUASMO SUR
10	TERMINAL GUASMO

Para la toma de decisiones con respecto al análisis de especificación de las paradas que serán observadas, se realizó posteriormente el estudio de recurrencia de pasajeros, datos que se obtuvieron en consorcio Metrovía de un mes completo donde se verificaba día y cantidad de personas que ingresaban.

CUADRO 10
Paraderos con cantidad de pasajeros Troncal 1

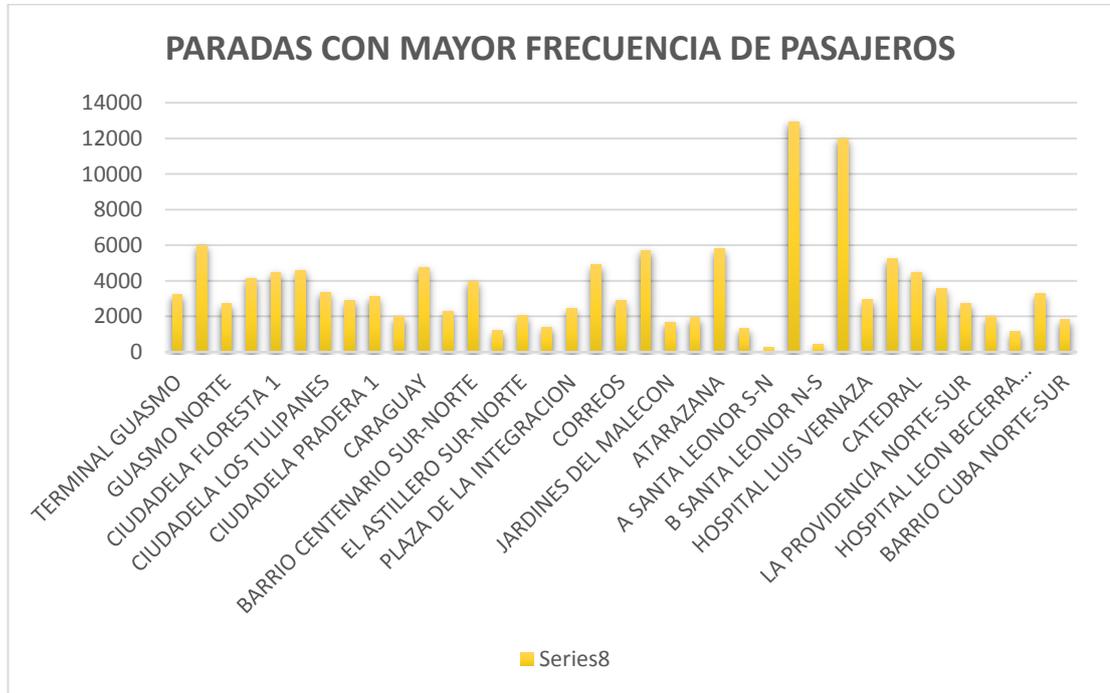
PASAJEROS POR TRONCAL POR PARADA	
NOMBRE DE PARADAS	CANTIDAD DE PASAJEROS
	3209
GUASMO SUR	5987
GUASMO NORTE	2723
CIUDADELA FLORESTA 2	4140
CIUDADELA FLORESTA 1	4480

GUASMO CENTRAL	4602
CIUDADELA LOS TULIPANES	3350
CIUDADELA PRADERA 2	2900
CIUDADELA PRADERA 1	3094
CIUDADELA 9 DE OCTUBRE	1986
CARAGUAY	4767
BARRIO CUBA SUR-NORTE	2297
BARRIO CENTENARIO SUR-NORTE	3967
HOSPITAL LEON BECERRA SUR-NORTE	1219
EL ASTILLERO SUR-NORTE	2046
LA PROVIDENCIA SUR-NORTE	1407
PLAZA DE LA INTEGRACIÓN	2446
BIBLIOTECA MUNICIPAL	4891
CORREOS	2892
BANCO CENTRAL	5724
JARDINES DEL MALECÓN	1673
LAS PEÑAS	1928
ATARAZANA	5800
LICEO NAVAL SUR-NORTE	1324
A SANTA LEONOR S-N	247
TERMINAL RIO DAULE	12952
B SANTA LEONOR N-S	425
LICEO NAVAL NORTE-SUR	11981
HOSPITAL LUIS VERNAZA	2925
BOCA 9	5244
CATEDRAL	4478
IESS	3561
LA PROVIDENCIA NORTE-SUR	2729
EL ASTILLERO NORTE-SUR	1972
HOSPITAL LEON BECERRA NORTE-SUR	1155
BARRIO CENTENARIO NORTE-SUR	3285
BARRIO CUBA NORTE-SUR	1809

Se estableció el recorrido en dirección de Norte a Sur de la Troncal 1, Terminal Rio Daule- Guasmo por lo cual solo se evaluara dichas paradas.

GRÁFICO 14

GRÁFICO estadístico de paradas con mayor recurrencia de pasajeros



Fuente: Consorcio Metrovía

En la siguiente tabla se detalla la secuencia de los paraderos en los que se realizará el levantamiento de información y además se detalla la distancia entre cada uno de ellos.

3.4.2 Selección de Días para análisis de Datos

La ruta Troncal 1 "GUASMO – RIO DAULE " da el servicio los 7 días de la semana sin importar que exista feriados dentro de la ciudad o del País, debido a limitación de recursos para el levantamiento de información, se realizará la simulación y análisis de la rutas escogidas de la troncal 1 los días miércoles, debido a que la información dada por consorcio Metrovía se puede considerar que es el día, es la que más frecuentan los pasajeros dentro de la semana por lo cual se estima 2 fechas de semanas seguidas para verificar el comportamiento de los usuarios de la ciudad de Guayaquil.

CUADRO 11

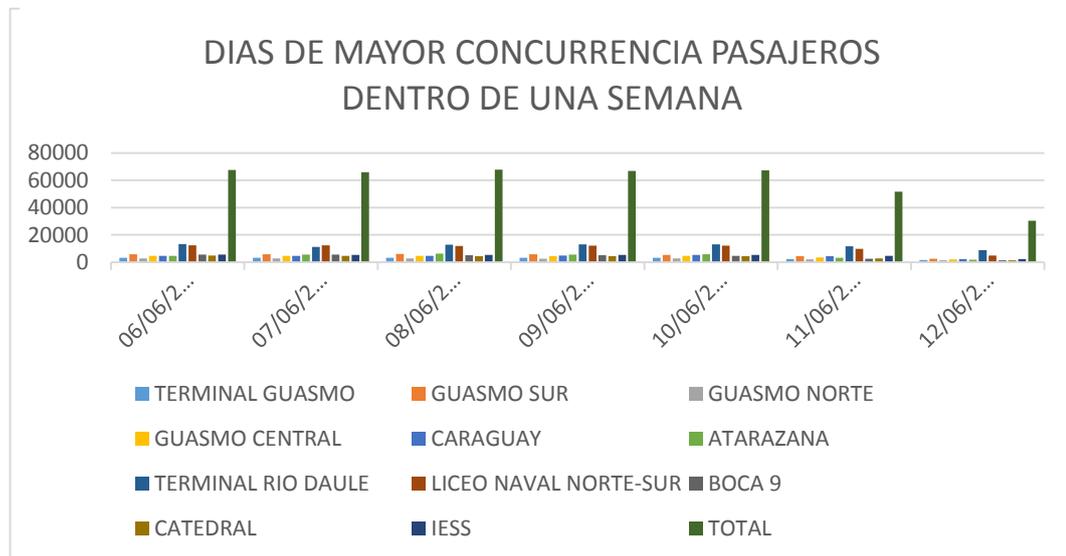
Datos para selección de Día con mayor recurrencia dentro de una semana.

Fuente: consorcio Metrovía

Parada	06/06/2016	07/06/2016	08/06/2016	09/06/2016	10/06/2016	11/06/2016	12/06/2016
TERMINAL GUASMO	3281	3168	3209	3174	3293	2320	1584
GUASMO SUR	5790	5881	5987	5917	5489	4535	2502
GUASMO CENTRAL	4592	4637	4602	4496	4727	3502	2191
CARAGUAY	4693	4567	4767	4985	5355	4341	2316
ATARAZANA	4790	5679	6420	5639	5893	3210	1866
TERMINAL RIO DAULE	13202	11234	12952	13054	12987	11740	8798
NAVAL NORTE-SUR	12269	12321	11981	12070	12150	9715	4801
BOCA 9	5536	5501	5244	5199	4731	2652	1296
CATEDRAL	4827	4602	4478	4425	4463	2907	1385
IESS	5642	5386	5405	5265	5473	4648	2284
TOTAL	67491	65768	67769	66852	67314	51590	30346

GRAFICO 15

Grafico estadístico de paradas con mayor recurrencia de pasajeros



Fuente: Consorcio Metrovía

3.4.3 Selección de Horas

La M.I. Municipalidad de Guayaquil ha establecido que la Troncal 1 “Guasmo – Rio Daule” actualmente frecuenta 19 horas continuas en un día determinado; es decir, se da el servicio desde las 5:00 a.m. hasta las 11:30 p.m. de Lunes a Sábados días Domingos de 5:30 am hasta las 11:00 pm.

De igual manera, los recursos son limitados y no se puede establecer el levantamiento de información en cada estación seleccionada las 19 horas de servicio que ofrece la troncal 1, es por ello que se ha seleccionado dos jornadas para levantar la información

Horas en las que se realizó el levantamiento de información

MIÉRCOLES		
Jornada	Horas	
<i>SEMANA 1</i>	HORA	18:00 p.m. - 19:00 p.m.
<i>MIÉRCOLES</i>	HORA	18:00 p.m. - 19:00 p.m.

La información que se levanta en esta jornada es debido a la mayor recurrencia de pasajeros; es decir usuarios que salen de jornada laboral, estudiantil y frecuentan todo tipo de pasajeros tanto de 3ra edad, niños, discapacitados etc.

3.4.5 TOMA DE DATOS

Una vez que ha realizado la identificación de los paraderos que se va a realizar el levantamiento de información, la hora y los días se procederá a identificar las variables objeto de estudios los cuales nos servirán para realizar un correcto análisis del comportamiento del sistema de transporte Metrovía.

Las variables que sirven como objeto para el levantamiento de información son las siguientes:

- **Tomar el tiempo de arribo de llegada de un articulado dentro de las Estaciones de consorcio Metrovía.**

Esta información se la realizo en el horario y día anteriormente identificados en las 11 Estaciones con mayor concurrencia de pasajeros en horas picos, el análisis del mismo se mostrará al finalizar el ingreso de todos los datos obtenidos.

- **Número de personas que suben al bus**

Esta variable nos permitirá identificar la cantidad de personas que una vez ingresado por el pago en los sensores suben al articulado, esta variable puede ser dinámica debido a que en ciertas paradas de la Metrovía muchos usuarios pueden realizar trasbordo desde otra ruta de articulado que va en sentido contrario.

- **Número de personas que bajan del bus**

Al igual que la variable anterior esto nos permitirá identificar la cantidad de personas que bajan del articulado y saber el comportamiento, debido a que muchos usuarios se quedan en cola de espera dentro del estacionamiento y muchas veces salen totalmente de la parada en al cual se acaban de bajar.

- **Tiempo de arribo del articulado**

Esta variable permite identificar cuanto tiempo demora en llegar un articulado en la parada establecida, es decir el tiempo en que demora un bus de la Metrovía y otro en llegar a la parada en la que se desea recolectar la información.

- **Tiempo de servicio**

Permite establecer el tiempo en el cual un articulado de consorcio Metrovía se queda estacionado en una parada específica, este tiempo es tomado desde el momento que llega hasta cuando sale de la parada que se realiza la captura de datos.

- **Número de personas que esperan en la troncal**

Esta variable permitirá ver el comportamiento de cola e identificar el análisis de aglomeramientos de personas que frecuentan dentro de una parada, es decir que el objeto de estudio en horas picos se definirá con la cantidad de personas que están en una parada, como la captura de datos es data por minuto se determinara un mejor análisis del mismo, cabe recalcar que esta variable es alimentada con la cantidad de personas que suben y bajan de un articulado y cantidad de personas que ingresan o salen de una parada de consorcio Metrovía.

- **Número de personas que entran y salen de la parada**

Establece la cantidad de personas que ingresan a una parada y la cantidad de personas que salen de una parada, la finalidad de esta variable es para con ello poder controlar la cantidad de personas que esperan en la troncal la cual es el análisis de la variable antes mencionada.

Entre otras variables de objeto de estudio también se determinara el comportamiento por pasajero, es decir el tiempo en que una persona espera dentro de una parada especifica hasta poder subir a un articulado de consorcio Metrovía, esta variable está alimentada de características del usuario es decir si es hombre, mujer, niño, tercera edad, estudiante, embarazada, discapacitado etc.

Para esto se analiza al usuario que está dentro de la parada sin importar si ha realizado transbordo o se ha bajado desde otro articulado para esperar el siguiente o si realizo su pago en los sensores de entrada.

A continuación se detalla la captura de datos por cada una de las paradas que se establecieron para análisis y comportamiento de consorcio Metrovía Troncal T1.

CUADRO 12

Captura de dato parada Base Naval Norte
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

PARADERO BASE NAVAL NORTE

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
1027	18:45	0:00:00	5	2	0:00:09	20	2	3
1038	18:47	0:02:00	22	0	0:00:20	2	0	4
1040	18:50	0:03:00	6	6	0:00:10	7	3	8
1002	18:53	0:03:00	16	12	0:00:20	3	4	4
1047	18:54	0:01:00	10	6	0:00:09	4	2	7
1013	18:56	0:02:00	11	8	0:00:11	3	1	3
1043	18:58	0:02:00	11	9	0:00:09	2	1	2
1057	19:04	0:06:00	4	1	0:00:09	15	1	17
1021	19:04	0:00:00	6	9	0:00:07	26	0	8
1026	19:10	0:06:00	12	9	0:00:15	34	1	12
1015	19:12	0:02:00	3	5	0:00:09	37	0	1
1017	19:12	0:00:00	3	1	0:00:06	35	1	1
1014	19:14	0:02:00	5	2	0:00:07	32	2	2
10:20	19:16	0:02:00	14	3	0:00:15	22	1	2
1049	19:18	0:02:00	12	4	0:00:12	14	2	2
1022	19:21	0:03:00	12	9	0:00:11	14	0	3
1039	19:22	0:01:00	3	0	0:00:11	15	0	4
0028	19:28	0:06:00	12	7	0:00:12	20	3	13
1012	19:30	0:02:00	19	12	0:00:17	18	1	6
1004	19:32	0:02:00	11	1	0:00:11	11	0	3
1029	19:34	0:02:00	12	2	0:00:07	5	0	4
1058	19:37	0:03:00	1	1	0:00:09	5	1	1
1031	19:38	0:01:00	4	7	0:00:08	10	0	2
1052	19:41	0:03:00	6	4	0:00:10	14	0	6
1032	19:42	0:01:00	5	2	0:00:11	13	2	4
1045	19:42:05	0:00:00	3	0	0:00:10	12	0	2
1030	19:44	0:02:00	10	0	0:00:15	5	2	5

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en cuadro, el cual fue tomada de la parada base naval norte, estos datos fueron tomados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron

tabuladas en el formato de la tabla presentada, ante ello hubieron dificultades debido al aglomeramientos de pasajeros por lo que se determinó la necesidad de hacer un mayor sondeo utilizando más persona para poder realizar la captura de datos.

CUADRO 13

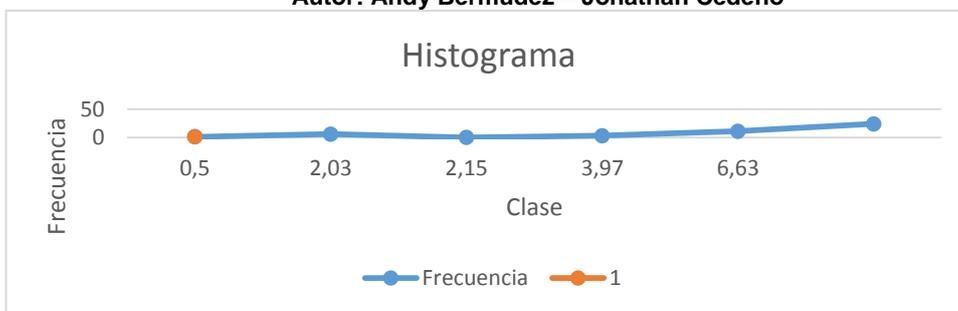
Tabulación de datos por minuto parada Base Naval
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	238	3,97
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	122	2,03
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	129	2,15
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	30	0,5
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	398	6,63

GRÁFICO 16

Parada Base Naval

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 14

Captura de dato parada Atarazana

PARADERO ATARAZANA

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
10003	18:00:12	0:00:00	14	7	0:00:11	4	3	14
10050	18:01:46	0:01:34	9	6	0:00:11	4	3	6
10020	18:03:40	0:01:54	12	10	0:00:15	8	2	12
10292	18:07:17	0:03:37	23	10	0:00:17	4	4	13
10064	18:09:28	0:02:11	19	9	0:00:18	3	2	15
10105	18:11:07	0:01:39	12	5	0:00:18	3	2	9
10043	18:12:43	0:01:36	10	2	0:00:11	6	4	18
10038	18:15:10	0:02:27	17	9	0:00:21	3	3	8
10098	18:16:21	0:01:11	12	4	0:00:11	0	3	11
10084	18:18:24	0:02:03	14	10	0:00:15	2	4	10
10035	18:20:42	0:02:18	12	10	0:00:16	0	3	5
10075	18:21:56	0:01:14	5	7	0:00:12	19	2	19
10070	18:24:14	0:02:18	13	4	0:00:21	3	0	12
10058	18:25:57	0:01:43	10	5	0:00:12	9	0	11
10094	18:28:12	0:02:15	7	4	0:00:18	9	4	16
10095	18:32:56	0:04:44	11	7	0:00:21	17	3	15
10139	18:34:36	0:01:40	16	10	0:00:15	3	3	12
10090	18:36:45	0:02:09	9	6	0:00:48	10	4	14
10008	18:39:13	0:02:28	10	5	0:00:15	3	2	10
10018	18:40:47	0:01:34	2	10	0:00:14	13	3	5
10047	18:45:04	0:04:17	7	6	0:00:19	1	4	6
10061	18:45:46	0:00:42	11	3	0:00:19	8	1	16
10115	18:48:11	0:02:25	4	4	0:00:14	2	2	4
10118	18:54:32	0:06:21	9	7	0:00:16	4	6	10
10023	18:55:26	0:00:54	18	15	0:00:23	11	7	21

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en el cuadro, el cual fue tomada de la parada Atarazana, estos datos fueron tomados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, debido que esta parada realiza doble servicio en la estación es decir Norte a sur y de Sur a norte se definió solo

realizar la captura de datos en las puertas con sentido Norte – Sur , permitiendo establecer una mejor toma de información con respecto a los objetos de estudio.

Tabulación de datos por minuto parada Atarazana

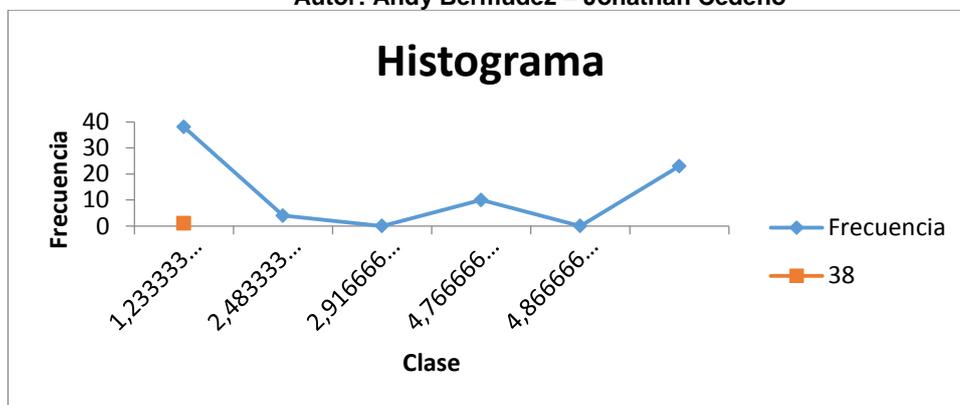
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	286	4,76
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	175	2,91
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	292	4,86
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	74	1,23
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	149	2,48

GRÁFICO 17

Parada Atarazana

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 9

Captura de dato parada Boca 9

PARADERO BOCA 9

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
1006	18:20	0:00:00	9	7	0:00:10	2	7	11
	18:21	0:00:00	0	0	0:00:00	9	0	7
1058	18:22	0:01:20	15	23	0:00:10	4	23	10
	18:23	0:00:00	0	0	0:00:00	11	0	7
1029	18:24	0:00:10	16	11	0:00:10	6	11	11
1015	18:25	0:01:30	13	13	0:00:15	2	13	9
	18:26	0:00:00	0	0	0:00:00	9	0	7
1059	18:27	0:01:01	16	16	0:00:10	3	16	10
	18:28	0:00:00	0	0	0:00:00	11	0	8
1048	18:29	0:00:50	21	0	0:00:11	5	0	15
1036	18:30	0:01:15	18	8	0:00:10	1	8	14
	18:31	0:00:00	0	0	0:00:00	7	0	6
	18:32	0:00:00	0	12	0:00:00	15	12	8
1034	18:33	0:01:30	22	13	0:00:10	8	13	15
	18:34	0:00:00	0	0	0:00:00	27	0	19
1018	18:35	0:01:50	26	15	0:00:10	10	15	9
	18:36	0:00:00	0	0	0:00:00	20	0	10
1017	18:37	0:01:10	22	15	0:00:10	6	15	8
	18:38	0:00:00	0	0	0:00:00	17	0	11
	18:39	0:00:00	0	0	0:00:00	26	0	9
	18:40	0:00:00	0	0	0:00:00	35	0	9
	18:41	0:00:00	0	0	0:00:00	42	0	7
1045	18:42	0:04:05	25	14	0:00:10	24	14	7
	18:43	0:00:00	0	0	0:00:00	32	0	8
1050	18:44	0:01:25	23	8	0:00:12	17	8	8
	18:45	0:00:00	0	0	0:00:00	24	0	7
1003	18:46	0:01:20	25	9	0:00:08	14	9	15
	18:47	0:00:00	0	0	0:00:00	20	0	6
1037	18:48	0:00:30	24	5	0:00:20	1	5	5
	18:49	0:00:00	0	0	0:00:00	9	0	8
	18:50	0:00:00	0	0	0:00:00	14	0	5
1056	18:51	0:01:40	16	5	0:00:15	1	5	3
	18:52	0:00:00	0	0	0:00:00	5	0	4
1019	18:53	0:00:40	10	6	0:00:10	4	6	9

	18:54	0:00:00	0	0	0:00:00	8	0	4
	18:55	0:00:00	0	0	0:00:00	13	0	5
1057	18:56	0:01:30	18	8	0:00:25	4	8	9
	18:57	0:00:00	0	0	0:00:00	10	0	6
	18:58	0:00:00	0	0	0:00:00	14	0	4
	18:59	0:00:00	0	0	0:00:00	20	0	6
	19:00	0:00:00	0	0	0:00:00	27	0	7
	19:01	0:00:00	0	0	0:00:00	29	0	2
1055	19:02	0:05:30	20	12	0:00:20	15	12	6
	19:03	0:00:00	0	0	0:00:00	19	0	4
	19:04	0:00:00	0	0	0:00:00	19	0	0
1033	19:05	0:00:40	18	11	0:00:30	16	0	4

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en cuadro, el cual fue tomada de la parada Boca 9, estos datos fueron tomados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, en dicha estación se vio afectada la captura de datos debido al aglomeramientos de personas ya que los articulados demoran en llegar y esto presenta inconvenientes para los usuarios y en efecto por ello se estableció más de una persona para la toma de información.

CUADRO 10

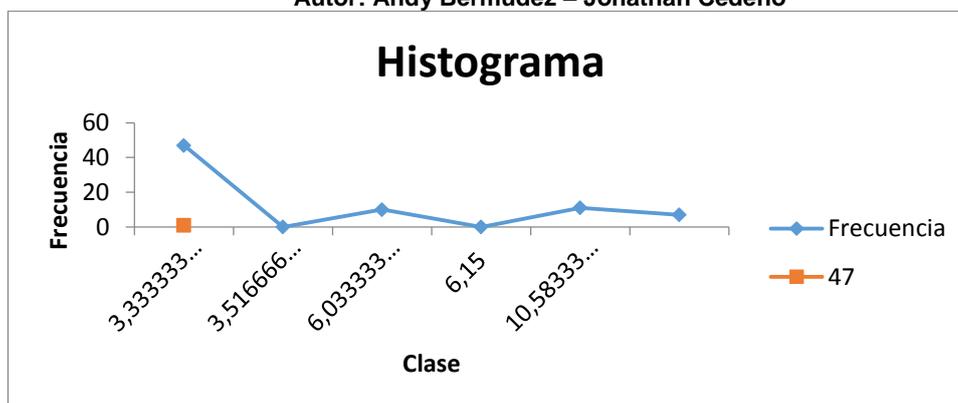
Tabulación de datos por minuto parada Boca 9
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	369	6,15
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	211	3,51
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	362	6,03
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	200	3,33
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	635	10,58

CUADRO 11

Parada Boca 9 Troncal 1

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



CUADRO 12

Captura de dato parada Catedral

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

PARADERO CATEDRAL

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
10003	18:00:12	0:00:00	10	7	0:00:13	6	3	12
10050	18:01:46	0:01:34	9	6	0:00:10	6	3	6
10020	18:03:40	0:01:54	12	2	0:00:15	6	2	12
10292	18:07:17	0:03:37	11	4	0:00:17	1	4	6
10064	18:09:28	0:02:11	19	9	0:00:18	4	2	15
10105	18:11:07	0:01:39	12	5	0:00:14	4	2	9
10043	18:12:43	0:01:36	10	2	0:00:11	10	4	18
10038	18:15:10	0:02:27	16	9	0:00:21	8	3	8
10098	18:16:21	0:01:11	12	4	0:00:11	8	3	11
10084	18:18:24	0:02:03	14	8	0:00:15	8	4	10
10035	18:20:42	0:02:18	12	6	0:00:11	4	3	5
10075	18:21:56	0:01:14	5	7	0:00:12	15	2	11
10070	18:24:14	0:02:18	13	4	0:00:18	6	0	0
10058	18:25:57	0:01:43	11	5	0:00:12	11	0	11
10094	18:28:12	0:02:15	7	4	0:00:16	14	4	10
10095	18:32:56	0:04:44	11	5	0:00:14	9	3	4

10139	18:34:36	0:01:40	13	1	0:00:12	6	3	12
10090	18:36:45	0:02:09	9	6	0:00:25	2	4	3
10008	18:39:13	0:02:28	10	5	0:00:11	5	2	10
10018	18:40:47	0:01:34	2	10	0:00:09	15	3	5
10047	18:45:04	0:04:17	7	6	0:00:17	16	4	6
10061	18:45:46	0:00:42	13	3	0:00:12	12	1	7
10115	18:48:11	0:02:25	4	4	0:00:08	14	2	4
10118	18:54:32	0:06:21	10	7	0:00:16	8	6	3
10023	18:55:26	0:00:54	9	6	0:00:17	10	7	12

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en cuadro, la que fue tomada de la Catedral, estos datos fueron tomados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, dentro de esta estación no se presentaron inconvenientes debido a que los usuarios respetaban las colas de ingreso en cada uno de los articulados facilitando la captura de datos de los mismos.

CUADRO 13

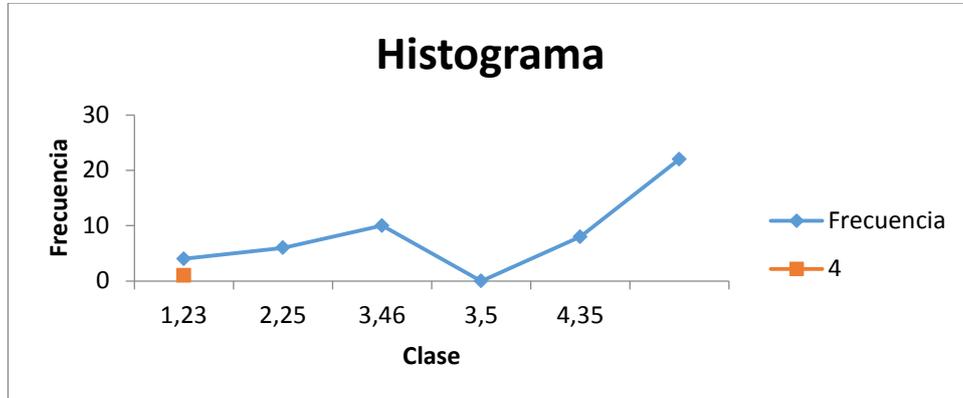
Tabulación de datos por minuto parada Catedral
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	261	4,35
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	135	2,25
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	210	3,5
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	74	1,23
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	208	3,47

GRÁFICO 18

Parada Catedral Troncal 1

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



CUADRO 14

Captura de dato parada IEES

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

PARADERO 4 IEES

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
	18:01	0:00:00	7	6	0:00:00	17	0	4
	18:02	0:00:00	10	1	0:00:10	15	3	7
10007	18:03	0:02:10	11	1	0:00:08	11	0	3
10011	18:04	0:00:45	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:05	0:00:00	7	9	0:00:00	16	0	0
	18:06	0:00:00	7	3	0:00:09	13	0	3
10042	18:07	0:03:15	0	0	0:00:00	1	1	2
	18:08	0:00:00	8	2	0:00:00	16	1	7
10076	18:09	0:01:54	0	0	0:00:13	4	4	0
	18:10	0:00:00	4	3	0:00:00	10	1	4
	18:11	0:00:00	14	6	0:00:00	25	0	5
10022	18:12	0:02:20	5	1	0:00:10	11	1	6
	18:13	0:00:00	0	0	0:00:08	4	1	5
	18:14	0:00:00	5	1	0:00:00	9	0	3
10040	18:15	0:02:10	4	9	0:00:00	14	0	1
	18:16	0:00:00	0	0	0:00:09	4	0	4
	18:17	0:00:00	4	3	0:00:00	10	2	5
10043	18:18	0:00:00	0	0	0:00:00	3	0	3
10021	18:19	0:00:00	5	2	0:00:13	7	0	0
	18:20	0:00:00	7	3	0:00:00	10	0	0

	18:21	0:00:00	10	6	0:00:07	19	0	3
	18:22	0:00:00	11	1	0:00:00	13	1	2
10039	18:23	0:03:38	0	0	0:00:00	4	1	5
	18:24	0:00:00	7	1	0:00:00	5	3	0
10004	18:25	0:01:35	7	9	0:00:00	19	1	4
	18:26	0:00:00	0	0	0:00:13	5	0	5
	18:27	0:00:00	8	3	0:00:00	15	1	5
	18:28	0:00:00	0	0	0:00:00	4	1	5
10009	18:29	0:03:31	4	2	0:00:11	9	0	3
	18:30	0:00:00	7	3	0:00:00	11	0	1
	18:31	0:00:00	10	6	0:00:10	20	2	6
	18:32	0:00:00	0	0	0:00:08	5	0	5
10015	18:33	0:03:27	11	1	0:00:00	13	3	4
10056	18:34	0:00:33	7	0	0:00:00	8	1	2
	18:35	0:00:00	0	0	0:00:09	0	0	0
	18:36	0:02:27	7	7	0:00:00	18	0	4
	18:37	0:00:00	0	0	0:00:00	3	2	5
10017	18:38	0:03:12	8	2	0:00:00	12	1	3
	18:39	0:01:00	4	2	0:00:10	9	1	4
	18:40	0:01:00	7	10	0:00:08	13	4	0
	18:41	0:00:00	0	0	0:00:00	5	0	5
10002	18:42	0:03:18	7	4	0:00:00	16	1	6
	18:43	0:01:00	7	3	0:00:10	13	1	4
	18:44	0:00:00	0	0	0:00:08	5	0	5
10034	18:45	0:02:15	8	4	0:00:00	13	1	2
	18:46	0:00:00	0	0	0:00:00	2	3	5
	18:47	0:00:00	4	6	0:00:09	14	2	6
	18:48	0:00:00	10	1	0:00:00	13	2	4
10019	18:49	0:03:11	11	1	0:00:10	16	0	4
10027	18:50	0:00:45	0	0	0:00:08	0	0	0
	18:51	0:00:00	7	9	0:00:00	17	2	3
	18:52	0:00:00	7	3	0:00:00	11	3	4
	18:53	0:00:00	0	0	0:00:09	4	1	5
1047	18:54	0:04:06	8	2	0:00:00	15	0	5
	18:55	0:00:00	0	0	0:00:00	4	1	5
1019	18:56	0:01:54	4	3	0:00:13	8	3	4
	18:57	0:00:00	7	6	0:00:00	18	0	5
	18:58	0:04:00	10	1	0:00:10	17	0	6
1803	18:59	0:02:01	0	0	0:00:08	2	1	3
	19:00	0:00:00	11	1	0:00:00	11	2	1

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en el cuadro, la que fue tomada de la parada IEES, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, a diferencia de otras estaciones esta parada es de trasbordo por lo que permite la conexión con la troncal 3 que da servicio con ruta de Bastión por lo que solo se determinó el análisis de la puerta 1 de ingreso y solo en lugar donde se estaciona la troncal 1 que da recorrido con orientación de Norte a Sur.

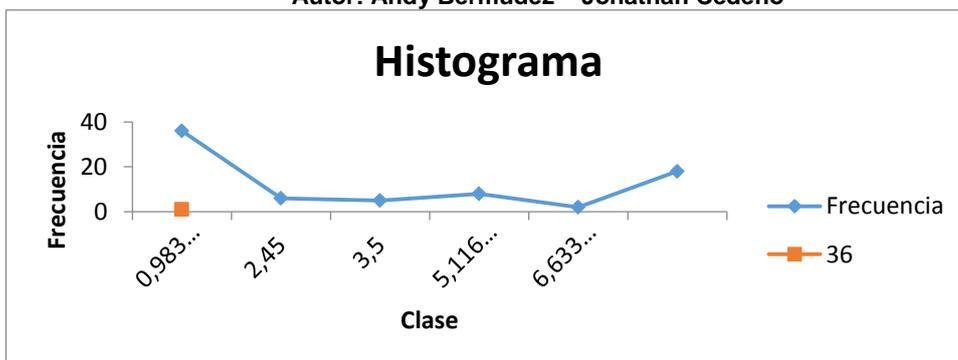
CUADRO 15

Tabulación de datos por minuto parada IEES troncal 1
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	307	5,15
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	147	2,45
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	210	3,5
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	59	0,98
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	398	6,63

GRÁFICO 19

Parada IEES
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 16

Captura de dato parada Caraguay

PARADERO CARAGUAY

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
1027	18:00	0:00:00	6	6	0:00:08	5	9	5
1038	18:02	0:02:00	3	6	0:00:07	2	5	4
1040	18:04	0:02:00	2	9	0:00:05	1	4	8
1002	18:06	0:02:00	1	2	0:00:06	6	8	9
1047	18:08	0:02:00	1	5	0:00:08	8	13	16
1013	18:10	0:02:00	12	10	0:00:07	12	24	8
1043	18:12	0:02:00	7	11	0:00:11	3	7	15
1057	18:14	0:02:00	7	2	0:00:06	0	1	3
1021	18:16	0:02:00	8	6	0:00:12	0	0	6
1026	18:18	0:02:00	4	4	0:00:05	6	7	9
1015	18:20	0:02:00	11	8	0:00:14	2	7	8
1017	18:22	0:02:00	0	8	0:00:06	1	5	8
1014	18:24	0:02:00	7	5	0:00:04	15	22	37
1020	18:26	0:02:00	0	6	0:00:05	0	2	10
1049	18:28	0:02:00	0	10	0:00:07	5	8	16
1022	18:30	0:02:00	0	8	0:00:02	4	9	14
1039	18:32	0:02:00	1	8	0:00:02	7	9	18
0028	18:34	0:02:00	2	12	0:00:02	0	6	13
1012	18:36	0:02:00	8	12	0:00:15	7	8	9
1004	18:37	0:01:00	2	9	0:00:08	1	7	8
1029	18:38	0:01:00	3	3	0:00:06	3	5	8
1058	18:39	0:01:00	8	8	0:00:10	8	18	16
1031	18:40	0:01:00	8	12	0:00:08	9	21	15
1052	18:41	0:01:00	5	6	0:00:09	6	11	14
1032	18:42	0:01:00	2	8	0:00:01	0	6	7
1045	18:43	0:01:00	7	10	0:00:12	4	8	9
1030	18:44	0:01:00	1	8	0:00:04	9	14	16
1057	18:45	0:01:00	3	6	0:00:07	0	7	5
1047	18:46	0:01:00	10	11	0:00:16	2	6	7
1013	18:47	0:01:00	7	3	0:00:05	1	3	8
1043	18:48	0:01:00	1	9	0:00:06	0	2	4
1057	18:49	0:01:00	6	9	0:00:08	0	1	11
1021	18:50	0:01:00	2	7	0:00:06	1	1	5
1026	18:51	0:01:00	7	8	0:00:07	6	12	8

1015	18:52	0:01:00	2	3	0:00:11	3	7	7
1017	18:53	0:01:00	0	8	0:00:12	1	7	2
1014	18:54	0:01:00	4	5	0:00:06	5	8	1
1047	18:55	0:01:00	4	9	0:00:14	0	4	7
1013	18:57	0:02:00	3	11	0:00:11	5	11	6
1043	18:58	0:01:00	8	10	0:00:11	0	5	5
1057	18:59	0:01:00	2	8	0:00:09	0	3	3
1021	19:00	0:01:00	2	3	0:00:06	2	2	2

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en cuadro, que fue tomada de la parada Caraguay, estos datos fueron capturados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, al igual que la parada del IEES esta estación es de trasbordo es decir que la ruta troncal 1 del articulado también realiza la salida de pasajeros de sentido contrario que va en dirección al centro de la ciudad, es por ello que los datos tomados solo están reflejados en las puertas que van a dirección de la terminal Guasmo.

CUADRO 17

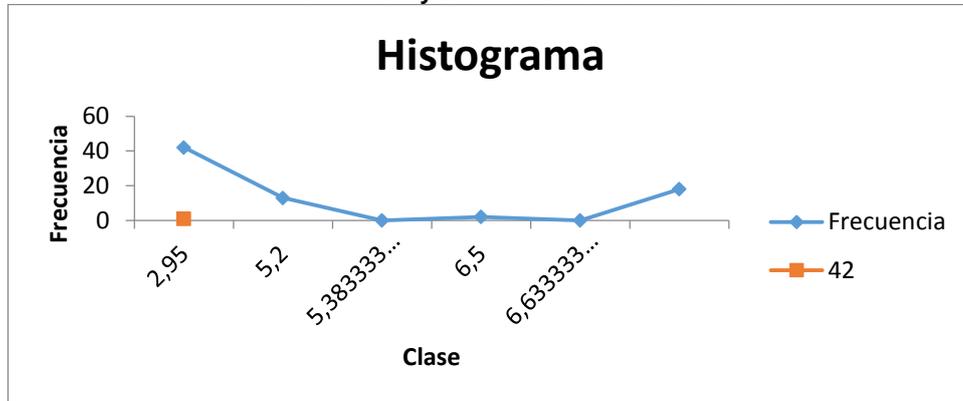
Tabulación de datos por minuto parada Caraguay
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	177	2,95 %
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	312	5,2 %
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	323	5,38 %
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	390	6,5 %
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	398	6,63 %

GRÁFICO 20

Parada Caraguay

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 18

Captura de dato parada Guasmo Central

PARADERO GUASMO CENTRAL

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
1026	18:25:00	18:25:30	0	1	0:00:00	2	0	1
	18:30:00	18:30:50	0	0	0:00:00	4	0	2
0332	18:36:00	18:36:46	1	8	0:00:10	10	2	1
1052	18:37:00	18:37:30	1	20	0:00:10	27	8	6
1020	18:38:00	18:38:53	3	9	0:00:10	31	5	3
	18:40:00	18:40:00	0	0	0:00:00	34	7	10
1044	18:41:00	18:41:30	1	14	0:00:10	39	10	2
	18:42:00	18:42:00	40	0	0:00:00	4	2	7
1047	18:43:00	18:43:30	4	14	0:00:11	11	9	6
	18:44:00	18:44:00	0	0	0:00:00	19	0	8
1006	18:45:00	18:45:30	0	13	0:00:10	31	11	10
1058	18:46:00	18:46:30	0	12	0:00:10	33	10	0
1029	18:47:00	18:47:30	4	10	0:00:10	31	9	1
1015	18:48:00	18:48:30	0	15	0:00:10	35	14	3
1059	18:49:00	18:49:30	0	10	0:00:10	36	11	2
1048	18:49:00	18:49:30	0	10	0:00:10	38	12	4
1036	18:51:00	18:51:30	0	15	0:00:10	50	9	6
1034	18:52:00	18:52:30	0	10	0:00:10	48	15	3
	18:53:00	18:53:00	0	0	0:00:00	48	1	1
	18:54:00	18:54:00	0	0	0:00:00	52	0	4

	18:55:00	18:55:00	0	1	0:00:00	55	0	2
	18:56:00	18:56:00	0	0	0:00:00	59	0	4
	18:57:00	18:57:00	31	0	0:00:20	10	20	2
	18:58:00	18:58:00	0	0	0:00:00	19	0	9
	18:59:00	18:59:00	0	0	0:00:00	22	0	3
	19:00:00	19:00:00	0	0	0:00:00	28	0	6
	19:02:00	19:02:00	0	0	0:00:00	34	0	6
1017	19:03:00	19:03:30	1	20	0:00:20	40	15	2
	19:04:00	19:04:00	0	0	0:00:00	47	0	7
1045	19:05:00	19:05:30	0	17	0:00:10	50	14	0

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en el cuadro, que fue tomada de la parada Guasmo Central, estos datos fueron capturados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, se evidenciaron inconvenientes debido a que la estructura de la parada como tal es bien pequeña y en horas pico con el aglomeramientos de usuarios la misma colapsa y dificulta la toma de datos en cantidad de personas que esperan en dicha parada, por ello se necesitó más de 4 veces realizar grabaciones para consolidar una información verídica con respecto a los objetos de estudios.

CUADRO 19

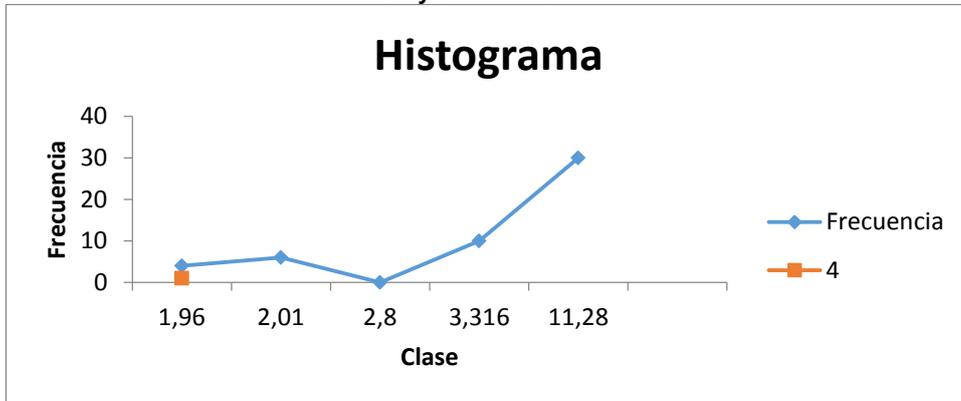
Tabulación de datos por minuto parada Guasmo Central
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	118	1,96
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	199	3,316
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	121	2,01
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	168	2,8
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	677	11,28

GRÁFICO 21

Parada Guasmo Central

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 20

Captura de dato parada Guasmo Sur

PARADERO GUASMO SUR

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
0021	18:21	0:00:00	4	18	0:00:10	3	18	1
	18:22	0:00:00	0	0	0:00:00	12	0	2
	18:23	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	1
	18:24	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	5
	18:25	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	2
0033	18:26	0:05:00	5	10	0:00:12	6	10	0
	18:27	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	2
	18:28	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	3
0040	18:29	0:03:00	2	9	0:00:15	2	9	2
0373	18:30	0:01:00	3	15	0:00:18	2	15	0
	18:31	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0028	18:32	0:02:00	5	3	0:00:17	0	4	1
0050	18:33	0:01:00	4	9	0:00:15	1	9	6
	18:34	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1027	18:35	0:02:00	5	1	0:00:10	0	2	2
	18:36	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0039	18:37	0:02:00	2	14	0:00:20	0	13	6
0227	18:38	0:01:00	2	3	0:00:12	0	4	0
	18:39	0:00:00	0	0	0:00:00	0	1	8
0049	18:40	0:02:00	7	2	0:00:10	0	1	3

	18:41	0:00:00	0	0	0:00:00	0	4	0
	18:42	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	2
0035	18:43	0:03:00	5	2	0:00:10	0	2	0
0036	18:44	0:01:00	6	22	0:00:18	0	22	8
	18:45	0:00:00	3	18	0:00:00	6	18	12
0033	18:46	0:02:00	8	2	0:00:10	0	2	1
	18:47	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	3
	18:48	0:00:00	0	0	0:00:00	0	1	2
	18:49	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	10
	18:49	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	3
0050	18:50	0:04:00	2	0	0:00:10	0	2	0
0071	18:51	0:01:00	2	22	0:00:10	3	0	2
	18:52	0:00:00	0	0	0:00:00	4	0	6
0039	18:53	0:02:00	3	1	0:00:10	0	0	2
0369	18:54	0:01:00	5	13	0:00:10	0	13	9
	18:55	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	7
0086	18:56	0:02:00	15	0	0:00:10	0	2	0
	18:57	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	8
0005	18:58	0:02:00	10	0	0:00:10	0	0	0
0015	18:59	0:01:00	0	14	0:00:10	2	13	6
0018	19:00	0:01:00	5	1	0:00:10	0	1	4
	19:01	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0075	19:02	0:02:00	0	13	0:00:10	5	13	9
0070	19:03	0:01:00	15	1	0:00:18	5	0	7
	19:04	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	7
	19:05	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en el cuadro, que fue tomada de la parada Guasmo Sur, estos datos fueron capturados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, no se presentaron inconvenientes en la captura de datos debido al ser una de las últimas paradas de la troncal 1 la gran parte de usuarios recurrieron a realizar el desbordo en la estación Guasmo.

CUADRO 21

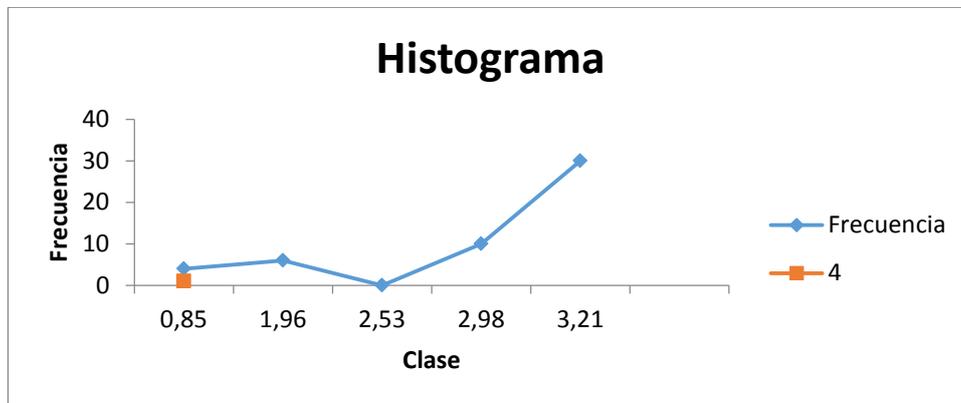
Tabulación de datos por minuto parada Guasmo Sur
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	118	1,96
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	193	3,21
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	152	2,53
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	179	2,98
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	51	0,85

GRÁFICO 22

Parada Guasmo Sur

Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 22

Captura de dato ESTACIÓN Rio Daule

ESTACIÓN RIO DAULE

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
	18:01	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1044	18:02	0:00:30	69	0	0:00:52	36	0	0
	18:03	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1001	18:04	0:00:00	62	0	0:00:53	34	0	0
1046	18:05	0:00:00	41	0	0:00:35	17	0	0
	18:06	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:07	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:08	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1033	18:09	0:00:00	78	0	0:00:47	35	0	0
	18:10	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:11	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:12	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1049	18:13	0:00:00	44	0	0:01:00	31	0	0
1031	18:14	0:00:00	51	0	0:01:37	30	0	0
1043	18:15	0:00:00	46	0	0:01:45	40	0	0
	18:16	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1025	18:17	0:00:00	44	0	0:01:45	28	0	0
	18:18	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1372	18:19	0:00:00	47	0	0:01:32	21	0	0
	18:20	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1369	18:21	0:00:00	55	0	0:01:20	15	0	0
	18:22	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1017	18:23	0:00:00	36	0	0:00:56	12	0	0
	18:24	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:25	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:26	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1034	18:27	0:00:00	75	0	0:00:34	31	0	0
	18:28	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1003	18:29	0:00:00	63	0	0:00:50	28	0	0
	18:30	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1011	18:31	0:00:00	69	0	0:00:40	38	0	0
	18:32	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1042	18:33	0:00:00	59	0	0:00:42	41	0	0
	18:34	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0

	18:35	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1376	18:36	0:00:00	74	0	0:00:36	55	0	0
	18:37	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:38	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1022	18:39	0:00:00	51	0	0:00:52	39	0	0
1040	18:40	0:00:00	39	0	0:01:04	33	0	0
1030	18:41	0:00:00	47	0	0:01:15	27	0	0
	18:42	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:43	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:44	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:45	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:46	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:47	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1368	18:48	0:00:00	106	0	0:00:45	63	0	0
1012	18:49	0:00:00	96	0	0:00:42	68	0	0
	18:50	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:51	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:52	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:53	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:54	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:55	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:56	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:57	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:58	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:59	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	19:00	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1032	19:01	0:00:00	106	0	0:00:40	62	0	0
1024	19:02	0:00:00	74	0	0:00:40	66	0	0
1045	19:03	0:00:00	48	0	0:01:35	42	0	0

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en cuadro que fue tomada de la estación RIO DAULE, estos datos fueron capturados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, por motivos que la estación frecuenta un volumen de usuarios con mayor cantidad que las demás paradas la captura de datos solo se enfocó en colas de espera de la ruta de la troncal 1 , debido que esta estación realiza trasbordo con la troncal 2 y alimentadores, en este análisis tampoco se contempla el registro de entrada y salida de la terminal como tal.

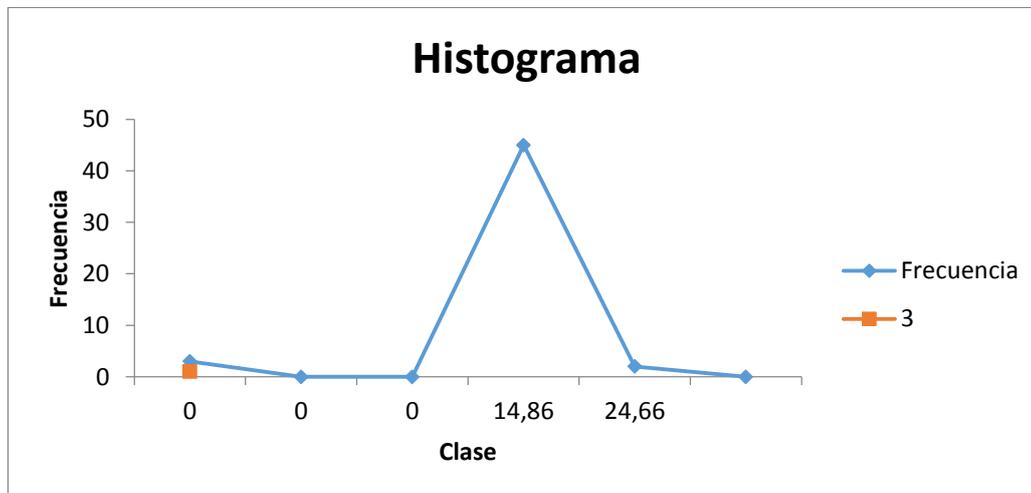
CUADRO 23

Tabulación de datos por minuto parada RIO DAULE
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	1480	24,66
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	0	0
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	0	0
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	0	0
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	892	14,86

GRÁFICO 23

Parada Rio Daule
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CUADRO 24
 Captura de dato parada de ESTACIÓN GUASMO
ESTACIÓN GUASMO

PLACA DE ARTICULADO	TIEMPO ARRIBO EN FORMATO hh:mm:ss	TIEMPO DE ARRIBO DEL ARTICULADO	N# PERSONAS QUE SUBEN AL BUS	N# PERSONAS QUE BAJAN DEL BUS	TIEMPO DEL SERVICIO EN FORMATO hh:mm:ss	N# PERSONAS QUE ESPERAN EN LA TRONCAL	N# de PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	N# de PERSONAS QUE INGRESAN A LA PARADA
	18:01	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:02	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1223	18:03	0:00:00	0	25	0:00:27	0	25	0
	18:04	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0005	18:05	0:00:00	0	15	0:00:40	0	15	0
	18:06	0:00:00	0	5	0:00:00	0	3	0
	18:07	0:00:00	0	0	0:00:00	0	1	0
	18:08	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	4
	18:09	0:00:00	0	3	0:00:00	0	5	0
0013	18:10	0:00:00	0	32	0:00:50	0	39	0
1055	18:11	0:00:00	0	19	0:00:20	0	19	0
	18:12	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0016	18:13	0:00:00	0	22	0:00:35	0	22	0
0009	18:14	0:00:00	0	30	0:00:23	0	30	0
	18:15	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:16	0:00:00	0	5	0:00:15	0	4	0
	18:17	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:18	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0015	18:19	0:00:00	0	20	0:00:31	0	20	0
	18:20	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1050	18:21	0:00:00	0	27	0:00:17	0	27	0
	18:22	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0039	18:23	0:00:00	0	24	0:00:14	0	24	0
	18:24	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0021	18:25	0:00:00	0	30	0:00:24	0	30	0
	18:26	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0028--0371	18:27	0:00:00	0	22	0:00:56	0	22	0
	18:28	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:29	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:30	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:31	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:32	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:33	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1028(0037)	18:34	9:00:00	0	40	0:00:34	0	40	0
	18:35	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0

0373	18:36	0:00:00	0	27	0:00:26	0	27	0
	18:37	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1001(0141)- 1025(0023)	18:38	0:00:00	0	29	0:00:16	0	29	0
	18:39	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1035(0367)	18:40	0:00:00	0	41	0:00:24	0	41	0
	18:41	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:42	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:43	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:44	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1023	18:45	0:00:00	0	30	0:00:36	0	30	0
	18:46	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:47	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
	18:48	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1044(0036)	18:49	0:00:00	0	16	0:00:24	0	16	0
0001	18:50	0:00:00	0	42	0:00:23	0	42	0
	18:51	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1125	18:52	0:00:00	0	20	0:00:00	0	20	0
	18:53	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0033	18:54	0:00:00	0	34	0:00:34	0	34	0
	18:55	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
1132	18:56	0:00:00	0	16	0:00:29	0	16	0
1048	18:57	0:00:00	0	13	0:00:24	0	13	0
0025	18:58	0:00:00	0	15	0:00:10	0	15	0
	18:59	0:00:00	0	0	0:00:00	0	0	0
0369	19:00	0:00:00	0	25	0:00:21	0	25	0

Entre las variables de estudio en las que se realizó la captura de datos que se detalla en la tabla que fue tomada de la estación Guasmo , estos datos fueron capturados en las jornadas y horarios que se establecieron, la información se tomó mediante grabaciones en tiempo real por lo que después fueron tabuladas en el formato de la tabla presentada, a diferencia de la terminal Rio Daule en esta estación solo se estableció la captura de datos por la cantidad de personas que bajan del articulado en la estación y el tiempo de servicio en la cual las personas suben al articulado a ello se establece la cantidad de personas que esperan en cola , dichos datos se toman para tener un valor unificado con la otra estación y de esta manera poder realizar la simulación de la misma en anylogic.

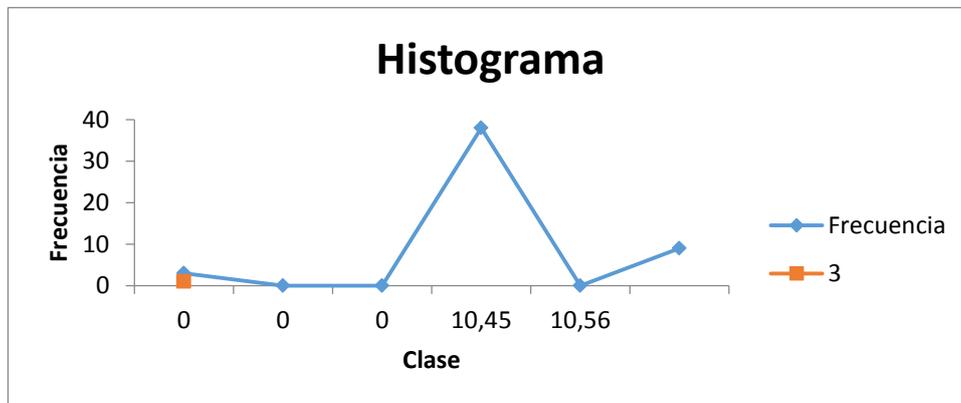
CUADRO 25

Tabulación de datos por minuto ESTACIÓN GUASMO
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	0	0
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	627	10,45
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	0	0
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	634	10,56
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	0	0

GRÁFICO 24

Parada ESTACIÓN GUASMO
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño



VALIDACIÓN MODELO EN LA HERRAMIENTA DE SOTFWARE ANYLOGIC

Para crear el modelo de simulación “Simular mediante colas de espera al sistema integrado de transporte masivo urbano de Guayaquil – sistema Metrovía troncal T1” se utilizaron los siguientes objetos:

GRAFICO 25 SOURCE



Objeto que permite generar un agente de tipo bus en un tiempo determinado en el entorno simulado.

Este agente se estableció con la variable que se obtuvo en la validación de Datos el tiempo de servicio y recorrido de un artículo de consorcio Metrovía.

GRÁFICO 26 MOVETO



Objeto que permite mover un agente (bus) de su ubicación actual a una nueva ubicación en el entorno simulado.

Mediante este agente se permitió trazar la ruta que se iba a realizar en la simulación es decir las 10 paradas establecidas como tema de investigación debido a su mayor aglomeramiento de pasajeros en las horas picos, por lo cual este agente permite ir recorriendo los articulados de consorcio Metrovía de una estación a otra.

GRÁFICO 27 DELAY



Objeto que permite definir un tiempo de espera del agente (bus) en el entorno simulado.

Mediante este agente se establece el tiempo de servicio en el cual estará en espera un articulado de consorcio Metrovía en una estación para que los pasajeros puedan subir al mismo hasta que pueda avanzar a la siguiente parada correspondiente.

GRÁFICO 28 PREEMPTED

outPreempted outTimeout



Objeto de tipo cola de espera que permita almacenar los peatones en el entorno simulado.

Mediante este agente se establece que en cada una de las estaciones escogidas para estudio de simulación tengan peatones dentro de las mismas con la finalidad que puedan esperar hasta el arribo de un articulado de consorcio Metrovía llegue al punto específico y permita trasladarse al lugar donde se requiere bajar el usuario.

GRÁFICO 29 PICKUP



Objeto que permite añadir los peatones al contenido del agente (bus) en el entorno simulado.

Por cual una vez que los usuarios estén dentro de las paradas mediante este agente permitirán que los peatones ingresen de manera ordenada al articulado que está en arribo dentro de la estación es decir permite el ingreso de usuarios al bus que le permitirá el traslado.

GRÁFICO 30 DROPOFF



Objeto que permite extraer los peatones del contenido del agente (bus) en el entorno simulado.

Por lo cual una vez los usuarios lleguen a su punto de destino o a la parada en la cual desean bajarse este agente es el que permite la extracción de los usuarios del articulado simulando la cantidad de personas que bajan de un articulado.

GRÁFICO 31 SINK



Objeto que permite liberar el agente (bus) en el entorno simulado.

El cual permitirá que se establezca su punto origen de partida, este agente es utilizado en las estaciones principales de consorcio Metrovía como la terminal Rio- Daule que es nuestro punto de inicio de la simulación.

GRÁFICO 32 PEDSOURCE



Objeto que permite generar peatones que servirán como punto de partida para llenar cada una de las paradas en el entorno simulado.

Este agente es el cual permitirá que se realice el ingreso de los pasajeros a cada una de las estaciones que se realizó la validación de datos con respecto a consorcio Metrovía.

GRÁFICO 33 PEDGOTO



Objeto que permite que los peatones se dirijan a la entrada o salida de una ruta específica en el entorno simulado.

El cual permitirá establecer que los pasajeros que bajen de un articulado puedan desplazarse hasta la salida de la estación el cual permitirá simular la cantidad de pasajeros que salen de una estación.

GRÁFICO 34 PEDWAIT



Objeto que permite que los peatones esperen en un tiempo y área determinado en el entorno simulado.

Mediante este agente se establece que los pasajeros ya se dentro de las estaciones queden en tiempo de espera

hasta que llegue un articulado el cual permitirá simular el tiempo de espera de servicio.

GRÁFICO 35 PEDEXIT



Objeto que dirige los peatones a la cola de espera en el entorno simulado.

El cual nos permite que los usuarios una vez estando en un tiempo de espera estimulado puedan dirigirse ya sea al ingreso de las puertas de los articulados que arriban a la estación o a su vez a cada una de las puertas tanto de entrada como de salida del entorno simulado.

GRÁFICO 36 PEENTER



Objeto que recibe a los peatones en el entorno simulado.

El cual nos permite que los usuarios dentro del entorno simulado se dirijan a una estación específica es decir que arriben en la estación que propone y no se redirijan ya sea fuera de la estación u otra estación que no es la que se desea simular.

GRÁFICO 37 PEDSINK



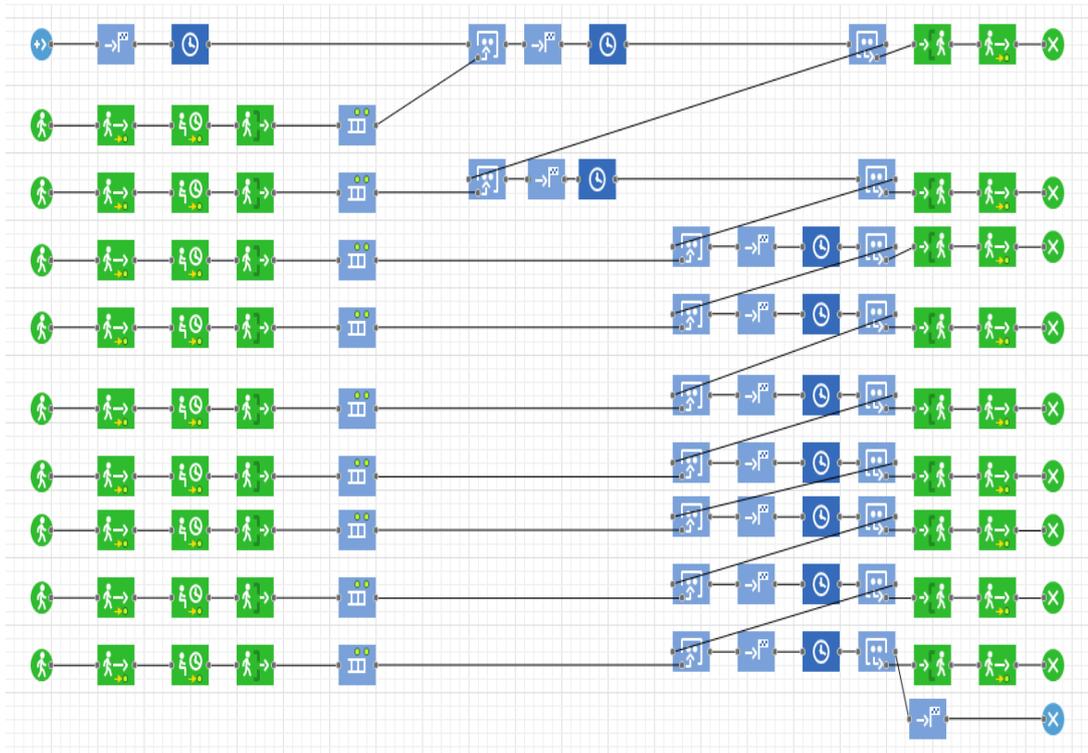
Objeto que permite liberar los peatones en el entorno simulado.

Definido cada uno de los objetos que servirán para la simulación se construye el siguiente modelo:

Dentro del modelo de simulación que se ha establecido se realiza el estudio y la evaluación de las 10 estaciones que se escogieron con la finalidad de ver el comportamiento de colas de espera en las paradas donde hay mayor concurrencia de pasajeros en horas picos.

GRÁFICO 38

MODELO DE SIMULACIÓN DE COLAS DE ESPERA DE CONSORCIO METROVÍA



Autores: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

Mediante el modelo de simulación se observa cada uno de los agentes que permiten realizar el comportamiento del objeto de estudio, que es colas de espera consorcio Metrovía Troncal 1 se define en anylogic el modelo gráfico de representación ya sea este en 2D o 3D.

Para objeto de estudio en el modelo se le agregaran detalles gráficos para visualizar la troncal T1 en representación 3D.

GRÁFICO 39

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO DE SIMULACIÓN EN 3D



Autores: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

El modelo de simulación en 3D permite visualizar de manera más eficiente el comportamiento de los usuarios en las colas de espera en cada una de las estaciones, por lo cual mediante el modelo de simulación permite ejecutar el recorrido de las 8 estaciones y las 2 terminales las cuales mediante el procesamiento y evaluación de datos se determinaron como las más concurrentes en horas picos por los usuarios.

La herramienta anylogic constituye su propio modelo matemático por lo que solo se necesita tener la información tabulada correctamente para el ingreso en cada uno de los agentes en los cuales formar el modelo de simulación esperado.

3.4.1 EXPERIMENTACIÓN DE DATOS CON RESPECTO A LA SIMULACIÓN DE COLAS DE ESPERA

La experimentación es considerada un método común dentro de la ciencia y tecnología, se refiere al estudio de un fenómeno, producido generalmente en un laboratorio varias veces en las condiciones de análisis que interesen, introduciendo o eliminando aquellas variables que pueden influir en el objeto de estudio.

Es por ello que dentro del modelo de simulación para consorcio Metrovía se establece ciertas variables las cuales pueden alterar la información la cual se ha capturado y de qué manera afectaría o beneficiaría a los usuarios que disponen de este servicio de transporte masivo de la ciudad de Guayaquil.

Entre las variables de experimentación se consideran las siguientes:

- Tráfico Vehicular dado por daño de señalización de semáforos.
- Demora en arribo de buses si un articulado se daña.
- Cierre de alguna parada por problemas de infraestructura

Para realizar la experimentación se tomara como ejemplo los datos capturados en la parada Atarazana con la finalidad de realizar un análisis y determinar la influencia de las variables con respecto al aglomeramientos de pasajeros.

CUADRO 26
Tabulación de datos por minuto ESTACIÓN ATARAZANA
Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

VARIABLE	TOTAL	Cálculo Por Minuto
N# DE PERSONAS QUE SUBEN EN EL ARTICULADO	286	4,76
N# DE PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	175	2,91
N# PERSONAS QUE ENTRAN A LA PARADA	292	4,86
N# PERSONAS QUE SALEN DE LA PARADA	74	1,23
N# PERSONAS QUE ESPERAN DENTRO DE LA PARADA	149	2,48

Para objeto de estudio se realizara la estimación y cálculos de usuarios por minutos en cada uno de las variables que se establecen.

CUADRO 27

Tabulación de datos por congestión de 5 minutos
 Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

		POR MINUTO	POR 5 MINUTOS
N#	PERSONAS QUE ESPERAN	2,48	12,4
N#	PERSONAS QUE INGRESAN	4,86	24,3
N#	PERSONAS QUE SALEN	1,23	6,15
N#	PERSONAS QUE SUBEN AL ARTICULADO	4,76	23,8
N#	PERSONAS QUE BAJAN DEL ARTICULADO	2,91	14,55

En caso de que un articulado demore en llegar a una parada especifica ya sea por motivo de problemas en señalización de semáforos, daño de articulado o cierre de alguna parada esta se verá comprometida ya que en su totalidad las personas siguen ingresando y esto involucrará algunos factores como el de aglomeramientos en las estaciones teniendo en cuenta de que muchas de las paradas sus estructuras como tal son reducidas en espacio físico.

Si un articulado demora más de 5 minutos:

- Aglomeramientos de pasajeros dentro de la estación
- Al llegar el articulado la mayor parte de usuarios querrán ingresar causando un exceso de pasajeros dentro de los buses dando incomodidad y mal servicio.
- En situaciones donde las estaciones exceden en cantidad de usuarios en espera para subir al articulado causa efecto en el ingreso a la parada de otros pasajeros formando largas colas de espera y en caso de 5

minutos que un articulado no llegue habrá aglomeramientos tanto dentro de la estación como fuera de la misma.

- En ocasiones donde un articulado sufre alguna falla mecánica este causa inconvenientes debido a que los usuarios deben bajarse en la siguiente parada y esto sumado a la cantidad de personas que esperan causa el mayor factor de aglomeramiento dentro de una estación por más de 5 minutos.

EXPERIMENTACIÓN EN ANYLOGIC

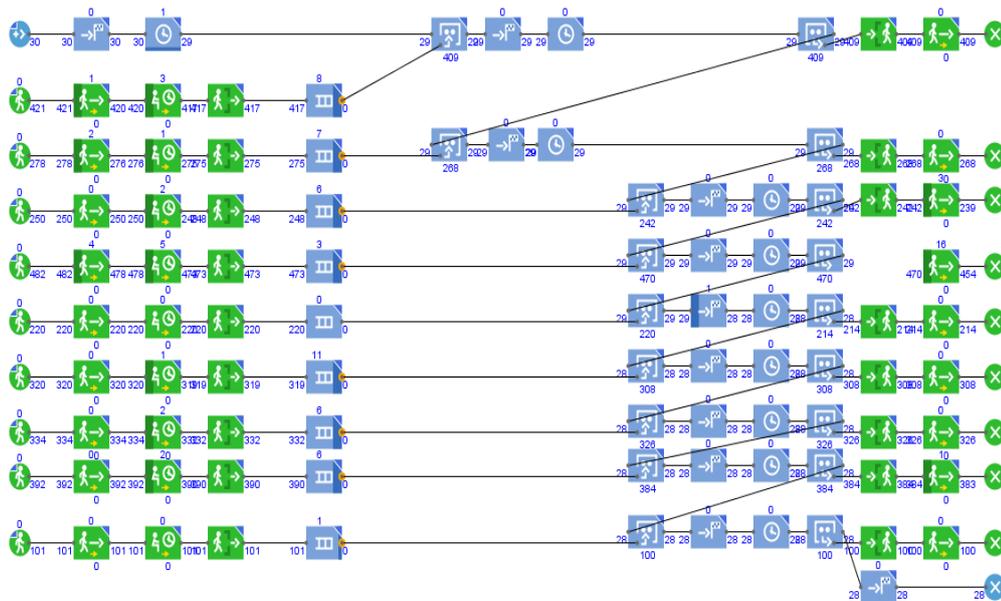
Tomando los datos recolectados y tabulados se realizan los siguientes experimentos en la simulación en la herramienta Anylogic.

Si un articulado de consorcio Metrovía pasa cada minuto dentro del rango de tiempo de espera, en el modelo de la simulación se experimenta la siguiente ruta de procesos en ejecución por lo que se determina de la siguiente manera:

Por un bus que pasa cada minuto dentro de la simulación no se presenta aglomeramientos.

GRÁFICO 40

Modelo de Experimentación de un bus cada minuto



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

Dentro del modelo de experimentación que se determina en la simulación de sistemas por el tiempo de espera por un articulado cada minuto se refleja que no existe aglomeramiento de pasajeros por lo que el comportamiento en la cola de espera dentro de las estaciones y fuera de ellas fluyen de manera correcta y permiten establecer un mejor servicio a los usuarios que frecuentan consorcio Metrovía en las diferentes estaciones de la troncal 1 Río Daule.

GRÁFICO 41
Representación Gráfica Experimentación: Bus cada minuto



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

Experimentación cada 5 minutos

Dentro de la simulación mediante la herramienta anylogic con el modelo creado se establece el tiempo de servicio que da un articulado de consorcio Metrovía cada 5 minutos por lo cual dentro de los agentes que se ubican dentro de las estaciones, ya se ven reflejados los aglomeramientos dentro de las mismas en la espera de la llegada de un articulado con la finalidad de transportarse a otro punto específico

Se presenta Aglomeramientos con mayor frecuencia si un articulado pasa cada 5 minutos

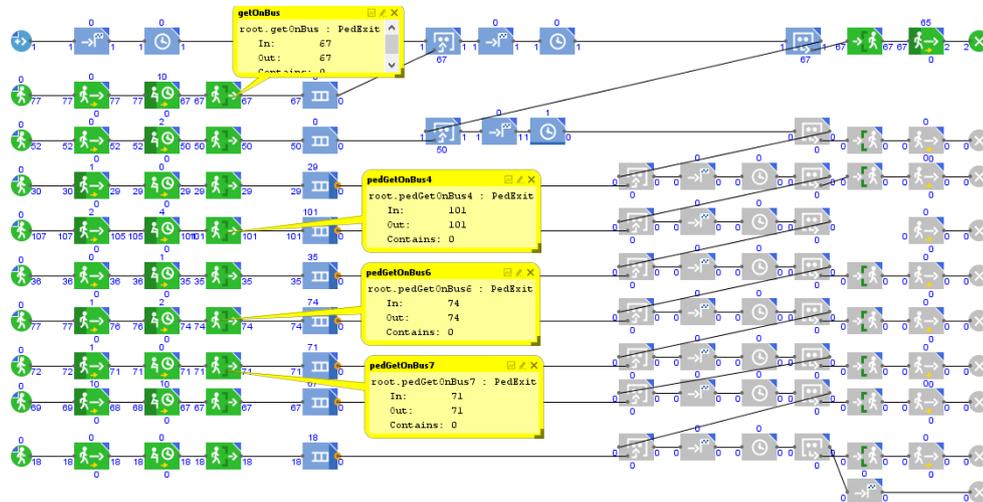
GRÁFICO 42
Representación Gráfica Experimentación: Bus cada minuto



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

GRÁFICO 43

Modelo de Experimentación de un bus cada 5 minutos



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

Experimentación cada 15 minutos

Dentro de la simulación mediante la herramienta anylogic con el modelo creado se establece el tiempo de servicio que da un articulado de consorcio Metrovía cada 15 minutos por lo cual dentro de los agentes y variables de simulación permiten visualizar el comportamiento como tal, dando como resultado un aglomeramiento masivo en todas las estaciones de consorcio Metrovía y a su vez este tiempo influye fuera de las estaciones, por lo que las colas de espera se ven afectadas en su parte exterior en el ingreso de pasajeros dando como ello largas colas y tumultos por lo que los usuarios se quejan del mal servicio que ofrece consorcio Metrovía.

Se presenta aglomeramientos con mayor frecuencia si un articulado pasa cada 15 minutos

Se presenta aglomeramientos en todas las paradas dentro de las estaciones y fuera de ellas.

GRÁFICO 44

Representación Gráfica Experimentación: Bus cada 15 minutos (PARADAS INICIALES)



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

GRÁFICO 45

Representación Gráfica Experimentación: Bus cada 15 minutos (PARADAS FINALES)



Autor: Andy Bermúdez – Jonathan Cedeño

CAPÍTULO IV

PROPUESTA TECNOLÓGICA

La simulación de sistemas de colas de espera en la actualidad es un campo muy poco explorado en nuestro país, pero a nivel mundial está siendo estudiada y utilizada de una forma abismal por su objetivo principal que es recrear escenarios con diferentes comportamientos de un objeto en estudio con la finalidad de poder conllevarlo a la vida real mediante procedimientos, técnicas y modelos.

Es por este motivo, los investigadores proponen el proyecto de titulación con el tema de **“SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”**; el cual servirá de guía para realizar estudios posteriores a todo el sistema de consorcio Metrovía por lo que en este proyecto solo se establece Troncal 1 mediante herramientas de software como Anylogic simulation, Promodel, GPSS, estas herramientas nos ofrecen realizar el ingreso de los datos capturados, lo cual verifica el correcto modelo que se está utilizando y dando como resultado valoraciones estadísticas y probabilísticas de lo que puede suceder en tiempo real de la Metrovía, a su vez permite diseñar una maqueta de visualización en 2D y 3D de como sería observado el objeto de estudio en tiempo real; también contamos con herramientas que generan informes detallados sobre las actividades desarrolladas en la captura de datos como por ejemplo, el tiempo de servicio y cantidad de pasajeros que frecuentan en un día, claramente estas herramientas dan resultados de manera dinámica.

4.1 Análisis de factibilidad

Entre los requerimientos técnicos que comprende el estudio de las herramientas de software para la simulación del sistema de colas de espera de consorcio Metrovía, está el analizar las posibles soluciones de software frente a una simulación con factores menos dinámicos, donde en la actualidad no se cuenta con un estudio de factibilidad de la Troncal 1 que permita verificar el comportamiento sistematizado de usuarios que realizan el trasbordo desde la Terminal Guasmo hasta la terminal Rio Daule. Para aquello se requiere de

personal capacitado con conocimientos sólidos en simulación de sistemas y que tenga conocimiento sobre estudios de comportamiento de transporte masivo para grandes ciudades; para esto la Universidad de Guayaquil junto con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales plantean un estudio mediante la simulación de un sistema de colas de espera para el comportamiento de transporte masivo Metrovía, donde según los estudios realizados en la captura de datos y entrevistas ejecutadas a personal de Gerencia de consorcio Metrovía de la ciudad de Guayaquil, afirman que un sistema de simulación para verificar el comportamiento de transporte en la ciudad podría brindar un mejor servicio y dar valoraciones para conllevar estudios de otras troncales incluso de las que aún no se han implementado, tomando en cuenta que actualmente que existe el aglomeramiento de usuarios en horas picos.

Entre las actividades realizadas están presentes:

- Levantamiento de información de los diferentes softwares especializados para la realización de la simulación de colas de espera de consorcio Metrovía.
- Evaluación de las herramientas con el fin de seleccionar las mejores a nivel de funcionamiento.
- Elección de la herramienta adecuada para la ejecución del sistema de simulación.
- Adquisición de resultados para generación de informes.

4.2 Factibilidad Operacional

Los investigadores determinaron que el proyecto servirá de guía para que los futuros estudiantes y personal de consorcio Metrovía puedan realizar un análisis para la mejora de servicios; inclusive dando paso a una mejor visión en las terminales futuras que la ciudad de Guayaquil desea implementar, manteniendo un mejor criterio de aceptación por parte de los usuarios, con la finalidad de establecer todas las problemáticas que actualmente tiene el sistema de Metrovía; y poder mitigar los diferentes comportamientos como falta de buses,

encolamiento de usuarios en horas picos entre otros, de esta manera se asegura brindar el mejor servicio de transporte no solo para el mejoramiento de la troncal 1 Guasmo- Río Daule , sino las diferentes troncales en las que se ofrece el servicio.

4.3 Factibilidad Técnica

El presente proyecto consta con la factibilidad técnica a su favor ya que las herramientas de software para simulación de sistemas a utilizarse no necesitan de un hardware con recursos potentes para realizar un correcto análisis, aunque se necesita tener licenciamiento de la herramienta para obtener mayores beneficios en cuanto a diseño y paqueterías para una mejor visualización de la simulación; cabe recalcar que estos software se los puede instalar como periodo de prueba de 30 días.

4.4 Factibilidad Legal

El presente proyecto se realizó tomando en consideración los permisos necesarios en consorcio Metrovía conjuntamente para el levantamiento de información en cada una de las paradas de Troncal 1, los investigadores afirman que los procedimientos que se realizan para dicho análisis no infringe ningún reglamento, ley, norma estipulada en la República del Ecuador.

4.5 Factibilidad Económica

Los investigadores realizaron una analogía entre el software Anylogic simulation que tiene un precio de licenciamiento de versión ultimate \$18.990 y los software libres como promodel; optaron por la utilización de anylogic para la implementación del sistema de simulación de consorcio Metrovía troncal1, para efecto de realización del proyecto se utilizó esta misma herramienta pero con versionamiento free con limitaciones, los cuales cuentan con los requerimientos que permiten que se cumplen los beneficios que se desean obtener antes ya mencionados en la propuesta tecnológica; de esta manera no se generará

ningún gasto/inversión a la carrera de Ingeniería en sistemas computacionales de la Universidad de Guayaquil.

4.7 Entregables del Proyecto

Los entregables correspondientes a nuestro proyecto de estudio son:

- Modelo de simulación en 2D y 3D del comportamiento de la Troncal T1 de la Metrovía en la herramienta de software AnyLogic simulation.
- Recomendaciones y conclusiones del comportamiento de colas de espera en la simulación de consorcio Metrovía.

4.8 Criterios de validación de la propuesta

La validación de la propuesta se la efectuó mediante entrevista con la gerencia de operaciones de consorcio Metrovía, previo a esto al finalizar el proyecto de titulación se realizó una presentación del modelo ejecutable de anylogic, por motivo que se trataron temas que contienen el proyecto sin mantener un orden; el objetivo de esta presentación fue obtener juicios de expertos.

Se la realizó directamente con el docente de la carrera Ingeniería en Sistemas Computacionales y gerencia de operaciones Consorcio Metrovía.

- Ing. Bernardo Iñiguez, M. Sc
- Ing. Byron Yong

4.9 Criterios de aceptación del Producto o Servicio

Las pruebas realizadas con las herramientas de software anylogic son aceptables ya que cumplen con el alcance y los objetivos antes ya mencionados en el capítulo 1 del presente proyecto de titulación; y satisfacen las necesidades que se requieren para desarrollar un sistema de simulación para el consorcio Metrovía.

Se realizó también el análisis y propuesta de un modelo para captura de datos y obtener de esta manera un proceso y metodología más eficiente para realizar la simulación de consorcio Metrovía.

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Mediante el modelo empleado para realizar la captura de datos y realizar la formulación con respecto a las variables de estudio se pudo determinar la situación y comportamiento que actualmente se percibe en cada una de las paradas y estaciones principales de consorcio Metrovía Troncal 1 lo cual permitió definir qué datos se requerían para realizar la simulación de colas de espera.
- Al realizar una correcta colección de datos se pudo establecer cuáles eran las paradas que percibían mayores problemas con respecto al aglomeramiento de pasajeros en horas pico, por lo que permitió determinar que estaciones y paradas se debían realizar el levantamiento de información para con ello establecer un modelo computarizado en la herramienta anylogic permitiendo identificar los agentes que intervenían dentro de la simulación de colas de espera.
- Es importante destacar que la simulación de colas de espera tanto en la vida real como en un sistema de simulación no son del 100% precisas por lo muchos agentes que intervienen dentro de la captura de datos son adaptadas a cifras cercanas, mediante la validación de datos se pudo establecer una comparación del sistema que se estableció en la herramienta anylogic con respecto al sistema real dando como resultados comportamientos similares los cuales se pueden verificar en la representación gráfica del modelo de simulación en 3D adaptando los agentes que intervinieron y las variables objetos de estudios .

- En la actualidad consorcio Metrovía presenta varios inconvenientes con respecto al servicio en tiempo de espera de los articulados, por lo que este agente es primordial para determinar si una parada congestiona con respecto a la cantidad de pasajeros en horas picos, mediante la experimentación realizada en el herramienta anylogic se pudo determinar los tiempos de espera en los cuales se refleja la problemática del aglomeramiento de pasajeros es por ello que se formuló la experimentación del tiempo de espera de llegada de un articulado cada minuto, 5 minutos y 15 minutos de esta manera permitiendo conocer el comportamiento actual si un articulado demora más de lo previsto y en comparación al sistema real se pudo verificar con ello la similitud del objeto de estudio.

RECOMENDACIONES

Una vez establecidas las conclusiones de nuestro proyecto investigativo es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Debido a las problemáticas dadas en la captura de datos de cada una de las estaciones para análisis de simulación de colas para el proyecto se establecieron los siguientes factores para recomendación.

- Realizar una revisión minuciosa y detallada del comportamiento que se da para los usuarios en consorcio Metrovía, con respecto a las diferentes problemáticas que ocasiona el aglomeramiento de pasajeros no solo en horas picos.
- Recurrir a la utilización de dispositivos de mayor precisión para la colección de datos debido a que se presentaron inconvenientes en el mismo como capacidad de memoria, carga en baterías.
- Establecer sistemas informáticos que permitan la detección del comportamiento de los pasajeros dentro de una estación para realizar un estudio de simulación más profundo con respecto a la calidad de servicio que ofrece como tal.
- Tener en cuenta que cada una de las estaciones pueden variar con respecto en su aglomeramiento de pasajeros por ello es necesario ir mas

al detalle de cada una de las estaciones que conforma todo consorcio Metrovía con respecto a la Troncal 1 Río Daule.

- Promover espacios de orientación a los usuarios que frecuentan consorcio Metrovía con la finalidad que dispongan de un mejor servicio y puedan solventar las problemáticas que suceden a diario dentro de cada una de las paradas como lo son los accidentes de tránsito, robos, aglomeramiento de pasajeros.
- Mediante la simulación del comportamiento de colas de espera de consorcio Metrovía incentivar a los estudiantes de la Universidad de Guayaquil de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales a promover en un futuro un estudio más detallado con respecto a las demás troncales que conforman consorcio Metrovía como Bastión Popular y 25 de Julio.
- Para mejoramiento del servicio verificando cada comportamiento dentro de la herramienta anylogic con respecto al tiempo de espera de un articulado se recomienda para que se dé una eficaz transportación dispongan de más articulados los cuales en horas picos no pasen mayor de 5 minutos en su tiempo de espera, aquello permitirá que todos los usuarios se sientan beneficiados y lleguen al lugar de su destino de manera más rápida y no causar tanto malestar con respecto al servicio que ofrece como tal.

BIBLIOGRAFÍA

- Almirón Garcia, Adrian. (2012). *Simulación del recorrido del equipaje en un Aeropuerto*. Proyecto Fin de Carrera.
- Anylogic. (01 de 09 de 2016). Obtenido de <http://www.anylogic.com/features>
- Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (1996). *Discrete -Event System Simulation*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Bú, R. C. . (1993). *Simulación: un enfoque práctico*. Limusa.
- Campos Diaz. (2014). *Simulación de tráfico con semáforos y señales inteligentes usando un CAS*. Proyecto Fin de Carrera.
- Felicísimo, A. M. (2000). Conceptos básicos, modelos y simulación. 5(20), 09. Obtenido de Conceptos básicos, modelos y simulación: [www. etsimo. uniovi. es/~ feli/](http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/)
- Felicísimo, A. M. (2000). *Conceptos básicos, modelos y simulación*. . [www. etsimo. uniovi. es/~ feli/](http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/).
- Fishman G.S. (1978). *Conceptos y métodos en la simulación digital de eventos discretos*. Limusa, México.
- González, F. A. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. . *Revista de metodología de ciencias sociales*, (8), 139-160.
- INEC . (2011). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Kelton W.D., Sadowski R.P., Sadowski D.A. (1998). *Simulation with Arena*. Mc Graw Hill, Boston.
- Laurent Ortiz. (Octubre de 2003). *Guayaquil racionalizará en breve su transporte público*. Guayaquil.
- Law A.M., Kelton W.D. (1991). *Simulation Modeling & Analysis*. Second Edition.

- Lilienfeld, R. (1984). Teoría de sistemas: orígenes y aplicaciones en ciencias sociales. Trillas.
- M.I Municipalidad de Guayaquil. (Julio de 2002). *Elaboración de Prediseños y Diseños definitivos de las Paradas del Sistema Troncalizado de Transporte Público de la Ciudad de Guayaquil: Primera Etapa.*
- M.I Municipalidad de Guayaquil. (Diciembre de 2002). *Plan de Transporte Masivo Urbano de la Ciudad de Guayaquil, Implantación del Corredor Troncal No. 1.*
- M.I Municipalidad de Guayaquil. (Octubre de 2004). *Ordenanza que Crea y Reglamenta el Sistema Integrado de Transporte Masivo Urbano de la Ciudad de Guayaquil- Sistema Metrovía.*
- M.I Municipalidad de Guayaquil. (2005). *Plan de Racionalización de Transporte Urbano – Metrovía.* Obtenido de <http://www.gye.gov.ec>, <http://www.metrovia-gye.com>
- Montezuma. (2000). Presente y futuro de la movilidad urbana en Bogota. Bogota .
- Ogunnaike B.A., Harmon Ray W. (1994). *Process Dynamics, Modeling and Control.* Oxford, New York.
- Perruolo, G. (2004). Aspectos ecológicos de *Lutzomyia* spp. Venezuela: Bol. malariol,salud ambient.
- Sampieri. (2011). *Investigaciones Científicas.*
- Serrano,A. (2004). *Desarrollo de un prototipo para la simulacion de un sistema de transporte publico masivo mediante modelamiento estoc/Estico.* Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Shannon R.E. (1988). *Simulación de Sistemas. Diseño, desarrollo e implementación.* Trillas, México.
- Shannon, R y Johannes, J. D. (1976). Systems simulation: the art and science. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Vol.6(10).
- Tamayo y Tamayo. (1997). *Sistema de poblacion tamaño y muestreo.* p.114.

Tomo I Objetivos del Plan del Buen Vivir. (2013-2017). Ecuador.

Tribunal Constitucional de la Republica. (2010). *Ley de Propiedad Intelectual*.
Quito.

Turner. (1970). *Modelos icónicos , análogos y simbólicos*. 364.

Universo, E. ((2004)). *Sistema de Transporte Urbano - Metrovía Troncal 1*.
Obtenido de <http://www.eluniverso.com>

ANEXOS

ENCUESTA



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Nombre:

Fecha:

Encuesta realizada para la obtención de información del proyecto de titulación “SIMULAR MEDIANTE COLAS DE ESPERA AL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO URBANO DE GUAYAQUIL-SISTEMA METROVÍA TRONCAL T1”

Objetivo general: Definir un modelo de estudio que permita simular el comportamiento de los usuarios y los buses que circulan en la TRONCAL 1 Guasmo – Río Daule, mediante colas de espera la cual permitirá identificar los posibles sucesos que se dan en las horas picos.

1.- ¿Cree usted que el servicio de transporte masivo que Ofrece consorcio Metrovía es mejor que el servicio de transporte urbano público?

Si

No

2.- Considera usted ¿Qué el mayor problema de aglomeramiento de pasajeros se da en las horas pico?

Sí

No

3.- Considera usted ¿Qué el tiempo de espera de un articulado de Consorcio Metrovía debe darse de manera más rápida para evitar el aglomeramiento de pasajeros en las estaciones?

Sí

No

4.- Considera usted ¿Qué el exceso de pasajeros dentro de un articulado de consorcio Metrovía trae consecuencias como inseguridad en robos y accidentes de tránsito?

Si

No

5.- Considera usted ¿Qué es necesario realizar un estudio del actual comportamiento que se da en las horas pico del sistema de transporte Metrovía para requerir un mejor servicio a los usuarios?

Si

No



Guayaquil, 29 de Julio de 2016

Señor Ingeniero
Leopoldo Falquez
FUNDACION METROVÍA
En su despacho.-

Respetado Ingeniero Falquez,

La Universidad de Guayaquil para cumplir con el "Plan del Buen Vivir" y los indicadores de acreditación creó diferentes líneas de investigación como "Ordenamiento Territorial", bajo este contexto, nuestra Carrera de Ingeniería en Sistemas Computaciones (CISC) de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, creó su línea de investigación técnica que corresponde a Ciudades inteligentes "Smart Cities".

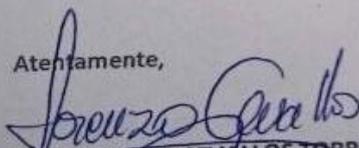
En la CISC se está planteando un proyecto de simulación para "Simular en tiempo real el sistema METROVIA", proyecto liderado por el Ing. Bernardo Iñiguez como parte del programa de la maestría "Máster en Sistemas Inteligentes en Energía y Transporte, especialidad Smart Cities". Para esto se debe cumplir la primera fase que corresponde a la toma de datos en campo por cada estación de una ruta, los estudiantes Jonathan Cedeño y Andy Bermúdez tienen asignado esta fase como proyecto de fin de carrera, por tanto SOLICITO a usted de manera confidencial nos proporcione de ser posible lo siguiente:

- Video de un día laboral (LUNES A VIERNES) y fin de semana (SABADO Y DOMINGO) por cada estación para tabular los datos en oficina.
- Autorizar un permiso para que los estudiantes puedan ingresar a tomar los datos en cada estación para los días 3, 4 y 5 de agosto de 2016. Los estudiantes de la CISC harán sus prácticas en el levantamiento de información.
- Nos proporcione información estadística del comportamiento de una TRONCAL

Cualquier novedad se puede contactar con el Ing. Bernardo Iñiguez, Docente-Investigador de la CISC, correo: bernardo.iniguezmu@ug.edu.ec, fbiniiguez@hotmail.com o al celular 0997568808.

De antemano le agradezco por la atención prestada.

Atentamente,


ING. LORENZO CEVALLOS TORRES
DIRECTOR (E) CISC
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Comandante Municipal de Transporte
Eduardo Lora
RECIBIDO
FECHA: 02/08/16 HORA: 15:50
FIRMA

Guayaquil, 26 de Agosto del 2016

Señor Ingeniero
Leopoldo Falquez
FUNDACION METROVIA
En su despacho.-

Respetado Ingeniero Falquez,

Mediante oficio fechado el 29 de Julio de 2016, se solicitó información del sistema METROVIA, lo que dio lugar a una reunión entre el Ing. Byron Yong, Ing. Bernardo Ifiguez y los estudiantes Jonathan Cedeño y Andy Bermúdez el viernes 15 de agosto de 2016, donde se nos explicó cómo proceder para hacer el pedido de acceso a sistema de transporte METROVIA.

Bajo este contexto, solicito a Usted que nos extienda un permiso para que los estudiantes puedan ingresar a recopilar datos (Tomar Fotos y Video) el día 31 de agosto de 2016 en un horario de 18:00 – 19:00 pm en cada estación de la Troncal 1 RIO-DAULE, GUASMO que se detallan en el siguiente cuadro:

Nº	PARADAS	CANTIDAD ESTUDIANTES	Nombre de estudiantes
1	TERMINAL RIO DAULE	4	<ul style="list-style-type: none">• LOOR FIGUEROA LUIS MANUEL• PEREZ DAZA JOSE LUIS• PONTON BURGOS KATTY MARIANELLA• QUINDE LAVAYEN MARCO ANTONIO
2	BASE NAVAL	3	<ul style="list-style-type: none">• ABAD TORRES OSWALDO ARTURO• PALACIOS GOYA GUILLERMO JOSUE• VERA ESTRADA CHRISTIAN JAVIER
3	ATARAZANA	4	<ul style="list-style-type: none">• COBOS MARFETAN ANA BELEN• PINTO CHAMORRO ANGIE CRISTINA• SANCHEZ ZAMBRANO PABLO ANDRES• VEGA AVILES MELANY JOHANNA
4	BOCA 9	4	<ul style="list-style-type: none">• ALDEAN PACALLA ELVIS MICHAEL• CRIOLLO ESCALANTE JOFFRE ERNESTO• MUSBAY CEPEDA MAYRA ALEXANDRA• VILLA MARTINEZ ANDRES JONATHAN
5	LA CATEDRAL	4	<ul style="list-style-type: none">• CORONEL VERA YANIRA LOURDES• GALARZA CHACON GABRIELA• SALTOS BARONA JOHNNY JONATHAN• SILVA BRIONES LUIS GERARDO
6	CAJA DEL SEGURO IESS	8	<ul style="list-style-type: none">• ESPINOZA MORA NATHALIE ANDREA• GUERRA CAMPUZANO CESAR HUGO• JARA RODAS JORGE EDUARDO• MORA HERRERA CESAR DANILO• GARCIA VITERI ROBERTO ANDRES• JIMENEZ NEGRTTE ARMANDO ISRAEL• PALACIOS RAMIREZ JUAN VICENTE• REYES NAZARENO ALVARO SANTIAGO
7	MERCADO CARAGUAY	4	<ul style="list-style-type: none">• EMPERADOR BRIONES CARLOS ABEL• MUÑOZ CHOEZ HELLEN GINGER

Fundación Municipal de Transporte
Maestro Urbano de Guayaquil
RECIBIDO
FECHA: 30/8/16 HORA: 10:28
Firma

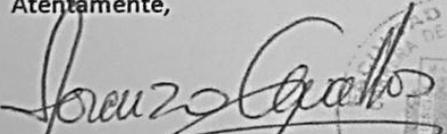
8	GUASMO CENTRAL	3	<ul style="list-style-type: none"> • PILOZO AVELLAN JORGE ARMANDO • TENESACA BERMEO LISSETTE CAROLINA
9	GUASMO NORTE	4	<ul style="list-style-type: none"> • FIALLOS LALAMA STEVE PIETRO • GUARANDA CALDERON JIMMY JOEL • SANTANA SANTANA KATHERINE MARIUXI • BONILLA VASQUEZ BERIVED PATRICIA • CALDERON FERNANDEZ KLAYDER ELIZABETH
10	GUASMO SUR	3	<ul style="list-style-type: none"> • TOALA INDIO MAGNO ISIDRO • VILLAFUERTE PUACAR CARLOS EDUARDO • ARCINIEGAS GODOY GERMAN SEBASTIAN • BAYONA PINTO STALYN FRANCISCO • FLORES VERA EMMA KAREN
11	TERMINAL GUASMO	4	<ul style="list-style-type: none"> • GUAMAN ACARO ROWER LIZANDRO • LOOR MOROCHO ANGEL EDINSON • OBREGON CABEZAS FAUSTO MISAEAL • POZO RAMIREZ EDER VIRGILIO

De ser posible requerimos de manera adicional la información de los pasajeros y su "tipo de carnet" con el que ingresan en la estación de la troncal T1 en el horario antes mencionado para comprobar la información del levantamiento.

Cualquier novedad se puede contactar con el Ing. Bernardo Iñiguez, Docente-Investigador de la CISC, correo: bernardo.iniguezmu@ug.edu.ec, fbiniguez@hotmail.com o al celular 0997568804.

De antemano le agradezco por la atención prestada.

Atentamente,


 Ing. Lorenzo Cevallos Torres
 DIRECTOR (E) CISC
 CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
 UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL





INVESTIGACIÓN | Secretaría de
Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación
Científica

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación a través de
la Subsecretaría de Investigación Científica

confiere el presente certificado a:

Cedeño Soriano Jonathan Francisco

Por haber participado en los "Foros Académicos":

**PROCESO DE EVALUACIÓN DEL CONCURSO
"GALARDONES NACIONALES 2016"
LLEVADOS A CABO DEL 14 AL 18 DE NOVIEMBRE DE 2016.**

Guayaquil, 14 de noviembre de 2016.

David Rodríguez

Subsecretario de Investigación Científica (Encargado)

La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación a través de
la Subsecretaría de Investigación Científica

confiere el presente certificado a:

Bermudez Rezabala Andy William

Por haber participado en los "Foros Académicos":

**PROCESO DE EVALUACIÓN DEL CONCURSO
"GALARDONES NACIONALES 2016"
LLEVADOS A CABO DEL 14 AL 18 DE NOVIEMBRE DE 2016.**

Guayaquil, 14 de noviembre de 2016.



David Rodríguez
Subsecretario de Investigación Científica (Encargado)