

**MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA INVERSIÓN PÚBLICA  
MUNICIPAL SEGÚN EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO DE LAS  
NACIONES UNIDAS. UN ENFOQUE SISTÉMICO. ADMONSOFT 3.0**

**JEFERSSON ANDRÉS GÁLVEZ CASANOVA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA  
BUCARAMANGA**

**2018**

**MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA INVERSIÓN PÚBLICA  
MUNICIPAL SEGÚN EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO DE LAS  
NACIONES UNIDAS. UN ENFOQUE SISTÉMICO. ADMONSOFT 3.0**

**JEFERSSON ANDRÉS GÁLVEZ CASANOVA**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**HUGO HERNANDO ANDRADE SOSA**

**Magister en Ingeniería de Sistemas e Informática**

**Codirectores**

**NATALIA FERNANDA DÍAZ DÍAZ**

**Ingeniera de Sistemas Especialista en Gerencia de Proyectos**

**JUAN SEBASTIÁN ANGARITA ZAPATA**

**Magister en Ingeniería de Sistemas**

**PABLO HERNANDO OSORIO CALDERÓN**

**Ingeniero de Sistemas Especialista en Desarrollo Local y Regional**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**BUCARAMANGA**

**2018**

## DEDICATORIA

A mis padres: por enseñarme el valor de la humildad y convertirme en lo que soy ahora.

A mis hermanos y hermana: Por ser mi motivación para seguir adelante.

A mi abuela Pastora Jaramillo: Por ser el pilar que sostiene mi vida.

A mi tía Beronica y tío Orlando: Por su apoyo durante toda la carrera.

Al grupo SIMON: Por su acompañamiento, formación como investigador y ayuda durante el desarrollo del proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática por la oportunidad de acogerme y formarme como ingeniero y por ofrecerme espacios para el conocimiento y crecimiento continuo.

Al profesor Hugo Andrade, por dirigir este proyecto. Por sus consejos y enseñanzas, por su tiempo y compromiso, por sus tantas cualidades y habilidades que reconocen su calidad como gran educador. Expreso mi respeto, admiración y eterno agradecimiento por su valioso aporte y guiarme hacia un porvenir brillante.

Al grupo SIMON de Investigación, por abrirme sus puertas y por contar con un grupo de personas maravillosas dispuestas siempre a colaborar y a difundir la Dinámica de Sistemas como herramienta y medio para el cambio de la sociedad.

A mis amigos, por su gran compañía y sus consejos de motivación.

Gracias a todas y cada una de las personas que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	15
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	17
2. JUSTIFICACIÓN .....	19
3. OBJETIVOS .....	20
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
4. MARCO REFERENCIAL .....	21
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES .....	21
4.1.1 Revisión a nivel local .....	21
4.1.2 Revisión a nivel nacional .....	23
4.1.3 Revisión a nivel internacional .....	23
4.2 MARCO TEÓRICO .....	25
4.2.1 Pensamiento Sistémico .....	25
4.2.2 Dinámica de Sistemas .....	25
4.2.3 Ingeniería del Software .....	26
4.2.4 Herramientas de Modelado y Simulación .....	26
4.3 MARCO CONCEPTUAL .....	28
4.3.1 Administración Pública .....	28
4.3.2 Presupuesto Municipal .....	29
4.3.3 Planeación Municipal .....	30
4.3.4 Calidad de Vida .....	30
5. METODOLOGÍA .....	37
5.1 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN PARA EL AMBIENTE SOFTWARE ..	37

5.2 METODOLOGÍA PARA EL AMBIENTE SOFTWARE – MODELO EVOLUTIVA .....	39
5.2.1 Revisión de las Versiones anteriores del proyecto. ....	40
5.2.2 Desarrollo e Implementación de AdmonSoft.....	41
5.2.3 Aplicación para ejecutar en un nuevo municipio de Santander.....	41
6. AMBIENTE DE APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL .....	43
6.1 MODELO DE SIMULACIÓN .....	43
6.1.1 Prototipo AdmonSoft 2.0 .....	44
6.1.2 Prototipo Inicial .....	47
6.1.3 Prototipo AdmonSoft 3.0 .....	47
6.2 AMBIENTE SOFTWARE .....	72
6.2.1. Actores.....	73
6.2.2. Proceso de Desarrollo .....	78
7. CONCLUSIONES .....	88
8. RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFIA.....	92
ANEXOS.....	98

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dimensiones del Índice de Desigualdad de Género .....	33
Figura 2. Curva de Lorenz .....	34
Figura 3. Comportamiento del Coeficiente de GINI para Colombia .....	35
Figura 4. Coeficiente de GINI en Colombia por departamentos.....	36
Figura 5. Modelado y Simulación con la Dinámica de Sistemas - Metodología de los 5 lenguajes .....	38
Figura 6. Metodología Iterativa .....	40
Figura 7. Metodología para la realización del proyecto.....	42
Figura 8. Calculo del IDH.....	51
Figura 9. Calculo del IDH-D .....	56
Figura 10. Calculo del IDG.....	62
Figura 11. Curva de Lorenz .....	68
Figura 12. Actor AdmonSoft 3.0.....	73
Figura 13. Diagrama de casos de uso .....	74
Figura 14. Proceso prototipado evolutivo.....	79

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Diagrama de Influencias General (Prototipo Piloto) .....	44
Gráfica 2. Diagrama de Influencias - Prototipo AdmonSoft 2.0.....	46
Gráfica 3. Diagrama de Influencias - Prototipo AdmonSoft 3.0.....	48
Gráfica 4. Diagrama de Sectores- prototipo AdmonSoft 3.0 .....	49
Gráfica 5. Diagrama de Flujo Nivel - Prototipo AdmonSoft 3.0 .....	50
Gráfica 6. IDH (Metodología Tradicional) Vs IDH (Nueva Metodología) .....	54
Gráfica 7. Comportamiento actual del IDH en el municipio.....	55
Gráfica 8. Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad (IDH).....	59
Gráfica 9. Coeficiente de Desigualdad Humana y Diferencia entre los IDH's .....	60
Gráfica 10. Índice de Desigualdad de Género (IDG) .....	65
Gráfica 11. Comportamiento del IDG en el municipio .....	66
Gráfica 12. Coeficiente de GINI .....	71
Gráfica 13. Comportamiento del Coeficiente de GINI en el municipio .....	72
Gráfica 14. Menú informativo Admonsoft 3.0 .....	79
Gráfica 15. Pantalla Inicial de AdmonSoft 3.0.....	80
Gráfica 16. Pantalla de simulación.....	81
Gráfica 17. Módulo de presupuesto municipal .....	82
Gráfica 18. Módulo de Herramientas de Gestión .....	83
Gráfica 19. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña cupos) .....	84
Gráfica 20. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Alfabetismo) .....	84
Gráfica 21. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Promoción y Retención escolar) .....	85
Gráfica 22. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Participación comunitaria) .....	86

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Descripción de Actores AdmonSoft 3.0.....	74
Tabla 2. Caso de uso - Observar Ambiente.....	75
Tabla 3. Caso de uso - controlar simulación.....	75
Tabla 4. Caso de uso - Modificar parámetros.....	77
Tabla 5. Caso de uso - seleccionar pestaña.....	77
Tabla 6. Caso de uso - Analizar Comportamientos.....	78
Tabla 7. Módulo de Controles de Simulación.....	87

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Consistencia Adimensional – Modelo Inicial .....	98
ANEXO B. Evaluación de Parámetros - Modelo Inicial .....	141
ANEXO C. Comparación entre Modelo AdmonSoft 2.0 Utilizando Lógica Difusa (FIS) y utilizando multiplicadores .....	146
ANEXO D. Análisis Crítico de la herramienta Software - AdmonSoft 2.0 .....	175
ANEXO E. Ecuaciones del nuevo prototipo AdmonSoft 3.0 .....	195
ANEXO F. Pruebas Modelo DS AdmonSoft 3.0.....	217
ANEXO G. Formulario realizado en experiencia municipal y pruebas de simulaciones a la herramienta software AdmonSoft 3.0 .....	227

## RESUMEN

**TÍTULO:** MODELO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA INVERSIÓN PÚBLICA MUNICIPAL SEGÚN EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO DE LAS NACIONES UNIDAS. UN ENFOQUE SISTÉMICO. ADMONSOFT 3.0\*

**AUTOR:** JEFERSSON ANDRÉS GÁLVEZ CASANOVA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Administración Municipal, Toma de decisiones, Calidad de vida, Indicadores de Desarrollo Humano, Dinámica de sistemas, sistémica, pensamiento sistémico

### **DESCRIPCIÓN:**

Este proyecto se enmarca en la evaluación de un modelo realizado con dinámica de sistemas y una herramienta software desarrollada con el IDE Delphi 7.0, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en el manejo del presupuesto de libre inversión municipal, enfocándose en el mejoramiento de la calidad de vida de una población. El presupuesto de libre inversión es manejado por una administración municipal que, anualmente realiza un plan estratégico conocido como planeación municipal en el que se analiza la manera de cómo invertir el dinero en diferentes sectores sociales y culturales como salud, educación, cultura, seguridad, infraestructura vial, entre otros.

El desarrollo de este proyecto está enfocado principalmente en tres sectores (salud, economía y educación), que, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), son el pilar para la calidad de vida de una población, además, se actualiza el índice de desarrollo humano (IDH) utilizado para medir la calidad de vida de una población y se implementan nuevos indicadores propuestos por el PNUD tales como: el IDG (Índice de Desigualdad de Género), IDH-D (Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad), Coeficiente de GINI, los cuales son útiles para facilitar la medición de calidad de vida dentro de una población.

Tratar de cambiar los hábitos de una población no es una tarea de días o semanas, se debe tener disciplina y constancia para ver reflejados los cambios en un determinado tiempo. Para este proyecto se trata de establecer un desarrollo equilibrado para poder reflejar cambios en un periodo más corto de lo normal. Haciendo énfasis en que los cambios grandes requieren de un mayor tiempo.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa, Magister en Ingeniería de Sistemas e Informática. Codirectores: Natalia Fernanda Díaz Díaz, Ingeniera de Sistemas Especialista en Gerencia de Proyectos. Juan Sebastián Angarita Zapata, Magister en Ingeniería de Sistemas. Pablo Hernando Osorio Calderón, Ingeniero de Sistemas Especialista en Desarrollo Local y Regional

## ABSTRACT

**TITLE:** MODEL FOR DECISION-MAKING IN MUNICIPAL PUBLIC INVESTMENT ACCORDING TO THE UNITED NATIONS HUMAN DEVELOPMENT INDEX. A SYSTEMIC APPROACH. ADMONSOFT 3.0\*

**AUTHOR:** JEFERSSON ANDRÉS GÁLVEZ CASANOVA\*\*

**KEY WORDS:** Municipal administration, decision making, quality of life, human development indicators, system dynamics, systemic, systemic thinking.

### **DESCRIPTION:**

This project is part of the evaluation of a model made with system dynamics and a software tool developed with the IDE Delphi 7.0, with the aim of facilitating the decision-making in the management of the municipal free investment budget, focusing on the Improvement of the quality of life of a population. The budget is managed by a municipal administration that annually carries out a strategic plan known as municipal planning in which they analyze how to invest the money in different social and cultural sectors such as health, education, culture, security, infrastructure Vial, among others.

The development of this project is mainly focused on three sectors (health, economics and education), which, according to United Nations Development Programme (UNDP), are the pillar for the quality of life of a population, in addition, the Human Development index (HDI) used to measure the quality of life of a population and new indicators proposed by UNDP are implemented such as: the GDI (gender inequality Index), HDI-D (inequality-adjusted human development index), GINI coefficient, which are useful for facilitating the measurement of quality of life Within a population.

Trying to change the habits of a population is not a task of days or weeks, you must have discipline and perseverance to see the changes reflected in a certain time. For this project, it is about establishing a balanced development to be able to reflect changes in a shorter period than normal. Emphasizing that large changes require more time

---

\* Thesis

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Systems and Information Engineering. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa, Master in Systems Engineering and Information Technology. Co-directors: Natalia Fernanda Díaz Díaz, Systems Engineer Specialist in Project Management. Juan Sebastián Angarita Zapata, Master in Systems Engineering. Pablo Hernando Osorio Calderón, Systems Engineer Specialist in Local and Regional Development

## INTRODUCCIÓN

El manejo de la Administración Pública Municipal en Colombia se encuentra llena de conflictos con la población en general<sup>1</sup>, esto se debe a que la gran mayoría de Alcaldes realizan proyectos e inversiones, corto y mediano plazo con el fin de que la gestión y los resultados se observen cuando el mandatario aun esté gobernando, sin tener en cuenta la participación comunitaria, lo que finalmente hace muy difícil explicar el por qué se hacen ese tipo de proyectos, por tal motivo, los resultados obtenidos para mejorar la calidad de vida de la población no tienen el impacto esperado, esto genera dudas entre la comunidad afectando la confianza sobre la Administración que se lleva a cabo en el municipio.

El programa de las naciones unidas para el desarrollo (PNUD), establece diferentes métricas para evaluar el nivel de vida de los habitantes de un territorio, entre ellos: Índice de Desarrollo Humano (IDH), Índice de Desigualdad de Género (IDG), Índice de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad (IDH-D), coeficiente de GINI, estos indicadores fueron planteados para comparar el nivel de desarrollo entre países.

El modelo y la herramienta AdmonSoft ha venido trabajando con el indicador propuesto por el PNUD, recientemente actualizado, este proyecto se enfoca en la medición del índice de desarrollo humano a nivel municipal y la implementación de nuevos indicadores de calidad de vida para una mayor comprensión del tema

Como productos de este proyecto, se realiza:

- Un modelo enfocado en la facilidad de estudio de programas y proyectos que se realizan con el presupuesto de libre inversión que se puedan implementar en el

---

<sup>1</sup> ¿Qué debe hacer la Administración Pública Colombiana para ser exitosa?  
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6440/1/Ensayo%20Final%20Ajustado%20ADMUN%20PUBLICA%20LJCH.pdf>

municipio, analizando no sólo la viabilidad económica y el impacto social que permitan mejorar la calidad de vida sino también indicadores que permitan clasificar al municipio en cuanto a desarrollo.

- Una herramienta basada en el modelo que permita una comunicación entre la población y la administración municipal, logrando argumentar los programas a implementar enfocados a intereses comunes como el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de la comunidad.
- Una nueva experiencia realizada en el municipio de Suaita, Santander enfocada en los nuevos indicadores, la actualización del IDH y el mejoramiento en la calidad de vida de la población, con los cuales se pueden ver los comportamientos que tiene actualmente y tendrá el municipio con la toma de decisiones utilizando el presupuesto de libre inversión municipal enfocado a sectores como la educación, salud y economía.

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se ve la necesidad de una herramienta que ayude al alcalde a invertir el presupuesto de libre inversión con un enfoque integral y a demostrarle a sus habitantes lo que se está realizando, precisamente porque muchas veces los habitantes de dichos municipios tienden a juzgar a su alcalde por los proyectos que realiza, quienes al no tener un resultado inmediato pueden llegar a ocasionar desconfianza hacia la administración pública.

Generalmente las decisiones ejecutadas bajo la responsabilidad de los alcaldes no son tomadas en común acuerdo con la población (**participación nula de la comunidad en general para los proyectos que se realizan en el municipio**), esto lleva a que la comunidad rechace las obras de su alcalde y no apoye a la administración municipal dando lugar a una baja calificación en la confianza política de los habitantes hacia su mandatario, lo cual representa pérdidas cuantitativas y cualitativas, entrando en desacuerdo con los programas que se establecen sin la posibilidad de llegar a comprender que los resultados en la mayoría de las veces se ven a un determinado plazo.

Este proyecto es una continuación de las anteriores versiones: AdmonSoft 1.0 realizada por Pablo Osorio Calderón (2010) en el municipio de Oiba-Santander y AdmonSoft 2.0 realizada por Natalia Díaz Díaz (2012) en el municipio de San Vicente de Chucurí-Santander, las cuales se enfocan en un modelo para ayudar al alcalde con el problema del manejo de presupuesto de libre inversión en los municipios.

Para las dos versiones anteriores (AdmonSoft 1.0 y AdmonSoft 2.0) se trabajó con un índice de calidad de vida que era medido por educación, salud y economía, factores que eran calculados a nivel municipal. A finales del año 2010, el PNUD

realizó una actualización a este índice, llevando a que se diera la necesidad de actualizar de igual manera el modelo y la herramienta.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las nuevas disposiciones de administración municipal y los actuales indicadores formulados por las Naciones Unidas se considera pertinente la actualización del modelo y la herramienta para su aplicación en un nuevo municipio.

Admonsoft es un software para la Administración municipal creado por el Grupo SIMON de la Universidad Industrial de Santander, enfocado a mejorar la toma de decisiones en la escogencia de programas y proyectos a implementar en una Alcaldía Municipal con el presupuesto de libre inversión.

Este software ha sido implementado en dos administraciones municipales santandereanas las cuales permitieron con base en los datos de cada una, conocer la tendencia que sigue el municipio en términos de calidad de vida de los habitantes teniendo en cuenta las inversiones en salud, educación y economía con dineros destinados para libre inversión.

El principal objetivo es implementar los nuevos indicadores de calidad de vida propuestos por las naciones unidas para el desarrollo (**PNUD**) los cuales muestran información más detallada de la situación que se está presentando en el municipio en cuanto a calidad de vida se refiere. El mejoramiento del modelo y herramienta software permitirá dar continuidad a la investigación para la generación de herramientas de apoyo a la toma de decisiones a nivel municipal.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una nueva versión de Admonsoft con base en versiones anteriores del software, experiencias de uso de este ambiente y actualizaciones al índice vigente de desarrollo humano propuesto por las Naciones Unidas.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el proceso de evaluación del modelo, la herramienta y sus respectivas experiencias desde la perspectiva de la ingeniería del software, del modelado y simulación de la dinámica de sistemas.
- Mejorar la versión del ambiente con base al índice vigente de desarrollo humano de las naciones unidas y a los cambios realizados en el modelo, junto con nuevas definiciones metodológicas para su integración en una nueva experiencia municipal.
- Planear, ejecutar y evaluar una experiencia de utilización de este ambiente en el proceso de planeación Municipal, en su fase de especificación de presupuesto de Suaita, Santander; con base en esta aplicación hacer recomendaciones para la continuidad del proyecto.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

En este marco se abarcan algunos trabajos realizados anteriormente con relación a la Administración Municipal utilizando Dinámica de Sistemas, Toma de Decisiones en la inversión pública municipal, calidad de vida, entre otros.

Se realiza una revisión de ponencias que nutren la investigación de este proyecto y muestran la potencialidad de la dinámica de sistemas con el abordaje de problemas sociales en el campo de la Administración Municipal y toma de decisiones, para comprobar, o demostrar que invertir en calidad de vida es un factor de remuneración no solamente social sino económica también.

#### 4.1.1 Revisión a nivel local

- **Propuesta de un Modelo de Simulación como Herramienta en la Justificación y Comprensión de la Toma de Decisiones en la Inversión Pública. Un enfoque Sistémico (AdmonSoft 1.0)** por Pablo Hernando Osorio Calderón (OSORIO CALDERÓN, 2010)<sup>1</sup>.

Este ambiente describe la tendencia que tiene un municipio al implementar programas y proyectos en las Administraciones Municipales utilizando el presupuesto de libre inversión, enfocados en el mejoramiento de la Calidad de Vida medido por el índice de desarrollo humano (IDH) descrito por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), logrando así confianza hacia el mandatario mediante una variable llamada Confianza que permite verificar un

---

<sup>1</sup> Proyecto de grado, Pablo Osorio: Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133884.pdf>

mejora en la calidad de vida de la gente, aumenta tanto los ingresos (Pago de Impuestos, Impuesto Predial, entre otros) del municipio como la lealtad hacia el alcalde.

- **Modelo para la Toma de Decisiones en la Inversión Pública Municipal con el Presupuesto de Libre Inversión y Orientado al Mejoramiento del Desarrollo Local. Un enfoque Sistémico (AdmonSoft 2.0)** por Natalia Fernanda Díaz Díaz (DÍAZ DÍAZ, 2012)<sup>2</sup>.

Este proyecto se enmarca en la evaluación de un ambiente que facilite la toma de decisiones basada principalmente en fortalecer la selección de proyectos financiados con el presupuesto de libre inversión teniendo como objetivo la mejora de la calidad de vida de la población. De esta manera, se logra un alto nivel de confianza política, es decir, el respaldo que tienen los ciudadanos hacia su mandatario. El aumento de la confianza política genera una mayor retribución económica gracias al pago puntual de impuestos mejorando los ingresos del municipio para realizar futuras inversiones en el área social.

- **Ambiente de Aprendizaje y Modelado para la Toma de Decisiones en fenómenos de impacto Ambiental Causados por Infraestructura vial – un enfoque dinámico sistémico** por Juan Sebastián Angarita Zapata (ANGARITA ZAPATA, 2015)<sup>3</sup>.

Este tema aborda aspectos tanto económicos, sociales y ambientales de la comunidad estimulando el crecimiento económico de un país, favoreciendo el desarrollo humano. El proyecto plantea un modelo construido con dinámica de sistemas que mejora el estado de entendimiento frente al fenómeno complejo del impacto ambiental generado por el desarrollo de infraestructura vial, logrando analizar el comportamiento de diversas variables interrelacionado entre sí, que

---

<sup>2</sup> Proyecto de grado, Natalia Díaz: Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/144489.pdf>

<sup>3</sup> Proyecto de grado, Juan Angarita: Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156396.pdf>

subyacen en el comportamiento de dicho fenómeno (ANGARITA ZAPATA, 2015, pag. 18).

#### 4.1.2 Revisión a nivel nacional

- **Dinámica de Sistemas en la Administración Pública Municipal Colombiana** por Olaya, et al (2002)<sup>4</sup>.

Esta metodología desarrolla un modelo de D.S concentrándose en el régimen de transferencias y los problemas asociados a este, con el fin de desarrollar habilidades de aprendizaje en el diseño de las mismas en el servicio público. Como resultado de este proyecto el autor comenta que la gestión pública intergubernamental y local requiere de herramientas y enfoques que sean capaces de manejar la complejidad que se encuentra en la misma.

#### 4.1.3 Revisión a nivel internacional

- **Modelo Sistémico para la Gestión de la Capacitación en el municipio**<sup>5</sup> por CDO Consulting Group, Gobierno de Chile Ministerio del Interior SUBDERE.

Esta investigación está enfocada en mejorar los esfuerzos de funcionarios para generar una nueva dimensión diferente a la tradicional, permitiendo los altos niveles de calidad y efectividad que exige el mundo actual. El modelo, como elemento de apoyo, permite mediante su aplicación, alcanzar diversos estados de desarrollo de las acciones de capacitación y su estructura administrativa, así como su presencia y repercusión en la formación del recurso humano adscrito. Ello propiciará, un ordenamiento conceptual y de acción para efectos de registrar, procesar y analizar el estado de avance y desarrollo que abordan las diversas dimensiones.

---

<sup>4</sup> Ponencia realizada por Olaya, et al 2002. Disponible en: <http://www.prof.uniandes.edu.co/~colaya/Papers%20&%20talks.html>

<sup>5</sup> Para mayor Información, visitar: [http://www.subdere.cl/sites/default/noticiasold/articles-75763\\_recurso\\_4.pdf](http://www.subdere.cl/sites/default/noticiasold/articles-75763_recurso_4.pdf)

- **Big Questions Come In Bundles, Hence They Should Be Tackled Systemically**, Mario Bunge 2014, volume 2<sup>6</sup>.

Este artículo sostiene que todos los problemas se refieren a algún sistema, y los trabajos de análisis del sistema están tan ligeramente vinculados, que se pueden tratar como si fueran elementos aislados. Estos supuestos metodológicos son principios clave del sistematismo, filosofía que primero expuso d'Holbach en el siglo XVIII y rescatada por Bertalanffy y sus compañeros en el movimiento general de sistemas en el siglo pasado.

Se analizan una serie de ejemplos tomados de la ciencia y la tecnología contemporáneas, desde el enredo típico de la física cuántica hasta el diseño de las políticas sociales. A lo largo del camino definimos el concepto de un sistema y observamos que el análisis es el dual de la síntesis más que su opuesto; el sistema no debe ser confundido con el holismo, ya que el primero recomienda combinar las estrategias de abajo hacia arriba con las de arriba hacia abajo; el sistema fomenta la convergencia o la fusión de las disciplinas más que el reduccionismo. La reciente sustitución del PIB por indicadores sociales más complejos como medida del progreso social se considera como una victoria de la visión sistémica de la sociedad.

Las revisiones a nivel local, nacional e internacional demuestran la gran capacidad y potencialidad de la dinámica de sistemas a la hora de resolver problemas de gran magnitud como lo es para este caso, la administración municipal en Colombia.

---

<sup>6</sup> Artículo de Mario Bunge: Disponible en: [https://drive.google.com/open?id=1FVDmROW\\_EQPu-aFL2upIo6rRdbFDPlE7](https://drive.google.com/open?id=1FVDmROW_EQPu-aFL2upIo6rRdbFDPlE7)

## 4.2 MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan conceptos fundamentales junto con sus definiciones para la comprensión teórica de este trabajo, pasando por el modelado con dinámica de sistemas, la Administración Pública, los componentes pertenecientes a la rama de la salud, educación, entre otros temas que son esenciales para el ambiente de simulación.

**4.2.1 Pensamiento Sistémico.** Esta disciplina aparece a mediados del siglo XX, como un pensamiento impulsado por un afán holista<sup>7</sup>, de modo que pueda abordar unificadamente, el problema de la unidad y la diversidad en los fenómenos del mundo (Andrade et al., 2001). Es un modo de pensamiento que considera el todo y sus partes, así como las conexiones entre éstas, en pocas palabras, estudia el todo para comprender las partes. Mario Bunge nos dice que el mundo es un sistema de sistemas y que el pensamiento sistémico es la manera por la cual podemos entender como está conformado un sistema desde un todo hasta cada una de sus partes.

**4.2.2 Dinámica de Sistemas.** La Dinámica de Sistemas es una disciplina académica creada en los años 60 por el Doctor Jay Forrester del Instituto Técnico de Massachusetts, originalmente enfocada a las ciencias de administración e ingeniería.

---

<sup>7</sup> Este es un afán por ubicar todo lo que acontece dentro de un orden o totalidad más amplios que le den unidad, lo cual nos parece diverso y aislado. De ahí que este afán también sea llamado holista, pues el holismo es un modo de considerar la realidad primariamente como totalidad armónica (Diccionario de Filosofía de Ferrater Mora, 1982, pag. 1545).

Esta disciplina es un método para mejorar el aprendizaje en sistemas complejos<sup>8</sup>, es fundamentalmente interdisciplinaria (Sterman, 2000) y permite comprender y formalizar la interacción entre los elementos de un sistema, es decir, la estructura de diferentes fenómenos en diferentes áreas de estudio (economía, física, química, biología, etc.)<sup>9</sup>.

**4.2.3 Ingeniería del Software.** El fundamento de Ingeniería del software fue propuesto inicialmente en 1968. Esta disciplina comprende todos los aspectos y las formas prácticas para desarrollar y entregar un software útil y costeable, desde las etapas iniciales de la especificación del sistema hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza (Sommerville, 2005), esto para diferentes áreas del desarrollo humano (economía, industria, etc.). El conjunto específico de atributos que se espera de un sistema software depende de su aplicación.

**4.2.4 Herramientas de Modelado y Simulación.** Existe una amplia variedad de herramientas disponibles para modelado y simulación utilizando Dinámica de Sistemas, son instrumentos esenciales para explicar fenómenos complejos cuya función principal es representar dinámicamente las relaciones definidas en una hipótesis dinámica. A continuación, se presenta una breve definición de opciones en cuanto a software de modelado y simulación existente se refiere:

**4.2.4.1 Dynamo.** Dynamo fue el programa creado por Jay Forrester en el MIT a finales de la década de los cincuenta para construir los primeros modelos de simulación dinámica. Es el más clásico de los lenguajes. No presenta posibilidades de modelado mediante iconos, pero sin embargo permite tratar ecuaciones de gran

---

<sup>8</sup> Un sistema complejo está compuesto por varias partes interconectadas o entrelazadas cuyos vínculos contienen información adicional y oculta al observador. Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados

<sup>9</sup> Link para saber más sobre Dinámica de sistemas como un lenguaje: <https://docplayer.es/14565135-Elementos-del-lenguaje-de-la-dinamica-de-sistemas.html>

dimensión. La mayor parte de los modelos que se encuentran en los libros clásicos de la dinámica de sistemas están escritos en este lenguaje.

**4.2.4.2 STELLA y i-think.** Introducidos inicialmente para Macintosh en 1984, Son entornos informáticos de amplia capacidad interactiva que permiten construir modelos empleando procedimientos gráficos, mediante iconos. Ambos poseen una estructura similar, Stella se orienta a aplicaciones y usos académicos mientras i-think es la herramienta de modelado y simulación más utilizada en el ámbito profesional y empresarial.

**4.2.4.3 PowerSim.** Creado por la compañía noruega PowerSim AS, con sede principal en la ciudad Bergen, es un ambiente totalmente integrado para desarrollar y ejecutar modelos de simulación en la Plataforma Microsoft Windows. PowerSim tiene diferentes tipos de herramientas de simulación que cubren todas las necesidades para desarrollar modelos, ejecutar simulaciones y realizar análisis en profundidad utilizando dinámica de sistemas.

**4.2.4.4 Vensim<sup>10</sup>.** Desarrollado en la década de los 80 por Ventana Systems, Vensim es una herramienta gráfica de creación de modelos de simulación que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de Dinámica de Sistemas. Vensim proporciona una forma simple y flexible de crear modelos de simulación, sean con diagramas causales o con diagramas de flujos. Mientras que se construye un modelo que puede ser simulado, Vensim permite observar el comportamiento del modelo.

**4.2.4.5 Evolucion.** Herramienta software para el modelado y la simulación con DS, que ha venido desarrollando el grupo de investigación SIMON.

---

<sup>10</sup> Para más información de Vensim Disponible en: <http://vensim.com/>

Evolución permite al usuario la construcción de modelos por medio de diagramas causales y diagramas de flujos y niveles, los cuales con la definición de ecuaciones para las variables creadas facilita realizar simulaciones de comportamientos, además posee variedad de funciones internas (trigonométricas, matemáticas, lógicas, de conversión, etc.) y funciones definidas por el usuario. Este software ha sido el elegido para el desarrollo del modelo dinámico sistémico planteado en el presente proyecto.

### **4.3 MARCO CONCEPTUAL**

A continuación, se definen una serie de conceptos utilizados a lo largo del presente trabajo de grado, los cuales se encuentran ligados al propósito del mismo, siendo parte fundamental en el manejo de una administración pública municipal.

**4.3.1 Administración Pública.** La administración pública está conformada por un conjunto de instituciones y de organizaciones de carácter público con la misión de administrar y gestionar el estado y algunos entes públicos. El presente proyecto está enfocado a esta entidad, la cual maneja todos los aspectos relacionados a la calidad de vida de la población en la que rigen. [1]

Básicamente, podríamos decir que a la administración pública le compete todo aquello que implique el orden público, es su deber formular anualmente el presupuesto que será el principal vínculo entre el Plan de Desarrollo y el Sistema Presupuestal.

**4.3.2 Presupuesto Municipal.** El presupuesto municipal es el plan económico y financiero anual vinculado a la estrategia formulada por el Gobierno de la ciudad, por lo que se convierte en una herramienta clave para la gestión pública, sirviendo a la planificación, programación, control, seguimiento y evaluación de las actuaciones municipales. Tiene carácter anual y contiene las previsiones de ingresos que se esperan obtener y los gastos (créditos presupuestarios) que como máximo se podrán realizar en el ejercicio correspondiente. [2], [3]. Los gastos no pueden ser mayores a los ingresos. El presupuesto Municipal lo conforman:

1. Ingresos: Son recursos con los que se espera contar durante el ejercicio y su origen. Su clasificación económica es:

1.1 Ingresos Corrientes: Son recursos que el municipio percibe en forma regular y que por su naturaleza es posible determinar en forma anticipada, con cierto nivel de certeza, los montos a percibir.

Estos ingresos constituyen la base principal que permite no sólo elaborar el proyecto de presupuesto sino, además, atender los gastos ordinarios de la entidad. (DIAZ DIAZ, et al 2012). Se clasifican como ingresos tributarios (los generados por los impuestos) y los ingresos no tributarios (los generados por tasas, multas, contribuciones y las rentas contractuales).

El presente proyecto da soporte a la toma de decisiones sobre el manejo de los ingresos de libre inversión para el municipio.

1.2 Ingresos de Capital: son aquellos que aumentan el pasivo del patrimonio municipal, es dinero que debe devolverse y está sometido a una legislación que limita la capacidad de endeudamiento del organismo local.

1.3 Ingresos financieros: Son ingresos en la recaudación de depósitos inmovilizados o de créditos.

**4.3.3 Planeación Municipal.** La planeación consiste en precisar objetivos, establecer metas específicas, establecer prioridades y estrategias para la asignación de recursos y compromisos dentro de un periodo determinado (1 año). La planeación municipal es una actividad de racionalidad administrativa, encaminada a prever y adaptar armónicamente las actividades económicas con las necesidades básicas de la comunidad, como son, entre otras:

Educación, salud, Asistencia Social, vivienda, Servicios Públicos, Mejoramiento de las comunidades rurales. [4]. De entre estas necesidades, el proyecto se enfoca principalmente en 3 sectores que son: salud, economía y educación para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Además, según el **Fondo de Población de las Naciones Unidas (FPNU)** (UNFPA, 2008, pág. 5), “el objetivo de la planeación municipal es el mejoramiento de la calidad de vida de la población”, lo cual define que los programas y proyectos que se propongan y/o se estén implementando en una región se enfoquen principalmente en los habitantes con condición de vulnerabilidad y en general a la población total, garantizando la coherencia entre los propósitos del plan y los derechos de la gente. (DIAZ DIAZ, et al, 2012). El mejoramiento en la calidad de vida de la población se ve reflejada mediante índices propuestos por el PNUD e implementados en el presente proyecto.

**4.3.4 Calidad de Vida.** La calidad de vida en el pasado ha estado fuertemente ligado a los ingresos y más comúnmente a la presencia de medios adecuados. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en sus Informes Sobre el Desarrollo Humano, que ha publicado desde 1990, define a éste como “el proceso en el cual se amplían las oportunidades del ser humano”.

El desarrollo humano se centra en la riqueza de las vidas humanas, enfatiza en ver al “ser humano como fin real de todas las actividades”, en tanto que el ingreso constituye un medio y no un fin. Considera que el bienestar de una sociedad depende del uso que se le da al ingreso y no del nivel del ingreso mismo, la expansión de la producción y de la riqueza debe ser sólo un medio, mientras que el fin del desarrollo debe ser el bienestar humano. [5]

Para el presente proyecto el cálculo del nivel de calidad de vida que, en esencia, es el bienestar que un individuo, como integrante de un grupo, aspira o puede llegar a aspirar, está basada en indicadores “objetivos” propuestos por el Programa de las Naciones Unidas (PNUD)<sup>11</sup> [6], [7], entre ellos tenemos:

- ***Índice de Desarrollo Humano (IDH)***

Es un indicador que determina el nivel de desarrollo que tienen los países del mundo. Fue ideado con el objetivo de conocer, no sólo los ingresos económicos de las personas en un país, sino también para evaluar si el país aporta a sus ciudadanos un ambiente donde puedan desarrollar mejor su calidad de vida. La última modificación de este indicador se realizó en el año 2010 y se crearon nuevos indicadores para tener una medida más exacta en cuanto a Calidad de Vida se refiere. El IDH tiene en cuenta tres (3) variables para su cálculo:

1. Esperanza de vida al nacer: Analiza el promedio de edad de las personas fallecidas en un año.
2. Educación: La conforman el nivel de alfabetización adulta y el nivel de estudios alcanzado (primaria, secundaria, estudios superiores)
3. PIB per Cápita (a paridad de poder adquisitivo). Considera el producto interno bruto per cápita y evalúa el acceso a los recursos económicos necesarios para que las personas puedan tener un nivel de vida decente.

---

<sup>11</sup> Informe de Desarrollo Humano. 2016. Disponible en: <http://hdr.undp.org/en/2016-report>

El IDH se maneja en un intervalo de valores entre 0 y 1, siendo 0 la calificación más baja y 1 la más alta. En este sentido, la PNUD clasifica a los países en tres grandes grupos: [8], [9]

- Países con desarrollo Humano muy Alto (“Very High Human Development”). Tienen un IDH mayor de 0,80.
- Países con desarrollo Humano Alto (“High Human Development”). Tienen un IDH entre 0,50 y 0,70.
- Países con desarrollo Humano Medio (“Medium Human Development”). Tienen un IDH entre 0,50 y 0,70.
- Países con desarrollo Humano Bajo (“Low Human Development”). Tienen un IDH menor de 0,50.

- **Índice de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad (IDH-D)<sup>12</sup>**

El IDH-D da cuenta de las desigualdades en las dimensiones del IDH “descontando” el valor promedio de cada dimensión según su nivel de desigualdad. El IDH-D será idéntico al IDH si no existe desigualdad entre las personas, pero desciende por debajo del IDH a medida que aumenta la desigualdad. En este sentido, el IDH-D es el nivel real de desarrollo humano (considerando su desigualdad), mientras que el IDH puede considerarse como un índice de desarrollo humano “potencial” (o el nivel máximo del IDH-D) que podría lograrse de no haber desigualdad. [10]

- **Índice de Desigualdad de Género (IDG)<sup>13</sup>**

Refleja la desventaja de la mujer en tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y mercado laboral. El índice muestra la pérdida en desarrollo humano debido a la desigualdad entre logros de mujeres y hombres en dichas

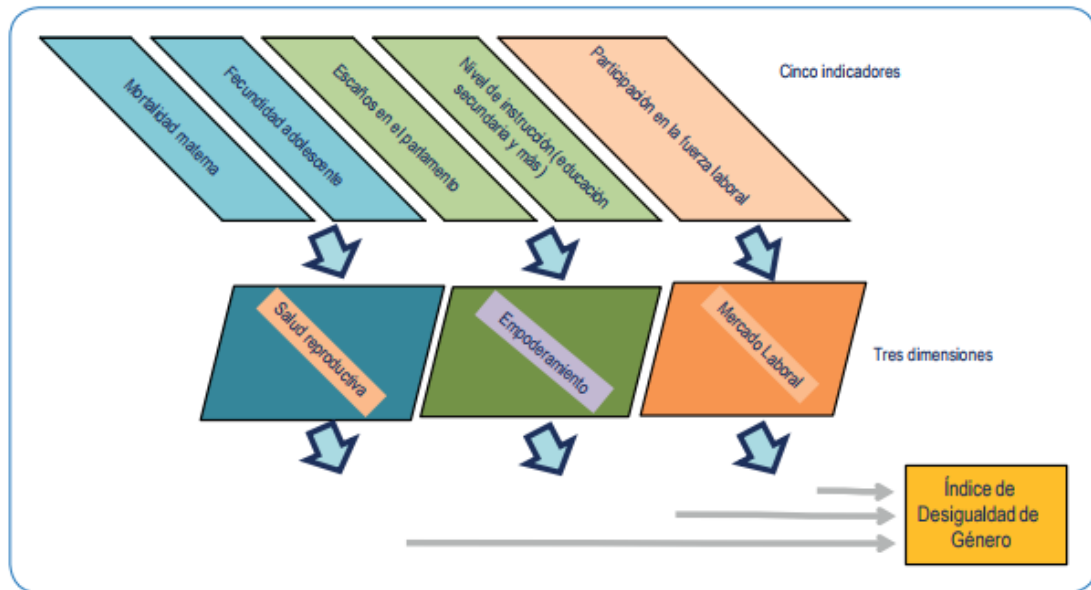
---

<sup>12</sup> Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad (IDH-D) Disponible en: [http://eva.fcea.edu.uy/pluginfile.php/98167/mod\\_resource/content/1/IDH%20-%20AJUSTADO%20POR%20DESIGUALDAD.pdf](http://eva.fcea.edu.uy/pluginfile.php/98167/mod_resource/content/1/IDH%20-%20AJUSTADO%20POR%20DESIGUALDAD.pdf)

<sup>13</sup> Índice de Desigualdad de Género (IDG): Disponible en: <http://hdr.undp.org/fr/content/%C3%ADndice-de-desigualdad-de-g%C3%A9nero>

dimensiones. Toma un valor de cero (0), cuando a las mujeres les va tan bien como a los hombres, y uno (1), cuando a las mujeres les va tan mal como sea posible en todas las dimensiones medidas. [11]

**Figura 1. Dimensiones del Índice de Desigualdad de Género**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Encuesta Nacional de Hogares

Según el informe sobre desarrollo humano 2016, Colombia está ubicada en el puesto 95 con un IDG de 0.393 para el año 2015.

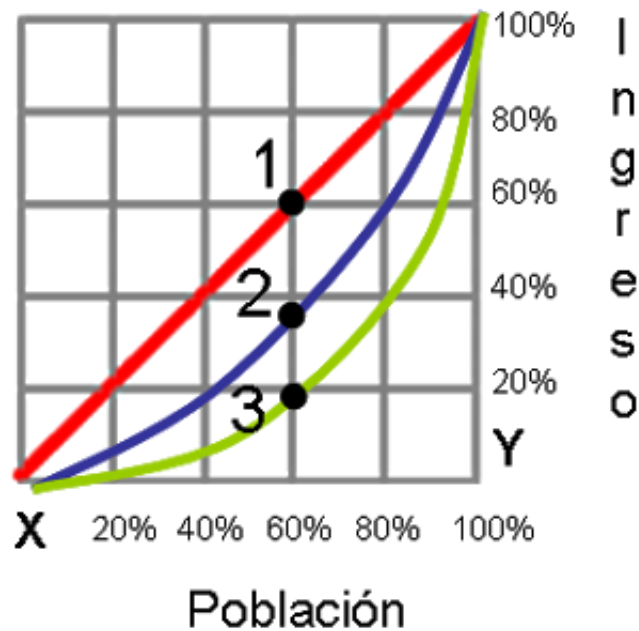
- **Coeficiente de GINI<sup>14</sup>**

El índice de Gini o coeficiente de Gini es una medida económica que sirve para calcular la desigualdad de ingresos que existe entre los ciudadanos de un territorio, normalmente de un país. Se encuentra entre 0 y 1, siendo cero la máxima igualdad (todos los ciudadanos tienen los mismos ingresos) y 1 la máxima

<sup>14</sup> Para conocer más sobre el Coeficiente de GINI en Colombia, Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/pobreza/cp\\_pobreza\\_15.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/cp_pobreza_15.pdf)

desigualdad (todos los ingresos los tiene un solo ciudadano). Este mismo concepto de desigualdad se puede entender gráficamente a través de la curva de Lorenz<sup>15</sup>.

**Figura 2. Curva de Lorenz**



Fuente: Yago Montero Castellanos, Definiciones, economía.

Se sitúa en el eje X los acumulados de población (P) expresados en tanto por ciento y en el eje Y los acumulados de renta (Q) expresados en tanto por ciento. Por lo tanto, la siguiente ecuación me determina el cálculo del Índice de Gini:

---

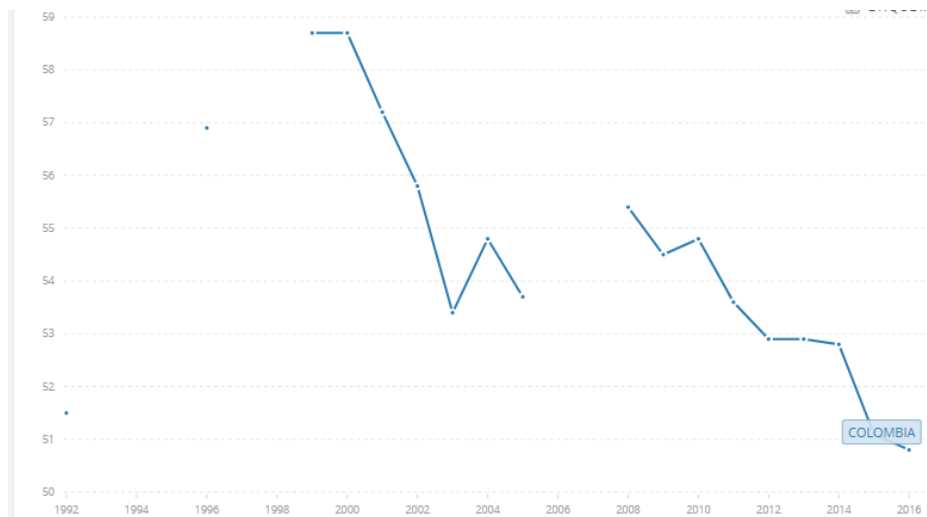
<sup>15</sup> La curva de Lorenz es una representación gráfica de la desigualdad en el reparto de la renta existente en un determinado territorio. Para mayor información, Disponible en: <http://economipedia.com/definiciones/curva-de-lorenz.html>

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^{N-1} P_i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N-1} Q_i}{\sum_{i=1}^{N-1} P_i}$$

El coeficiente de GINI para Colombia ha venido disminuyendo a lo largo del tiempo como se observa en la figura 3. Con un valor de 50.8 para el año 2016, lo que muestra una alta desigualdad en la distribución de ingresos

En la figura 4 se muestra el Coeficiente de GINI en Colombia clasificado por departamentos, El departamento de Santander presenta un coeficiente de GINI de 0.473 en el séptimo puesto a nivel de Colombia y por debajo del promedio.

**Figura 3. Comportamiento del Coeficiente de GINI para Colombia**



Fuente: BANCO MUNDIAL,  
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI?end=2016&locations=CO&start=1992&view=chart>

**Figura 4. Coeficiente de GINI en Colombia por departamentos**

Departamento	P90/P10	Coeficiente de Variación	Coeficiente de Gini	Indice de Theil
Antioquia	11,8	1,44	0,521	0,526
Atlántico	6,6	1,23	0,449	0,398
Bogotá	8,2	1,46	0,498	0,502
Bolívar	8,5	1,39	0,490	0,470
Boyacá	11,5	1,58	0,522	0,524
Caldas	9,5	1,48	0,511	0,516
Caquetá	6,4	1,40	0,472	0,462
Cauca	10,9	1,42	0,515	0,507
Cesar	8,5	1,29	0,481	0,443
Chocó	21,2	1,80	0,605	0,718
Córdoba	7,1	1,27	0,468	0,429
Cundinamarca	7,0	1,14	0,428	0,350
Huila	12,3	1,40	0,525	0,523
La Guajira	13,9	1,57	0,552	0,598
Magdalena	8,3	1,37	0,480	0,451
Meta	8,2	1,24	0,469	0,416
Nariño	8,2	1,47	0,499	0,498
Norte de Santander	9,1	1,25	0,480	0,433
Quindío	8,8	1,34	0,485	0,456
Risaralda	7,5	1,30	0,459	0,418
Santander	9,2	1,23	0,473	0,420
Sucre	6,9	1,36	0,465	0,436
Tolima	9,4	1,31	0,502	0,479
Valle de Cauca	8,6	1,36	0,481	0,456
Total nacional	10,9	1,54	0,523	0,542

Fuente: Artículo del ingreso en Colombia: Un estudio por departamentos [http://fce.unal.edu.co/media/files/Sanchez\\_Junio\\_16.pdf](http://fce.unal.edu.co/media/files/Sanchez_Junio_16.pdf)

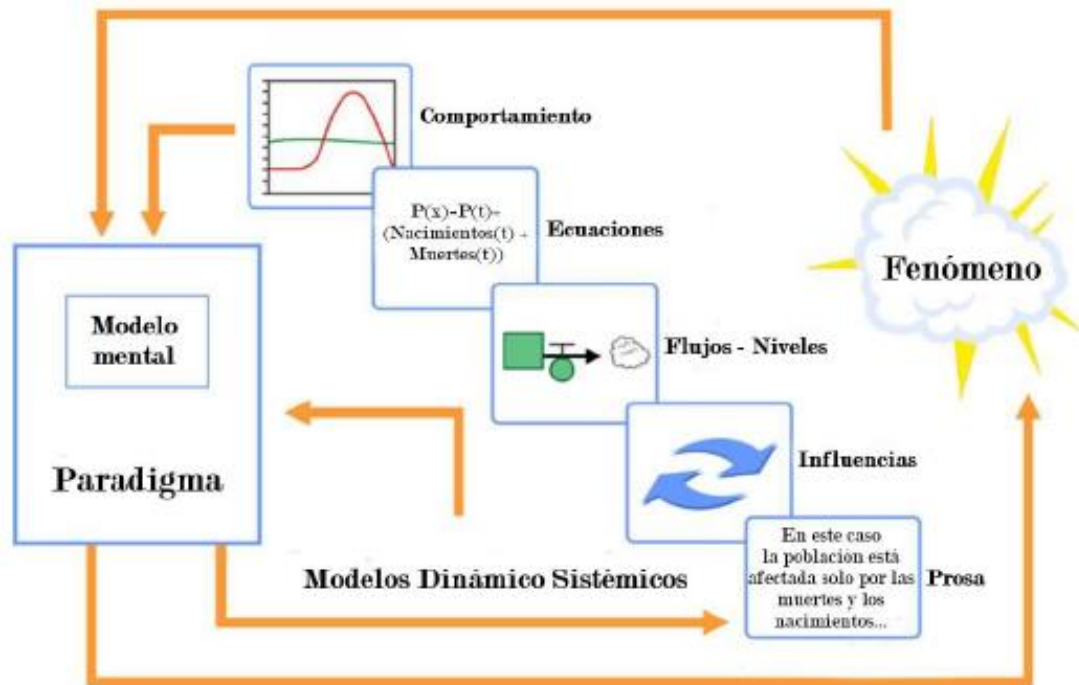
## **5. METODOLOGÍA**

Para fortalecer y mejorar las decisiones que se toman en la administración municipal al momento de realizar nuevos proyectos a mediano o largo plazo, toma gran importancia la dinámica de sistemas, la cual se puede ver como una metodología de modelación que busca, mediante simulación por computador, explicar y mejorar los resultados que presentan los diferentes sistemas que nos rodean, en este caso, las diferentes alternativas a los proyectos que se pueden generar en la alcaldía, en procura de la mejora de la calidad de vida en base a la normatividad establecida por el PNUD.

### **5.1 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN PARA EL AMBIENTE SOFTWARE**

El ejercicio de desarrollo del ambiente informático posee dos elementos fundamentales: un modelo con DS que permite simular una mejor manera de invertir el dinero de libre inversión en proyectos realizados por las alcaldías municipales y un ambiente software de simulación que opere con el modelo desarrollado que permita mostrarlo de forma amigable para el usuario. Se implementaron dos metodologías: metodología evolutiva (aplicada al software) y la metodología de los 5 lenguajes (aplicada al ejercicio de modelado, ver figura 5).

**Figura 5. Modelado y Simulación con la Dinámica de Sistemas - Metodología de los 5 lenguajes**



Fuente: ANDRADE SOSA, Hugo Hernando, et al. Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de Unidad. Bucaramanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2001

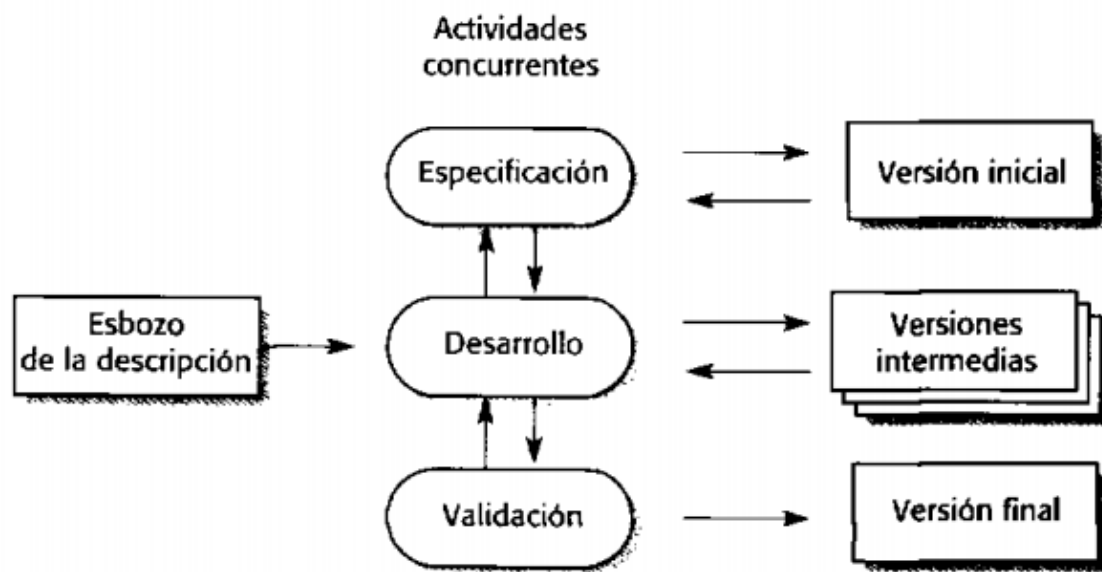
Iniciar el proceso de modelado estructural con la metodología de los cinco lenguajes, supone en un principio formalizar el fenómeno: cuál es el problema de la administración municipal (lenguaje en prosa como instrumento dispuesto al pensamiento abstracto), a partir de este primer modelo mental y con base a la revisión bibliográfica (documentos de las versiones anteriores de este proyecto y lectura relacionada con el tema de administración municipal), obtenemos otra percepción y acercamiento al fenómeno, que implica su interpretación y organización del material dispuesto, conduciendo a los diagramas de influencia (diagramas causales) y a los diagramas de flujo-nivel, una representación más gráfica de las relaciones causales entre los factores que inducen el manejo de libre inversión por parte del alcalde, ciclos de realimentación, retrasos y demás procesos; bien se ha representado gráficamente el primer prototipo, también es

importante la representación matemática de este, ver la estructura causal como un sistema de ecuaciones diferenciales, un sistema del que podemos simular el comportamiento producido por el fenómeno, una semejanza cualitativa más que cuantitativa. Con este sistema de lenguajes y a medida que avanza el desarrollo por prototipos hasta el modelo final (las pruebas se realizan en el municipio de Suaita - Santander), se harán las mejoras en cada iteración, cada prototipo sujeto a comentarios y verificación, ganando detalle y complejidad de manera gradual y progresiva. La interacción constante con el modelo facilita el planteamiento de diferentes escenarios futuros.

## **5.2 METODOLOGÍA PARA EL AMBIENTE SOFTWARE – MODELO EVOLUTIVA**

La metodología iterativa (evolutiva) permite el diseño, desarrollo y refinamiento de versiones cada vez más compleja (trabajando simultánea y conjuntamente las etapas de especificación, desarrollo y validación), exponiéndolas a comentarios por parte del usuario hasta obtener un producto final (versión adecuada a las necesidades del usuario). [12]

Figura 6. Metodología Iterativa



Fuente: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del Software. España: Pearson Education, S.A., Madrid, 2005.

El proyecto está conformado por tres objetivos específicos: **Revisión, Desarrollo/Implementación y Aplicación.**

**5.2.1 Revisión de las Versiones anteriores del proyecto.** Para la realización del proyecto se analizaron las versiones anteriores de AdmonSoft para ver los avances que ha tenido de una versión a otra y así encontrar posibles mejoras y obtener los requerimientos necesarios para una nueva experiencia.

- Análisis de proyecto AdmonSoft 1.0
- Análisis de proyecto AdmonSoft 2.0

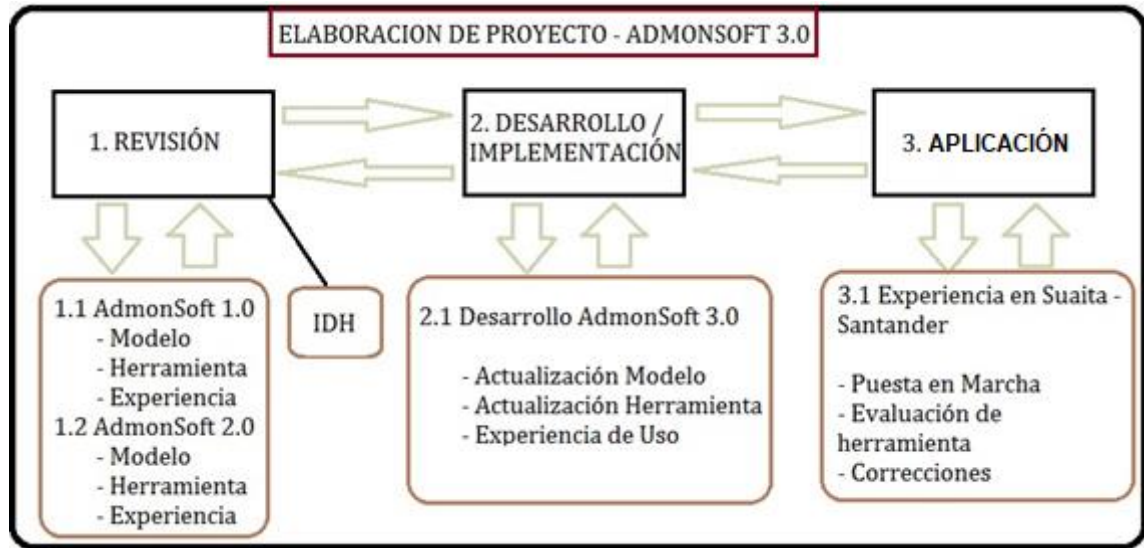
**5.2.2 Desarrollo e Implementación de AdmonSoft.** Con base a la documentación obtenida del primer objetivo específico, se procede al desarrollo de una nueva versión de AdmonSoft corrigiendo errores y realizándola con base al Índice vigente de desarrollo propuesto por las Naciones Unidas

- Desarrollo de AdmonSoft 3.0
  - Actualización del modelo anterior con base al Índice vigente de desarrollo propuesto por las Naciones Unidas
  - Pruebas y Simulaciones para detectar errores
  - Actualización de la herramienta Software para el modelo actualizado
  - Pruebas y Simulaciones para detectar errores
  - Análisis de la experiencia de uso de la herramienta para mayor facilidad a la hora de manejarlo

**5.2.3 Aplicación para ejecutar en un nuevo municipio de Santander.** Se realiza una nueva experiencia en un nuevo municipio de Santander (Suaita) utilizando la nueva herramienta AdmonSoft 3.0:

- Realizar experiencia en el municipio de Suaita – Santander
- Evaluar la experiencia de uso por parte del personal
- Realizar Correcciones

Figura 7. Metodología para la realización del proyecto



## **6. AMBIENTE DE APRENDIZAJE Y TOMA DE DECISIONES EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL**

El ambiente está compuesto por el modelo de simulación realizado con Dinámica de Sistemas (DS) y la herramienta de interacción del usuario basado en el modelo (Ambiente Software). Este conjunto facilita la comprensión y justificación de los programas y proyectos que se implementan en la Alcaldías Municipales Colombianas, dando a éstas una alternativa para la toma de decisiones en la administración Pública Municipal.

### **6.1 MODELO DE SIMULACIÓN**

El modelo se desarrolló por medio de prototipos con DS, se inicia a partir de la evaluación del proyecto de grado del Grupo SIMON aplicado al municipio de Oiba, Santander (OSORIO CALDERÓN, 2010)<sup>16</sup> que para evitar confusiones será llamado prototipo piloto en este documento, la evaluación de este prototipo piloto se realizó en el desarrollo de la segunda versión de AdmonSoft aplicada en el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander (DIAZ DIAZ, 2012)<sup>17</sup>.

Para el desarrollo de este proyecto se trabajó con la revisión y análisis de la segunda versión contando con requerimientos que se toman de la primera versión para un siguiente prototipo (AdmonSoft 3.0) que ilustra modificaciones de acuerdo a la investigación realizada en el nuevo municipio, Suaita, Santander y con base a las actualizaciones en los indicadores de Desarrollo Humano propuestos por el PNUD.

---

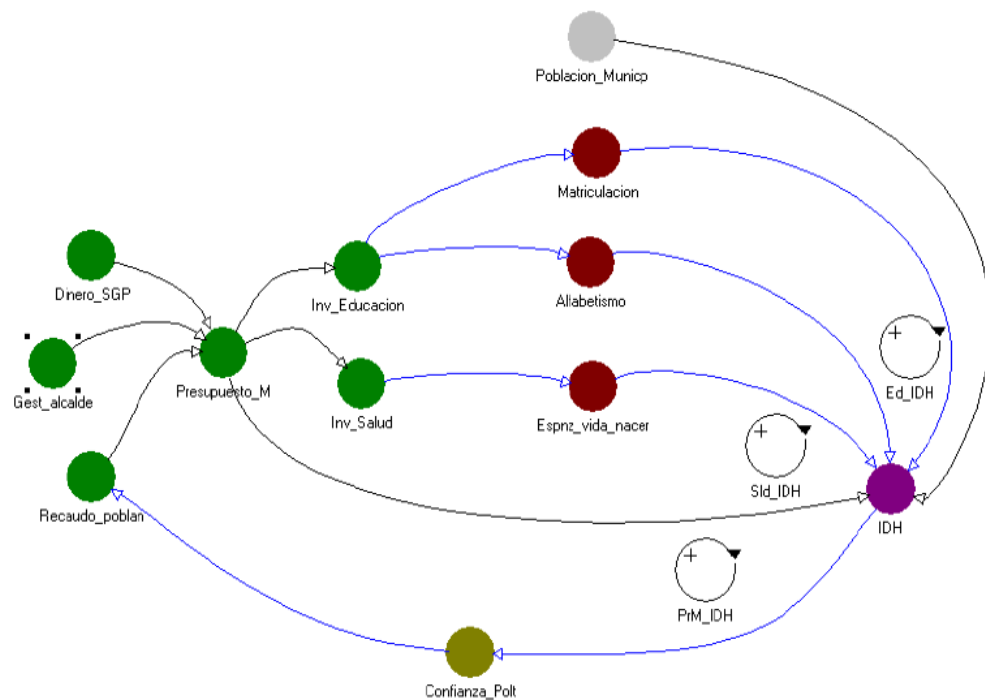
<sup>16</sup> Proyecto de grado, Natalia Díaz: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/144489.pdf>

<sup>17</sup> Proyecto de grado, Pablo Osorio: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133884.pdf>

**6.1.1 Prototipo AdmonSoft 2.0.** Este prototipo está basado en el estudio del prototipo piloto de AdmonSoft, para una mayor comprensión se presenta el diagrama de influencias el cual contiene siete sectores con sus respectivos flujos - niveles, presentados a continuación con la descripción de cada uno de ellos.

**6.1.1.1 Diagrama de Influencias:** Un diagrama de influencia es una forma gráfica de modelar un sistema o la idea que se tiene acerca de un fenómeno, primero se debe identificar todos los componentes que ejercen alguna influencia en el funcionamiento del sistema o fenómeno luego se identifica la manera en que interactúan estos componentes. (OSORIO CALDERÓN, 2010)

**Gráfica 1. Diagrama de Influencias General (Prototipo Piloto)**



Fuente: OSORIO, et al. 2010. pág. 49

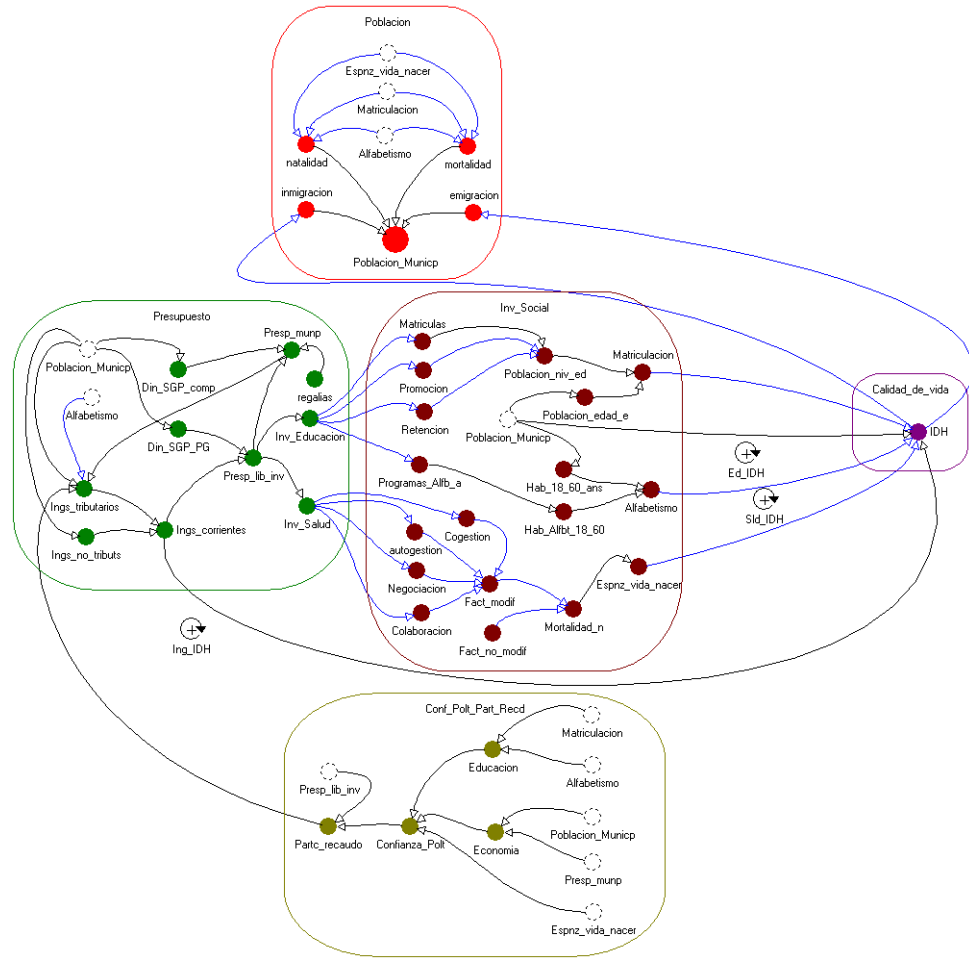
En la figura se muestra los 3 ciclos de realimentación que posee el modelo, el ciclo de educación (Ed\_IDH), el de salud (SId\_IDH) y el de economía (PrM\_IDH).

El primer ciclo de realimentación define que a mayor inversión en educación (alfabetismo y matriculación) se tendrá mayor calidad de vida lo que generaría el aumento de la confianza de la población hacia el Alcalde y gracias a este incremento se tendrá mayor participación en los recaudos de la Administración dando lugar a mayor dinero para invertir.

El segundo ciclo especifica que cuando se aumenta la inversión en salud (participación comunitaria) se mejorará la calidad de vida y de esta manera se genera un aumento en la confianza política incrementando gracias a ésta, los recursos del municipio.

Finalmente, en el tercer ciclo, el ciclo económico se tiene que si se hace una mayor inversión directamente en el mejoramiento de la calidad de vida (generación de empleo) se incrementará la confianza política y, por lo tanto, la población tenderá a retribuir económicamente a la Alcaldía por medio de los pagos puntuales de sus impuestos lo que también originaría mayor inversión. (DIAZ DIAZ, 2010), pág. 71.

## Gráfica 2. Diagrama de Influencias - Prototipo AdmonSoft 2.0



Fuente: Díaz, et al. 2012

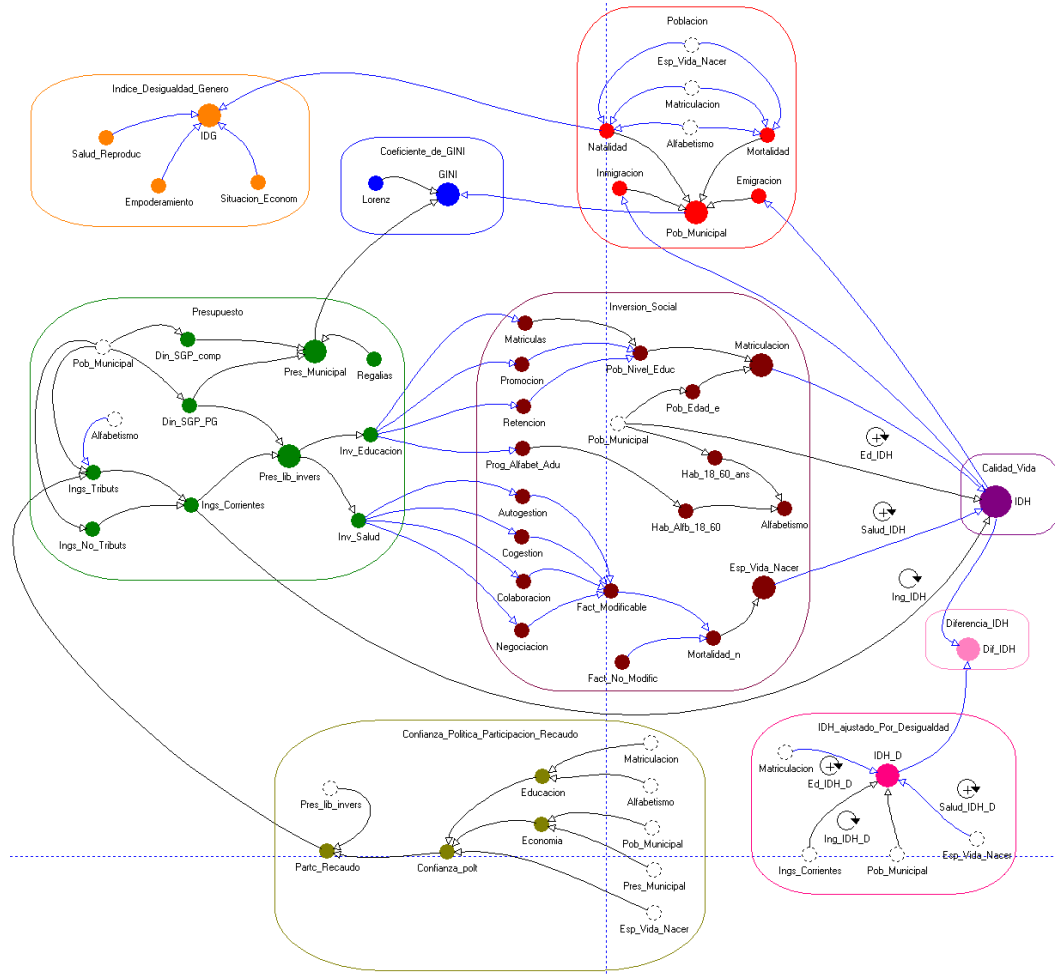
Por cuestiones de orden y extensión del documento, las definiciones de cada variable que se muestra en el diagrama de influencias, las definiciones de cada sector que lo componen y la evaluación realizada al modelo prototipo AdmonSoft 2.0 se pueden ver en el Anexo A.

**6.1.2 Prototipo Inicial.** Teniendo en cuenta las versiones anteriores del proyecto AdmonSoft, se realizó una comparación del modelo utilizando lógica difusa y multiplicadores para verificar si los valores de cada una se asemejan, la comparación se puede ver detalladamente en el Anexo C.

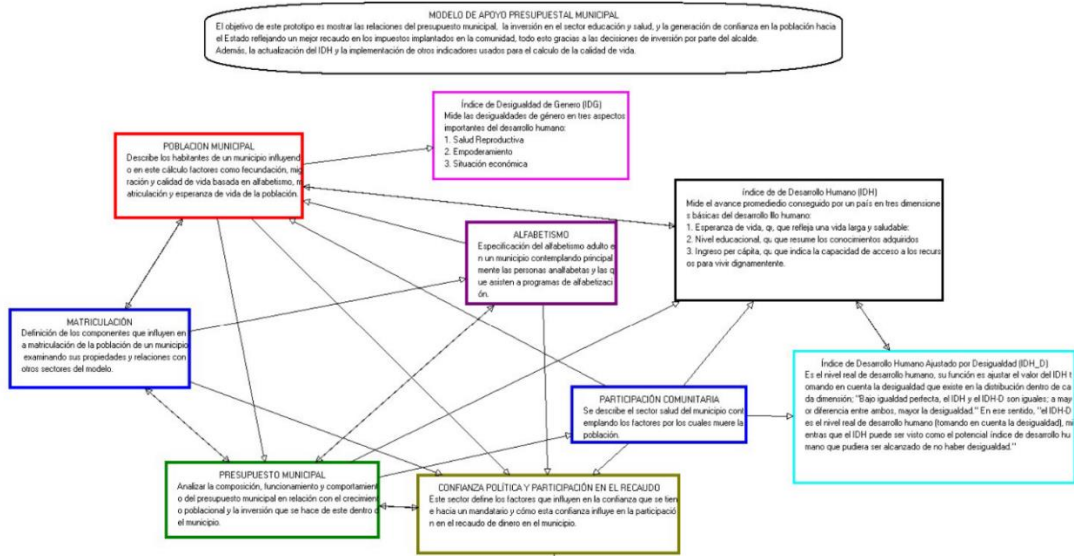
Se concluyó que se deben ajustar los multiplicadores del modelo para obtener resultados más aproximados a la realidad, la implementación de lógica Difusa es un sistema que aún está en desarrollo y en el modelo presenta problemas de conexión y compatibilidad con el entorno, por tal motivo se manejó el modelo DS solamente utilizando multiplicadores.

**6.1.3 Prototipo AdmonSoft 3.0.** El prototipo consta de varias implementaciones basadas en indicadores de calidad de vida (IDH-D, IDG, Coeficiente de GINI) y la nueva actualización del IDH.

**Gráfica 3. Diagrama de Influencias - Prototipo AdmonSoft 3.0**



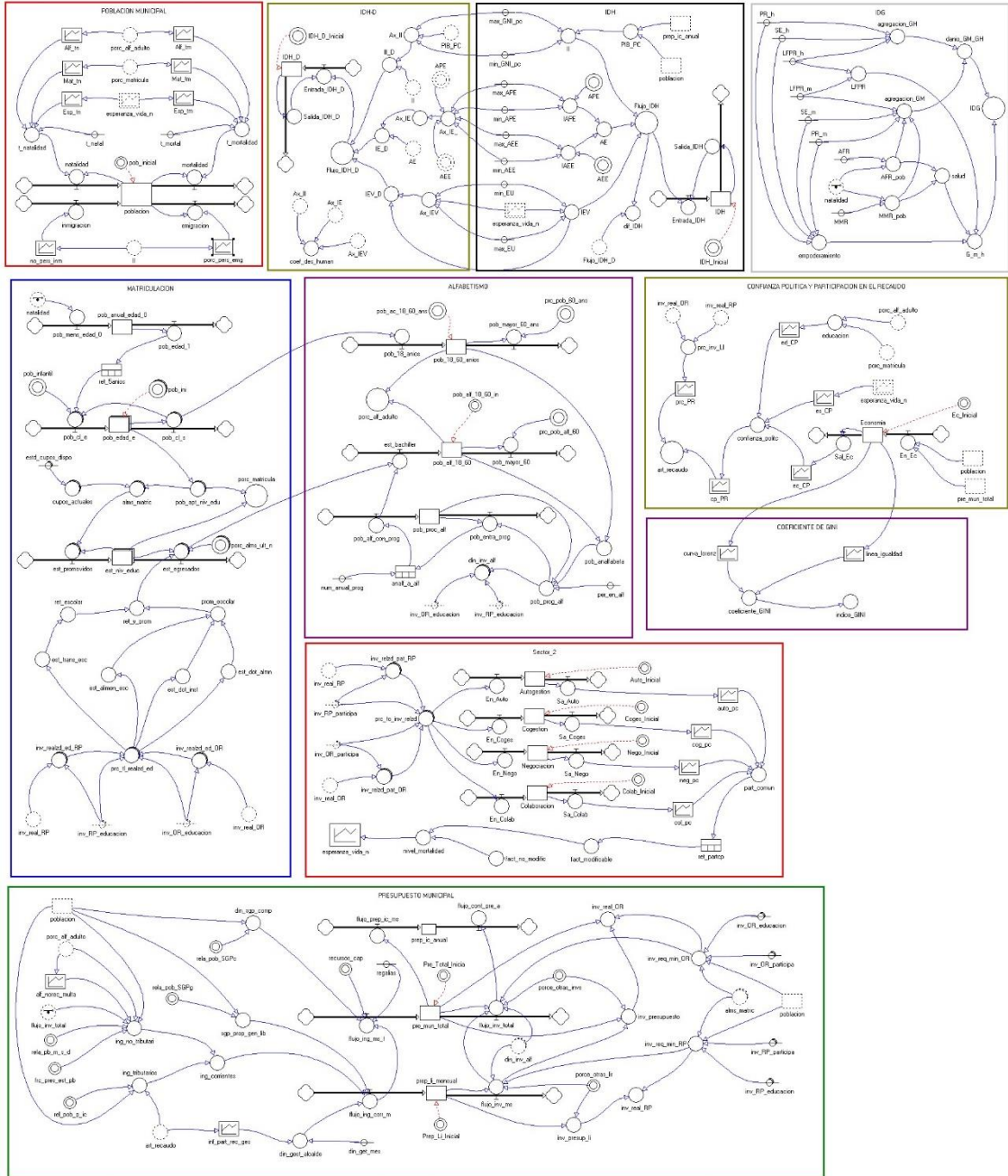
## Gráfica 4. Diagrama de Sectores- prototipo AdmonSoft 3.0



El diagrama de sectores es una aproximación a los elementos clave del modelo y sus relaciones incluyendo una descripción del objetivo del modelo.

**Gráfica 5. Diagrama de Flujo Nivel - Prototipo AdmonSoft 3.0**

MODELO DE APOYO PRESUPUESTAL MUNICIPAL



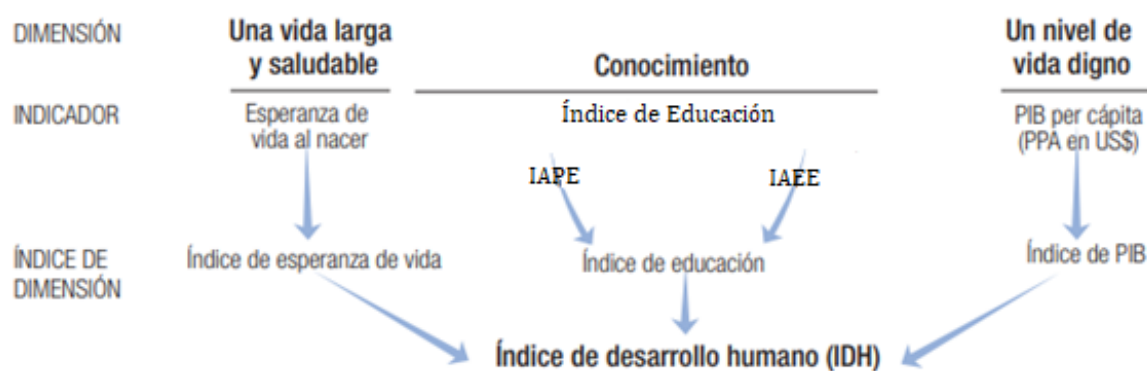
Cada sector se encuentra descrito en el Anexo A. Este proyecto consta solamente de las nuevas modificaciones e implementaciones de Indicadores de Calidad de Vida, tales como:

**6.1.3.1 Índice de Desarrollo Humano:** Mide el avance promedio conseguido por un país en tres dimensiones básicas del desarrollo humano:

1. Esperanza de vida, que refleja una vida larga y saludable:
2. Nivel educacional, que resume los conocimientos adquiridos
3. Ingreso per cápita, que indica la capacidad de acceso a los recursos para vivir dignamente.

El IDH es la media geométrica de índices normalizados que miden los logros en cada dimensión. Para la construcción del IDH, se fijan, para cada una de las variables consideradas, valores mínimos y máximos tomados de los establecidos internacionalmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

**Figura 8. Calculo del IDH**



Fuente: Human development report. Human Development for Everyone. 2016<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Para mayor información, visitar página: <https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-III/Calculo%20IDH.pdf>

Cada uno de los componentes se expresa con un valor entre 0 y 1, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula general total:

$$\text{Índice de los componentes} = \frac{\text{Valor Real} - \text{Valor M\u00ednimo}}{\text{Valor M\u00e1ximo} - \text{Valor M\u00ednimo}}$$

Se deben determinar valores m\u00ednimos y m\u00e1ximos (valores l\u00edmites) para transformar los indicadores en \u00edndices con valores entre 0 y 1. Los m\u00e1ximos son los valores m\u00e1s altos que se observan en la serie temporal (1980\u20132011). Los valores m\u00ednimos se pueden considerar como valores de subsistencia y se fijan en 20 a\u00f1os para la esperanza de vida, en cero a\u00f1os para ambas variables de educaci\u00f3n y en US\$100 para el ingreso nacional bruto (INB) real per c\u00e1pita. El bajo valor del ingreso puede explicarse por la considerable cantidad de bienes de subsistencia y no provenientes del mercado que existen en ciertas econom\u00edas, cuyos valores son cercanos al m\u00ednimo y no son capturados por los datos oficiales.

En las anteriores versiones de este proyecto se manej\u00f3 la metodolog\u00eda tradicional para el c\u00e1lculo del IDH que consist\u00eda en calcular ciertas dimensiones (Esperanza de vida, alfabetismo, matriculaci\u00f3n, PIB per c\u00e1pita) para cada sector (salud, educaci\u00f3n y econom\u00eda), siendo el resultado del IDH como el promedio entre los valores de cada sector.

Desde el informe del a\u00f1o 2010 el PNUD usa un nuevo m\u00e9todo para calcular el IDH, la mayor\u00eda de valores establecidos por el PNUD cambian (m\u00ednimos y m\u00e1ximos de cada dimensi\u00f3n), el \u00cdndice educacional ahora se calcula por medio de los a\u00f1os esperados de escolaridad. A continuaci\u00f3n, las ecuaciones para el c\u00e1lculo de cada variable que conforman el nuevo IDH:

**Fórmula para calcular el Índice de Esperanza de Vida (IEV):**

$$IEV = \frac{Eu - \min Eu}{\max Eu - \min Eu}$$

Dónde:

IEV: Índice de Esperanza de vida

Eu: Esperanza de vida de un país expresada en años

MinEu = 20 y maxEu = 85

**Fórmula para calcular el Índice Educativo (IE):**

$$IE = \frac{IAPE + IAEE}{2}$$

$$IAPE = \frac{APE}{\max APE - \min APE}$$

$$IAEE = \frac{AEE}{\max AEE - \min AEE}$$

Dónde:

IE: Índice de Educación

IAPE: Índice de años promedio de escolaridad

APE: Número de años promedio de escolaridad = 7.6<sup>19</sup>

minAPE = 0

IAEE: Índice de años esperados de escolaridad

AEE: Número de años esperados de escolaridad = 13.6<sup>20</sup>

minAEE = 0

---

<sup>19</sup> Datos tomados de <http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL>

<sup>20</sup> Ibid

**Fórmula para calcular el Índice de Ingresos (II):**

$$II = \frac{\ln(GNIpc) - \ln(\min GNIpc)}{\ln(\max GNIpc) - \ln(\min GNIpc)}$$

Dónde:

II: Índice de Ingreso

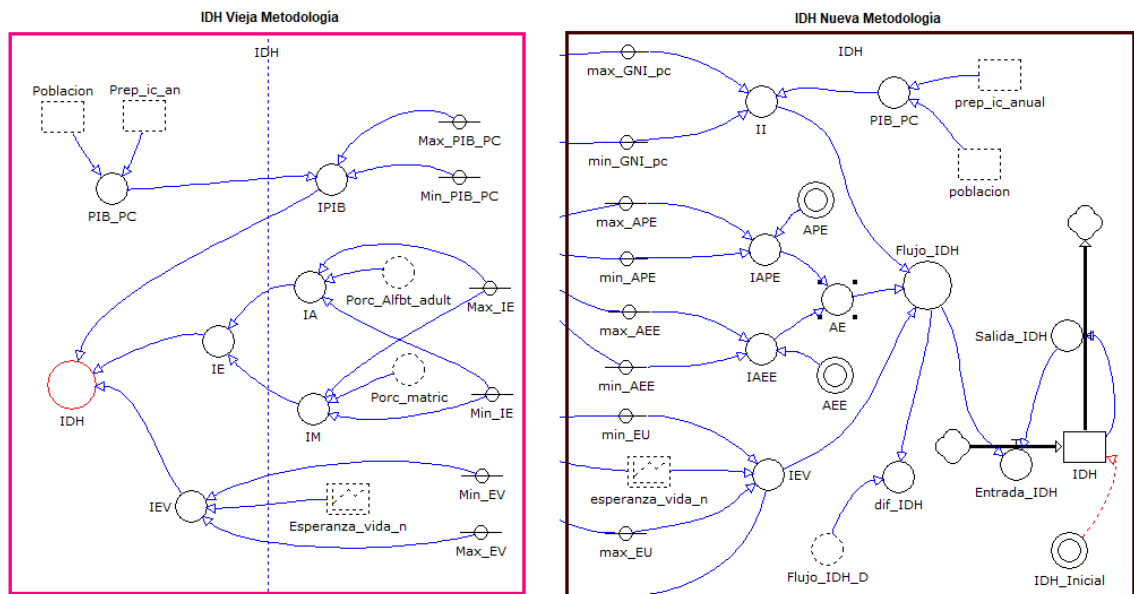
GNIpc: Índice de PIB per cápita

minGNIpc = 100 USD y maxGNIpc = 40000 USD

**Fórmula para calcular el IDH**

$$IDH = \sqrt[3]{IEV * IE * II}$$

**Gráfica 6. IDH (Metodología Tradicional) Vs IDH (Nueva Metodología)**

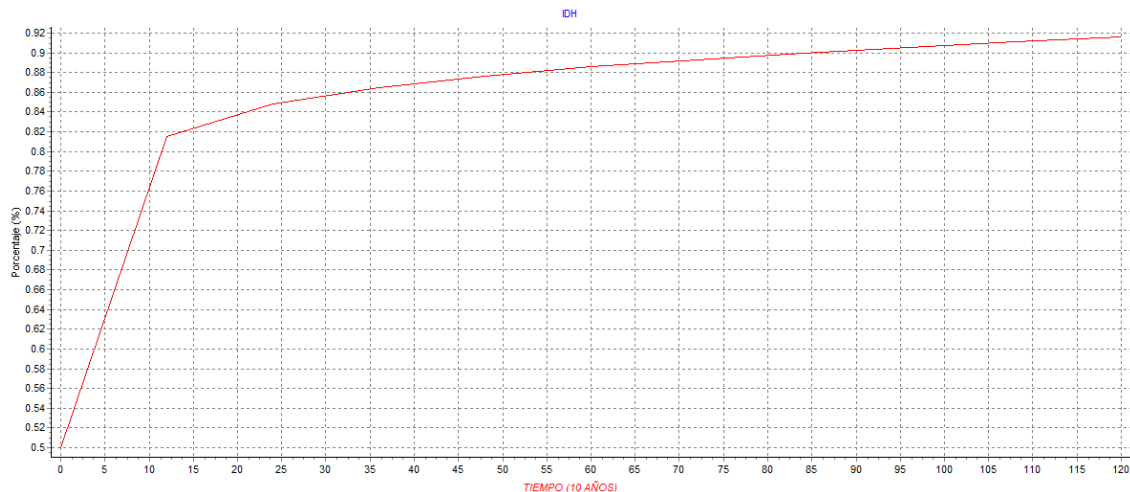


El comportamiento del nuevo IDH es similar al anterior, pero con valores muy por debajo, se observó que en el anterior IDH arrojaba en cifras, valores muy altos y no eran muy semejantes a la realidad, esta nueva metodología detalla un poco más los valores de cada sector (educación, salud y economía). Todos los valores fueron tomados según los reportes e informes de [13], [14].

**DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y ECUACIONES:** Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las ecuaciones correspondientes al sector de Índice de Desarrollo Humano (IDH) en el Anexo E.

**COMPORTAMIENTO:** Inicialmente se muestra la trayectoria que lleva la variable del IDH de acuerdo a los valores actuales del municipio de Suaita – Santander

**Gráfica 7. Comportamiento actual del IDH en el municipio**



Se observa que el IDH en el municipio de Suaita, Santander es muy alto y su valor actual es de 0.82, lo que implica que la calidad de vida en el municipio es alta.

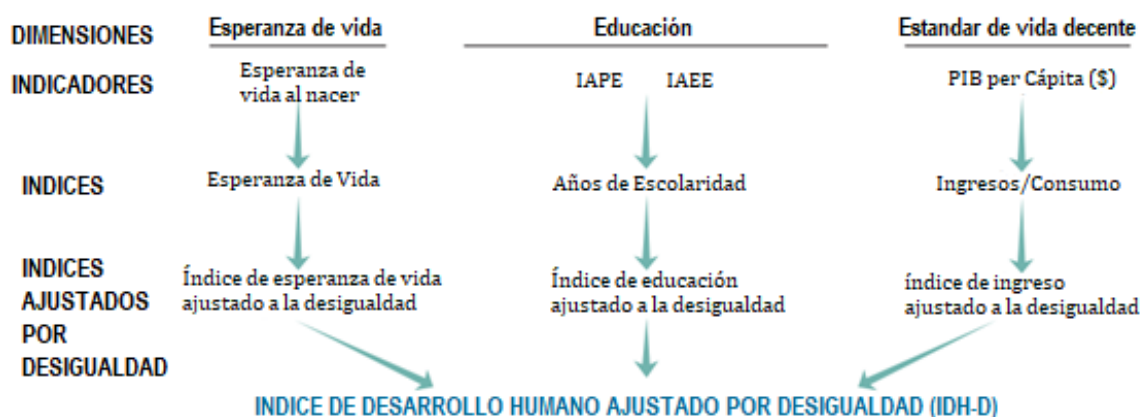
## Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad

Es el nivel real de desarrollo humano, su función es ajustar el valor del IDH tomando en cuenta la desigualdad que existe en la distribución dentro de cada dimensión; Toma como referencia un conjunto de índices sensibles a la distribución propuestos por Forester. López-Calva y Szekely (2005) las cuales se basan en las medidas de desigualdad de Atkinson (1970).

“Bajo igualdad perfecta, el IDH y el IDH-D son iguales; a mayor diferencia entre ambos, mayor la desigualdad.” En ese sentido, “el IDH-D es el nivel real de desarrollo humano (tomando en cuenta la desigualdad), mientras que el IDH puede ser visto como el potencial índice de desarrollo humano que pudiera ser alcanzado de no haber desigualdad.”

El IDH-D calcula las desigualdades de cada variable que compone al IDH descontándolo del valor medio de cada dimensión según su nivel de desigualdad, en este sentido, el IDH-D mide el nivel de desarrollo humano teniendo en cuenta la desigualdad.

**Figura 9. Calculo del IDH-D**



Fuente: Human development report. Human Development for Everyone. 2016

La metodología se define como de carácter no paramétrico, y está enfocada desde el punto de vista cuantitativo, ya que usa un conjunto de datos secuenciales, mensurables y factibles para llevar a cabo el objetivo de la investigación. Para el cálculo del IDH-D se tienen en cuenta tres pasos: [13], [15]

- **Paso 1: Medir las Desigualdades en las dimensiones del IDH**

El IDH-D hace uso de la familia de mediciones de desigualdad de Atkinson (1970) y fija el parámetro de aversión  $\epsilon$  en uno<sup>21</sup>. En este caso, la medida de desigualdad:

$$A_x = 1 - g/\mu$$

Dónde  $g$  es la media geométrica y  $\mu$  es la media aritmética de la distribución:

$$A_x = 1 - \frac{\sqrt[n]{X^1 \dots X^n}}{\bar{X}}$$

Dónde  $\{X^1 \dots X^n\}$  indica la distribución subyacente de una determinada dimensión,  $\bar{X}$  (logro promedio de una dimensión del cálculo del IDH)

$A_x$  se obtiene para cada variable que conforman el IDH. Conceptualmente la diferencia está en que la media geométrica obtiene la parte más subyacente de la distribución, es decir influyen menos los datos extremos y no permite valores cero. En el caso de los años promedio de escolaridad se agrega un año a todas las observaciones válidas para computar la desigualdad.

- **Paso 2: Ajustar los Índices de la dimensión según la desigualdad**

El logro promedio en una dimensión del IDH,  $\bar{X}$ , se ajusta por la desigualdad de la siguiente forma:

---

<sup>21</sup> El parámetro de aversión a la desigualdad afecta el grado en el que se enfatizan los logros más bajos y se resaltan los logros más altos.

$$\bar{X} * (1 - A_x) = \sqrt[n]{X^1 \dots X^n}$$

Así, la media geométrica representa la media aritmética reducida por la desigualdad en la distribución. Por lo tanto, el cálculo de los Índices de la dimensión según la desigualdad está conformada de la siguiente manera:

$$I_x^* = (1 - A_x) * I_x$$

Dónde  $I_x$  es el valor de cada dimensión que compone al IDH.

El índice de ingresos ajustado por la desigualdad,  $I_{Ingreso}^*$ , se basa en el índice del INB sin transformación logarítmica  $I_{Ingreso}$ . Esto permite que el IDH-D de cuenta del efecto completo de la desigualdad en los ingresos.

- ***Paso 3: Combinar los Índices de las dimensiones ajustadas por desigualdad para calcular el IDH-D***

El IDH-D es la media geométrica de los tres índices de las dimensiones ajustadas por desigualdad:

$$IDH - D = \sqrt[3]{I_{salud}^* \cdot I_{educacion}^* \cdot I_{Ingreso}^*}$$

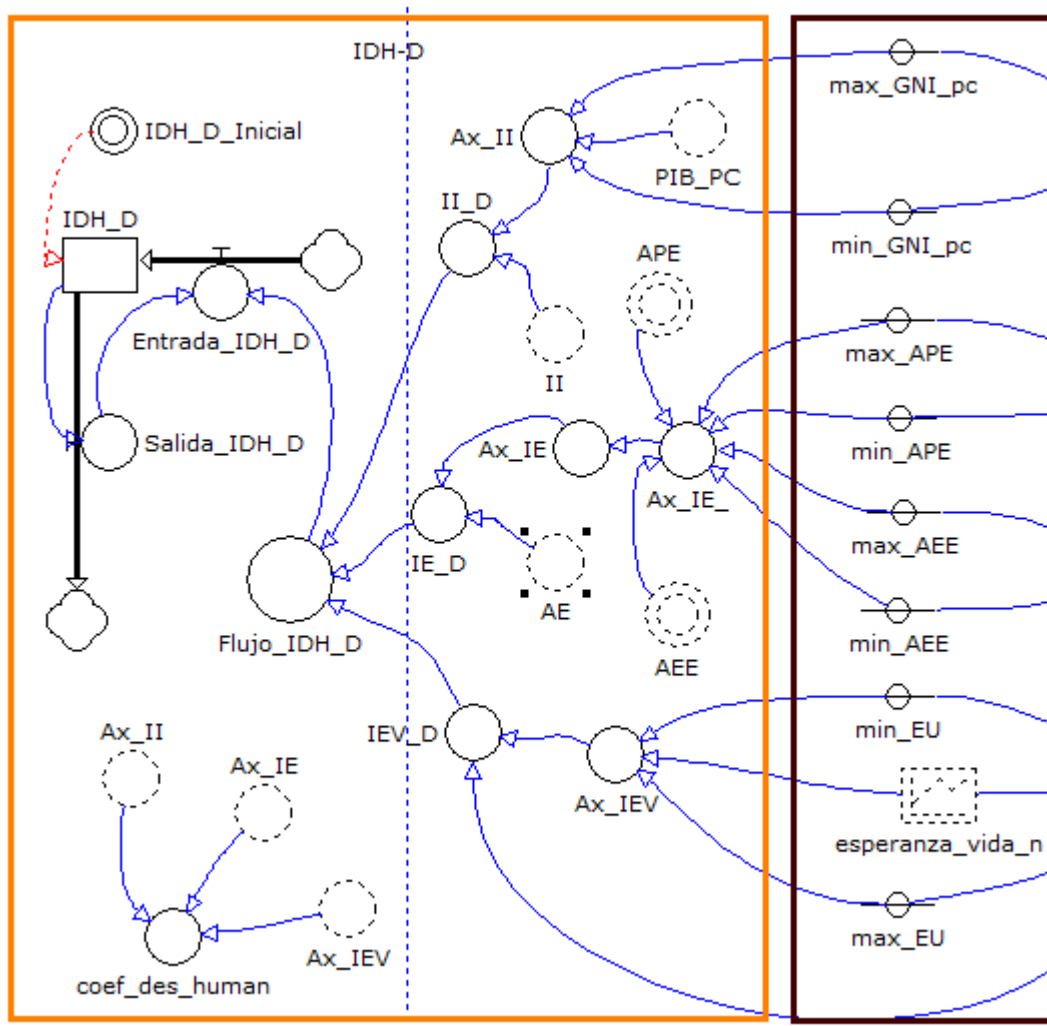
La pérdida en el IDH debido a la desigualdad se calcula de la siguiente manera:

$$Pérdida = 1 - \sqrt[3]{(1 - A_{vida}) * (1 - A_{salud}) * (1 - A_{ingreso})}$$

Para dar cuenta de los valores atípicos del ingreso per cápita (ingresos extremadamente altos, ingresos negativos o cero ingresos), se trunca el 0,5 del percentil superior de la distribución con el fin de reducir la influencia de los ingresos

extremadamente altos, y se reemplazan los ingresos negativos o iguales a cero por el valor mínimo del 0,5 del percentil inferior de la distribución de ingresos positivos.

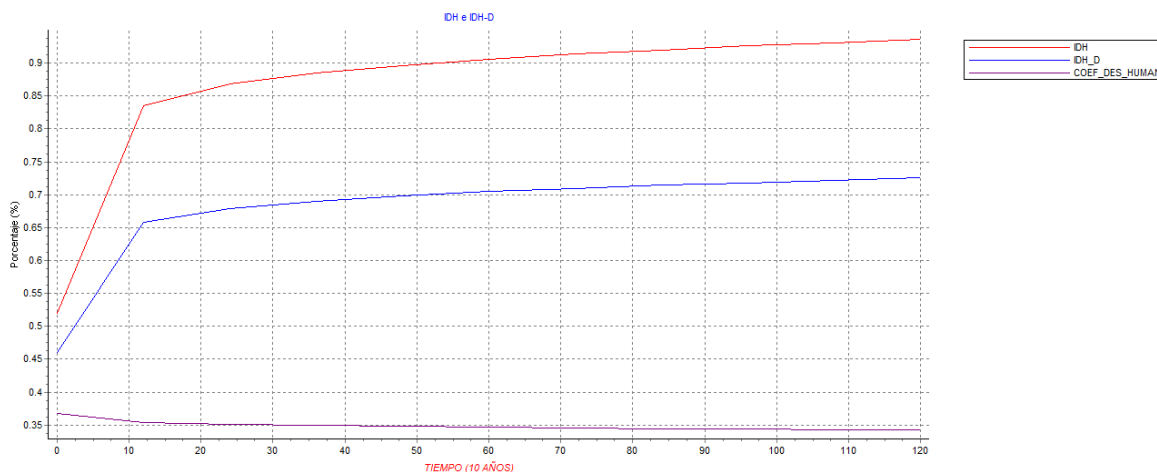
**Gráfica 8. Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad (IDH)**



Como se ha venido mencionando en el presente libro, el IDH-D es significativamente menor al IDH ya que se tienen en cuenta las desigualdades por cada dimensión que componen a este (Índice de Ingresos, Índice Educativo e Índice de Esperanza de

Vida). Se denomina coeficiente de desigualdad al promedio no ponderado de las desigualdades en salud, educación y el ingreso usando la media aritmética.

**Gráfica 9. Coeficiente de Desigualdad Humana y Diferencia entre los IDH's**



**DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y ECUACIONES:** Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las ecuaciones correspondientes al sector de Índice de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad (IDH-D) en el Anexo E.

**COMPORTAMIENTO:** Inicialmente se muestra la trayectoria que lleva la variable del IDH-D de acuerdo a los valores actuales del municipio de Suaita – Santander, ver figura 12. El valor actual para el municipio es de 0.47 aproximadamente. Se nota un gran aumento en este indicador gracias a las inversiones realizadas en los sectores de salud, economía y educación haciendo que la calidad de vida de la población aumente gradualmente.

**6.1.3.2 Índice de Desigualdad de Género (IDG):** Mide las desigualdades de género en tres aspectos importantes del desarrollo humano:

(1) la salud reproductiva, que se mide por la tasa de mortalidad materna y la tasa de fecundidad entre las adolescentes; El bienestar de la mujer durante el parto tiene importancia intrínseca, y señala el lugar que ocupa la mujer en la sociedad. La reproducción no solo conlleva riesgos, con frecuencia también se inicia prematuramente y compromete la salud y restringe las oportunidades futuras. La procreación a edad temprana, medida a través de la tasa de fecundidad de adolescentes, aumenta los riesgos sanitarios para la madre y el bebé y suele impedir a las jóvenes asistir a la escuela.

(2) el empoderamiento, que se mide por la proporción de escaños<sup>22</sup> parlamentarios ocupados por mujeres y la proporción de mujeres y hombres adultos de 25 años o más que han cursado como mínimo la enseñanza secundaria; Una mujer con más educación tiene mayores posibilidades de disfrutar de un trabajo satisfactorio, participar en el debate público, cuidar su salud y la de su familia y otras. En este sentido, se centra la atención en las diferencias en los niveles de instrucción en enseñanza secundaria y superior.

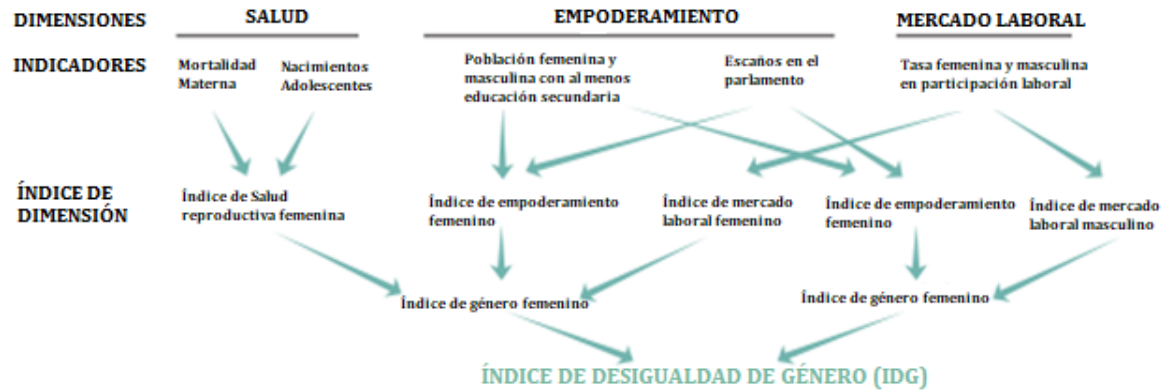
(3) la situación económica, expresada como la participación en el mercado laboral y medida según la tasa de participación en la fuerza de trabajo de mujeres y hombres de 15 años o más. [16]

El Índice de Desigualdad de Género se basa en el mismo marco que el IDH-D, a fin de reflejar mejor las diferencias en la distribución de los logros entre mujeres y hombres. Mide el costo que supone la desigualdad de género para el desarrollo humano; así pues, Varía entre cero y uno, cuanto más alto sea el valor del Índice de Desigualdad de Género, más disparidades habrá entre hombres y mujeres y también más pérdidas en desarrollo humano.

---

<sup>22</sup> Un escaño es un puesto, asiento de los representantes políticos en las cámaras del parlamento.

**Figura 10. Calculo del IDG**



Fuente: Human development report. Human Development for Everyone. 2016

El IDG se calcula usando la medida de desigualdad sensible a las asociaciones sugerida por Seth (2009). Se calcula en 5 pasos: [11]

- **Paso 1: Manejar ceros y valores extremos**

Una medida geométrica no puede tener valores cero, por lo que se fijan valores mínimos para los indicadores de todas las dimensiones; Este mínimo se fija en 0,1% para la tasa de fecundidad de adolescentes, la proporción de escaños parlamentarios ocupados por mujeres, los logros en educación secundaria y superior y la tasa de participación en el mercado laboral.

Debido a que mientras mayor es la mortalidad materna peor es el cuidado de la salud en este ámbito, el valor máximo de la tasa de mortalidad materna se trunca en 1.000 muertes por cada 100.000 nacidos vivos, mientras que el valor mínimo, en 10. Estos valores se basan en el supuesto de que los países donde la mortalidad materna es superior a 1.000 no difieren en su incapacidad de crear las condiciones y el apoyo necesario en este ámbito y que los países con 1 a 10 muertes por cada 100.000 nacidos vivos se están desempeñando casi al mismo nivel, por lo cual las diferencias son aleatorias.

El nivel de sensibilidad del IDG se encuentra en Gaye y otros (2010).

- **Paso 2: Agregar las dimensiones dentro de cada grupo de género usando medias geométricas**

Agregar las distintas dimensiones para cada género dota al IDG de sensibilidad a la asociación (ver Seth, 2009).

En el caso de mujeres y niñas, la fórmula de agregación es la siguiente:

$$G_M = \sqrt[3]{\left(\left(\frac{10}{MMR}\right) * \left(\frac{1}{AFR}\right)\right)^{1/2} * (PR_M * SE_M)^{\frac{1}{2}} * LFPR_M}$$

En el caso de hombres y niños, la fórmula de agregación es:

$$G_H = \sqrt[3]{1 * (PR_H * SE_H)^{\frac{1}{2}} * LFPR_H}$$

Dónde:

MMR: Tasa de mortalidad materna, *UN Maternal Mortality Estimation Group (2016)*.

AFR: Tasa de fecundidad de adolescentes, *UNDESA (2015)*.

PR: Proporción de escaños en el parlamento por género, *IPU (2016)*.

SE: Logros en educación secundaria y superior, *UNESCO Institute for Statistics (2016)*.

LFPR: Tasa de participación en el mercado laboral, *ILO (2016)*.

La tasa de mortalidad materna en la fórmula de agregación para mujeres y niñas se debe reajustar por 0,1 para reflejar que la tasa de mortalidad materna mínima se ha truncado en 10. Se trata de un nuevo ajuste introducido al Informe sobre Desarrollo Humano 20113

- **Paso 3: Agregar a través de grupos de género usando una media armónica**

Los índices de mujeres y hombres se agregan según la media armónica para crear el índice de género igualmente distribuido:

$$DAÑO (G_M, G_H) = \left| \frac{(G_M)^{-1} + (G_H)^{-1}}{2} \right|^{-1}$$

Dentro de los grupos, la media armónica de las medias geométricas permite capturar la desigualdad entre mujeres y hombres y a la vez ajustar las asociaciones entre dimensiones.

- **Paso 4: Calcular la media geométrica de las medias aritméticas para cada indicador**

La referencia estándar para calcular la desigualdad se obtiene agregando los índices para mujeres y hombres: se usan las mismas ponderaciones (es decir, se trata igual a los géneros) y luego se agregan los índices para cada dimensión:

$$G_{M,H} = \sqrt[3]{Salud * Empoderamiento * LFPR}$$

$$Salud = \frac{\left( \sqrt{\frac{10}{MMR} * \frac{1}{AFR}} + 1 \right)}{2}$$

$$Empoderamiento = \frac{(\sqrt{PR_M * SE_M} + \sqrt{PR_H + SE_H})}{2}$$

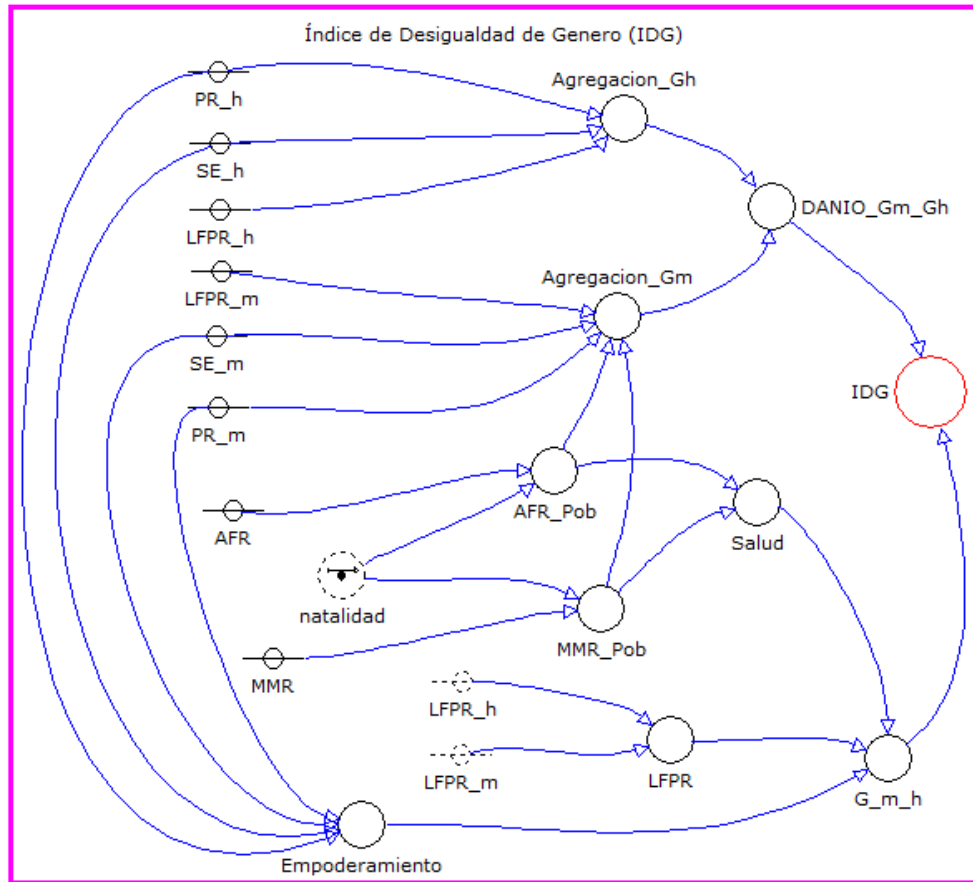
$$LFPR = \frac{(LFPR_H + LFPR_M)}{2}$$

- **Paso 5: Calcular el Índice de Desigualdad Humana**

Se calcula mediante la comparación del índice de género igualmente distribuido con el estándar de referencia:

$$IDG = 1 - \frac{DAÑO(G_M, G_H)}{G_{M,H}}$$

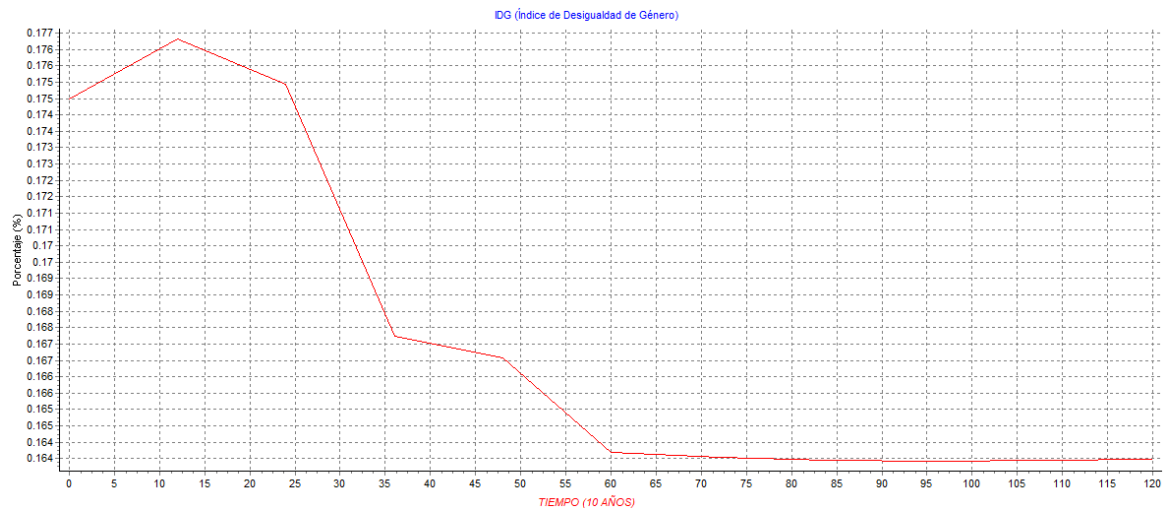
**Gráfica 7. Índice de Desigualdad de Género (IDG)**



**DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y ECUACIONES:** Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las ecuaciones correspondientes al sector de Índice de Desigualdad de Género (IDG) en el Anexo E.

**COMPORTAMIENTO:** Inicialmente se muestra la trayectoria que lleva la variable del IDG de acuerdo a los valores actuales del municipio de Suaita – Santander

**Gráfica 8. Comportamiento del IDG en el municipio**



A medida que el tiempo corre, se nota una disminución en la desigualdad de género para el municipio de Suaita, Santander, fijándose en un valor de 0.163 aproximadamente.

**6.1.3.3 Coeficiente de GINI (GINI):** Fue creado por **Corrado GINI**<sup>23</sup>, nos ayuda a cuantificar la desigualdad de la distribución dentro de una sociedad, proporcionando datos valiosos acerca de la distribución de los ingresos y la desigualdad de un país.

Se trata de un método utilizado para la medición de cualquier distribución desigual, siendo utilizado en Ingeniería, Ciencias de la Salud, Química, Ecología, etc. No obstante, en Economía es donde el coeficiente de Gini tiene mayor protagonismo. En este caso se utiliza para medir la desigualdad en la distribución de los ingresos

<sup>23</sup> Corrado Gini. Fue un estadístico, demógrafo y sociólogo italiano que propuso el conocido “Índice de Concentración de GINI”, una medida de la desigualdad en los ingresos en una sociedad. 1884-1965

dentro de un país dado. También es utilizado para medir la desigualdad en la distribución de la riqueza. [17]

El valor del Coeficiente de GINI se encuentra entre 0 y 1, siendo **cero la máxima igualdad** (todos los ciudadanos tienen los mismos ingresos) y **1 la máxima desigualdad** (todos los ingresos los tiene un solo ciudadano).

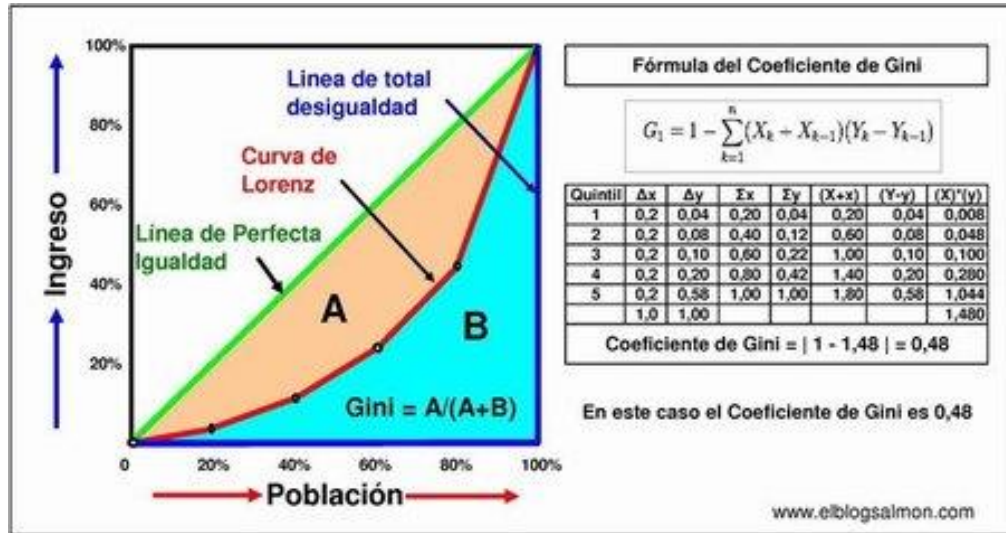
**Ejemplo Ilustrativo:** Dado un país A, cuyos ingresos totales son de 1.000 euros, suponiendo que el número de habitantes de A es 1.000, entonces, si de esos 1.000 habitantes, hay uno cuyos ingresos son de 900 euros y los 100 restantes se reparten entre los 999 habitantes que quedan, entonces el coeficiente de Gini asignará un valor cercano al 1. Si, por el contrario, cada uno de los habitantes de A tiene unos ingresos de un euro, entonces el coeficiente de Gini de A es 0.

➤ **El coeficiente de Gini se puede hallar de dos (2) formas:**

*a. A través de la Curva de Lorenz*

La Curva de Lorenz es una representación gráfica de una función de distribución acumulada, y se define matemáticamente como la proporción acumulada de los ingresos totales (eje y), que obtienen las proporciones acumuladas de la población (eje x).

Figura 11. Curva de Lorenz



Fuente: Concepto de Economía, Que es el índice de GINI [citado 6/Abril/2017, 8:37am] <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-el-coeficiente-de-gini>

El **Coeficiente de Gini** se calcula como el cociente entre el área comprendida entre la diagonal de perfecta igualdad y la **Curva de Lorenz**:

$$G = \frac{A}{A + B}$$

También es igual a  $G = 2 * A$ , dado que  $A + B = 0,5$ .

A medida que mejora la equidad el área A disminuye y la **Curva de Lorenz** (línea roja) se acerca a la diagonal de perfecta igualdad (línea verde). Si la Curva de Lorenz se aleja de la diagonal, aumenta la desigualdad a la misma velocidad que aumenta el área "A". Si la desigualdad es total, el área B desaparece y queda sólo el área A, lo que indica que una sola familia se queda con el total de los ingresos (línea azul).

b. *Mediante la Formula de Brown:*

La anterior ecuación equivale a realizar la siguiente operación: [18]

$$G = 1 + \left(\frac{1}{n}\right) - \left(\frac{2}{n^2Y}\right)(y_1 + 2y_2 + \dots + ny_n)$$

Dónde: **n** es el número de miembros de la población.

**y** son los ingresos corrientes para los grupos de individuos y

**Y** es el ingreso medio de la población.

Así, entre más cerca de la línea diagonal (distribución del ingreso igualitaria) se encuentre la Curva de Lorenz, más cercano a 0 estará el coeficiente de Gini.

En el ejemplo de la gráfica el primer quintil (20% de la población) se queda con el 4% del ingreso; el 40% de la población, con el 12% (aumenta un 8% en relación al primero), el 60% con el 22% del ingreso y el 80% de la población con el 42% del ingreso acumulado. En este caso el Coeficiente de Gini es 0,48.

El **índice de Gini** es el coeficiente de Gini expresado en referencia a 100 como máximo, en vez de como 1, y es igual al coeficiente de Gini multiplicado por 100.

Según datos del banco mundial, para Colombia en los últimos años se ha tenido un índice de GINI de 53.5%. [19]

➤ **Cálculo del Índice de GINI:** [20]

Para hacer el cálculo de este índice se utiliza la siguiente formula:

$$G = \left| 1 - \sum_{k=1}^{n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k) \right|$$

Donde:

X = proporción acumulada de población.

Y= proporción acumulada de ingresos.

Aunque también se podría calcular de una forma más sencilla e intuitiva:

$$IG = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (P_i - Q_i)}{\sum_{i=1}^{N-1} P_i} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N-1} Q_i}{\sum_{i=1}^{N-1} P_i}$$

Donde:

P = porcentaje acumulado de población

Q= porcentaje acumulado de ingresos.

#### ➤ **Ventajas**

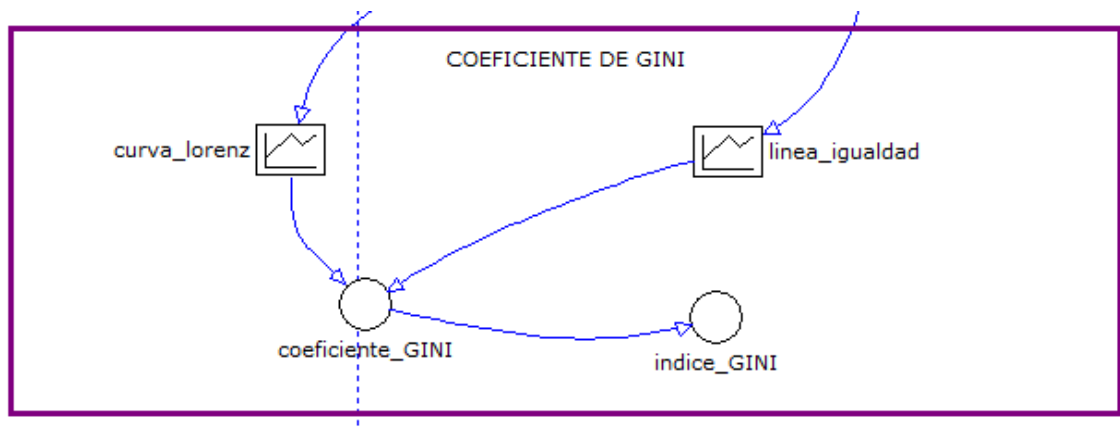
- Es una medida de desigualdad representativa de la mayor parte de la población.
- Puede indicar cómo cambia la distribución de un país durante el tiempo (puede aumentar y/o puede disminuir).
- Es un indicador anónimo, no importa quienes poseen las riquezas y quiénes no.
- La población es independiente, no importa el número total de habitantes.

#### ➤ **Desventajas**

- La curva de Lorenz puede minimizar la cantidad real de desigualdad si la población más rica utiliza su renta eficientemente.

Medido en un lugar geográficamente grande y muy diverso nos dará un coeficiente mucho más alto que alguna región individual.

**Gráfica 9. Coeficiente de GINI**

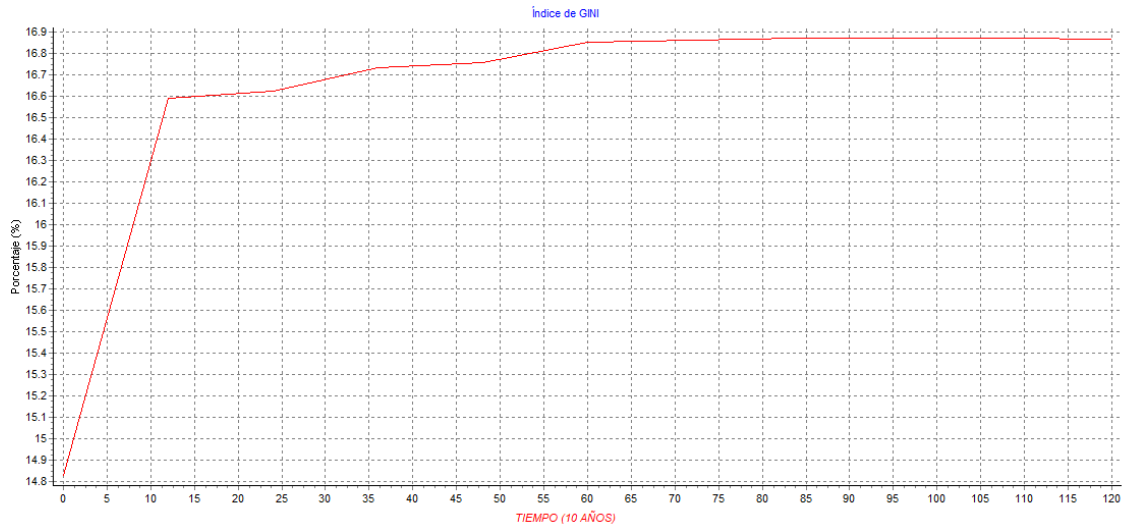


Para la creación del modelo se basó en el cálculo por medio de la curva de Lorenz el cual depende netamente de la economía que tiene el municipio para tener una idea de los ingresos de la población, se crean dos tablas, una con el comportamiento de la curva de Lorenz la cual muestra un equilibrio absoluto en los ingresos de la población y la otra tabla muestra el posible comportamiento que pueden tener los ingresos de la población en determinado municipio, la diferencia entre las dos tablas es el resultado del coeficiente de GINI.

**DESCRIPCIÓN DE VARIABLES Y ECUACIONES:** Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las ecuaciones correspondientes al sector del Coeficiente de GINI en el Anexo E.

**COMPORTAMIENTO:** Inicialmente se muestra la trayectoria que lleva la variable del coeficiente de GINI de acuerdo a los valores actuales del municipio de Suaita – Santander

**Gráfica 10. Comportamiento del Coeficiente de GINI en el municipio**



Para los valores tomados por juicio de expertos, el GINI aumenta un poco a medida que pasa el tiempo, este caso es muy limitado ya que depende de cómo distribuyamos la economía del municipio en la curva de Lorenz, para esta simulación se utilizaron datos al azar para ver si la simulación concuerda con la teoría.

Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las pruebas detalladas correspondientes al modelo DS en el Anexo F.

## **6.2 AMBIENTE SOFTWARE**

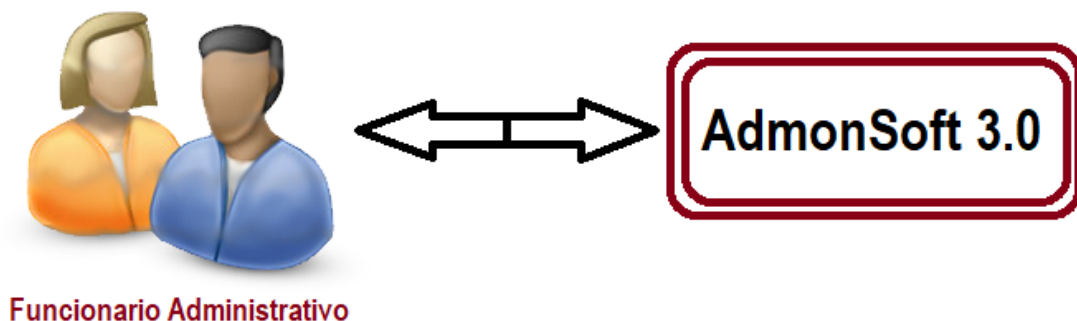
Para la creación de una nueva herramienta software acorde con las modificaciones realizadas en el modelo de simulación primero se realizó un análisis crítico a la herramienta usada en AdmonSoft 2.0 respecto a su funcionalidad la cual por cuestiones de orden se puede detallar en el Anexo D con el fin de analizar las posibles mejoras que faciliten la interacción con el usuario.

Es necesario mencionar que las modificaciones principales realizadas en este proyecto giran en torno a la estructura del modelo de simulación, sin embargo, se debía adaptar el modelo a la herramienta para ver reflejado los cambios y conocer su funcionamiento con respecto al modelo DS.

**6.2.1. Actores.** Desde el punto de vista de la ingeniería del software, un actor es una agrupación uniforme de personas, sistemas o máquinas que interactúan con el sistema que se está construyendo. Se debe recalcar la diferencia entre un actor y un usuario pues un actor es una clase de rol y un usuario es una persona que cuando usa el sistema asume un rol. De esta forma, un usuario puede acceder al sistema como distintos actores. [Natalia Díaz et al (2012), pág. 129]

Definimos un actor principal para el uso de la herramienta, ligado al funcionamiento de la administración pública municipal como lo es el Alcalde y los funcionarios administrativos del municipio de Suaita-Santander.

**Figura 12. Actor AdmonSoft 3.0**

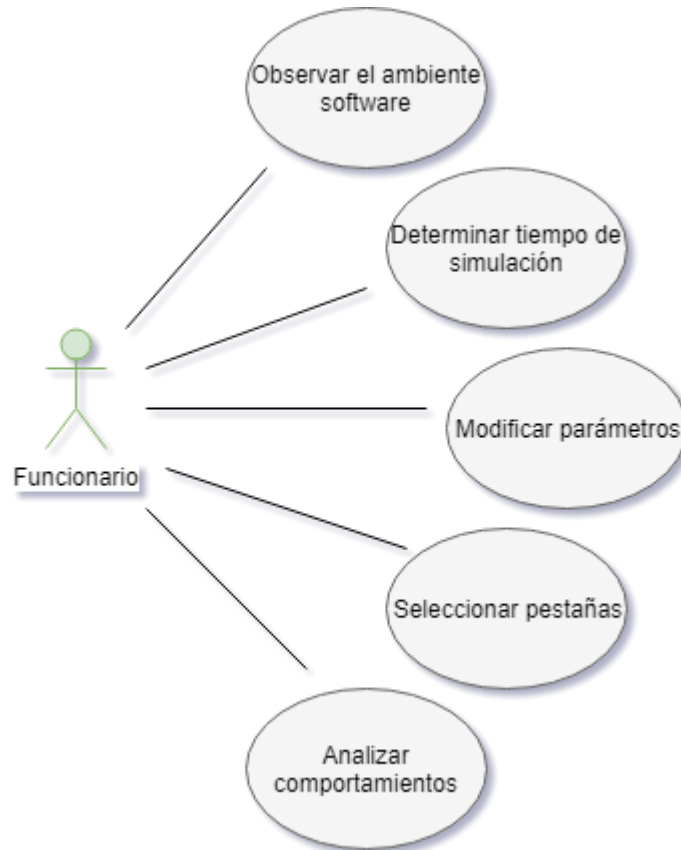


### 6.2.1.1. Especificación del actor

**Tabla 1. Descripción de Actores AdmonSoft 3.0**

<b>Actor</b>	<b>Funcionario Administrativo</b>
<b>Casos de Uso</b>	Observar el ambiente software, determinar tiempos de simulación, modificar parámetros, seleccionar pestañas, analizar comportamientos.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Descripción</b>	Es el actor principal del sistema, representa a cualquier secretario de la alcaldía o al mismo alcalde que interactúan con el sistema, con el fin de conocer y estimar comportamientos futuros del municipio para mejorar la toma de decisiones realizada con el presupuesto de libre inversión municipal.

**Figura 13. Diagrama de casos de uso**



### 6.2.1.2. Especificaciones casos de uso

**Tabla 2. Caso de uso - Observar Ambiente**

Caso de uso	<i>Observar el ambiente.</i>
Actores	<i>Funcionario</i>
Propósito	Dar una idea general al funcionario de las variables que se van a tratar en el ambiente de aprendizaje.
Descripción	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . Tiene la posibilidad de examinar cada una de las cajas de texto, pestañas, botones, entre otros aspectos que se van a utilizar en el ambiente.
Precondiciones	Ninguna.
Flujo principal	El funcionario ve la pantalla del software y puede oprimir y manipular los elementos que se tienen en éste. Es una primera aproximación al ambiente, conocer qué se tendrá en cuenta y cómo desde su perspectiva lo podrá manejar.
Sub-flujos	S-1 El usuario conoce los sectores de la herramienta que son los controles generales, las variables de decisión, los comportamientos y la información presupuestal con cuáles puede interactuar y con cuáles hay posibilidad de modificar.
Excepciones	Si el usuario ya ha interactuado con el ambiente no es necesario que vuelva a repetir este caso de uso.
Postcondiciones	Ninguna.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012), pág. 129

**Tabla 3. Caso de uso - controlar simulación**

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Controlar simulación</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Dar la posibilidad al usuario de controlar la simulación de los modelos construidos con DS.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . El usuario dispone de opciones para iniciar, pausar y detener la simulación de los modelos.
<b>Precondiciones</b>	Si es por primera vez que el usuario interactúa con la herramienta, se requiere haber ejecutado el caso de uso <i>Observar el ambiente</i> .

<b>Caso de uso</b>	<b>Controlar simulación</b>
<b>Flujo principal</b>	Se presenta al usuario la pantalla de la herramienta software. En cada pantalla se dispone de las opciones “Simular”, “Pausar”, “Detener”, “limpiar gráficas”, “Asignar valores” y “Paso a paso”. Dependiendo de lo que elija el usuario se continúa con los diversos sub-flujos.
<b>Sub-flujos</b>	<p>S-1 <i>Simular</i>. Si el usuario selecciona la opción “Simular”, el sistema actualiza las variables del modelo hasta el tiempo de simulación final que ha sido determinado en la interfaz. Los valores de las variables son mostrados por la interfaz. Durante la simulación el usuario puede seleccionar las opciones “Pausar” y “Detener”. Si selecciona “Pausar” se continúa con el sub-flujo S-3. Si selecciona “Detener” se continúa con el sub-flujo S-4.</p> <p>S-2 <i>Paso a paso</i>. Si el usuario selecciona la opción “Paso a paso”, el sistema realiza el cálculo de los valores de las variables del modelo para un solo tiempo de simulación y aumenta el tiempo de simulación en la unidad de tiempo que esté simulando el modelo. Los valores de las variables son mostrados por la interfaz.</p> <p>S-3 <i>Pausar</i>. Si el usuario selecciona la opción “Pausar” durante la simulación, los valores de las variables calculados son mostrados por la interfaz en el tiempo de simulación que se seleccionó la opción. El usuario tiene la posibilidad de continuar con la simulación. Si escoge esta opción se ejecuta el sub-flujo S-1.</p> <p>S-4 <i>Detener</i>. Si el usuario selecciona la opción “detener” durante la simulación, el sistema interrumpe el cálculo de los valores de las variables del modelo.</p> <p>S-5 <i>Limpiar gráficas</i> Cuando se haya terminado la simulación (sub-flujo S-4) el usuario tiene la posibilidad de limpiar las gráficas para hacer una nueva simulación.</p> <p>S-6 <i>Asignar valores</i> Cuando el usuario desee modificar parámetros en la herramienta sin necesidad de detener (S-4) la simulación sino simplemente pausándola (S-3) tiene la posibilidad de cambiar y los valores y darle Asignar valores para que le tome en cuenta los datos y simule de acuerdo a los nuevos parámetros establecidos.</p>
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	Al usuario se le presentan los valores de las variables del modelo calculados por el sistema por medio de gráficas y valores estáticos.

Fuente: Natalia Díaz et al. 2012. pág. 130

**Tabla 1. Caso de uso - Modificar parámetros**

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Modificar parámetros</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Permitir al usuario asignar valores a algunas variables de los modelos construidos con Dinámica de Sistemas.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . El usuario dispone de elementos en la interfaz que le dan la posibilidad de asignar valores de algunas variables del modelo.
<b>Precondiciones</b>	Es indispensable que el usuario haya hecho el caso de uso Observar ambiente
<b>Flujo principal</b>	El usuario tiene la posibilidad de asignar valores numéricos a variables del modelo. Dependiendo de lo que elija el usuario se continúa con los diversos sub-flujos.
<b>Sub-flujos</b>	S-1 <i>Gestión</i> El usuario puede aumentar o disminuir su gestión de dinero para conocer cómo se comportan las variables del municipio. S-2 Regalías. El usuario puede gestionar recursos de regalías con el fin de aumentar los niveles de salud y educación
<b>Excepciones</b>	Las variables a modificar llevan consigo una cifra mínima.
<b>Postcondiciones</b>	Los valores elegidos por el usuario son asignados en el modelo construido con DS correspondiente.

Fuente: Natalia Díaz et al., 2012. pág. 130

**Tabla 2. Caso de uso - seleccionar pestaña**

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Seleccionar pestaña</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Dar a conocer al usuario los valores calculados por el modelo de acuerdo a las condiciones del municipio.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . La información de las variables del modelo se agrupa en pestañas. Cada pestaña contiene datos de elementos directamente relacionados.
<b>Precondiciones</b>	Se requiere haber ejecutado el sub-flujo S-1 del caso de uso Controlar simulación.
<b>Flujo principal</b>	Se presenta la pantalla de la herramienta y en la parte superior izquierda aparecen las pestañas donde se encuentran los valores calculados después de la simulación.
<b>Sub-flujos</b>	Ninguno.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	Ninguna

Fuente: Natalia Díaz et al. 2012. pág. 131

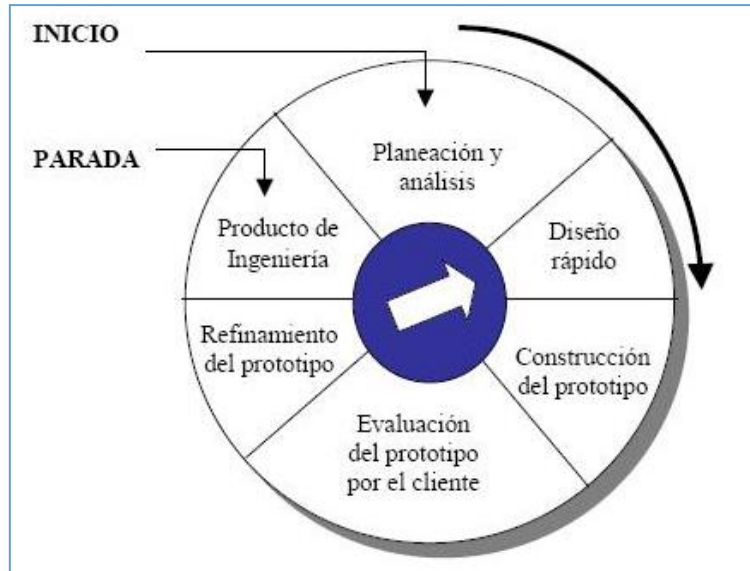
**Tabla 3. Caso de uso - Analizar Comportamientos**

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Analizar comportamientos</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Relacionar al funcionario con las herramientas que provee la Dinámica de Sistemas con el fin de facilitar el aprendizaje del ejercicio de la Administración Pública.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . Los resultados de la simulación generan gráficas de los factores relevantes que se tratan en una Alcaldía.
<b>Precondiciones</b>	Se requiere haber ejecutado el sub-flujo S-1 del caso de uso Controlar simulación.
<b>Flujo principal</b>	Cuando se inicia la simulación se puede ver poco a poco cómo se construye la gráfica mostrando los comportamientos que tiene el municipio objeto de estudio.
<b>Sub-flujos</b>	Ninguno.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario puede gestionar dinero para mejorar los niveles que vea deficientes en el municipio.

Fuente: Natalia Díaz et al. 2012. pág. 132

**6.2.2. Proceso de Desarrollo.** La herramienta software se desarrolla con Delphi 7.0 integrada con un modelo realizado con dinámica de sistemas en el motor Evolucion 3.5. Se aplica el modelo de prototipo evolutivo para ir mejorando la herramienta a medida que se va desarrollando.

**Figura 13. Proceso prototipado evolutivo**



Fuente: Zachman, John. 1999

La herramienta cuenta con una barra para información adicional acerca de los temas abarcados en la herramienta con una breve descripción de cada escenario y la definición de AdmonSoft 3.0 y la hipótesis dinámica básica.

**Gráfica 11. Menú informativo Admonsoft 3.0**



Si el usuario quiere saber más acerca de la herramienta y su objetivo, puede acceder a este menú informativo para comprender la dinámica que se lleva en el ambiente. Acto seguido se muestra la Pantalla Inicial de Admonsoft 3.0 en donde el funcionario tiene la posibilidad de escoger y navegar entre los tres escenarios mostrados a continuación:

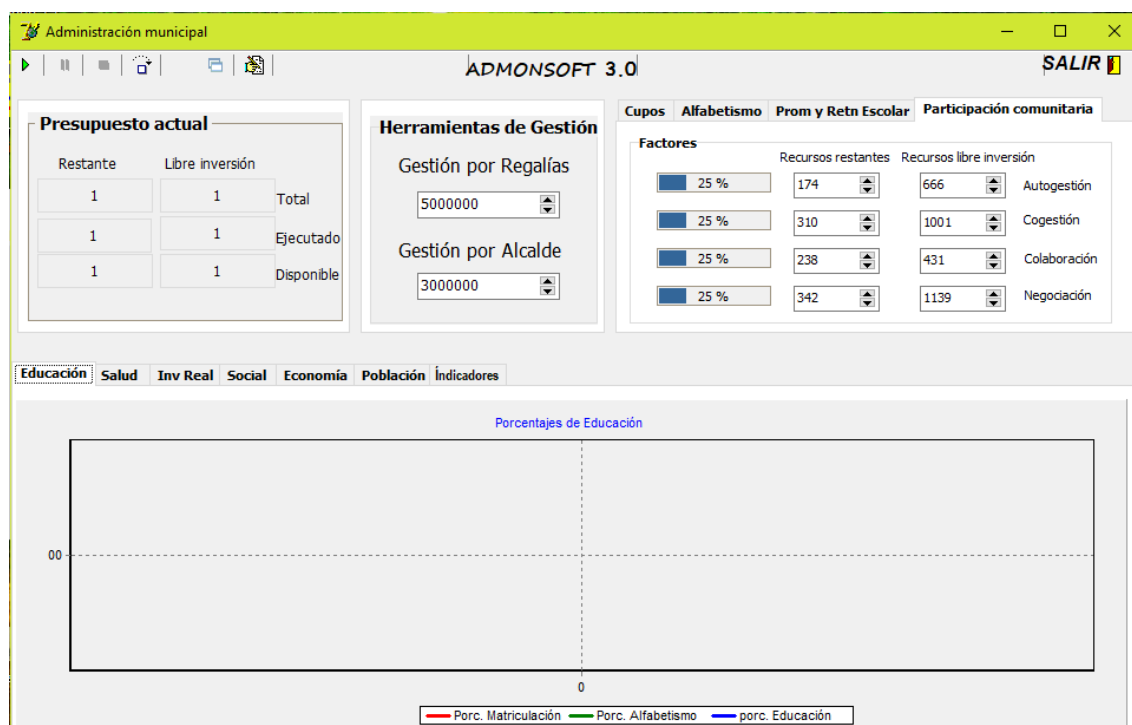
- El escenario optimista está definido por un comportamiento más que aceptable en cuanto a la distribución del presupuesto de libre inversión en el municipio para los sectores de salud, economía y educación.
- Con el escenario pesimista se quiere dar a entender la disminución en la calidad de vida de la gente debido a la poca gestión para lograr mejores inversiones en el municipio.
- El escenario actual define el comportamiento que tiene el municipio de Suaita, Santander en estos momentos, con el fin de observar cómo se podría mejorar la calidad de vida de las personas residentes en este municipio.

**Gráfica 15. Pantalla Inicial de AdmonSoft 3.0**



Para cada opción de la pantalla inicial se mostrará una misma pantalla, pero con valores diferentes para cada escenario, reflejando el comportamiento diferente para cada escenario en el que se puede notar claramente la diferencia al hacer una buena inversión en los sectores de salud, educación y economía para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

**Gráfica 16. Pantalla de simulación**

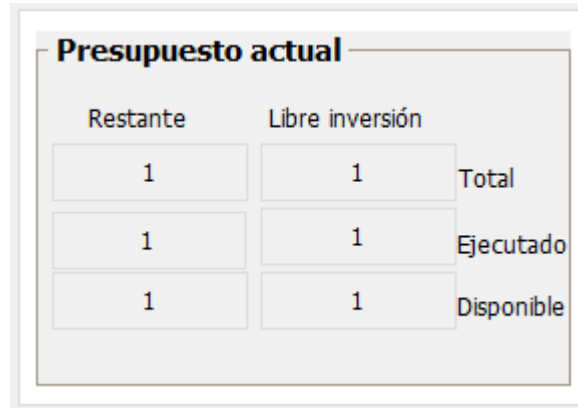


Las variables de la pestaña de presupuesto actual son de sólo lectura y no se pueden modificar, la pestaña de herramientas de gestión es la distribución por parte del alcalde en los recursos de libre inversión, son campos modificables con los que cuenta el funcionario para realizar sus respectivas simulaciones en un determinado tiempo.

La herramienta software está conformada por 5 módulos descritos a continuación:

- Módulo de presupuesto municipal

### Gráfica 17. Módulo de presupuesto municipal

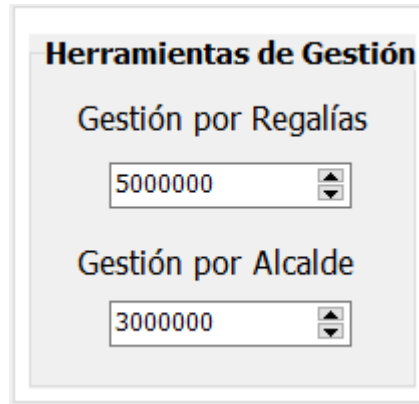


Presupuesto actual		
Restante	Libre inversión	
1	1	Total
1	1	Ejecutado
1	1	Disponible

Esta sección cuenta con tres campos en los que se divide el presupuesto municipal, el total es el valor del presupuesto municipal inicial, con el que cuenta desde el principio para la simulación, el ejecutado es el dinero que actualmente se está gastando en inversiones y proyectos realizados en el municipio, el disponible es el presupuesto que sobra después de las inversiones realizadas y es el dinero con el que se cuenta para aumentar las actuales inversiones en el municipio.

- Módulo de Herramientas de Gestión

**Gráfica 18. Módulo de Herramientas de Gestión**



The image shows a software interface titled "Herramientas de Gestión". It contains two sections, each with a label and a numeric input field. The first section is labeled "Gestión por Regalías" and has a value of "5000000". The second section is labeled "Gestión por Alcalde" and has a value of "3000000". Each input field has small up and down arrow icons to its right, indicating it is a spinner control.

Categoría	Valor
Gestión por Regalías	5000000
Gestión por Alcalde	3000000

Las herramientas de gestión municipal están conformadas por la gestión por regalías la cual es una fuente de dinero que por medio de proyectos enfocados al mejoramiento de la calidad de vida logran un aumento en el valor de este, y la gestión realizada por el alcalde que se mide por la capacidad del mandatario para conseguir donaciones, ayudas, inversiones de otros recursos con el fin de aumentar el dinero del presupuesto de libre inversión municipal y de esta manera mejorar las inversiones en los sectores de salud, economía y educación.

- Módulo de Toma de decisiones y análisis

**Gráfica 19. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña cupos)**

Cupos			
Cupos	Alfabetismo	Prom y Retn Escolar	Participación comunitaria
<b>Actuales</b>			
	Media	Básica	Preescolar
	2403	2454	414
	Población edad escolar		
	5000	4200	1000
	Cupos disponibles		

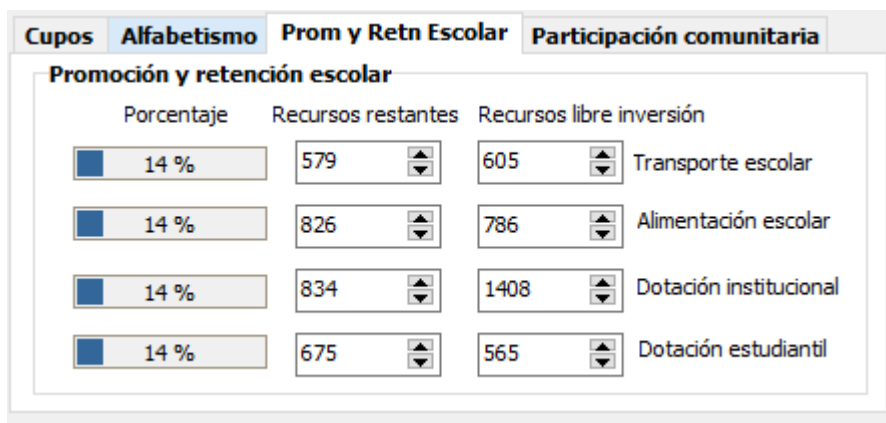
En esta pestaña se definen y se conocen los cupos actuales que hay para los diferentes niveles educativos del municipio, así como también el número de niños y niñas aptas para iniciar su vida escolar.

**Gráfica 20. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Alfabetismo)**

Cupos	
Alfabetismo	Prom y Retn Escolar
<b>Estadísticas</b>	
Número de personas analfabetas	
234	
Recursos restantes	Recursos libre inversión
4500	455
Personas alfabetizadas	
0	

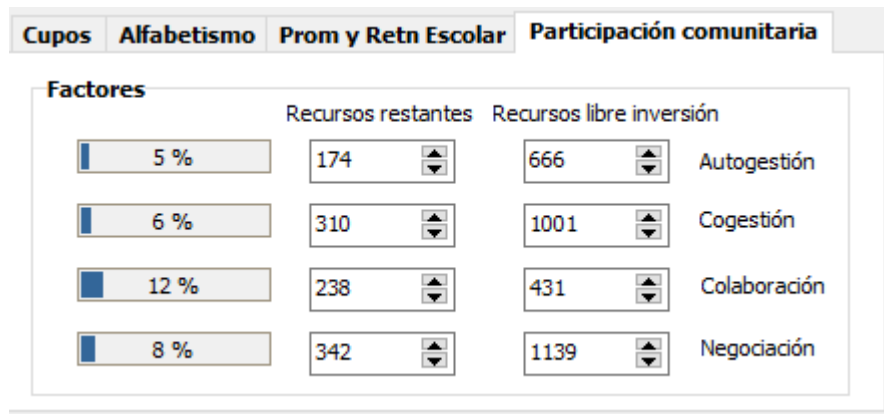
En esta pestaña se definen las personas analfabetas de 18 a 60 años que tiene el municipio, los recursos que se invierten en programas de alfabetización y las personas que gracias a los programas se van alfabetizando.

**Gráfica 21. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Promoción y Retención escolar)**



En esta pestaña se definen los cuatro sectores influyentes en la promoción y retención escolar tales como transporte escolar, alimentación escolar, dotación institucional y dotación estudiantil. Cada sector contiene la inversión realizada y la inversión sobrante de cada elemento.








**Gráfica 22. Módulo de toma de decisiones y análisis (Pestaña Participación comunitaria)**



En esta sección se definen los 4 mecanismos de participación comunitaria tales como cogestión, negociación, colaboración y autogestión, cada sector contiene las inversiones realizadas con recursos propios y también de otros recursos del municipio. Se muestra también la cobertura que tiene cada factor en el municipio.

- Módulo de controles de simulación

**Tabla 7. Módulo de Controles de Simulación**

CONTROLES DE SIMULACIÓN		
	BOTÓN INICIO	Al dar clic en este botón el software empieza a correr el modelo de simulación con el cual trabaja y está sujeto al número de iteraciones que se establezcan.
	BOTÓN PAUSA	Es utilizado para pausar la corrida de simulación y la simulación puede volver a retomarse dando clic en el Botón Inicio.
	BOTÓN DETENER	Este botón se utiliza cuando se quiere suspender totalmente la simulación del modelo, por lo tanto al dar clic en el botón iniciar se comenzará nuevamente la simulación a partir del tiempo cero.
	BOTÓN LIMPIAR	La función de este botón es limpiar las gráficas y las casillas de la herramienta cuando el usuario le de clic.
	BOTÓN PASO A PASO	La función de este botón es correr el modelo un paso a la vez, es decir por cada unidad de tiempo hace el cálculo de todas las variables del modelo, muestra su resultado y pausa la simulación hasta que el usuario de clic nuevamente en este botón o decida seguir la simulación de manera continua con el botón inicio.
	BOTÓN ASIGNAR VALORES	Este es un botón fundamental a la hora de tomar decisiones puesto que cuando se decida aumentar o disminuir algún valor presente en el modelo se procederá a dar clic en este botón para que esas variables tomen el valor que definió el usuario.
	BOTÓN SALIR	Como su nombre lo indica, este botón se utiliza para salir de la herramienta software.

Fuente: Natalia Díaz et. Al. 2012. pág. 149

- Módulo de comportamientos

Por cuestiones de organización del presente documento se presentarán las simulaciones de los comportamientos con los datos del municipio y los resultados de las encuestas realizadas en el municipio de Suaita, Santander en el Anexo G.

## 7. CONCLUSIONES

- La actualización del modelo DS complementa las investigaciones anteriores actualizando el índice de desarrollo humano que permite un cálculo equilibrado para los sectores de salud, economía y educación, permitiendo un mejor entendimiento en la situación vivida para el municipio de Suaita, Santander, e incentivando a mejorar estos tres sectores uniformemente.
- Contar con la asesoría de expertos en el tema de administración pública permitió un mayor entendimiento del modelo DS, para posteriormente modificarlo y actualizarlo al índice vigente de desarrollo humano e implementar nuevos indicadores para el cálculo de la calidad de vida de un municipio.
- Se implementaron nuevos indicadores en el modelo DS creados y publicados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como son: el Índice de Desigualdad de Género (IDG) que permite tener una aproximación en la desigualdad entre hombres y mujeres en varios aspectos como salud reproductiva, empoderamiento y mercado laboral, el índice de desarrollo humano ajustado por desigualdad (IDH-D) que permite obtener el valor real del IDH calculando la desigualdad para cada dimensión que componen este indicador, coeficiente de GINI que permite calcular la desigualdad de ingresos distribuidos a cada habitante de la población en comparación con los demás.
- La herramienta software permite la interacción entre usuario y modelo mediante una interfaz amigable para el usuario, que, no tiene necesidad de conocer la definición de Dinámica de Sistemas ni conocer las ecuaciones que realizan los cálculos matemáticos para obtener simulaciones en ciertos periodos de tiempo, pero cabe recalcar que el usuario debe entender la dinámica del proceso y su funcionamiento en cuanto al manejo del presupuesto de libre inversión para las

inversiones realizadas en varios sectores del municipio (salud, economía, educación)

- En la mayoría de las inversiones que se realizan dentro de una administración municipal, no se obtienen resultados inmediatos ya que son procesos que llevan un tiempo mínimo de un año para poder ver reflejado el cambio. Tratar de cambiar los hábitos de una población no es una tarea de días o semanas, se debe tener disciplina y constancia para ver reflejados los cambios en un determinado tiempo. Para este proyecto se trata de establecer un desarrollo equilibrado para poder reflejar cambios en un periodo más corto de lo normal. Haciendo énfasis en que los cambios grandes requieren de un mayor tiempo.

## 8. RECOMENDACIONES

- En esta ocasión no se usó el FIS y se reemplazaron por multiplicadores, se realizó un análisis crítico entre estos dos componentes, la documentación se puede ver en el Anexo C. Se nota que la implementación de FIS genera una mayor exactitud en el comportamiento de los indicadores, pero por motivos de incompatibilidad entre el motor de Evolucion 3.5 y Delphi 7 no se pudo implementar. Se recomienda trabajar con un motor más actualizado que supere la limitación actual de las últimas versiones de los componentes (Motor de Simulación) que actualmente no permite la integración de FIS con Delphi 7.0
- Avanzar para que el modelo pueda ser más útil para recomendaciones de distribución del presupuesto de libre inversión a partir de ciertas condiciones y estándares que pueden ser estudiadas a nivel municipal mediante el sistema General de Participación (SGP).
- Se recomienda actualizar el cálculo de la confianza política en base al IDH-D y plantear propuesta del IDH-D en términos de la confianza política ya que actualmente esta variable se basa en los datos obtenidos para el cálculo del IDH sin tener en cuenta la desigualdad de cada sector, lo que genera que la confianza política siempre sea alta.
- Se introdujo un nuevo indicador, el Índice de Desigualdad de Género, pero falta investigar la manera de cómo debería desagregarse para afectar el IDG teniendo en cuenta los diferentes sectores agrupados por género.
- Se recomienda implementar una mejor manera de como el sistema se realimenta para fortalecer el proceso de la confianza política de una manera más dinámica que incluye el índice de desarrollo humano ajustado por desigualdad.

- Actualmente, se calcula el Coeficiente de GINI mediante Curva de Lorenz, tomando datos estáticos que definen un comportamiento similar al del municipio de Suaita, pero por ser datos estáticos pueden no tener una buena interpretación por lo que se recomienda estudiar más a fondo el sector de economía de un municipio e implementar el cálculo por Formula de Brown para el coeficiente de GINI.

## BIBLIOGRAFIA

ABC - Definición de Administración Pública. Disponible en:  
<https://www.definicionabc.com/politica/administracion-publica.php>

Análisis Crítico [Citado: 1/Mayo/2017, 4:05pm]. Disponible en:  
[http://www.uaa.edu/esp/uploads/file/biblioteca/analisis\\_critico.pdf](http://www.uaa.edu/esp/uploads/file/biblioteca/analisis_critico.pdf)

ANDRADE, Hugo H, et al. Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad. 1ra edición. Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2001. 423 páginas. ISBN: 958-9318-78-9

Anexo, informe sobre el cálculo Del Desarrollo Humano Paraguay 2013. Disponible en:

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/431AF2606792BACE05257D0F0051220D/\\$FILE/258\\_pdfsam\\_Informe\\_nacional\\_sobre\\_Desarrollo\\_Humano\\_Paraguay\\_2013.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/431AF2606792BACE05257D0F0051220D/$FILE/258_pdfsam_Informe_nacional_sobre_Desarrollo_Humano_Paraguay_2013.pdf)

Cálculo del Índice de GINI, ECONOMIPEDIA [citado: 5/Abril/2017, 5:40pm]. Disponible en: <http://economipedia.com/definiciones/indice-de-gini.html>

Calidad de Vida: Conceptos y Medidas. Disponible en:  
[http://www.cepal.org/celade/agenda/2/10592/envejecimientorp1\\_ppt.pdf](http://www.cepal.org/celade/agenda/2/10592/envejecimientorp1_ppt.pdf)

Capítulo 3 – lógica Difusa [Citado: 23/05/2017, 5:20pm]. Disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/ramirez\\_r\\_o/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/ramirez_r_o/capitulo3.pdf)

Casos de Uso [Citado: 4/Mayo/2017, 6:05pm]. Disponible en: <http://www.simco.gov.co/simco/Estad%C3%ADsticas/LasRegaliasenColombia/tabid/123/Default.aspx?PageContentID=117>

Coeficiente de GINI, ICESI [citado 6/Abril/2017, 9:06am]. Disponible en: <http://www.icesi.edu.co/cienfi/images/stories/pdf/glosario/coeficiente-gini.pdf>

Conceptos Fundamentales de la Lógica Difusa [Citado: 23/05/2017, 5:30pm]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6887/04Rpp04de11.pdf;sequence=4>

Condiciones de Vida, DANE [citado: 5/Abril/2017, 5:20pm]. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/pobreza/cp\\_pobreza\\_15.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/cp_pobreza_15.pdf)

Consideraciones sobre el Índice de GINI para medir la concentración del ingreso, CEPAL (División de Estadística y Proyecciones Económicas) [citado: 5/Abril/2017, 5:30pm]. Disponible en: <http://www.cepal.org/deype/mecovi/docs/TALLER6/20.pdf>

Datos sobre Índice de GINI en todo el mundo [citado: 4/Abril/2017, 5:15pm]. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI>

Definición – Coeficiente de Gini [citado: 4/Abril/2017, 4:55pm]. Disponible en: <https://www.gerencie.com/coeficiente-de-gini.html>

DÍAZ, Natalia et al. Modelo para la toma de decisiones en la inversión pública municipal con el presupuesto de libre inversión y orientado al mejoramiento del desarrollo local. Un enfoque sistémico - Admonsoft 2.0. 2012

Econlink. "Variable Endógena". 28 de Feb de 2008 [en línea]. Disponible en: <http://www.econlink.com.ar/definicion/varendog.shtml> (Consultado el 22 de Feb de 2017)

Estrategia y finanzas – Qué del Presupuesto Municipal. Disponible en: <http://governobert.bcn.cat/estrategiaifinances/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-el-presupuesto>

Ficha Técnica de Índice de Desarrollo Humano – Instituto Nacional de Estadística, República Bolivariana de Venezuela. Disponible en: [http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com\\_content&view=article&id=334:ficha-tecnica-de-indice-de-desarrollo-humano-idh&catid=78:indice-de-desarrollo-humano&Itemid=41](http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=334:ficha-tecnica-de-indice-de-desarrollo-humano-idh&catid=78:indice-de-desarrollo-humano&Itemid=41)

FORNASARI, Nicolás FCE – Universidad de la Republica, Índice de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad. Martin Brancato, 06/10/2014

Guía práctica para la elaboración, presentación y ejecución del presupuesto Municipal [Citado: 6/Mayo/2017, 10:00pm]. Disponible en: <http://www.idea.gov.co/es-co/SalaDePrensa/Publicaciones/Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n,%20presentaci%C3%B3n%20y%20ejecuci%C3%B3n%20del%20presupuesto%20municipal.pdf>

Human Development Report 2015, technical notes. Disponible en: [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2015\\_technical\\_notes.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2015_technical_notes.pdf)

\_\_\_\_\_. Technical notes. 2016, Disponible en: [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016\\_technical\\_notes.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf)

IDG. Disponible en:  
<http://www.unfpa.org.pe/InfoEstadistica/2015/BrechasDeGenero/cap01.pdf>

IDH – Definición. Disponible en: <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollohumano/calculo-de-idh/>

IDH-Ajustado por Desigualdad, Teorías del Desarrollo – FCE – UDELAR. Disponible en: [http://eva.fcea.edu.uy/pluginfile.php/98168/mod\\_resource/content/1/IDH%20-%20AJUSTADO%20POR%20DESIGUALDAD%20%28PRESENTACI%C3%93N%29.pdf](http://eva.fcea.edu.uy/pluginfile.php/98168/mod_resource/content/1/IDH%20-%20AJUSTADO%20POR%20DESIGUALDAD%20%28PRESENTACI%C3%93N%29.pdf)

Índice de Desarrollo Humano (IDH) [Citado: 24/Mayo/2017, 8:00pm]. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/content/el-%C3%ADndice-de-desarrollo-humano-idh>

Índice de Desigualdad de Género, PNUD. Disponible en: <http://hdr.undp.org/es/content/%C3%ADndice-de-desigualdad-de-g%C3%A9nero>

Informe – Qué es el Presupuesto Municipal. Disponible en: [https://www.huelva.es/portal/sites/default/files/documentos/transparencia/entender\\_el\\_presupuesto\\_municipal.pdf](https://www.huelva.es/portal/sites/default/files/documentos/transparencia/entender_el_presupuesto_municipal.pdf)

Informe sobre Desarrollo Humano 2015. Trabajo al Servicio Del Desarrollo Humano. Disponible en: <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/DesarrolloHumano/undp-co-expcol-2015.pdf>

Introducción lógica difusa [Citado: 23/05/2017, 5:40pm]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mentelibre/logica-difusa-introduccion>

IPM. Disponible en:  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/%C3%8Dndice%20de%20Pobreza%20Multidimensional%20\(IPM-Colombia\)%201997-2008.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/%C3%8Dndice%20de%20Pobreza%20Multidimensional%20(IPM-Colombia)%201997-2008.pdf)

La Lógica Difusa [Citado: 23/05/2017, 5:00pm]. Disponible en:  
[http://casanchi.com/casanchi\\_2001/difusa01.htm](http://casanchi.com/casanchi_2001/difusa01.htm)

La planeación del desarrollo municipal. Disponible en:  
[http://www.inafed.gob.mx/work/models/inafed/Resource/335/1/images/guia04\\_la\\_planeacion\\_del\\_desarrollo\\_municipal.pdf](http://www.inafed.gob.mx/work/models/inafed/Resource/335/1/images/guia04_la_planeacion_del_desarrollo_municipal.pdf)

Modelo Sistémico para la gestión de la capacitación en el municipio. Disponible en:  
[http://www.subdere.cl/sites/default/noticiasold/articles-75763\\_recurso\\_4.pdf](http://www.subdere.cl/sites/default/noticiasold/articles-75763_recurso_4.pdf)

Nuevos Indicadores de Calidad de Vida propuestos por el PNUD. Disponible en:  
<http://www.undp.org/content/undp/es/home/presscenter/pressreleases/2011/05/17/google-expands-global-access-to-human-development-indicators.html>

OSORIO, Pablo et al. Propuesta de un modelo de simulación como herramienta en la justificación y comprensión de la toma de decisiones en la inversión pública. un enfoque sistémico. 2010

Otros Indicadores de Desarrollo Humano. Disponible en:  
<http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/otros-indices/>

Qué es la Calidad de Vida. Disponible en:  
<http://www.innsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/calidadVida.html>  
[http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/531/Memoria\\_textos\\_linea\\_1/Unidad\\_1/Desarrollo\\_Humano\\_y\\_Calidad\\_De\\_Vida\\_.htm](http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/531/Memoria_textos_linea_1/Unidad_1/Desarrollo_Humano_y_Calidad_De_Vida_.htm)

Regalías en Colombia. Disponible en:  
[http://alcaldia.iprc.org.co/regalia\\_acerca.shtml](http://alcaldia.iprc.org.co/regalia_acerca.shtml)











Sistema General de Participaciones (SGP) [citado: 6/Mayo/2017, 11:58pm].  
Disponible en:  
[http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/mecanismos\\_participacion\\_ciudadana](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/politica/mecanismos_participacion_ciudadana)








SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del Software. España: Pearson Education, S.A., Madrid, 2005.

## ANEXOS












### ANEXO A. Consistencia Adimensional – Modelo Inicial









Tabla 4. Consistencia Adimensional - Modelo Inicial

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Pob_inicial	Exógena	Población inicial en el municipio Año 2010.	Personas.
	T_nat	Parámetro	Tasa de natalidad mensual del municipio en el año 2010	1/mes
	T_mort	Parámetro	Tasa de mortalidad mensual del municipio en el año 2010	1/mes
	T_natalidad	Variable	Tasa de natalidad define el número de personas que nacen vivas en determinado tiempo	1/mes
	T_mortalidad	Variable	Tasa de mortalidad define el número de personas que mueren vivas en determinado tiempo	1/mes
	natalidad	Flujo	Natalidad en el municipio.	Personas/mes
	mortalidad	Flujo	Mortalidad en el municipio.	Personas/mes
	Inmigración	Flujo	Inmigración del municipio. Número de personas que llegan al municipio	Personas/mes
	Emigración	Flujo	Emigración del municipio. Número de personas que salen del municipio	Personas/mes
	No_pers_inm	Tabla	Número de personas que llegan al municipio dependiendo del Índice del PIB.	personas








ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Porc_pers_emg	Tabla	Porcentaje de la población que sale del municipio debido al índice de PIB buscando mejores oportunidades en otros municipios	Adimensional
	Población	Nivel	Población total del municipio	personas
	FIS_mort	FIS	Sistema de Inferencia Difuso que describe la influencia de la educación y la salud en la tasa de mortalidad	Adimensional- Ver nota al final
	FIS_nat	FIS	Sistema de Inferencia Difuso que describe la influencia de la educación y la salud en la tasa de natalidad	Adimensional-Ver nota al final
<b>SECTOR PRESUPUESTO</b>				
	Alfb_norec_mult	Tabla	Tabla que especifica el análisis realizado con respecto a la relación que se tiene con el alfabetismo y el no recaudo de dinero por multas y demás.	Adimensional
	Re_Pb_SGPc	Exógena	Relación entre la cantidad de dinero enviado por el Sistema General de Participaciones (complemento del SGP total) al municipio y el número de habitantes en el municipio de manera mensual.	Pesos colombianos /persona
	Re_Pb_M_S_D	Exógena	Relación entre la cantidad de dinero recaudado por las multas, el impuesto de la sobretasa a la gasolina y el ACPM y el impuesto al degüello de ganado y otros impuestos y el número de habitantes en el municipio de manera mensual.	Pesos colombianos/persona






ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
⊗	Frc_Pres_Est_Pu B	Exógena	Fracción de dinero recaudado del presupuesto ejecutado en el municipio gracias al pago de estampillas municipales y por parte de las publicaciones de la gaceta municipal.	Fracción
⊗	Re_Pb_SGPpg	Exógena	Relación entre la cantidad de dinero enviado por el Sistema General de Participaciones (Propósito General) al municipio y el número de habitantes en el municipio de manera mensual.	Pesos colombianos/persona
○	Din_SGP_comp	Variable	Dinero que gira la nación al municipio para la inversión en una gran cantidad de programas	Pesos colombianos
○	SGP_Prop_Gen_li b	Variable	Dinero que gira la nación con el fin que el alcalde lo invierta de manera autónoma	Pesos colombianos
○	Ing_no_tributari	Variable	Los Ingresos no tributarios envuelven el cobro por tasas, contribuciones, multas, entre otros factores	Pesos colombianos
○	Ing_tributario	Variable	Ingresos recaudados por parte de impuestos	Pesos colombianos
⊗	Re_Pb_p_IC	Exógena	Relación entre la cantidad de dinero recaudado por el impuesto predial y el impuesto de industria y comercio y el número de habitantes en el municipio de manera mensual	Pesos colombianos /persona
○	Ingresos_corrien	Variable	Los ingresos corrientes son el resultado de la suma de los ingresos tributarios y no tributarios del municipio	Pesos colombianos


ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Inf_part_rec_ges	Tabla	Porcentaje de la motivación del alcalde para hacer gestión municipal según la participación de recaudo por parte de la comunidad	Adimensional
	Din_gest_alcd	Variable	Promedio del dinero recaudado de la gestión del alcalde mensualmente	Pesos colombianos
	Recursos_cap	Exógena	Es la cantidad de dinero obtenida por el manejo eficiente del presupuesto	Pesos colombianos
	Regalías	Parámetro	Regalías 2011 que le llegan al municipio por concepto de extracción de petróleo y demás minerales	Pesos colombianos
	Flujo_prep_ic_ms	Flujo	Cantidad de dinero mensual que le llega al municipio proveniente de los ingresos corrientes	Pesos colombianos/mes
	Prep_ic_an	Nivel	Cantidad de dinero anual recaudado por el municipio, con este valor se calcula el PIB per cápita PPA municipal	Pesos colombianos
	Flujo_cont_pre_a	Flujo	Control de salida de flujo para tener la cantidad de recaudo de ingresos corrientes anuales del año presente	Pesos colombianos/mes
	Flujo_ings_msn_T	Flujo	Flujo de ingresos mensuales totales del municipio	Pesos colombianos/mes
	Prep_mun_total	Nivel	Cantidad de presupuesto recaudado en el municipio	Pesos colombianos
	Flujo_inv_total	Flujo	Flujo de dinero invertido en el municipio mensualmente	Pesos colombianos/mes
	Flujo_ing_corr_m	Flujo	Flujo de dinero mensual que le llega al municipio proveniente de la gestión del alcalde, el dinero del SGP de propósito general y los ingresos corrientes mensuales del municipio	Pesos colombianos/mes











ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Prep_li_mens	Nivel	Presupuesto mensual de libre inversión disponible	Pesos colombianos
	Flujo_inv_ms	Flujo	Flujo de presupuesto invertido mensualmente en los diferentes programas enfocados a los sectores de educación y salud	Pesos colombianos/mes
	Inv_real_OR	Variable	Compara la inversión requerida con la inversión real hecha en los niveles de participación comunitaria, alfabetismo y matriculación, dando como resultado un porcentaje de la inversión requerida hecha del dinero de Otros Recursos	Adimensional
	Porc_otras_invs	Exógena	Porcentajes de dinero invertido del presupuesto municipal actual en los demás asuntos municipales	Adimensional
	Inv_presup	Variable	Inversión que se hace con el presupuesto municipal contemplando el porcentaje de dinero que se invierte en asuntos municipales.	Pesos colombianos
	Porc_otras_lir	Exógena	Porcentajes de dinero municipal actual invertido del presupuesto de libre en los demás asuntos municipales	Adimensional
	Inv_presup_li	Variable	Inversión que se hace con el presupuesto de libre inversión contemplando el porcentaje de dinero que se invierte en asuntos municipales	Pesos colombianos
	Inv_req_min_RP	Variable	Es la inversión mínima requerida para mantener los niveles actuales de matriculación, alfabetismo y	Pesos colombianos











ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
			participación comunitaria, del dinero de Recursos propios	
○	Inv_real_RP	Variable	Compara la inversión requerida con la inversión real hecha en los niveles de participación comunitaria, alfabetismo y matriculación, dando como resultado un porcentaje de la inversión requerida hecha del dinero de Recursos Propios	Adimensional
○	Inv_req_min_OR	Variable	Es la inversión mínima requerida para mantener los niveles actuales de matriculación, alfabetismo y participación comunitaria, del dinero de Otros recursos	Pesos colombianos
⊖	Inv_OR_educ	Parámetro	Inversión requerida de otros recursos, entiéndase por Otros Recursos, los recursos municipales totales menos los recursos de libre inversión, para mantener el nivel actual de transporte escolar, alimentación escolar, dotación institucional, dotación estudiantil y alfabetismo, con presupuesto de Otros recursos	Pesos colombianos/persona

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Inv_OR_partcp	Parámetro	Inversión requerida de Otros recursos, entiéndase por Otros Recursos, los recursos municipales totales menos los recursos de libre inversión para mantener los niveles de participación comunitaria (autogestión, negociación, colaboración, cogestión) en la población,	Pesos colombianos /persona
	Inv_RP_partcp	Parámetro	Inversión requerida de Recursos propios para mantener los niveles de participación comunitaria (autogestión, negociación, colaboración, cogestión) en la población	Pesos colombianos/persona
	Inv_RP_educ	Parámetro	Inversión requerida de Recursos propios para mantener el nivel actual de transporte escolar, alimentación escolar, dotación institucional, dotación estudiantil y alfabetismo	Pesos colombianos/persona
	Din_gest_mes	Parámetro	Gestión mensual que hace el Alcalde en el municipio. Unidad. Pesos colombianos	Pesos colombianos
<b>PARTICIPACIÓN COMUNITARIA</b>				
	Inv_relzd_Pat_RP	Variable	Inversión realizada para mejorar o mantener los niveles de participación comunitaria por recursos propios	Pesos colombianos/persona
	Inv_relzd_Pat_OR	Variable	Inversión realizada para mejorar o mantener los niveles de participación comunitaria por otros recursos	Pesos colombianos/persona
	Prc_to_inv_relzd	Variable	Porcentaje inversión realizada total para mantener o mejorar los niveles de participación comunitaria	Adimensional













ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Autogestión	Variable	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado autogestión el cual define las personas que promueven una actitud de autonomía con respecto a los servicios que dan los entes de salud.	Adimensional
	Cogestión	Variable	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado cogestión el cual se define las personas que intervienen de manera autónoma en las decisiones enfocadas a solucionar los problemas en salud	Adimensional
	Negociación	Variable	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado negociación el cual define las personas que realizan negociaciones con los entes de salud para obtener mejor servicio y calidad en la atención	Adimensional
	Colaboración	Variable	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado colaboración el cual define las personas que colaboran con los programas implementados en el municipio	Adimensional
	FIS_1	FIS	Sistema de inferencia Difuso, el cual calcula el nivel de participación comunitario en función del nivel que tengan sus cuatro cualidades	Adimensional -Ver nota al final
	Retardo_Partcp	Retardo	Este retardo es debido a que la asimilación de los programas implementados en el municipio, con el fin de mejorar la participación	Adimensional






ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
			comunitaria se ven reflejados paulatinamente	
○	Fact_Modificable	Variable	Nivel de mortalidad de los factores modificables en función de la participación comunitaria.	Nivel de mortalidad
○	Fact_No_Modificb	Variable	Factor causante de la muerte natural de las personas.	Nivel de mortalidad
○	Nivel_mortalidad	Variable	Suma de los factores modificables y no modificables causantes de muerte en los habitantes del municipio	Nivel de mortalidad
	Esperanza_vida_n	Tabla	Relación entre los factores de mortalidad y la esperanza de vida al nacer.	Adimensional
<b>MATRICULACIÓN</b>				
○	Inv_relzd_Ed_RP	Variable	Inversión realizada con Recursos propios, con el fin de mantener o mejorar las cualidades de matriculación en el municipio	Pesos colombianos/persona
○	Inv_relzd_Ed_OR	Variable	Inversión realizada con Otros Recursos, con el fin de mantener o mejorar las cualidades de matriculación en el municipio	Pesos colombianos/persona
○	Prc_tl_relzd_Ed	Variable	Porcentaje para mantener el nivel de educación actual, son las 4 características educativas	Adimensional
○	Estad_Transp_esc	Variable	Porcentaje cobertura transporte escolar, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano	Adimensional










ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Estad_Almn_esc	Variable	Porcentaje cobertura alimentación escolar, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano	Adimensional
	Estad_Dot_inst	Variable	Porcentaje de dotación de las instituciones educativas	Adimensional
	Estd_Dot_almn	Variable	Porcentaje dotación a estudiantes	Adimensional
	Retnc_escol	Variable	Porcentaje de estudiantes que siguen estudiando ya sea que pasen al siguiente nivel o se queden en el mismo	Adimensional
	Promoc_escol	Variable	Porcentaje de estudiantes que pasan de un nivel escolar al siguiente, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano	Adimensional
	Ret_y_prom	Variable	Promedio entre la retención y la promoción escolar en el municipio	Adimensional
	Est_promovidos	Flujo	Alumnos que pasan de un nivel educacional al siguiente en las diferentes instituciones por nivel educativo	Personas
	Est_nvl_edc	Nivel	Población en edad apta para estudiar desde el jardín hasta el nivel de educación media	Personas
	Est_egresados	Flujo	Estudiantes que terminan un nivel educacional	Personas
	Porc_almns_ult_n	Exógena	Porcentaje de alumnos del último grado de cada nivel escolar, es decir, de preescolar los estudiantes de jardín B, de básica los alumnos de 5	Fracción

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
			grado, y de media los alumnos de 11 grado	
	Estd_cups_diponb	Parámetro	Cupos disponibles por nivel educacional, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano, es decir, es el máximo de personas que pueden estudiar en el municipio	personas
	Cupos_actuales	Variable	Personas máxima que pueden estudiar al año en cada nivel educativo	Personas.
	Alms_matrcld	Variable	Variable que indica los estudiantes que están matriculados actualmente	personas
	Alms_a_matric	Variable	Son los alumnos que están listos para matricularse	personas
	Pob_Apt_niv_edu	Variable	Personas en edad activa para estudiar clasificadas según nivel escolar	personas
	Porc_matric	Variable	Porcentaje de matriculación	Adimensional
	Pob_cl_e	Flujo	Habitantes que aumentan un año de edad	personas
	Pob_edad_e	Nivel	Población en edad apta para estudiar desde el jardín hasta el nivel de educación media	personas
	Pob_cl_s	Flujo	Habitantes que aumentaron un año de edad	personas
	Pob_ini	Exógena	Población inicial en cada nivel educativo clasificación etárea, de los 5 a los 17 años	personas

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Pob_infnt	Exógena	Población inicial de 1 a 5 años en la tabla va en un orden contrario los niños de cinco años se encuentra en el $t = 0$ , y así sucesivamente hasta los de 0 años los cuales se encuentran en $t = 5$	personas
	Pob_mens_edad_0	Flujo	Población mensual de edad 0	personas
	Pob_anl_edad_0	Nivel	Población total anual de personas de edad 0	personas
	Pob_edad_1	Flujo	Población anual de edad 1	personas
	Ret_5ans	Retardo	Indica el tiempo que demora un niño en cumplir los 5 años.	Personas
<b>ALFABETISMO</b>				
	Pob_18_ans	Flujo	Población con 18 años de edad	personas
	Pob_18_60_ans	Nivel	Población de 18 a 60 años	personas
	Pob_may_60_ans	Flujo	Población mayor de 60 años	personas
	Pob_ac_18_60_ans	Exógena	Población actual de 18 a 60 años	Personas
	Prc_pob_60_ans	Exógena	Porcentaje promedio de población mayor de 60 años	Adimensional
	Porc_alfbt_adult	Variable	Porcentaje de Alfabetismo Adulto	Adimensional
	Est_bachiller	Flujo	Población alfabetizada de 18 años ya sea porque se graduó del colegio o porque cursó los programas de alfabetización	Personas
	Pob_alfb_18_60	Nivel	Población total alfabetizada de 18 a 60 años	Personas
	Pob_mayor_60	Flujo	Población alfabetizada mayor de 60 años	Personas

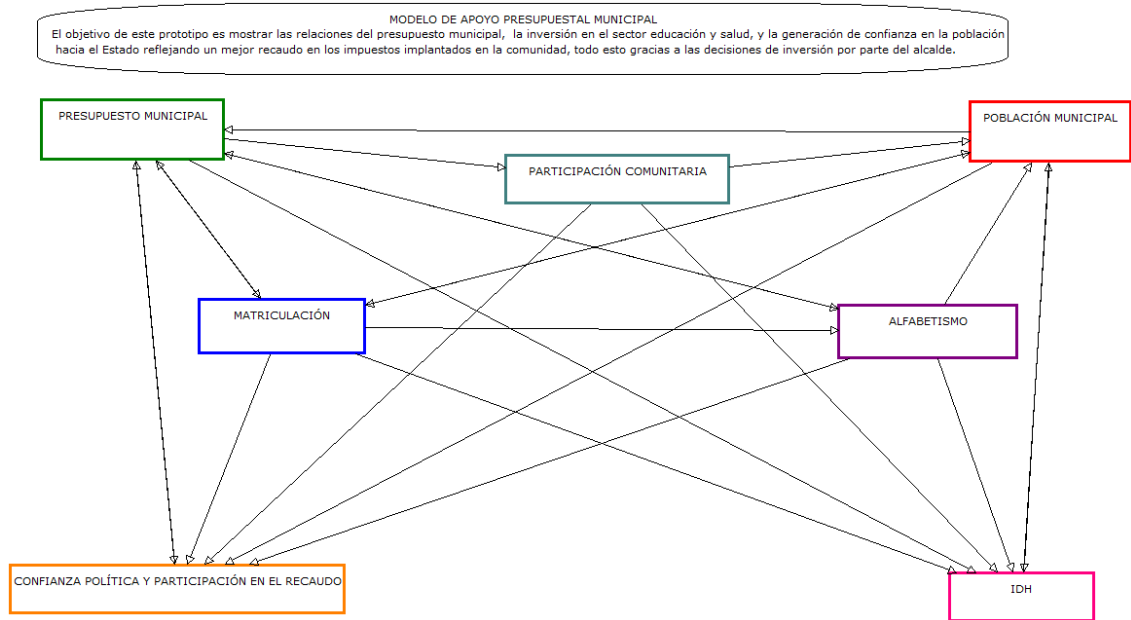
ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Pob_alf_18_60ini	Exógena	Población actual de 18 a 60 años alfabeta	Personas
	Prc_pob_alfb_60	Exógena	Porcentaje de personas alfabetas mayores de 60 años	Adimensional
	Pob_alf_con_prog	Flujo	Población que se alfabetiza gracias a los programas de alfabetización del municipio	Personas
	Pob_proc_alf	Nivel	Población en proceso de alfabetización en el municipio	Personas
	Pob_entra_prog	Flujo	Población que entra a los programas de alfabetización	Personas
	Pob_analf	Variable	Población analfabeta del municipio	Personas
	Pob_prog_alf	Variable	Población que asiste a programas de alfabetización	Personas
	Din_Inv_Alf	Variable	Dinero invertido por recursos propios y otros recursos para los programas de alfabetización	Pesos colombianos
	Per_en_alf	Parámetro	Población que asiste a programas educativos, enfocados a disminuir el nivel de analfabetismo en la población adulta	Personas
	Analf_a_alfab	Retardo	Retardo que indica el tiempo que demora una persona para pasar de analfabeta a alfabetada	Personas
	Num_anu_prog	Parámetro	Número de meses que dura el programa de Alfabetización	meses
<b>CONFIANZA POLÍTICA Y PARTICIPACIÓN EN EL RECAUDO</b>				
	Prc_inv_li	Variable	Porcentaje de la inversión realizada del total del presupuesto de libre inversión	Adimensional

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
○	Economía	Variable	Nivel de economía, paridad de adquisición por persona	Pesos colombianos /persona
○	Educación	Variable	Porcentaje de educación promedio entre matriculación y alfabetismo adulto	Adimensional
	FIS_CF	FIS	Sistema de inferencia Difuso, el cual calcula el nivel de confianza política de la población en función del porcentaje de educación, el valor de paridad adquisitiva por habitante y la esperanza de vida al nacer	Adimensional-Ver nota al final
○	Confianza_politc	Variable	Nivel de Confianza política que tiene la población hacia su Alcalde	Adimensional
	FIS_PR	FIS	Sistema de inferencia Difuso, el cual calcula el nivel de participación en el pago de impuestos por parte de la población en función de la confianza política y el porcentaje de inversión de los recursos propios del municipio	Adimensional-Ver Nota al final.
○	Part_recaudo	Variable	Participación del pago de la población a favor del recaudo de ingresos tributarios	Adimensional
<b>IDH</b>				
	Max_PIB_PC	Exógena	Valor máximo para calcular el índice de PIB per cápita	Pesos colombianos
	Min_PIB_PC	Exógena	Valor mínimo para calcular el índice de PIB per cápita	Pesos colombianos
○	IPIB	Variable	Índice del PIB per cápita descrito en el PNUD para el cálculo del IDH	Adimensional
	Max_IE	Exógena	Valor máximo para calcular los índices de educación	Adimensional

ICONO	NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
<b>POBLACIÓN</b>				
	Min_IE	Exógena	Valor mínimo para calcular los índices de educación	Adimensional
	IA	Variable	Índice de Alfabetización adulta.	Adimensional
	IM	Variable	Índice de matriculación	Adimensional
	IE	Variable	Índice de educación	Adimensional
	Min_EV	Exógena	Valor mínimo para calcular el índice de esperanza de vida al nacer	Adimensional
	Max_EV	Exógena	Valor máximo para calcular el índice de esperanza de vida al nacer	Adimensional
	IEV	Variable	Índice de esperanza de vida al nacer	Adimensional
	PIB_PC	Variable	Aproximación del PIB per cápita a nivel municipal, se tiene en cuenta el presupuesto disponible anual y se divide en el número de habitantes del municipio	Pesos colombianos /persona
	IDH	Variable	Índice de Desarrollo Humano	Adimensional

**1. Diagrama de Sectores.** El proyecto consta de siete sectores presentados en la siguiente figura, posterior a ella, se describen cada uno de ellos.

Gráfica 12. Diagrama de Sectores



El Diagrama de sectores me determina las relaciones que hay entre ellos incluyendo una breve descripción de estos, es una aproximación a los elementos clave del modelo.

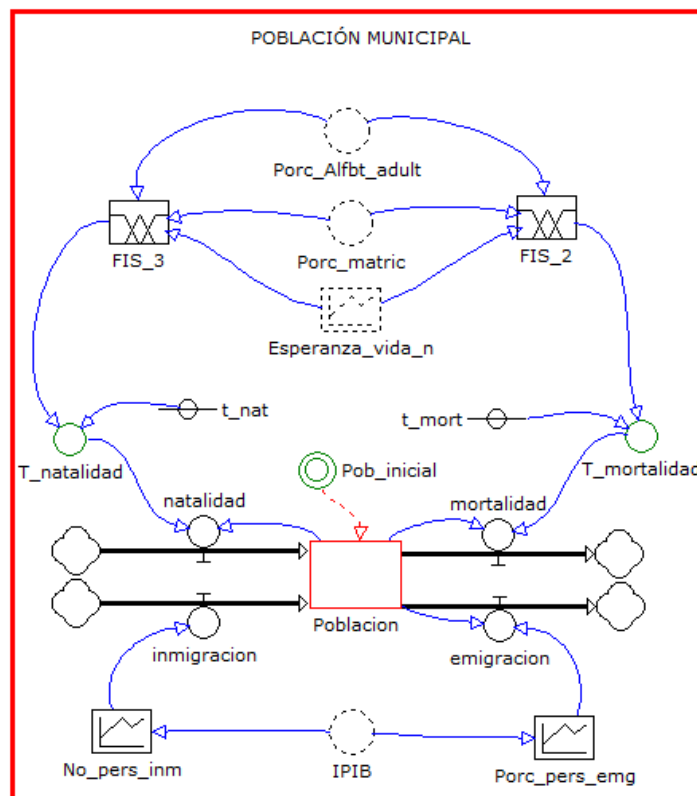
**1.1 Sectores.** Los sectores que se ilustran a continuación pertenecen a la segunda versión del modelo, por lo tanto, se mostrará brevemente cómo fue su desarrollo y su funcionamiento. Para mayor ampliación de los sectores ver (DIAZ DIAZ, 2012).

- *Población Municipal*

El nivel de población representa el número de habitantes en el municipio. Describe los factores que influyen en el aumento y disminución del número de habitantes. Incluye factores como el alfabetismo, matriculación y esperanza de vida al nacer precisamente porque estudios realizados demuestran que dependiendo de la

educación y salud que se tenga en un municipio, se regula la población de este. Además, se tienen las variables de migración que tienen gran influencia en la natalidad y mortalidad en un municipio, las cuales dependen netamente de la economía de la población. Se utiliza una variable de valor anterior con el número de habitantes en el modelo (Pob\_inicial) para poderlo utilizar en el IDH, ya que este presenta errores al utilizar esta variable de manera directa.

Gráfica 13. Diagrama flujo – Nivel, Sector Población Municipal



- *Índice de Desarrollo humano (IDH)*

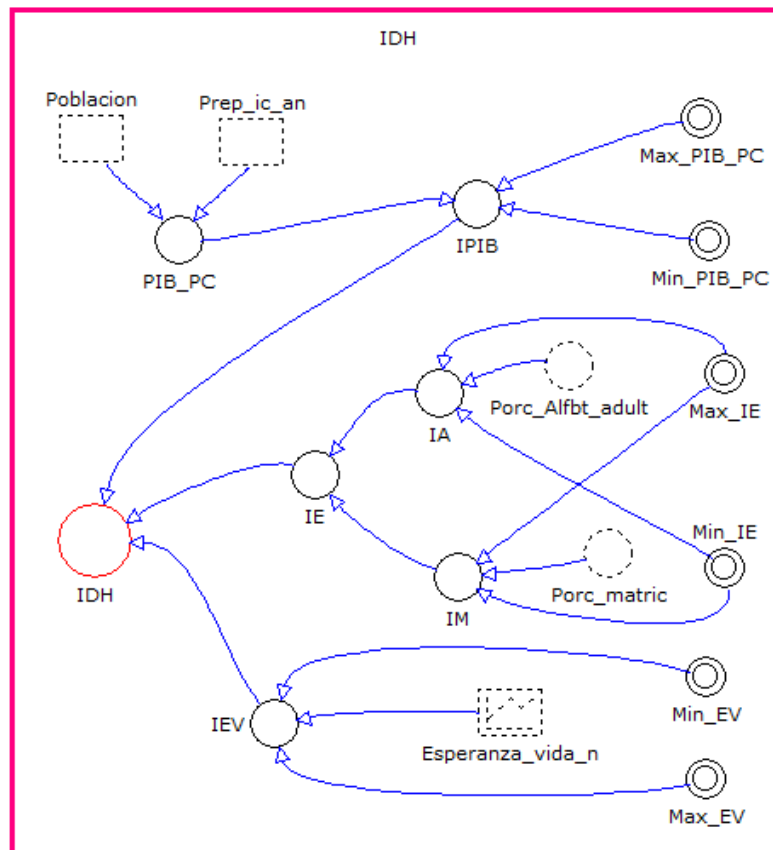
Es una metodología propuesta por el PNUD la cual incluye los factores de educación, salud y economía de un país o región, existen los 3 factores del IDH (ver Gráfica 2) que son:

Índice de Educación (Variable IE) la cual se compone de la variable IA (Índice de Alfabetización) e IM (Índice de Matriculación).

Índice de esperanza de vida (Variable IEV) relacionada con el sector salud.

Índice de Producto Interno Bruto (Variable IPIB), variable que relaciona el sector económico de la población. En cada uno de estos Índices influyen los valores mínimos y máximos de cada variable.

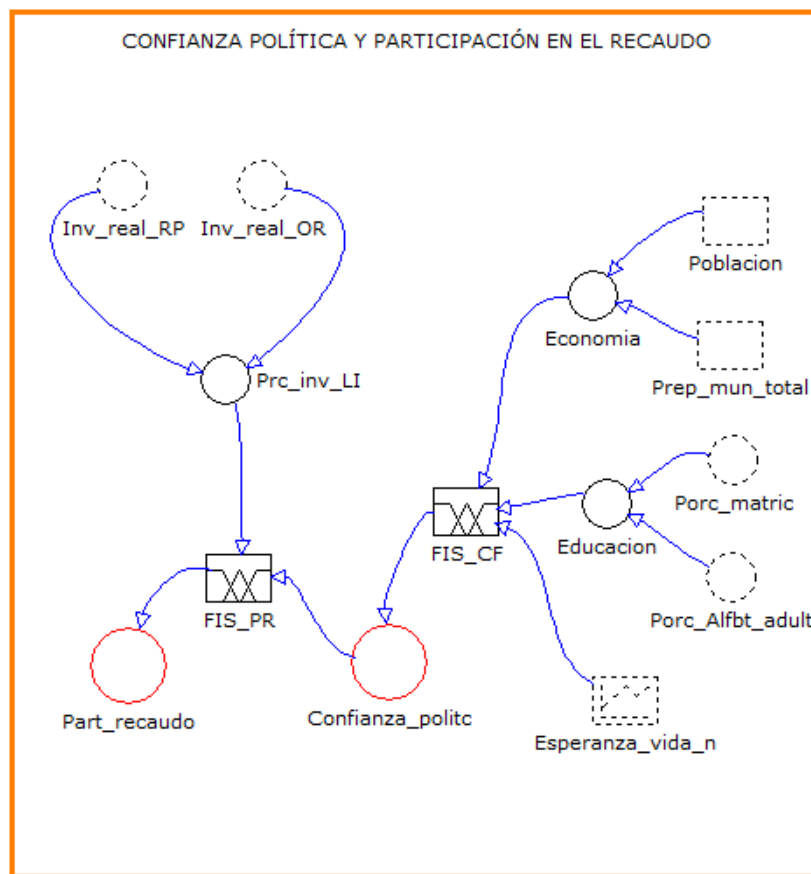
Gráfica 14. Diagrama Flujo - Nivel, IDH



- *Confianza Política y Participación en el Recaudo*

Este sector utiliza los componentes de cálculo del IDH (Economía, educación y Salud) para calcular la confianza política por medio de un sistema de inferencia difuso (FIS24). El resultado del FIS y lo invertido en porcentaje del presupuesto en proyectos de educación y salud intervienen en otro FIS para conocer qué tanto participa la gente en los pagos de acuerdo a la confianza política que tienen y a la inversión que se hace en el municipio.

Gráfica 15. Diagrama Flujo - Nivel, Confianza Política y Participación en el Recaudo



24 Es la lógica que utiliza expresiones que no son ni totalmente ciertas ni completamente falsas, es decir, es la lógica aplicada a conceptos que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilan entre dos extremos, la verdad absoluta y la falsedad total.

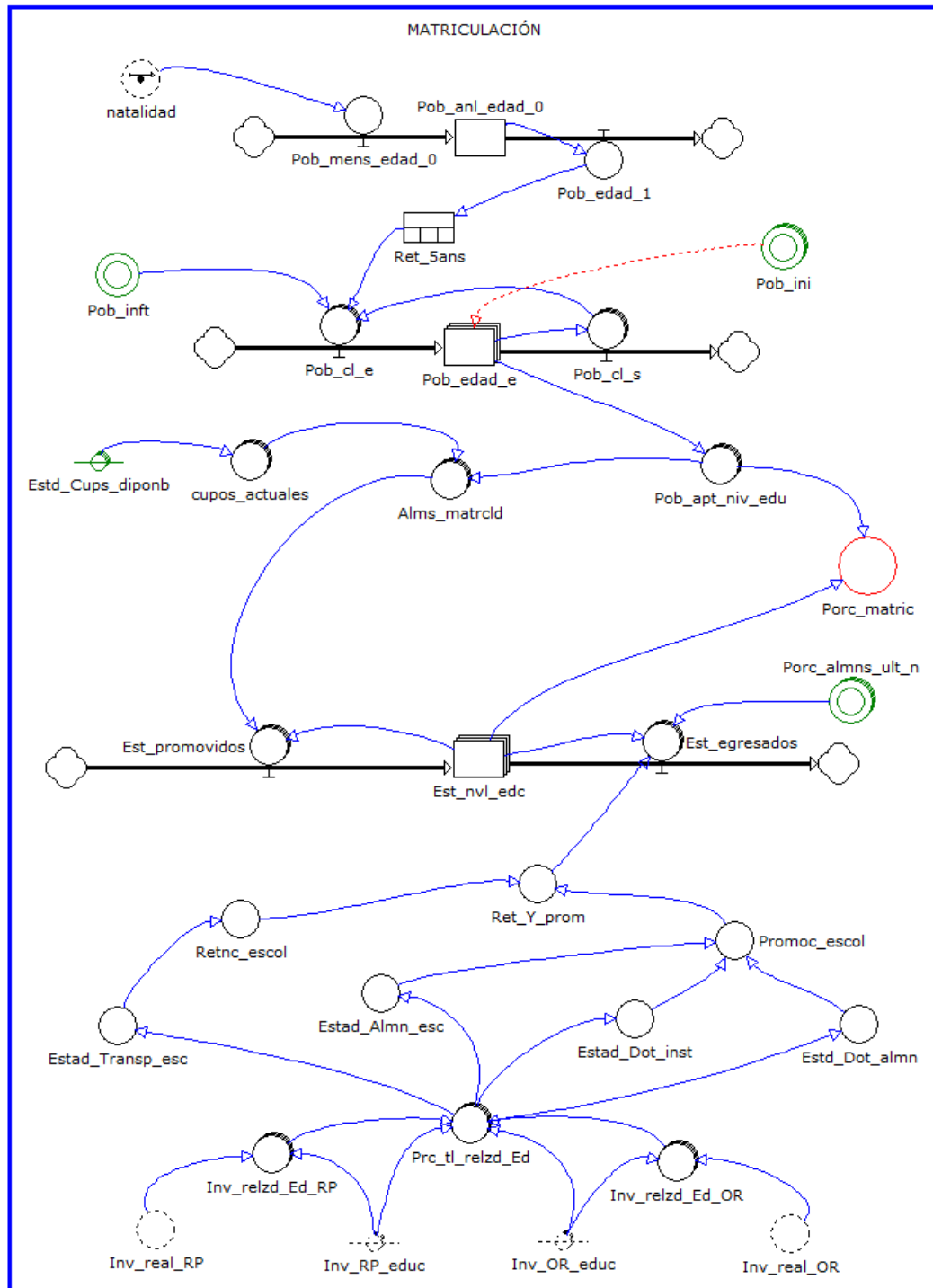
- *Educación*

Es un factor que compone el IDH, la cual está conformada por la matriculación y el Alfabetismo de un municipio, a continuación, se explica cada uno de ellos:

1. **Matriculación:** Elemento que determina la tasa de matriculación del municipio, se calcula mediante:
  - a) Las personas aptas para estudiar (se toman las personas que nacen y se establece un retardo el cual especifica la demora que tiene una persona en cumplir 5 años y poder ingresar a un centro educativo)
  - b) El número de personas a matricular (si la población apta para cada nivel educativo es menos que la capacidad de los cupos entonces entrarían todos los niños a estudiar, de lo contrario, sólo podrían ingresar la cantidad de niños máximo que tiene el municipio)
  - c) Los niveles de retención y promoción escolar (La retención escolar define los estudiantes que al culminar su año lectivo permanecen en las aulas, es decir, la asistencia escolar beneficiada directamente por el transporte escolar. La promoción escolar especifica los alumnos que probablemente pase de un año a otro influyendo en esta variable la alimentación escolar, la dotación institucional y la dotación estudiantil. Tanto la retención como la promoción escolar tienen la misma prioridad al momento de decidir si un estudiante pasa de un año a otro).

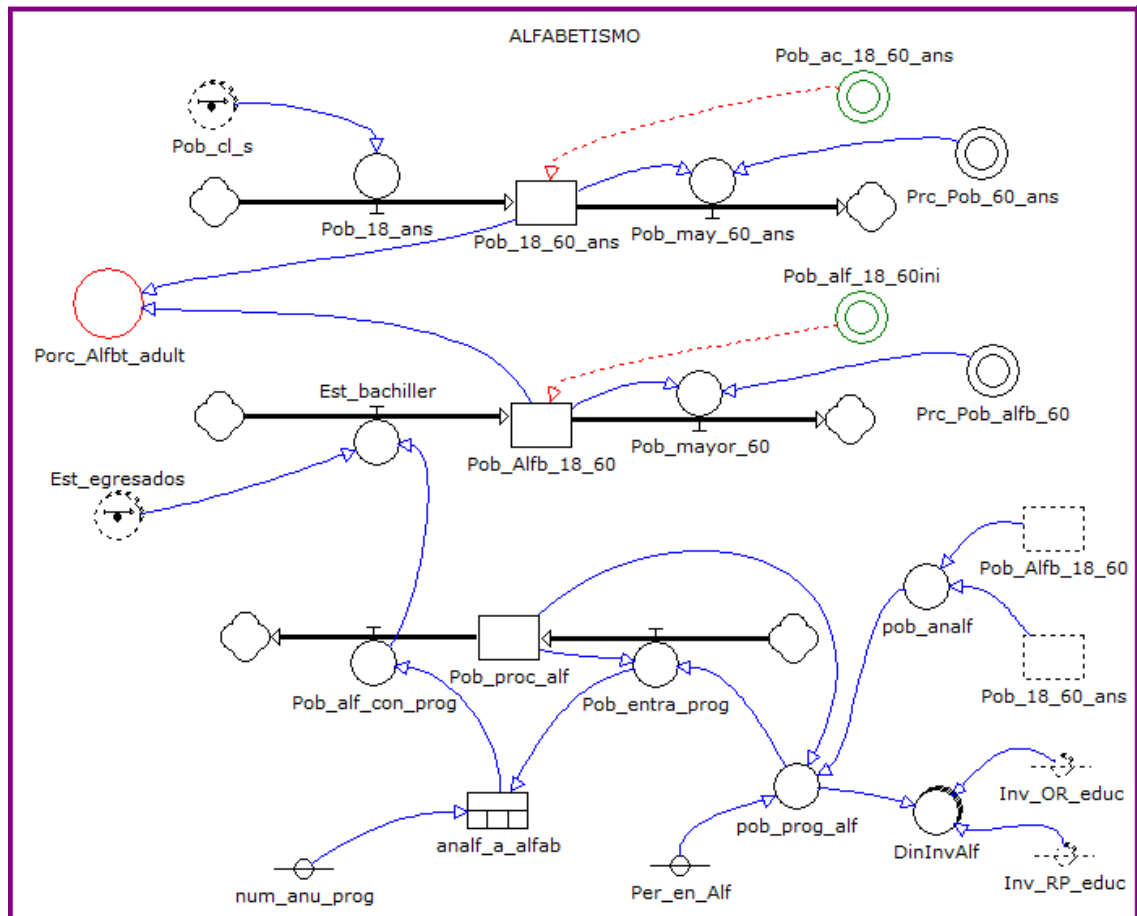
A continuación, se muestra el sector que conforma la matriculación:

Gráfica 16. Diagrama Flujo - Nivel, Matriculación



- Alfabetismo:** Este elemento define el número de personas que saben leer y escribir en el municipio. En el diagrama se observan las variables que se tuvieron en cuenta para el cálculo del porcentaje de alfabetismo adulto en la población.

Gráfica 17. Diagrama Flujo - Nivel, Alfabetismo

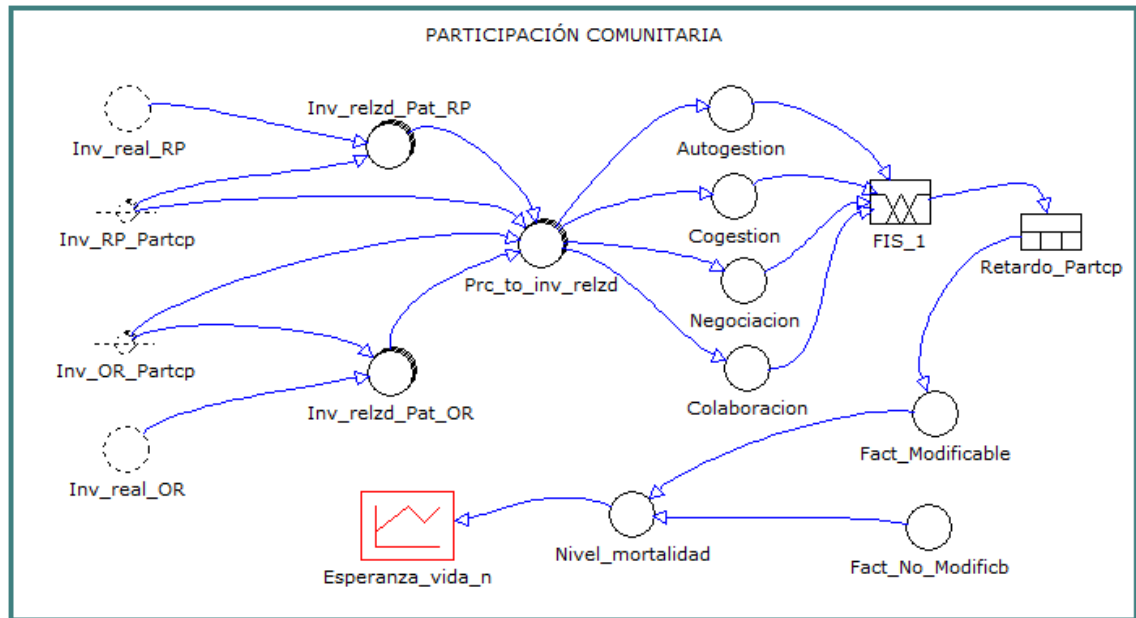


- Salud**

Se implementó para conocer los niveles de mortalidad que tiene un municipio definida por los 4 factores de participación comunitaria (Autogestión, Cogestión, Negociación y Colaboración), que es el proceso que requiere la incorporación de los miembros de una comunidad en la solución de los problemas de todos, incluyendo el análisis o identificación de los mismos, así como el periodo de

ejecución de las medidas adoptadas por sí mismos y colectivamente (OSORIO CALDERÓN, 2010, pág. 70).

Gráfica 18. Diagrama de Flujo - Nivel, Salud



- *Presupuesto Municipal*

El presupuesto municipal está compuesto de la siguiente manera:

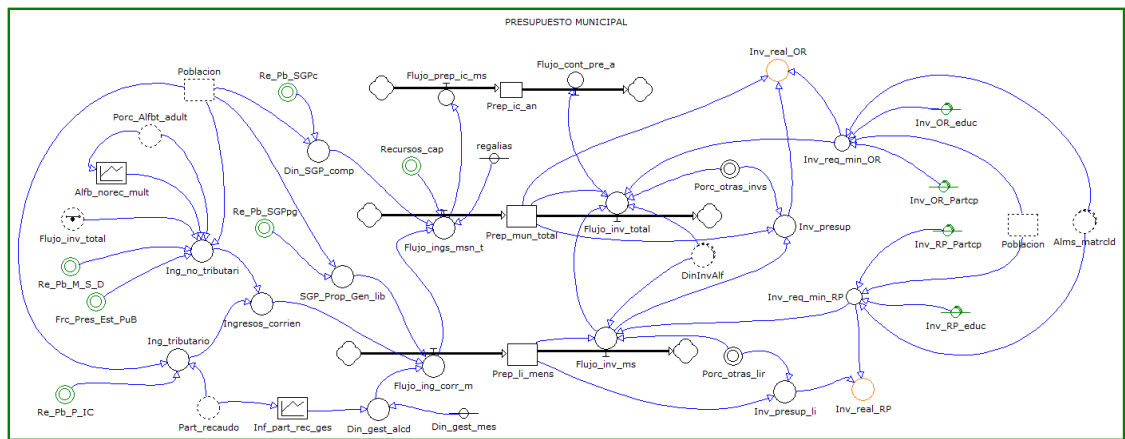
- Ingresos corrientes: Se dividen en ingresos tributarios (generados por impuestos) e ingresos no tributarios (generados por multas, tasas, contribuciones y rentas contractuales). Para el caso de los municipios colombianos el ingreso tributario equivale al impuesto predial e Industria y comercio.
- Fondos municipales: Son los referentes a las estampillas recaudadas en el municipio y la gaceta municipal.
- Recurso capital: Es la cantidad de dinero obtenido por el manejo eficiente del presupuesto.
- Sistema General de Participaciones: El Sistema General de Participaciones está constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales para

la financiación de los servicios. Este dinero es de acuerdo a la categoría en que esté el municipio según lo establecido en la Ley 617 del 2001.

- Regalías: Son los dineros que le llegan al municipio a causa de la explotación de minerales, petróleo, etc. (DIAZ DIAZ, 2012, pág. 113)

Los egresos del municipio en el modelo corresponden a las inversiones que se hacen en materia de Educación y Salud.

Gráfica 19. Diagrama Flujo - Nivel, Presupuesto Municipal



## 1.2 Evaluación y Documentación del Prototipo AdmonSoft 2.0

Las pruebas que se realizan a continuación constan de una serie de tests de evaluación sugeridos por John Sterman en su libro Business Dynamics, Capítulo 21 TRUTH AND BEAUTY: VALIDATION AND MODEL TESTING. Con esto, se conocen limitaciones estructurales del modelo las cuales se mejoran en la construcción y avance del mismo. Los elementos listados corresponden a los elementos clave del diagrama de influencias del prototipo AdmonSoft 2.0.

### ➤ Pruebas de suficiencia de los límites:

El objetivo de esta evaluación es determinar lo apropiado que son los límites establecidos para el modelo acorde al propósito bajo el cual está construido. Para este propósito se usa la tabla de límites del modelo, clasificando los elementos del modelo en dos grupos: endógenos y exógenos.

Las variables endógenas [21], se explican dentro de un modelo a partir de sus relaciones con otras variables (que a su vez pueden ser endógenas o exógenas). Las variables exógenas están determinadas fuera del modelo, es decir, están predeterminadas, el modelo las toma como fijas y mantienen siempre el mismo valor.

Tabla 5. Límites del Modelo Inicial

ELEMENTO	ENDÓGENO	EXÓGENO
<b>POBLACION MUNICIPAL</b>		
Población	X	
Natalidad	X	
Mortalidad	X	
Emigración	X	
Inmigración	X	
<b>PRESUPUESTO MUNICIPAL</b>		
Presupuesto Municipal Total	X	
Dinero SGP Complemento	X	
Dinero SGP Propósito General	X	
Ingresos Tributarios	X	
Ingresos No Tributarios	X	
Ingresos Corrientes	X	
Gestión Alcalde	X	
Presupuesto Libre Inversión	X	
Inversión en Salud	X	
Inversión en Educación	X	
Regalías		X
IDH	X	
<b>MATRICULACION</b>		
Matrículas	X	
Retención Escolar	X	
Promoción Escolar	X	
Población en nivel educativo	X	

ELEMENTO	ENDÓGENO	EXÓGENO
Población en edad estudiantil	X	
Matriculación	X	
<b>ALFABETISMO</b>		
Programas de Alfabetización Adulta	X	
Habitantes de 18 a 60 años en el municipio	X	
Habitantes alfabetas de 18 a 60 años en el municipio	X	
Habitantes analfabetas de 18 a 60 años en el municipio	X	
Inversión en Alfabetismo	X	
<b>PARTICIPACION COMUNITARIA</b>		
Cogestión	X	
Autogestión	X	
Colaboración	X	
Negociación	X	
Factor Modificable	X	
Factor No modificable		X
Nivel de Mortalidad	X	
Esperanza de Vida al Nacer	X	
<b>CONFIANZA POLITICA</b>		
Participación en el recaudo	X	
Confianza Política	X	
Educación	X	
Economía	X	

Fuente: Natalia Díaz (2012)

Según la tabla de límites y el diagrama de influencias se observa que la mayoría de las variables son endógenas precisamente por la relación que existe entre ellas. El prototipo se basa en dos partes principalmente, la población y el dinero del municipio, por lo tanto, muchas de las variables mencionadas dependen de estos

dos factores. Sin embargo, existen dos variables exógenas como las regalías las cuales son una “retribución económica que pagan las empresas que extraen recursos naturales no renovables (hidrocarburos y minerales) al Estado colombiano por explotarlos, es decir, recursos que se extinguen en el transcurso del tiempo. y el factor no modificable el cual es un dato recolectado en la Alcaldía, este monto de dinero se da de acuerdo a la cantidad de minerales o petróleo extraído de la región”. [22], [23]

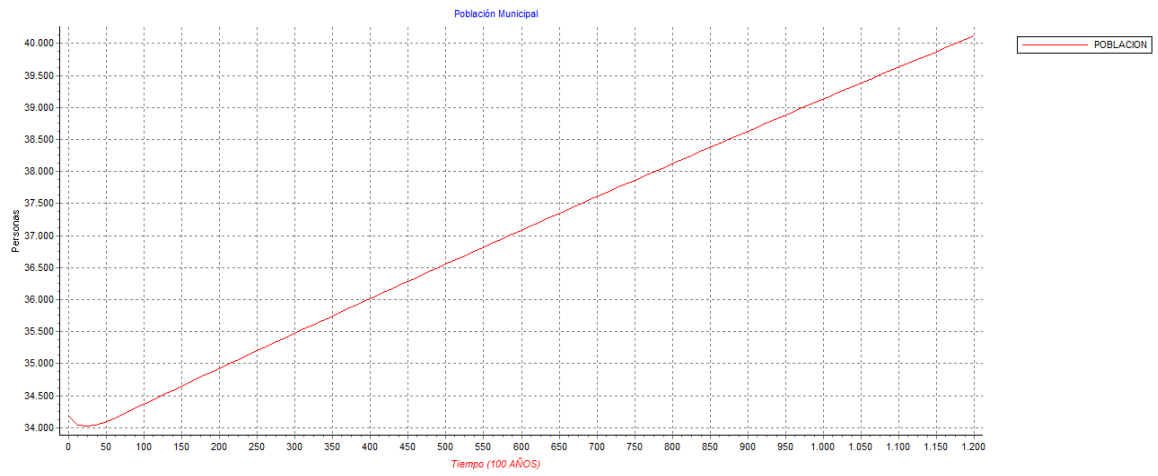
El modelo que se presenta tiene los límites suficientes y necesarios por ahora para representar la situación que se plantea.

➤ Pruebas para la evaluación de la estructura:

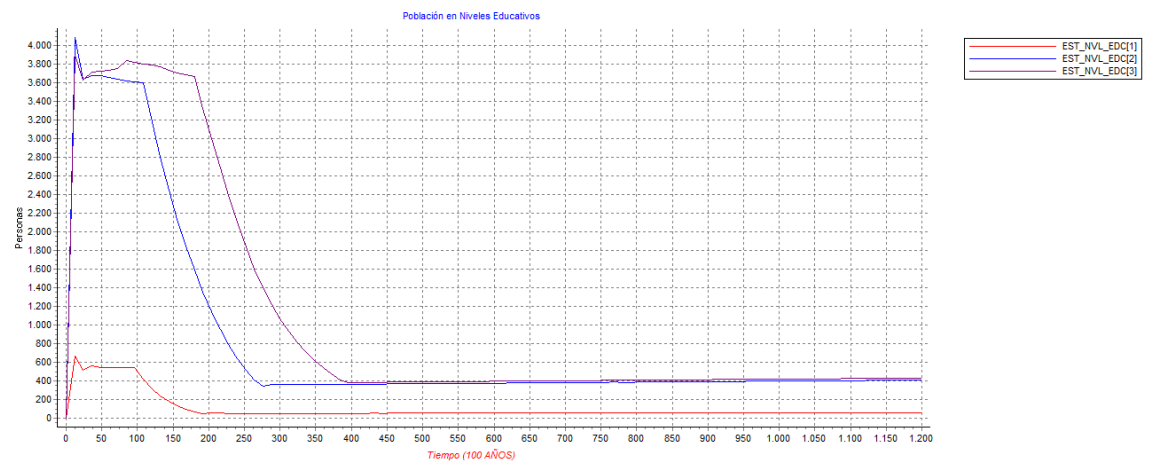
Este test analiza si el modelo es consistente o no con el conocimiento del sistema real relevante para el propósito requerido. Esta evaluación se enfoca en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

Las partes generales en las cuales se basa el modelo son el dinero (presupuesto municipal) y la población. A continuación, se ilustran los resultados de la simulación de los niveles del modelo en cuanto a población:

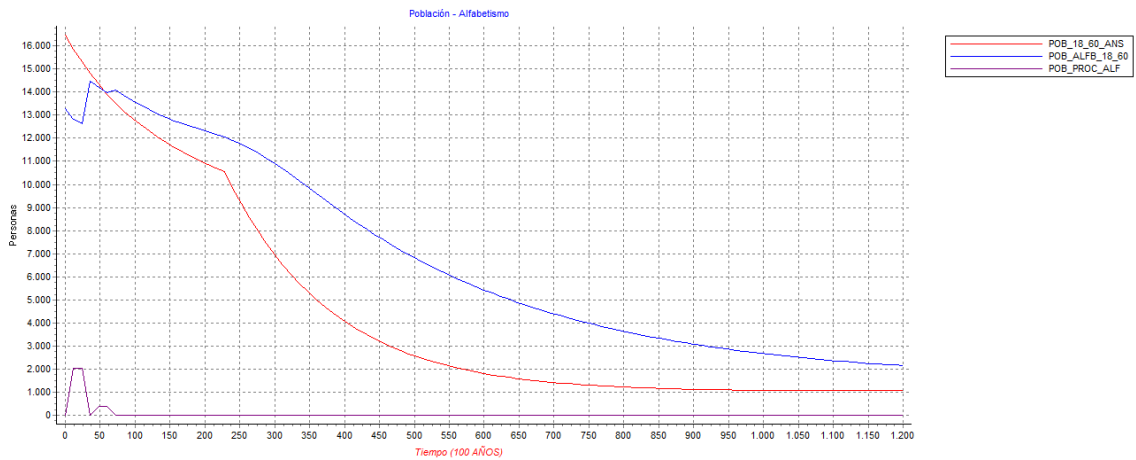
Gráfica 20. Población Municipal



Gráfica 21. Población en Niveles Educativos



Gráfica 22. Población – Alfabetismo

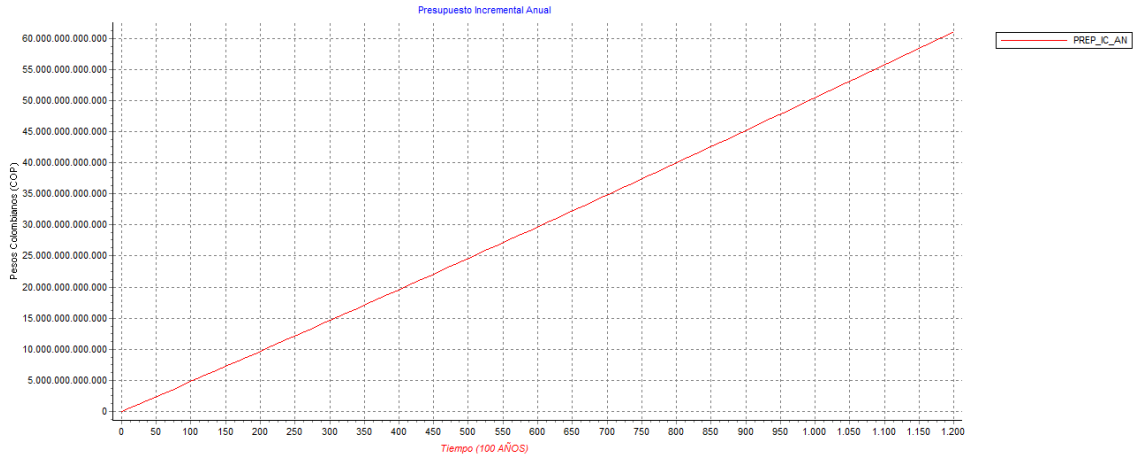


En las figuras se observa que ninguno de los niveles poblacionales toma valores negativos al igual que sus contrapartes en el mundo real, pues la población no es negativa. De manera que la prueba de evaluación de la estructura indica que el modelo es consistente con las leyes físicas básicas.

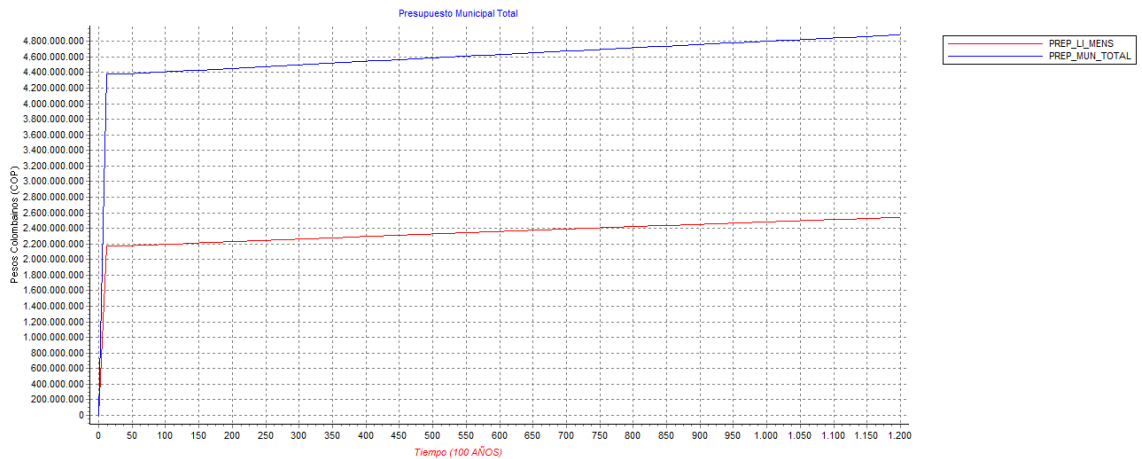
Hay un nivel poblacional que llega a cero, se trata del nivel **Pob\_proc\_alf** que define a la Población en proceso de alfabetización en el municipio. Puede llegar a ser cero pues puede darse el caso que todas las personas ya sean alfabetizadas y no haya nadie analfabeta.

Ahora, se hace la prueba con los niveles que llevan consigo el dinero municipal y al igual que la población no debería tener valores negativos.

Gráfica 23. Presupuesto Incremental Anual del Municipio



Gráfica 24. Presupuesto Municipal total y de Libre Inversión



La simulación de los niveles presupuestales se realiza sin modificar ningún parámetro ligado a ellos, como se observa en las figuras, el presupuesto de libre inversión es menor que el presupuesto total municipal como es en la realidad pues el dinero total del municipio además de tener el de libre inversión tiene los recursos que obtiene el municipio gracias a la buena eficiencia de los contratos, las regalías, la gestión del alcalde, entre otros dineros adicionales.

➤ Consistencia Adimensional:

Este test consiste en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construye, con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se está tratando de modelar. Por cuestiones de orden, la tabla con la descripción de cada una de las variables junto con la unidad de medida se puede ver en el Anexo A.

**Nota:** Las unidades de los sistemas de inferencia difusa son adimensionales ya que se trabaja con reglas y no con ecuaciones. Se tienen unas entradas con unidades las cuales interactúan y establecen relaciones sintácticas mediante un conjunto de reglas con el fin de dar un juicio que influya en la salida del FIS.

Esta evaluación permite verificar que el modelo es consistente dimensionalmente garantizando la integridad desde el punto de vista de las unidades de medida utilizadas. La especificación de las dimensiones se define gracias a las relaciones que se tienen en el modelo pues es allí donde se describe inicialmente los factores de cálculo para que se lleven a cabo estas relaciones.

➤ Evaluación de Parámetros:

Se define parámetro a un elemento (en este caso un elemento exógeno) el cual afecta el sistema sin verse afectado por este. Un parámetro puede tomar distintos valores para afectar el modelo a la hora de la simulación y así poder identificar errores.

En esta evaluación se examina el valor de cada uno de los parámetros usados en el modelo y sus valores posibles de acuerdo con el mundo real. Tomando los parámetros y variables exógenas que se encuentran en el diagrama flujo- nivel se establecerán sus valores posibles, con base en sus contrapartes en el mundo real. Por cuestiones de orden, la tabla se puede ver en el Anexo B.

➤ Pruebas de errores de integración:

Los modelos construidos con dinámica de sistemas son usualmente formulados en condiciones de tiempo continuo y resueltos utilizando métodos de integración

numérica. Al realizar un modelo, se debe elegir un método de integración y un tiempo de paso para generar una aproximación lo suficientemente precisa con respecto a los valores reales. Los resultados de la simulación no deben ser sensibles al tiempo de paso y método de integración.

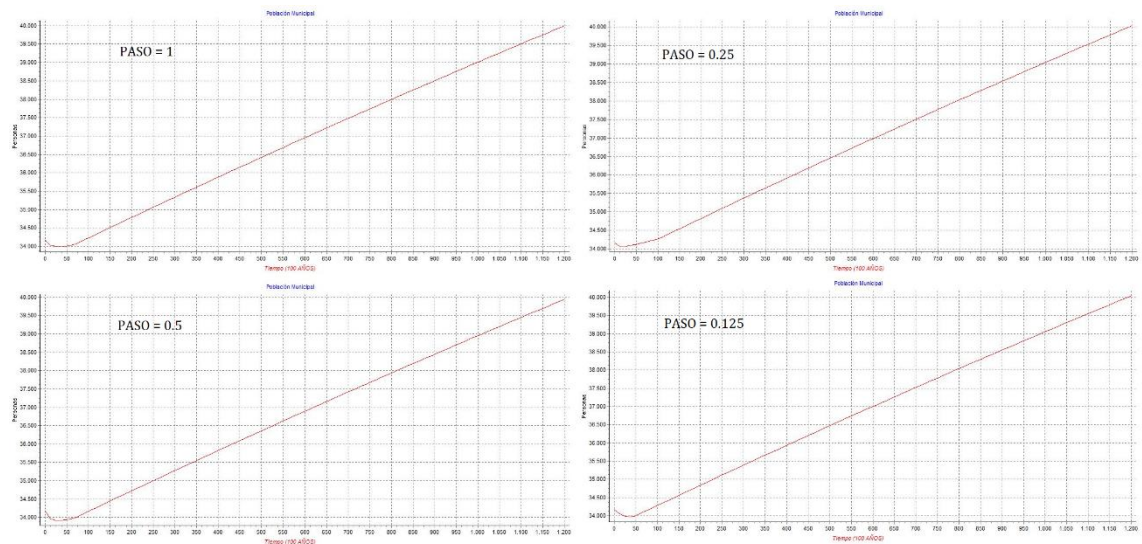
La prueba consiste en ir recortando el paso de tiempo e ir corriendo el modelo de nuevo. Si los resultados cambian de forma que estos importen, entonces el paso de tiempo no es el apropiado y se tendrá que proceder a buscar un paso que se ajuste a las exigencias del modelo. Cabe recalcar que si las variaciones del paso son pequeñas se tendrá un error pequeño a considerar.

Las pruebas se realizan basados en la población y el presupuesto municipal ya que son los más influyentes en el modelo.

Tabla 6. Pasos de Integración para la Población Municipal

NÚMERO DE SIMULACIONES	PASO DE INTEGRACIÓN	COMPORTAMIENTO POBLACIÓN
Simulación #1	1	Comportamiento Creciente
Simulación #2	0.5	Comportamiento Creciente
Simulación #3	0.25	Comportamiento Creciente
Simulación #4	0.125	Comportamiento Creciente

Gráfica 25. Pasos de Integración – Población Municipal (Comportamiento Creciente)

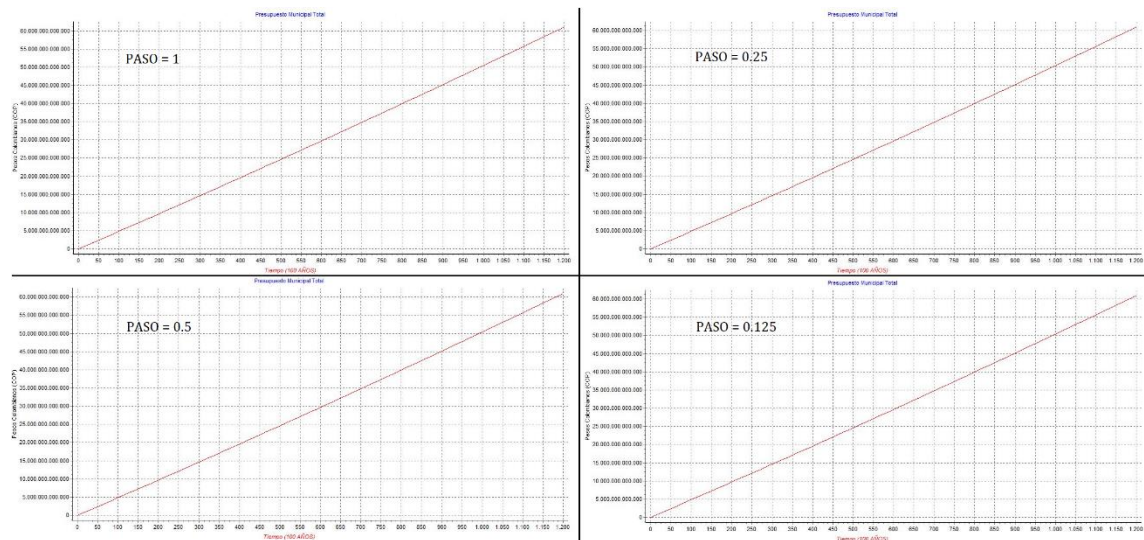


Como se observa en la gráfica 27, el comportamiento con pasos diferentes es el mismo, al finalizar los 100 AÑOS, cada simulación muestra una población diferente, una estimación muy pequeña en comparación al número en ese instante, cada simulación ronda entre los 40 mil habitantes al cabo de los 100 AÑOS. Por ende, se toma como tiempo de paso integración = 1 por defecto.

Tabla 7. Pasos de Integración para el presupuesto Municipal Anual

NÚMERO DE SIMULACIONES	PASO DE INTEGRACIÓN	COMPORTAMIENTO PRESUPUESTO
Simulación #1	1	Comportamiento Creciente
Simulación #2	0.5	Comportamiento Creciente
Simulación #3	0.25	Comportamiento Creciente
Simulación #4	0.125	Comportamiento Creciente

Gráfica 26. Pasos de Integración – Presupuesto Municipal Anual (Comportamiento Creciente)



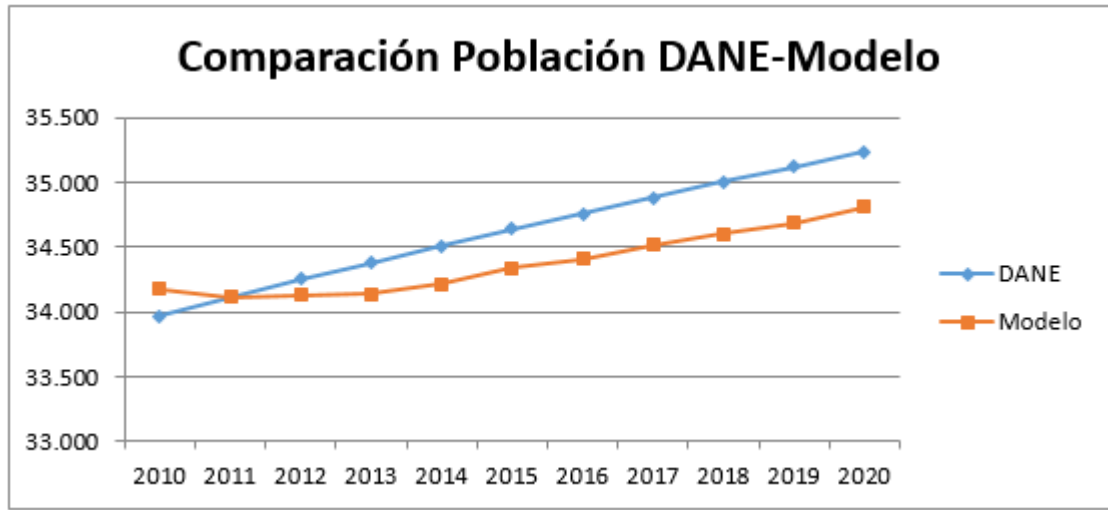
En la gráfica 28 se muestran los casos con diferente paso de integración cada uno y se obtiene el mismo comportamiento. Se puede establecer que el paso apropiado para el modelo es el Paso = 1 siempre y cuando se tenga un paso de grabación de 12 puestos ya que el modelo lleva el tiempo en meses, es necesario representarlo en años para que resulte favorable para el Alcalde ya que manejan proyectos anuales en el municipio y así poder ver los comportamientos por año.

➤ Pruebas de Reproducción de Comportamiento:

El objetivo de estas pruebas es para descubrir fallas en la estructura o parámetros del modelo y **evaluar** si tienen una importancia relativa para el propósito. Ya que el propósito del modelo es reflejar la realidad de la administración municipal lo más cercano posible, se busca que los datos concuerden con los reales a la hora de simularlos.

Se empieza comparando la simulación del modelo con los datos recolectados por el DANE:

Gráfica 27. Comparación Población - Modelo y Población – DANE



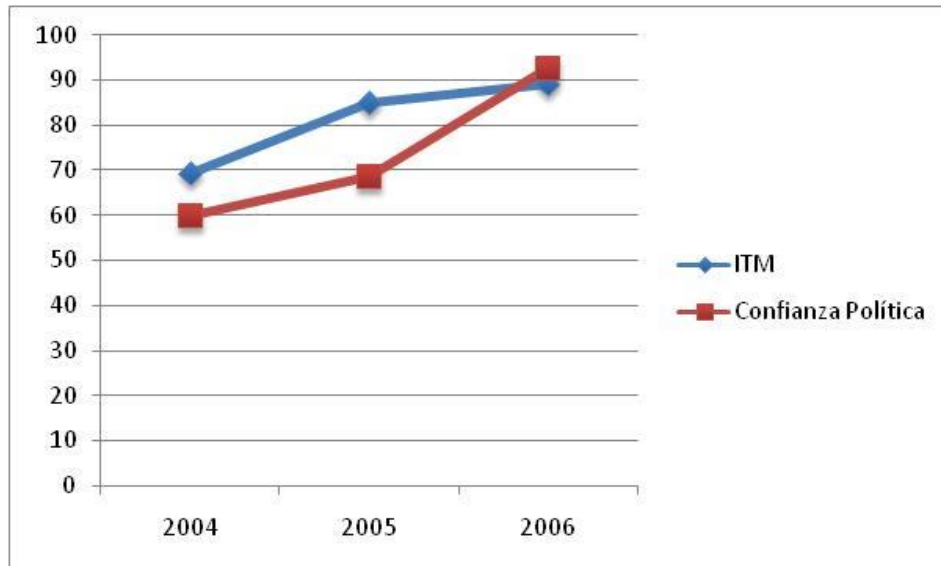
Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Como se nota en la ilustración, la proyección del DANE para el municipio de San Vicente de Chucurí sigue un aproximado de comportamiento lineal mientras que el modelo que se presenta posee otro tipo de tendencia. Se debe recalcar que en el modelo influyen la educación y la salud para los factores de fecundación y por esta razón se observa una diferencia bastante notable con respecto al DANE pues éste se basa netamente en la natalidad y la mortalidad para la proyección. (DIAZ DIAZ, 2012. Pág. 89)

En Colombia existe una corporación que adaptó el modelo de trabajo diseñado por transparencia internacional, el cual es una metodología que pretende, en la práctica, impactar de manera simultánea e intersectorial las instituciones públicas del Estado colombiano, el sector empresarial que invierte en el país y la sociedad civil nacional, que ejerce control social para la defensa de lo público. Esta corporación define un índice de transparencia nacional, uno departamental y otro que para este caso es el que más nos interesa que es el índice de transparencia municipal donde miden el riesgo de corrupción que hay en determinada región. Con el índice de transparencia municipal se podría hacer una analogía con respecto a la confianza

política. La transparencia municipal se mide por 3 aspectos principales: La visibilidad (33.33%), Institucionalidad (33.33%) y Control y sanción (33.33%).

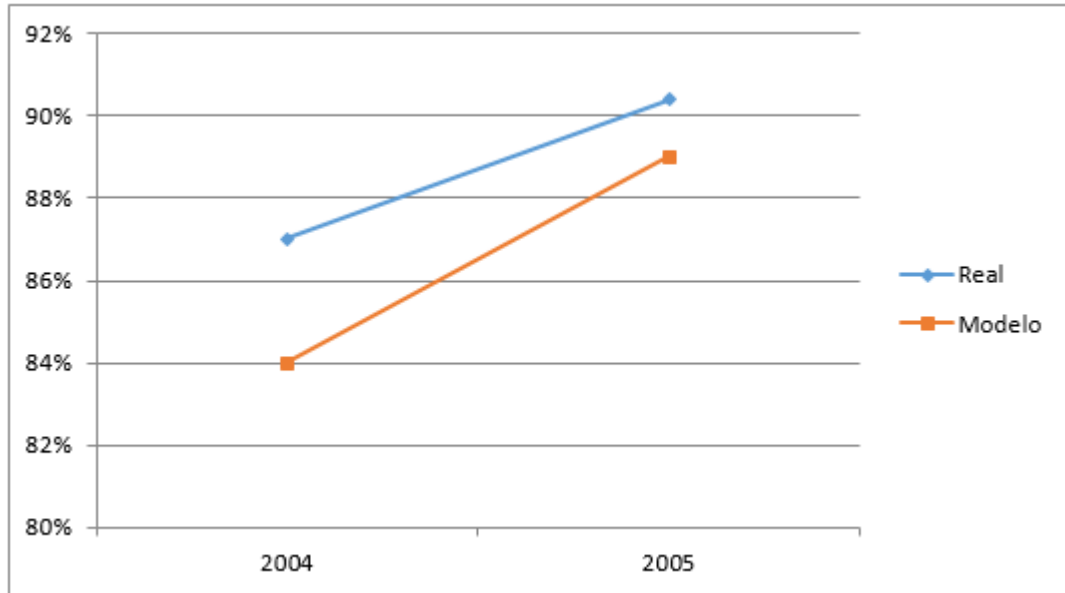
Gráfica 28. Comparación entre el ITM y la Confianza Política



Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Con respecto al alfabetismo se indagó en documentos encontrados en la red y conocer cómo se ha venido comportando en el municipio, se hace la comparación con el modelo y se ve que el municipio tiene una tendencia creciente.

Gráfica 29. Comparación entre Alfabetismo - Modelo y Alfabetismo - Búsqueda en Red

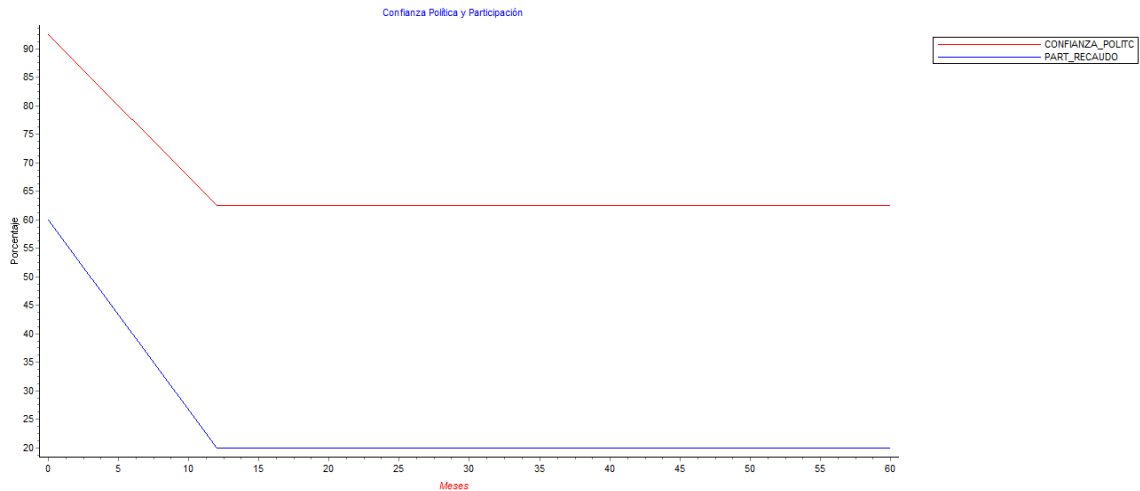


Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

➤ Pruebas de Comportamientos Anómalos:

Las limitaciones en los datos frecuentemente significan que no es posible establecer la significancia o fortaleza de importantes relaciones o formulaciones por métodos estadísticos. Las pruebas de comportamientos anómalos examinan la importancia de estas estructuras indagando si el comportamiento anómalo surge cuando una relación es erradicada o modificada. Los comportamientos anómalos generados por el borrado de una relación proveen evidencia de la importancia de dicha relación. Para este caso se borra la relación que se tiene entre el poder adquisitivo de las personas y la confianza política, la cual es una de las variables más influyentes para este cálculo. Con este borrado se corta el ciclo de realimentación que definía que, al invertir más en generación de empleo, mejoraría la calidad de vida y de esta manera aumentaría la confianza política beneficiando los recursos municipales. Se hacen los ajustes necesarios para no desestabilizar el FIS de la confianza política al borrar la influencia de la economía.

Gráfica 30. Comportamiento Confianza Política sin Relación



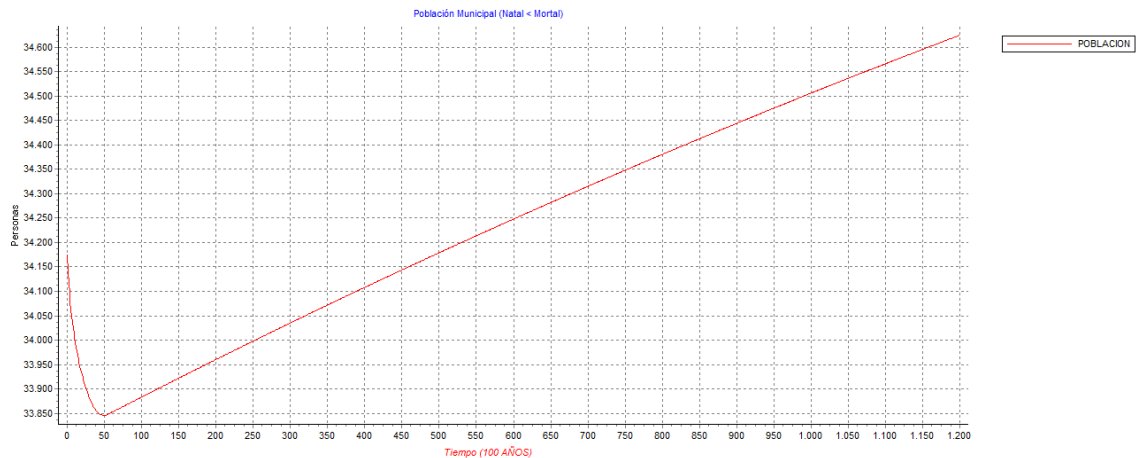
La confianza política en condiciones normales llega hasta el 92% y en este caso disminuye 30% debido al borrado de la relación que tiene con el poder adquisitivo de las personas demostrando que al quitar el ciclo de realimentación que se daba anteriormente se afecta esta variable. Como la confianza política es baja, la participación en el recaudo tendrá un valor más bajo que cuando está en sus condiciones normales puesto que dependiendo de la confianza que tengan las personas en su mandatario tenderán a llevar una cultura de pago favorable o desfavorable. (DÍAZ DÍAZ, 2012. Pág. 280).

➤ Análisis de Sensibilidad:

Debido a que todos los modelos son aproximados se debe probar la robustez de sus conclusiones hasta la ambigüedad de los supuestos asumidos. Esta prueba permite al creador del modelo plantearse la pregunta de si sus conclusiones cambian de forma relevante respecto al propósito cuando los supuestos varían en un cierto rango plausible de incertidumbre. De esta forma la robustez en las conclusiones que el modelo presenta será probada utilizando el análisis de sensibilidad por variación de parámetros que ofrece la herramienta evolución 4.5.

El análisis comienza con el escenario (Natalidad < Mortalidad) el cual indica que el parámetro de la tasa de mortalidad es mayor que el de la tasa de mortalidad, se intercambian los valores de las tasas.

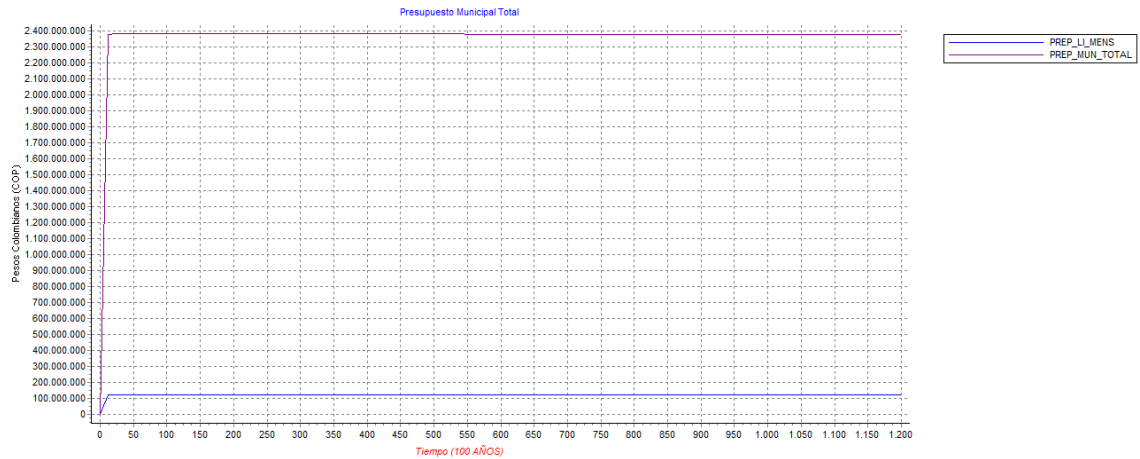
Gráfica 31. Análisis de Sensibilidad (Natalidad < Mortalidad)



Como se puede ver, la reducción de la población es notable, con una población de 34625 personas, mientras el modelo original llega a más de 40 mil personas.

Se define otro escenario el cual especifica que las variables exógenas del sector presupuesto tendrán un valor de 110, pues en la evaluación de parámetros se les asignó un valor mayor a 100.

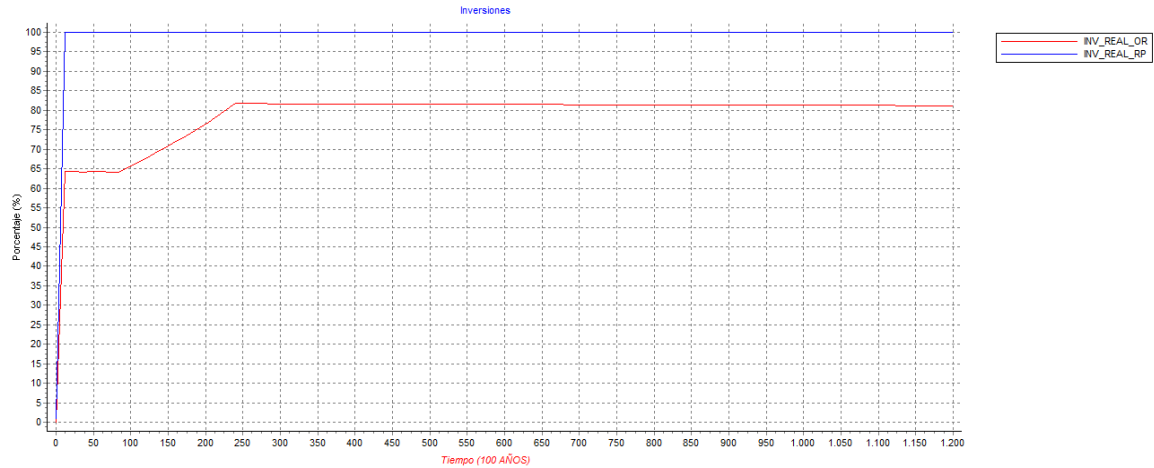
Gráfica 32. Análisis de Sensibilidad Presupuesto Municipal Total y Libre Inversión



Debido a que la mayoría de variables exógenas influyen en el presupuesto de libre inversión se nota la disminución drástica en este nivel llegando a valores de 120 millones para una población de 34 mil, una cifra bastante baja. El presupuesto municipal total también se ve influenciado por esta reducción de valores con un valor de 2380 millones de pesos colombianos ya que el presupuesto de libre inversión forma una parte del total de presupuesto municipal.

Con respecto a las inversiones se tiene un aumento llegando a ser 100% la inversión real de los recursos propios, y un comportamiento creciente en la inversión real de otros recursos, llegando a ser un 82% de inversión.

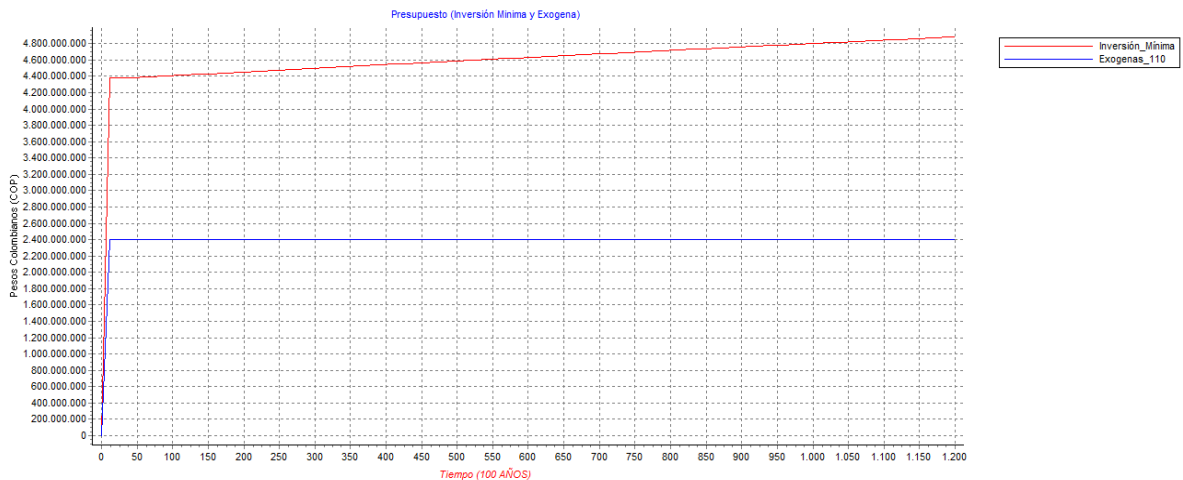
Gráfica 33. Análisis de Sensibilidad - Inversiones (OR y RP)



La herramienta Evolucion 4.5 del grupo SIMON provee al usuario un análisis de sensibilidad de escenarios donde se puede observar el comportamiento de una variable del modelo desde dos puntos de vista, es decir, una gráfica con los resultados de la variable escogida.

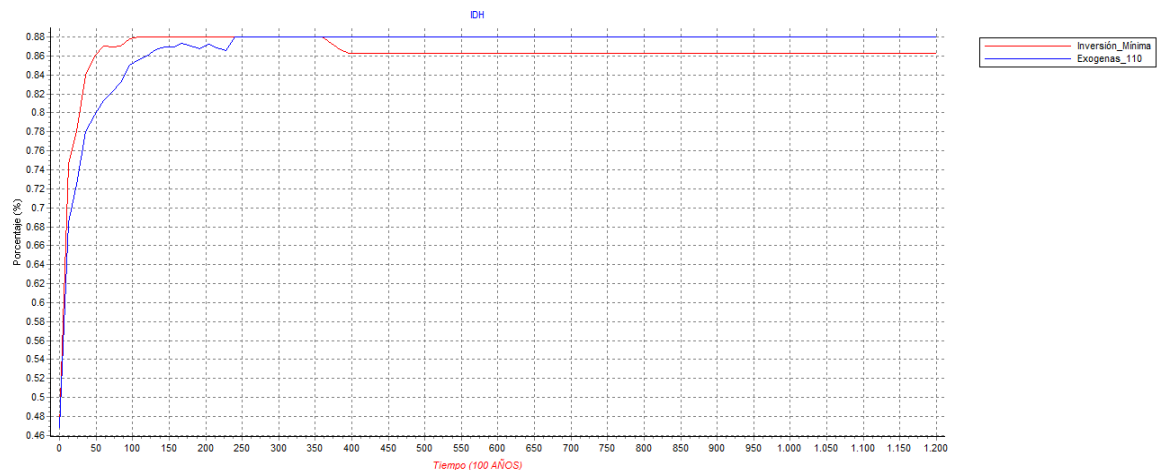
Se toma entonces el presupuesto municipal como variable para conocer su comportamiento de acuerdo a los escenarios inv. mínima y exógena 110 que son los escenarios que tienen modificaciones en el sector presupuesto.

Gráfica 34. Análisis de Sensibilidad Presupuesto Municipal Total



Con el escenario inversión\_Mínima se nota un mayor crecimiento en el presupuesto precisamente porque no se invierte mucho en educación y salud lo que genera mayores recursos para el municipio. Al tratarse el escenario exógenas = 110 de una reducción de ingresos es aceptable el resultado expuesto en la gráfica pues el municipio no recauda el dinero que debería.

Gráfica 35. Análisis de Sensibilidad – IDH



Para el caso del IDH se presenta variaciones en el escenario inversión\_Mínima ya que no se puede invertir mucho en los programas y proyectos que se enfoquen en salud y en educación, sin embargo, en un principio alcanza un nivel mayor al del otro escenario, pero debido a que no se tiene más para invertir, este índice descende.

➤ Pruebas del Mejoramiento del Sistema:

En última instancia la meta del modelado es resolver un problema. Las pruebas de mejoramiento del sistema indagan si el proceso de modelado ayudó a cambiar el sistema para bien. En la práctica es muy difícil valorar el impacto del modelo, es complejo conocer el nivel en el cual se cambió el modelo mental o la creencia de las personas precisamente porque en el momento que las personas ven el modelo

toma mucho tiempo para que los efectos de cambio se manifiesten, lo que en modelado y simulación se llamaría retardo.

Sin embargo, se plantea una metodología de experiencia del ambiente de simulación con el cual se prueba de qué manera perciben los funcionarios de la Administración pública este cambio, si lo comprenden, si se asemeja a los procesos que ellos tratan cotidianamente y sobre todo si aprenden de éste. (DIAZ DIAZ, 2012. Pág. 290).

## ANEXO A. Evaluación de Parámetros - Modelo Inicial

Tabla 8. Evaluación de Parámetros - Modelo Inicial

ELEMENTO	VALORES POSIBLES	VALORES DE REFERENCIA	UNIDADES	NOTAS
IPIB, IE, IEV	$0 < \text{Valor} > 1$		Adimensional	Estos valores son los índices fundamentales en el cálculo del IDH, por lo tanto deben oscilar entre 0 y 1.
T_natalidad	$0 < \text{Valor} < 0.5$	$0 < \text{Valor} \leq 0.09$	1 / mes	Justificando el crecimiento poblacional, la natalidad se define como la cantidad proporcional de nacimientos que tiene lugar en una comunidad en un lapso de tiempo determinado. por lo tanto, no puede ser menor que cero, ya que no existe natalidad negativa.
T_mortalidad	$0 < \text{Valor} < 0.5$	$0 < \text{Valor} \leq 0.05$	1 / mes	La tasa de mortalidad refleja la cantidad de defunciones de una determinada comunidad en un periodo de tiempo concreto. Al igual que la natalidad, este parámetro no será menor que 0 puesto que no sería acorde con las leyes físicas básicas. Además, la muerte de las personas se da por naturaleza humana.
Emigración	$0 \leq \text{Valor} > (\text{población total}/2)$	$0 \leq \text{Valor} \Rightarrow 20$	# personas / mes	De acuerdo a los datos históricos, el valor debe oscilar entre 0 y la mitad de la población.
Inmigración	$0 \leq \text{Valor} > (\text{población total}/2)$	$0 \leq \text{Valor} \Rightarrow 10$	# personas / mes	De acuerdo a los datos históricos, el valor no debe ser mayor a la mitad de la población.

ELEMENTO	VALORES POSIBLES	VALORES DE REFERENCIA	UNIDADES	NOTAS
Per_en_alf	Valor => 0		personas	Este parámetro define las personas que están actualmente en los programas de alfabetización, puede llegar a ser cero porque es posible que toda la población sea alfabeta y no se necesiten estos programas.
Num_anual_prog	Valor => 12	12 <= Valor => 24	meses	Son los meses que demora un programa de alfabetización en el municipio, el mínimo valor que puede tener es un año o 12 meses pues es lo mínimo que debe cursar una persona para graduarse de bachiller.
Din_gest_mes	Valor > 100000	Valor => 5000000	COP	Este valor proviene de la gestión del Alcalde al mes el cual puede variar de acuerdo al municipio, pero se establece el mínimo de 100 mil pesos al mes pues por menos dinero disponible que tenga un municipio esta cifra es considerable para la gestión.
Regalías	Valor>1000000	Valor => 3300000	COP	Este valor depende de los programas que gestione el alcalde. Lo mínimo es un millón de pesos.
Inv_OR_educ	Valor>100	Valor => 1000	COP / persona	Especifica las inversiones por parte de otros recursos que se requieren para mantener los niveles de educación, es decir, los recursos totales menos los de libre inversión. Aunque es un valor un poco bajo se debe tener en cuenta que se está tratando con datos mensuales y por persona matriculada.

ELEMENTO	VALORES POSIBLES	VALORES DE REFERENCIA	UNIDADES	NOTAS
Inv_RP_educ	Valor>100	Valor => 1000	COP / persona	Especifica las inversiones por parte de recursos propios del municipio que se requieren para mantener los niveles de educación, es decir, los recursos totales menos los de libre inversión. Aunque es un valor un poco bajo se debe tener en cuenta que se está tratando con datos mensuales y por persona matriculada.
Inv_OR_part	Valor>100	Valor => 1000	COP / persona	Especifica las inversiones que se requieren para mantener los niveles de participación comunitaria por parte de otros recursos, es decir, los recursos totales menos los de libre inversión. Aunque es un valor un poco bajo se debe tener en cuenta que se está tratando con datos mensuales y por persona.
Inv_RP_part	Valor>100	Valor => 1000	COP / persona	Especifica las inversiones que se requieren para mantener los niveles de participación comunitaria por parte de recursos propios del municipio, es decir, los recaudados por ellos mismos. Aunque es un valor un poco bajo se debe tener en cuenta que se está tratando con datos mensuales y por persona.
Porce_otras_invs	0<Valor<90	0 < Valor <= 60	Adimensional	Corresponde al porcentaje que se hace en el municipio con respecto a otras inversiones diferentes a educación y salud con el presupuesto total del municipio. En

ELEMENTO	VALORES POSIBLES	VALORES DE REFERENCIA	UNIDADES	NOTAS
				Colombia se encuentra definido un porcentaje de inversión para educación y salud que mínimo debe ser de un 10%.
Porce_otras_lir	0<Valor<90	0 < Valor <= 90	Adimensional	Define el porcentaje que se invierte en otros aspectos diferentes a salud y educación con el presupuesto de libre inversión. En Colombia se encuentra definido un porcentaje de inversión para educación y salud que mínimo debe ser de un 10%.
Rel_Pb_P_IC	Valor>100	Valor => 1000	COP / # personas	Establece la cantidad promedio de dinero recaudo del impuesto predial y de industria y comercio por habitante en el municipio mensualmente.
Rela_Pb_M_S_D	Valor >100	Valor => 1000	COP / # personas	Define la cantidad promedio de dinero recaudo por impuesto en el municipio por cada habitante mensualmente.
Rela_Pob_SGPc	Valor >100	Valor => 1000	COP / # personas	Es el recaudo promedio enviado por el sistema general de participaciones SGP (complemento) por cada persona mensualmente.
Recursos_cap	Valor >0	Valor => 1450520459.84	COP	Es el dinero recaudo en el municipio por el manejo eficiente del presupuesto mensualmente.

ELEMENTO	VALORES POSIBLES	VALORES DE REFERENCIA	UNIDADES	NOTAS
Porc_almsn_ult_n	0<Valor<0.5	0 < Valor Preescolar <= 1, 0 < Valor Básica <= 0.4842532467532468, 0 < Valor Media <= 0.307421875	Adimensional	Corresponde al porcentaje de estudiantes que pasan de un nivel educativo a otro. Este valor oscila entre 0 y 0.5 pues teniendo en cuenta que por lo menos en primaria se tienen 5 grados y sólo se graduarían los de último año cada año, sin embargo, puede existir el caso que en 5º grado haya muchos niños (condiciones extremas).
Estd_cups_diponb	Valor vector 1 >100 Valor Vector 2>500 Valor Vector 3>600	Valor vector 1 => 1000, Valor vector 2 => 4200, Valor vector 3 => 5000	personas	Los cupos escolares mínimos que debe tener un municipio son [100,500,600] puesto que por muy pequeño que sea la región es necesario tener buena cobertura.

## **ANEXO C. Comparación entre Modelo AdmonSoft 2.0 Utilizando Lógica Difusa (FIS) y utilizando multiplicadores**

Ambos modelos constan de siete sectores, para su mayor comprensión se muestra cada sector comparándolo con el otro modelo para así verificar si utilizar FIS y Multiplicadores arrojan resultados parecidos. Antes de empezar se define que es un FIS:

### **LOGICA DIFUSA**

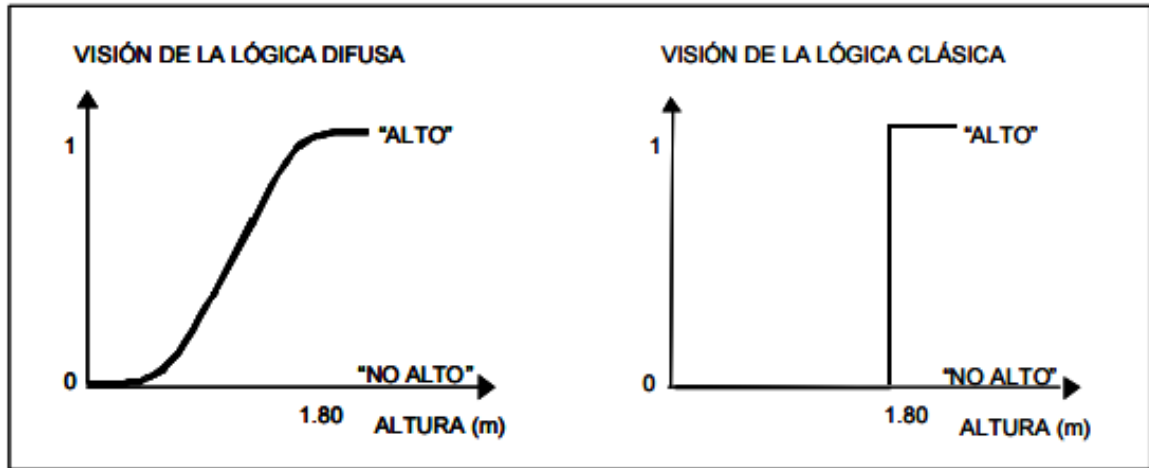
El mundo en el que vivimos existe mucho conocimiento ambiguo e impreciso por naturaleza, el razonamiento humano actúa con frecuencia con este tipo de información; [24] la lógica difusa es una metodología que proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información imprecisa, ambigua, incompleta, etc. [25] En general, la lógica difusa imita como una persona toma decisiones basada en información con las anteriores características.

La lógica difusa permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con información precisa. El problema principal surge por la poca capacidad de expresión de la lógica clásica. [26]

También es llamada lógica borrosa la cual aplica conceptos que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilan entre dos extremos, la verdad absoluta y la falsedad total. Conviene recalcar que lo que es difuso, borroso, impreciso o vago no es la lógica en sí, sino el objeto que estudia: expresa la falta de definición del concepto al que se aplica.

De esta manera, los sistemas de control basados en lógica difusa combinan variables de entrada, definidas en términos de conjuntos difusos, por medio de grupos de reglas que producen uno o varios valores de salida.

Figura 14. Lógica Clásica vs Lógica Difusa



Fuente: [25]

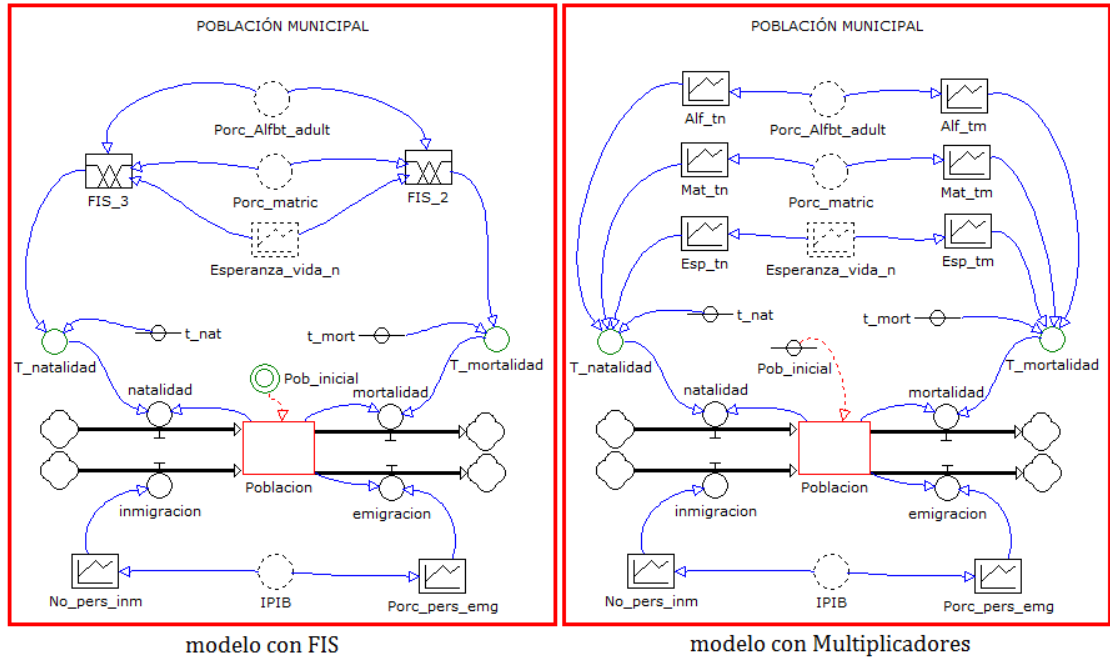
A continuación, se describen los sectores del modelo y su respectiva comparación de los resultados de la simulación:

## SECTORES

### - Población municipal:

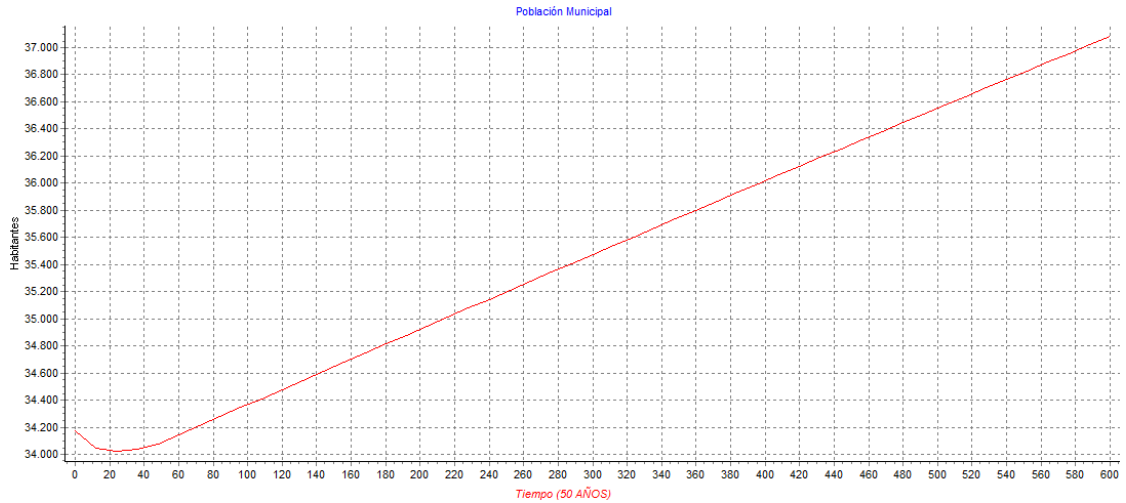
Describe los habitantes de un municipio influyendo en este cálculo factores como fecundación, educación, salud y migración.

Figura 15. Modelo con FIS y Modelo con Multiplicadores



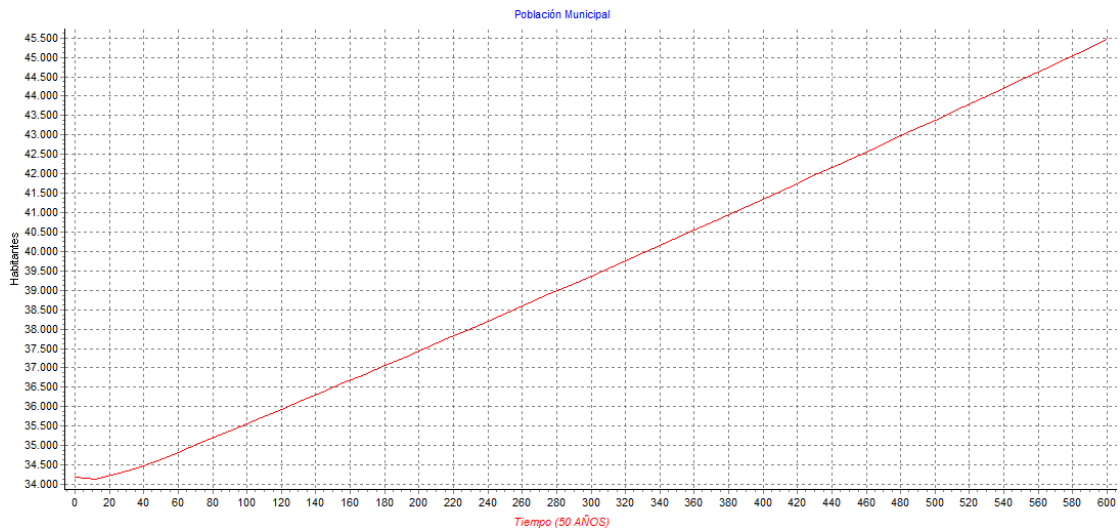
Fuente: Autor

Figura 16. Simulación (FIS) – Población Municipal



Fuente: Autor

Figura 17. Simulación (Multiplicadores)– Población Municipal

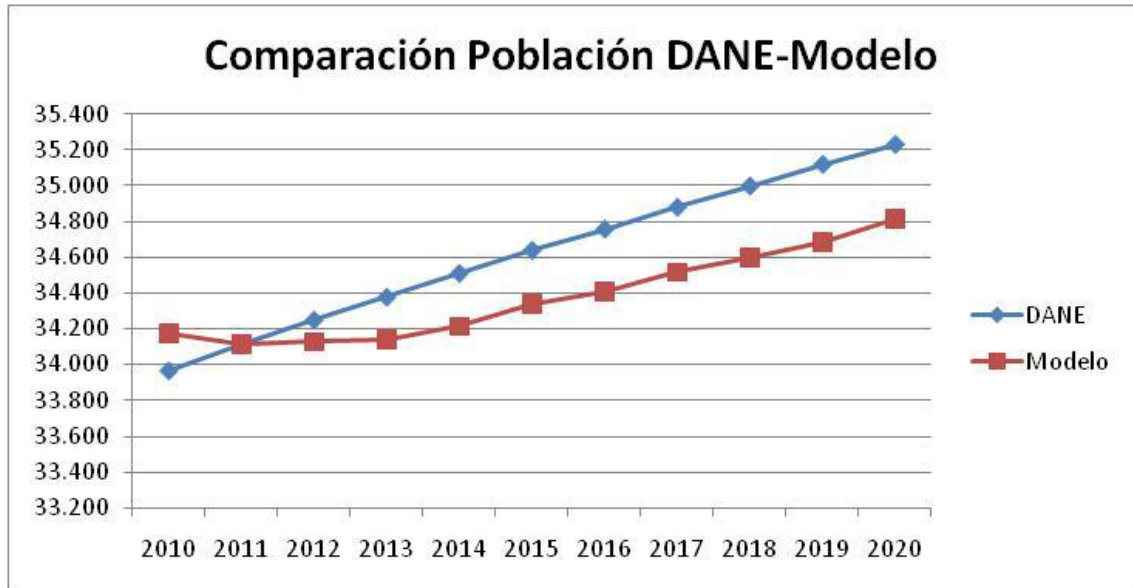


Fuente: Autor

Claramente se observa una gran diferencia en cuanto al aumento de la Población con respecto al tiempo, mientras la Figura 14 alcanza una población de 37082 habitantes, la Figura 15 alcanza un total de 45466 Habitantes.

Con el fin de conocer si el prototipo final se asemeja a la realidad, se hace una analogía de la población que resulta de la simulación del modelo y la proyección de población del DANE (2010):

Figura 18. Comparación Población - DANE (2010) y Modelo



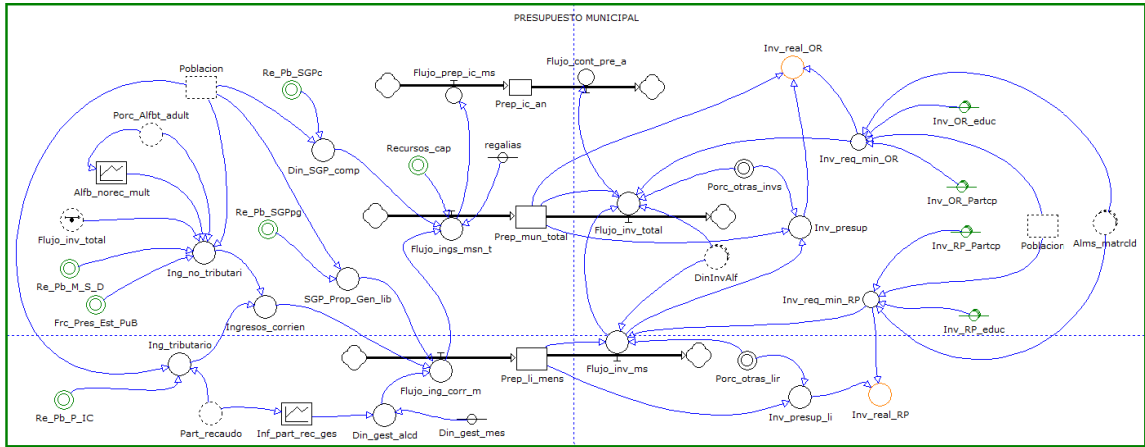
Fuente: Natalia Díaz et al (2010)

En la gráfica se aprecia que tanto los datos obtenidos por el DANE y los datos del modelo tienen un comportamiento muy similar, a pesar de que hay una pequeña diferencia, esto se debe a que el modelo está aún en fase de desarrollo y los datos que se obtienen de algunas variables o parámetros son aproximaciones y estudios realizados en compañía de expertos en el tema tanto de Modelado con dinámica de Sistemas y Administración Municipal.

- **Presupuesto Municipal:**

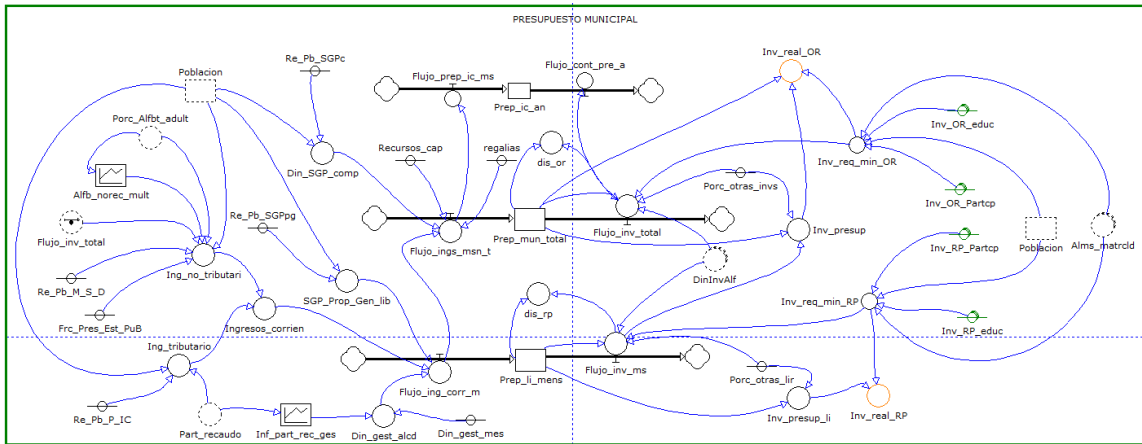
Analiza la composición, funcionamiento y comportamiento del presupuesto municipal enfocado al de libre inversión en relación con el crecimiento poblacional y la inversión que se hace de este.

Figura 19. Presupuesto Municipal (FIS)



Fuente: Autor

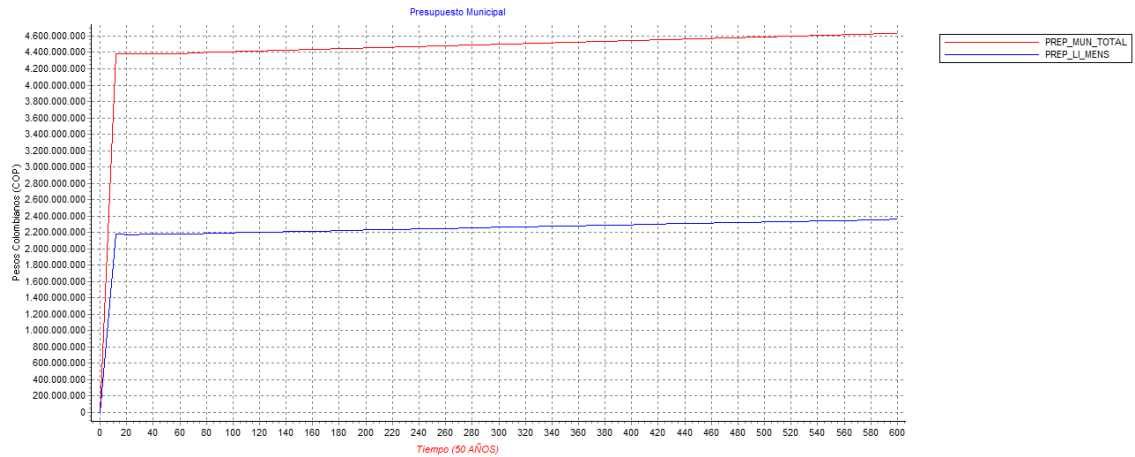
Figura 20. Presupuesto Municipal (Multiplicadores)



Fuente: Autor

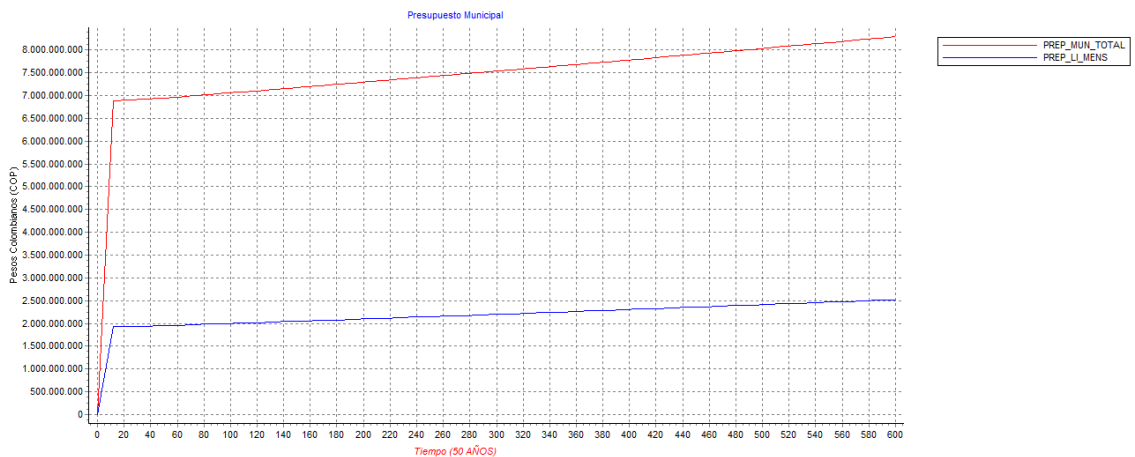
Cabe recalcar que este sector no tiene FIS, sólo se hace la comparación de resultados de la simulación para ver las diferencias entre ambos modelos, ya que el presupuesto Municipal está ligado a la Población del Municipio, así que sí en el modelo poblacional tiende a desbordarse, entonces el presupuesto tendrá un aumento considerable.

Figura 21. Simulación (FIS) – Presupuesto Municipal



Fuente: Autor

Figura 22. . Simulación (Multiplicadores) – Presupuesto Municipal



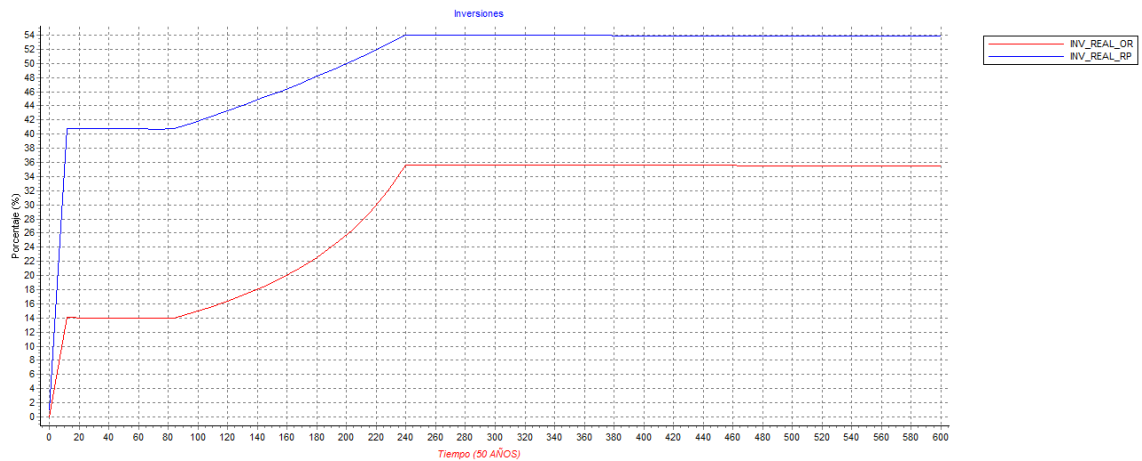
Fuente: Autor

Se nota una diferencia entre los dos modelos, Mientras la figura 19 alcanza un presupuesto Municipal Total de casi 4600 millones y un Presupuesto de Libre inversión de aproximadamente 2200 millones, la Figura 20 alcanza un valor de más de 8 mil millones en presupuesto municipal y un valor de aproximadamente 2500 millones en el presupuesto de libre Inversión.

Ambos comportamientos son coherentes con la realidad, pero para la segunda gráfica, se tiene un aumento considerable ya que el presupuesto depende netamente de la población, a medida que la población aumenta, el presupuesto también lo hará.

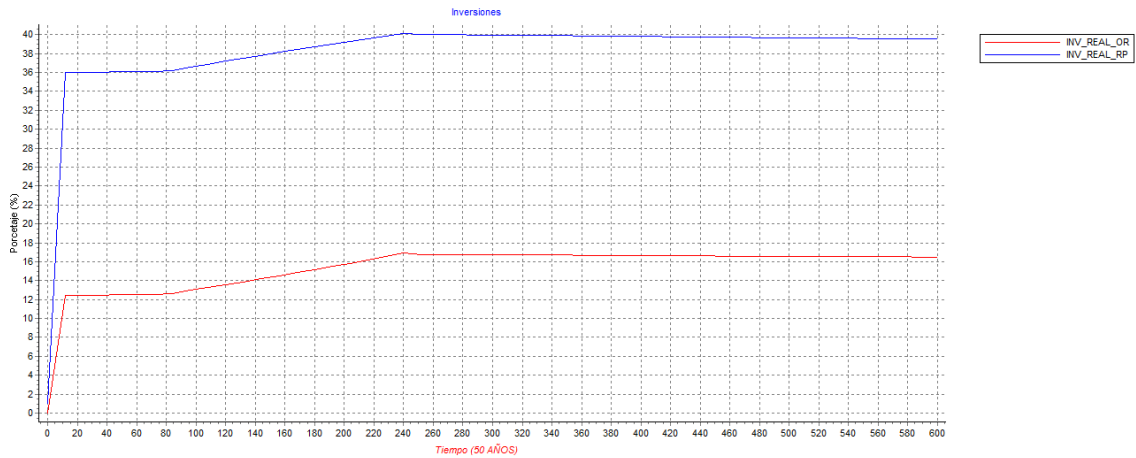
Teniendo como base el presupuesto municipal, se procede a observar el comportamiento de las inversiones reales (Inversiones reales con recursos propios e Inversiones reales con otros recursos) que se realizan en el municipio:

Figura 23. Simulación de Inversión real con Recursos Propios y Otros Recursos (FIS)



Fuente: Autor

Figura 24. Simulación de Inversión real con Recursos Propios y Otros Recursos (Multiplicadores)



Fuente: Autor

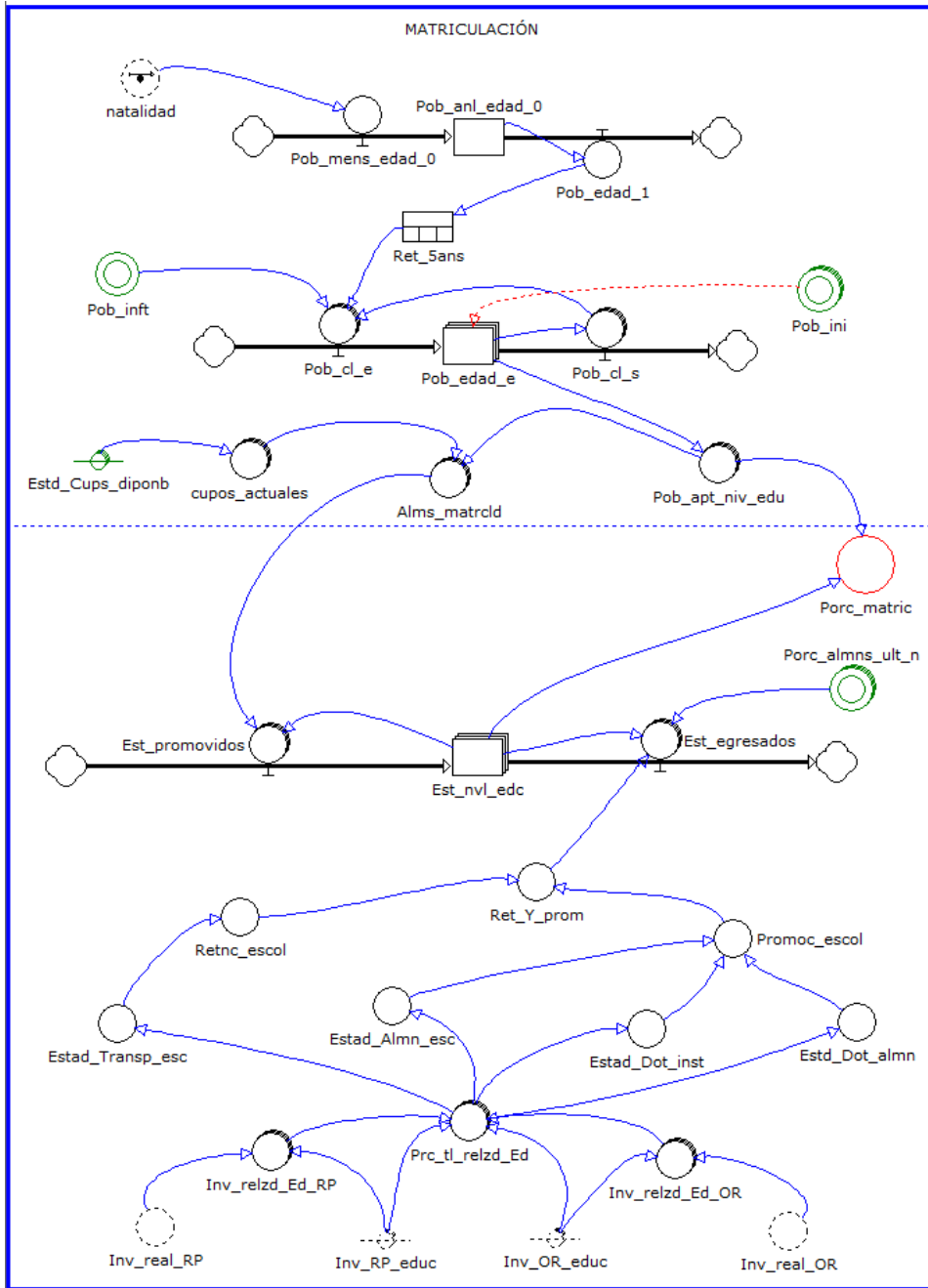
Notamos que la inversión que se hace con recursos propios del municipio es mayor a la inversión de otros recursos a pesar de que el presupuesto de libre inversión es menor al presupuesto total municipal, este fenómeno se puede explicar con el hecho de que el porcentaje de inversión a educación y salud por parte de otros recursos es más alto que el porcentaje de los recursos propios del municipio.

Hay una diferencia entre las dos gráficas, ya que para la figura 10, las inversiones llegan a ser de casi el 36 % para otros recursos y un 54% para recursos propios; mientras que en la gráfica 11 se nota un valor de 17% para otros recursos y un valor de 40% para recursos propios

- **Matriculación:**

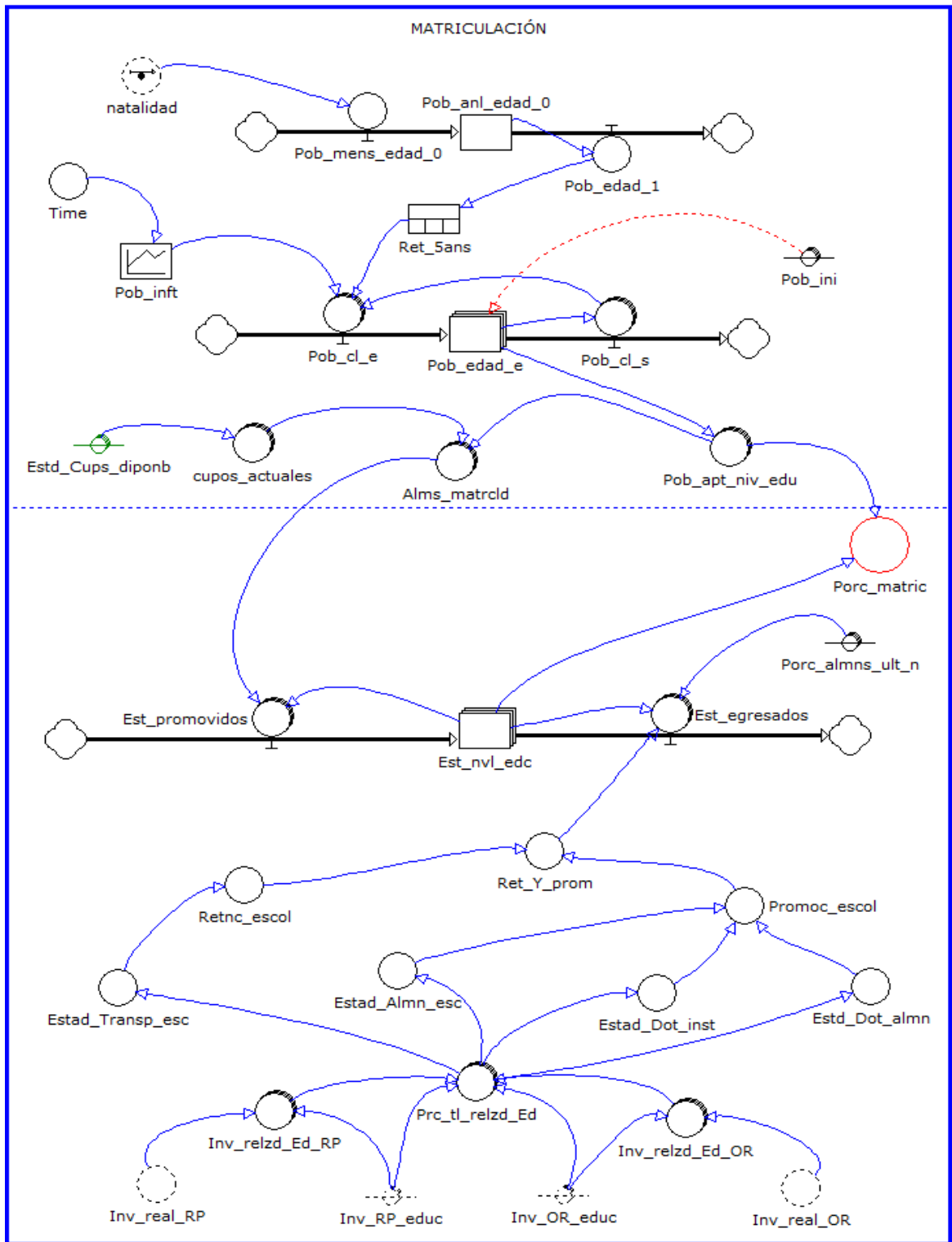
Define los componentes que influyen en la matriculación de un municipio examinando sus propiedades y las relaciones con otros sectores del modelo.

Figura 25. Matriculación (FIS)



Fuente: Autor

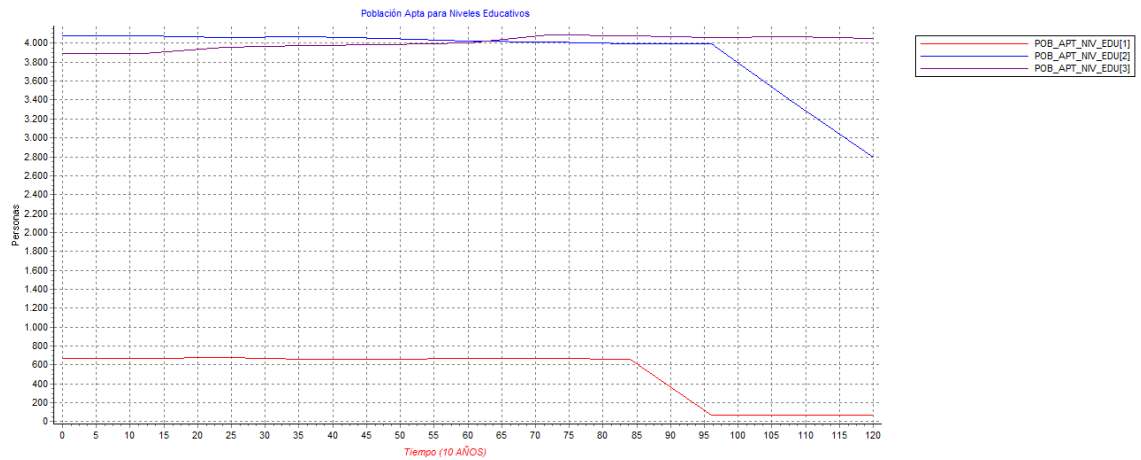
Figura 26. Matriculación (Multiplicadores)



Fuente: Autor

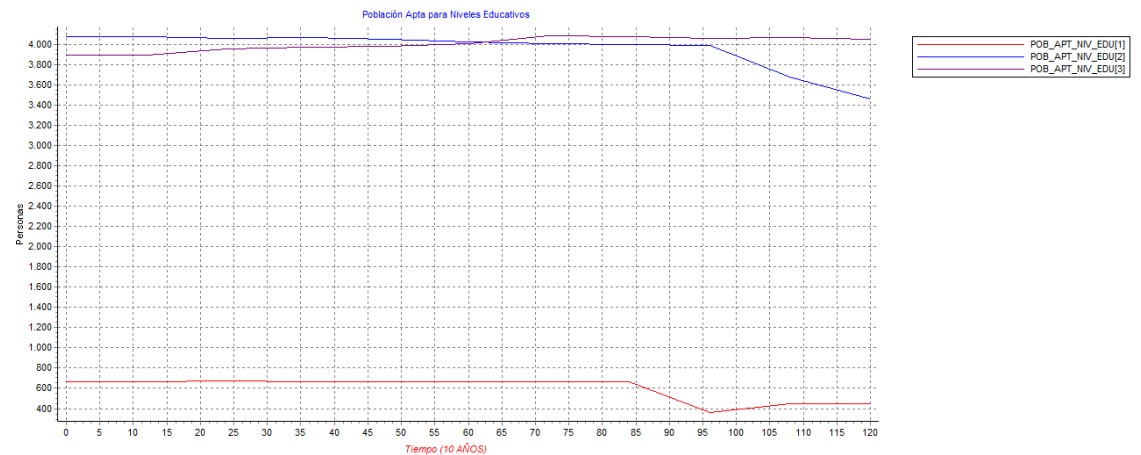
Cabe recalcar que este sector tampoco cuenta con FIS en ninguno de los dos casos, sólo se hace el respectivo análisis de cada uno para ver diferencias entre los dos modelos.

Figura 27. Simulación Niños aptos para Niveles Educativos (FIS)



Fuente: Autor

Figura 28. Simulación Niños aptos para Niveles Educativos (Multiplicadores)



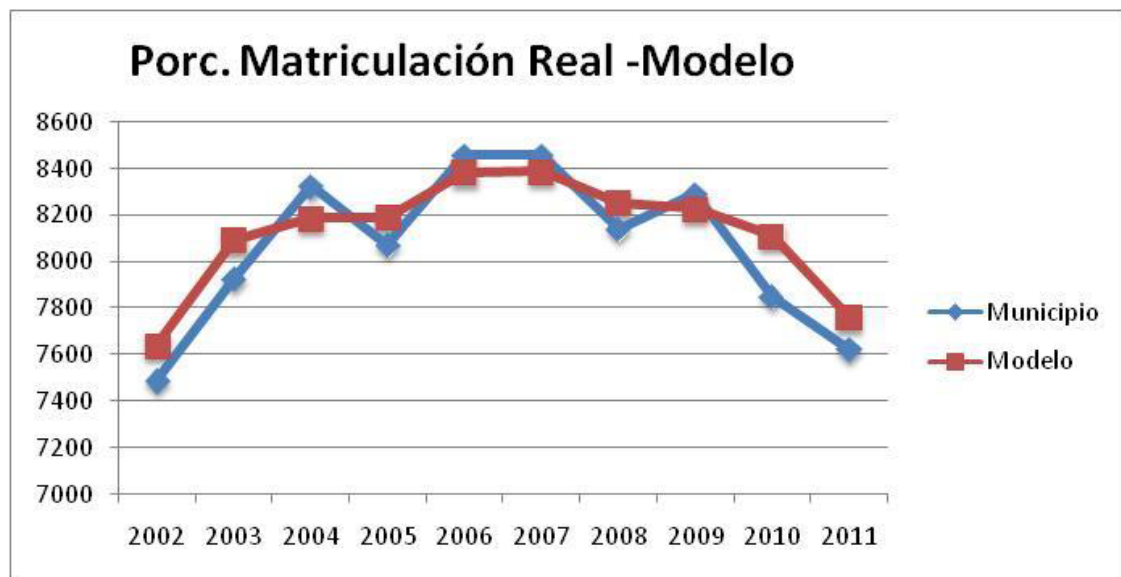
Fuente: Autor

Los modelos se basan en los tres niveles educativos los cuales son: Preescolar (6 años), Primaria (7,8,9,10 y 11 años) y secundaria (12,13,14,15,16 y 17 años), el comportamiento de ambas gráficas son muy parecidas, se nota un cambio después

de 8 años en los que la población apta para estudiar empieza a disminuir ya sea porque la población no crece lo suficientemente rápido para llenar los cupos estudiantiles o porque mucha población infantil se dedica a trabajar y no a estudiar, caso muy particular que sucede en la mayoría de municipios de Colombia.

A continuación, se muestra una analogía entre la matriculación del modelo y el municipio con el fin de conocer si el modelo tiene un comportamiento similar a la realidad y el resultado es el siguiente:

Figura 29. Comparación Matriculación en el Municipio y el Modelo

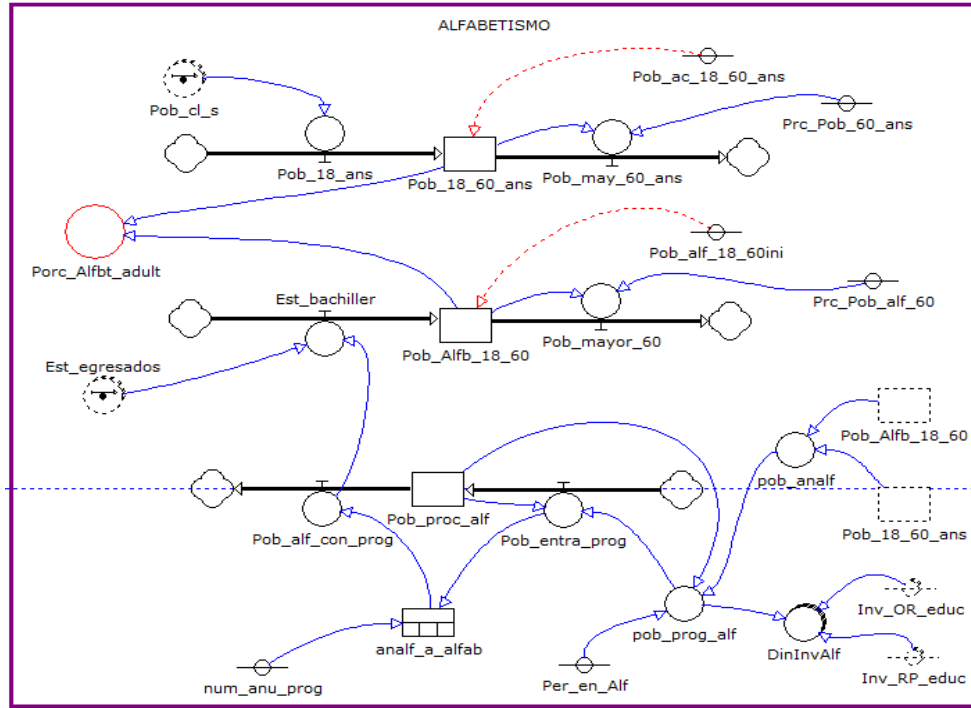


Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Los resultados obtenidos mediante la simulación del modelo indican que llevan una trayectoria muy similar sin embargo se debe aclarar que el modelo se realizó con condiciones ideales, es decir, sin deserción escolar (todo niño que nace, entra a estudiar).



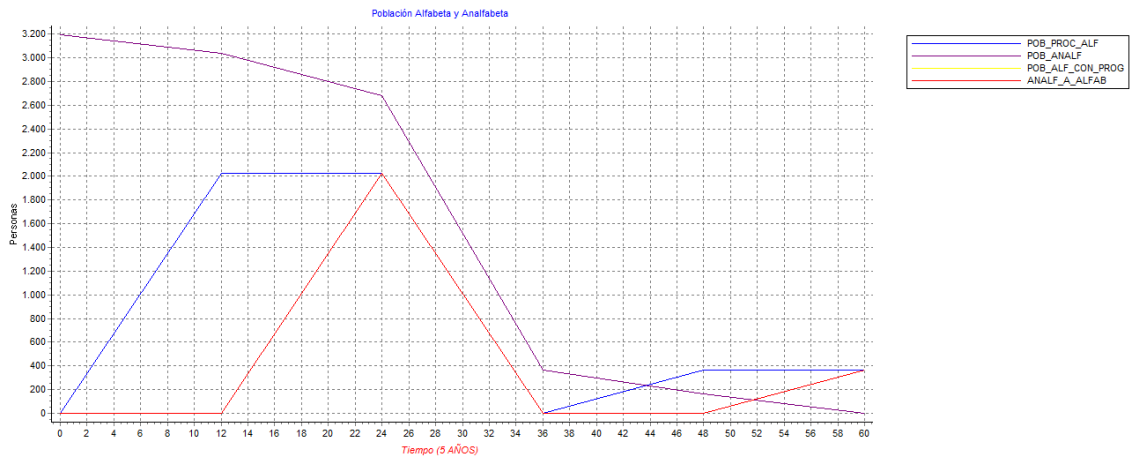
Figura 31. Alfabetismo (Multiplicadores)



Fuente: Autor

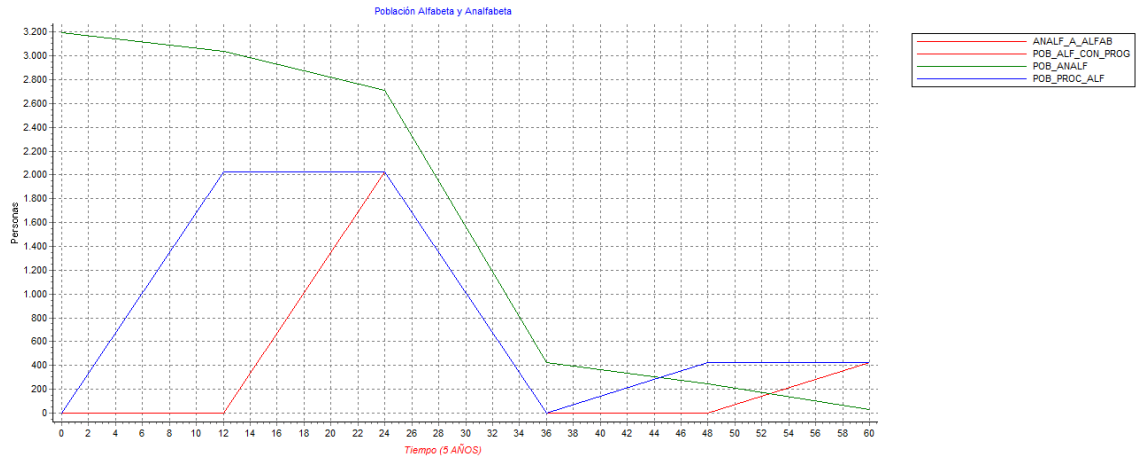
Este sector tampoco cuenta con FIS en los modelos, se aclara que se hace un análisis de los dos modelos para su respectivo análisis y comparación.

Figura 32. Simulación de Alfabetización en el Municipio (FIS)



Fuente: Autor

Figura 33. Simulación de Alfabetización en el Municipio (Multiplicadores)

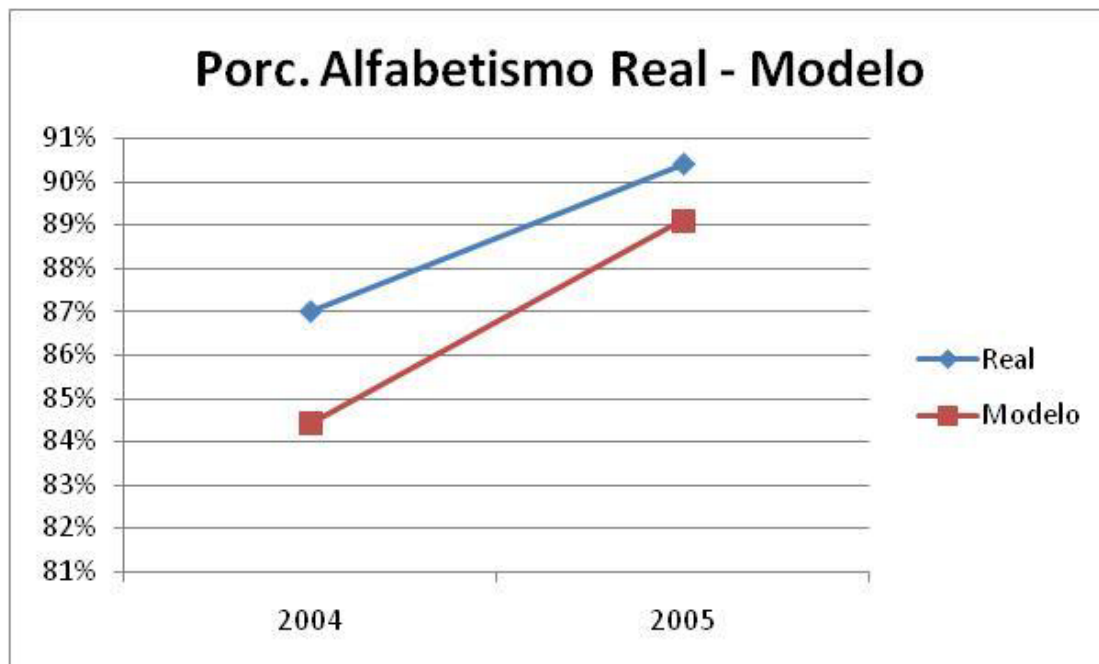


Fuente: Autor

La simulación se hizo hasta los 5 años para que se apreciara mejor la gráfica. Se observa que en ambas graficas el comportamiento es similar, tienen un mínimo de diferencia entre ellos. Al cabo de los dos años que dura un programa de alfabetización se nota que la población analfabeta disminuye, así como también el número de personas que se encuentran en estos programas ya que, al cabo de estos dos años, ellos salen del programa y pasan a ser parte de las personas con alfabetización. Cabe recalcar que el modelo se realiza en condiciones óptimas, esto quiere decir que no se toma en el modelo la deserción de las personas.

Ahora se realiza una comparación con datos anteriores a los trabajos en el modelo, se nota que el alfabetismo ha ido en constante crecimiento al transcurrir los años consiguiendo de cierta forma el mejoramiento de la calidad de vida del municipio.

Figura 34. Comparación Alfabetismo entre el Municipio y el Modelo

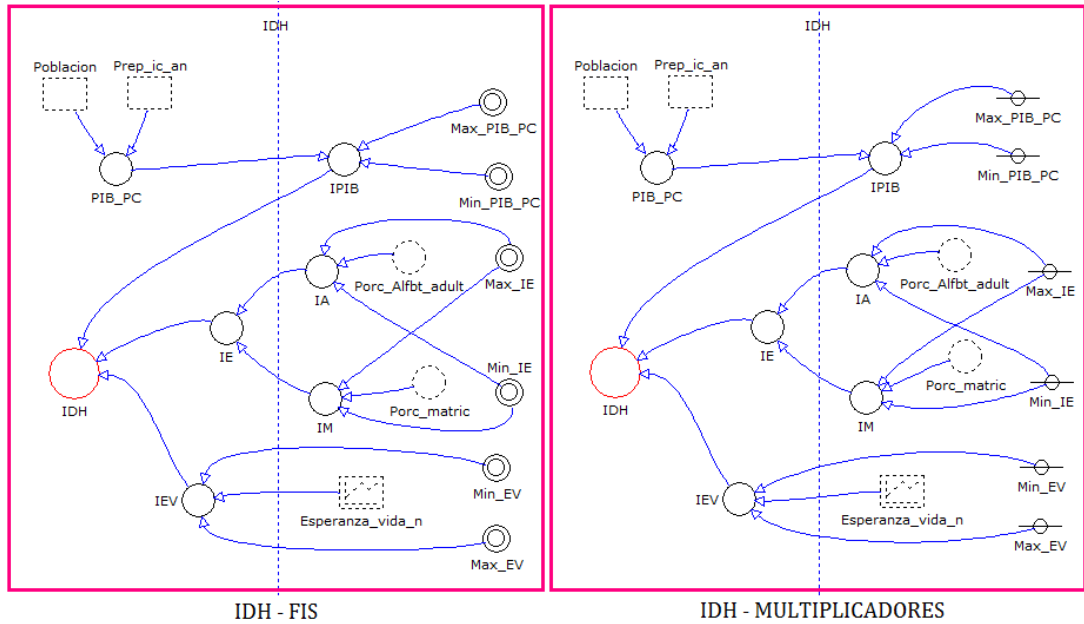


Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

- **IDH:**

Componente descrito por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para medir el nivel de desarrollo en cuanto a la calidad de vida de una región.

Figura 35. Índice de Desarrollo Humano (IDH)



Fuente: Autor

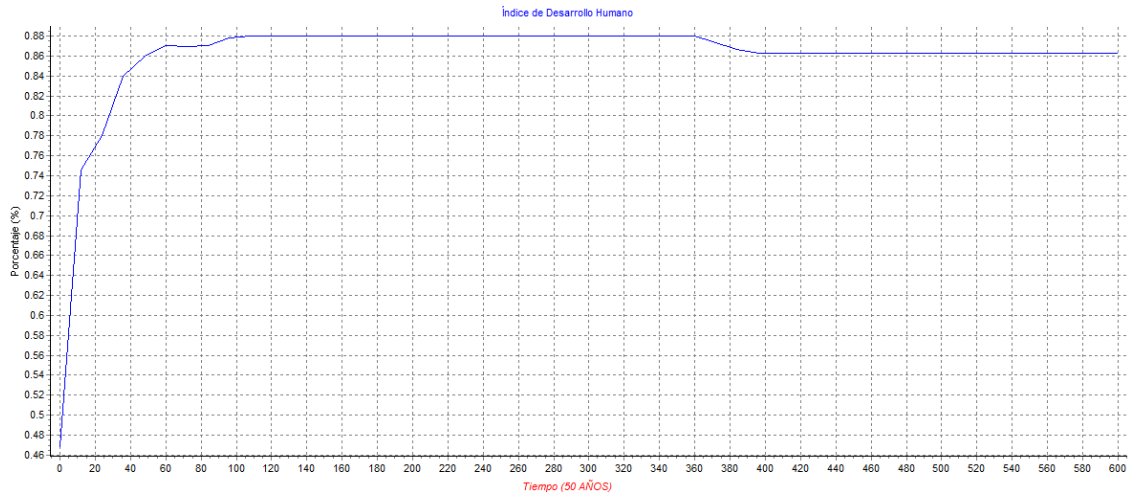
El valor del IDH oscila entre 0 y 1, para países muy pobres este valor tiende a ser casi 0, mientras países en donde la calidad de vida es muy alta tiende a un valor cercano a 1. Existe una tabla de límites en donde clasifican a cada país por el puntaje obtenido del IDH, este puntaje está de la siguiente manera:

- País con Desarrollo Humano alto ( $IDH \geq 0.8$ )
- País con Desarrollo Humano medio ( $0.5 \leq IDH < 0.8$ )
- País con Desarrollo Humano bajo ( $IDH < 0.5$ )

Cada factor del IDH tiene un mínimo y un máximo valor los cuales ayudan al cálculo de cada variable. Además, se observa la división que se hace en la variable IE pues la Educación se mide por dos elementos: alfabetismo y matriculación.

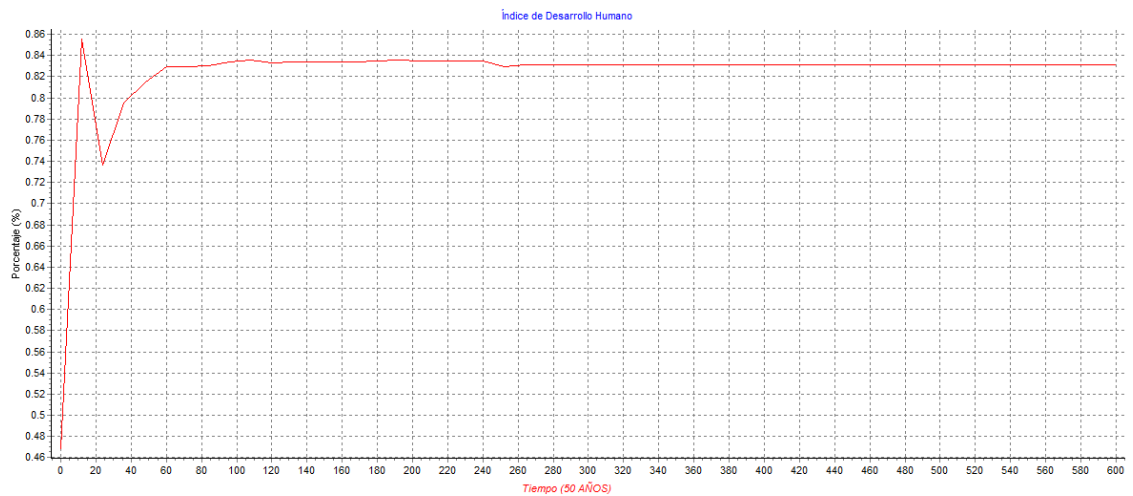
A continuación, se muestra la simulación de ambos modelos para su respectivo estudio y comparación entre utilizar Lógica Difusa y utilizar Multiplicadores:

Figura 36. Simulación IDH (FIS)



Fuente: Autor

Figura 37. Simulación IDH – Multiplicadores



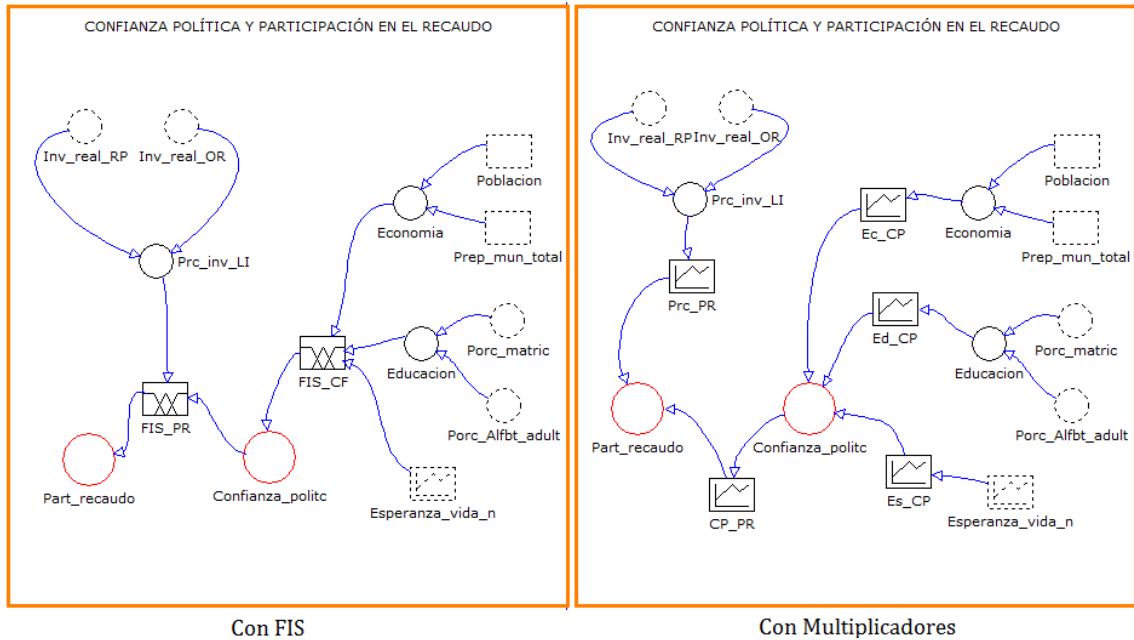
Fuente: Autor

La calidad de vida para el municipio de San Vicente de Chucuri no es mala, ya que la alcaldía municipal ha sumado esfuerzo en mejorar la educación dando facilidades a los estudiantes y promoviendo conocimiento para todos. Ambas simulaciones muestran un comportamiento similar a pesar de que en los primeros meses es donde hay una diferencia.

- **Confianza política y Participación en el Recaudo:**

Este sector define los factores que influyen en la confianza que se tiene hacia un mandatario (alcalde) y cómo esta confianza influye en la participación en el recaudo de dinero (Impuestos) en el municipio.

Figura 38. Confianza Política y Participación en el recaudo

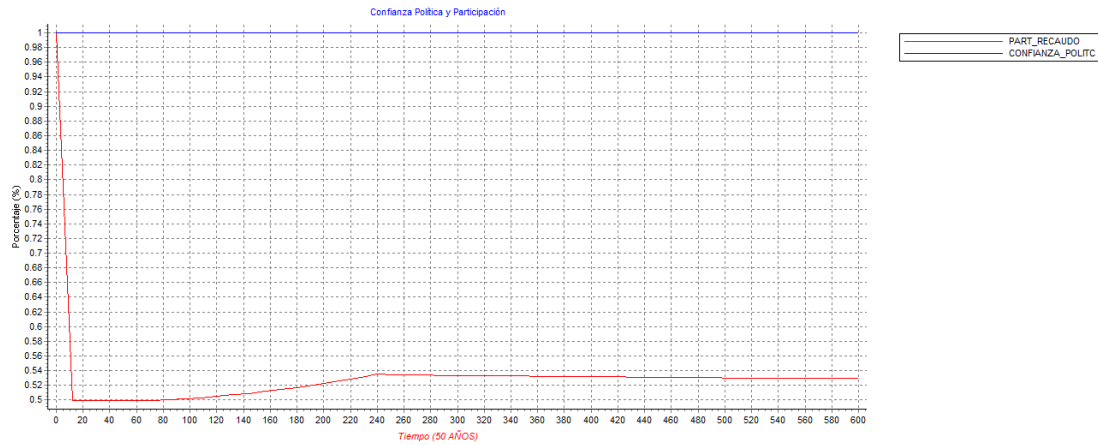


Fuente: Autor

Para hallar el nivel de confianza y la participación en el recaudo se toma en consideración la influencia de los componentes del IDH mas no el IDH en sí, dependiendo de qué tanta confianza haya en el municipio esto incentiva a las personas a participar en el recaudo del mismo.

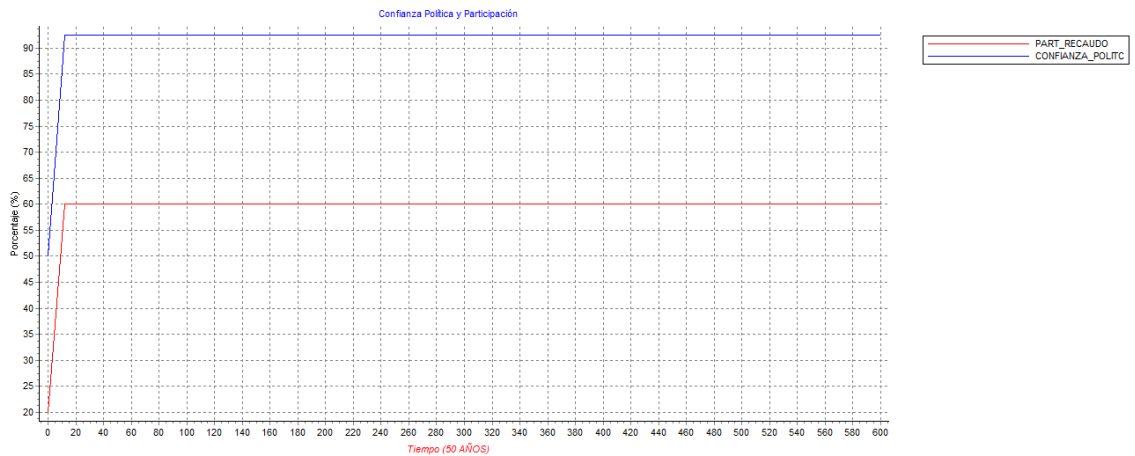
Para este sector no se tuvo en cuenta el nivel de corrupción de la región puesto que no se tienen medidas cuantitativas de este concepto, sin embargo, no es recomendable incluirlo ya que podría interferir negativamente en la experiencia municipal.

Figura 39. Simulación Confianza Política y Participación en el Recaudo (FIS)



Fuente: Autor

Figura 40. Simulación Confianza Política y Participación en el Recaudo (Multiplicadores)



Fuente: Autor

Para la Figura 37 se observa que la confianza política esta inicialmente con un valor de 50% y al cabo de un año aumenta hasta llegar a un valor de 90% y manteniéndose constante en este valor, mientras la Figura 38 se observa que la confianza política siempre permanece en 100%, mientras que la participación en el

recaudo al cabo de un año se encuentra en un 50% y a medida que pasa el tiempo aumenta gradualmente hasta llegar a un valor de casi 54%.

Estas simulaciones se hicieron sin modificar los parámetros de inversión de cada una, ya que, si se aumentara la inversión hecha para cada modelo, entonces el comportamiento de este sector aumentaría en base a la inversión realizada. Los valores son más coherentes y más similares a la realidad en la primera grafica en la que se utiliza Lógica Difusa, se debe estudiar un poco más los multiplicadores para arreglar en cierta medida el comportamiento de este sector.

Por otro lado, en Colombia existe una corporación que adaptó el modelo de trabajo diseñado por transparencia internacional, el cual es una metodología que pretende, en la práctica, impactar de manera simultánea e intersectorial las instituciones públicas del Estado colombiano, el sector empresarial que invierte en el país y la sociedad civil nacional, que ejerce control social para la defensa de lo público (Corporación Transparencia por Colombia, 1998).

Esta corporación define un índice de transparencia nacional, uno departamental y otro que para este caso es el que más nos interesa que es el índice de transparencia municipal donde miden el riesgo de corrupción que hay en determinada región.

Con el índice de transparencia municipal se podría hacer una analogía con respecto a la confianza política. La transparencia municipal se mide por 3 aspectos principales: La visibilidad (33.33%), Institucionalidad (33.33%) y Control y sanción (33.33%). El resultado de este índice se clasificará de la siguiente manera: [27]

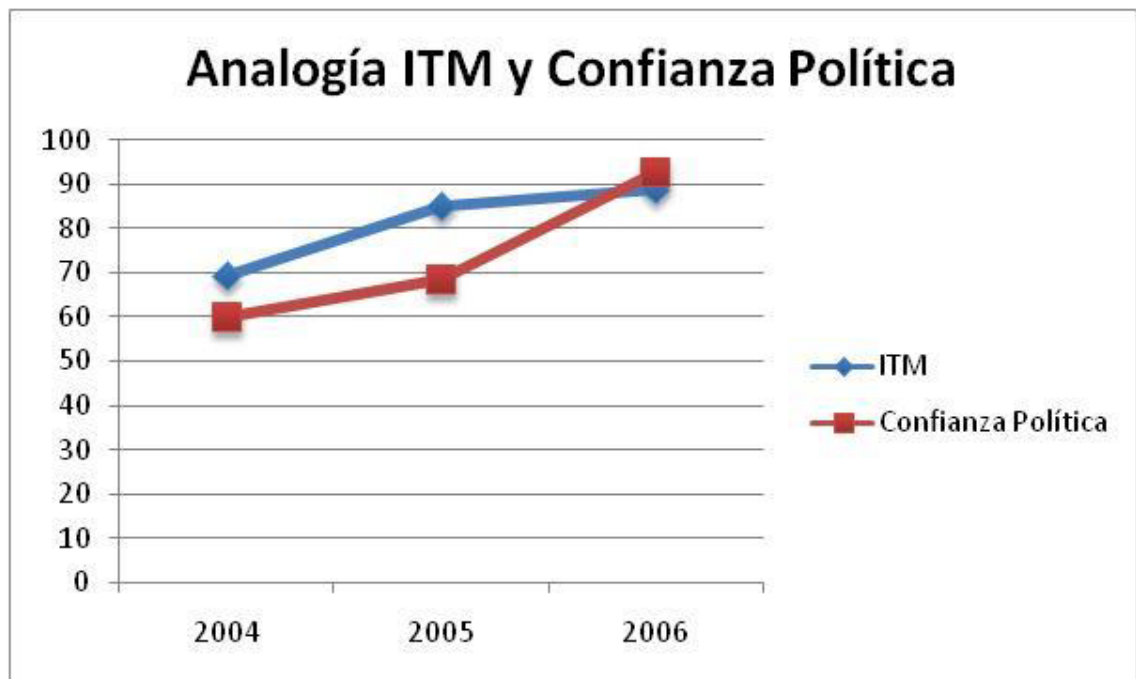
Tabla 9. Niveles de Riesgo de Corrupción

NIVELES DE RIESGO DE CORRUPCIÓN	
BAJO	89,5 – 100
MODERADO	74,5 – 89,4
MEDIO	60 – 74,4
ALTO	44,5 – 59,9
MUY ALTO	0 – 44,4

Fuente: Corporación Transparente por Colombia

Para este comportamiento se va a tomar los valores del índice de transparencia municipal en los últimos 3 años de San Vicente de Chucurí y valores generados por la gráfica de la confianza política definida por el modelo.

Figura 41. Analogía entre Índice de Transparencia Municipal y Confianza Política



Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Si bien no tienen valores cercanos al inicio debido a que la confianza política en el modelo inicia después de unos años, sin embargo, las dos crecen al transcurrir el tiempo llegando a valores muy cercanos al final. Con el factor confianza política no se quiere dar a entender que se está midiendo la corrupción en una región, pero se hizo la comparación porque era el factor más aproximado y cuantificable que se tenía.

#### - **Participación Comunitaria:**

Se define el sector salud del municipio contemplando los factores por los cuales muere la población. La participación comunitaria se mide por 4 factores:

- **Colaboración:** es la participación por parte de los usuarios con los programas institucionales, esta clase de participación no intenta desarrollar una capacidad crítica e independiente en la actitud de la comunidad, además no promueve conciencia sobre derechos, ni sobre el sentido que tiene la cooperación en acciones decididas, programadas y coordinadas desde las instituciones. Esta clase de participación convierte a la población en artefacto para agilizar acciones institucionales.
- **Cogestión:** significa un avance hacia la participación autónoma. El distanciamiento del Estado de sus ciudadanos, el debilitamiento de su legitimidad, su incapacidad para resolver los problemas más urgentes, y las presiones sociales para la ampliación de la democracia, han llevado en sus últimos años a extender los espacios de participación ciudadana, consagrada ahora como un derecho constitucional y como una obligación del Estado. En el sentido más estricto la cogestión significa intervención en decisiones, supone descentralización democratización del poder y de los mecanismos de acceder a él.
- **Autogestión:** constituye una forma más independiente de participación y puede surgir de procesos inicialmente exigidos que avanzan hacia la autonomía, ya sea porque la institución patrocinadora la promueve, o porque

la organización a la cual le exigen estos procesos, empieza en algún momento a forcejar para su manumisión, también puede surgir directamente desde la base social, como iniciativa animada por el principio de autodeterminación.

- Negociación: Participación es entendida como una clase de negociación sin embargo se mueve dentro de una lógica diferente. En el caso extremo es considerado que las organizaciones comunitarias no deben ser coparticipes de la oferta de servicios.

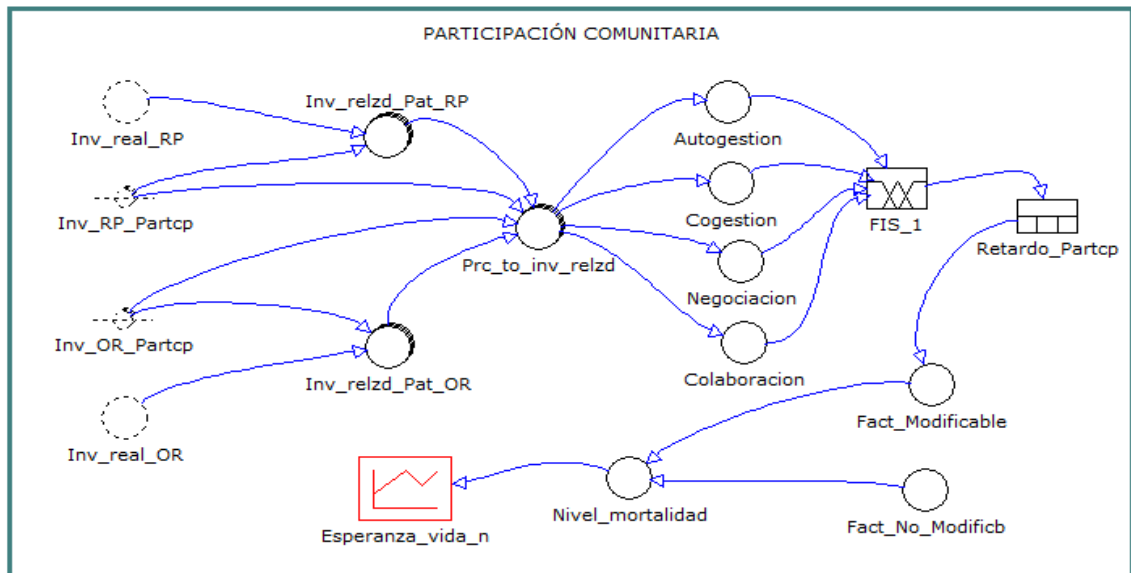
En este enfoque se deja al Estado y sus instituciones la responsabilidad del desarrollo social, dejándolo como una obligación de este el prestar servicios a toda la población con eficiencia y calidad. Para el tema de la salud, el auto cuidado y los hábitos saludables podrían estar a cargo de la población, pero el Estado estaría obligado a ofrecer atención, con categoría, a todos los ciudadanos, el otro caso de la participación se enfoca en llegar a un acuerdo sobre las circunstancias de cobertura, calidad de oferta y su control.

Estas formas de participación no se dan en la realidad en forma depurada ni se excluyen mutuamente. Tampoco tienen una connotación de bueno o malo. Hay que verlos en la perspectiva de eficacia con respecto a objetivos de salud y en la óptica de su contribución a la formación de ciudadanos con criterio, conciencia y capacidad para decidir y actuar con responsabilidad (OSORIO CALDERÓN, 2010, pág. 70).

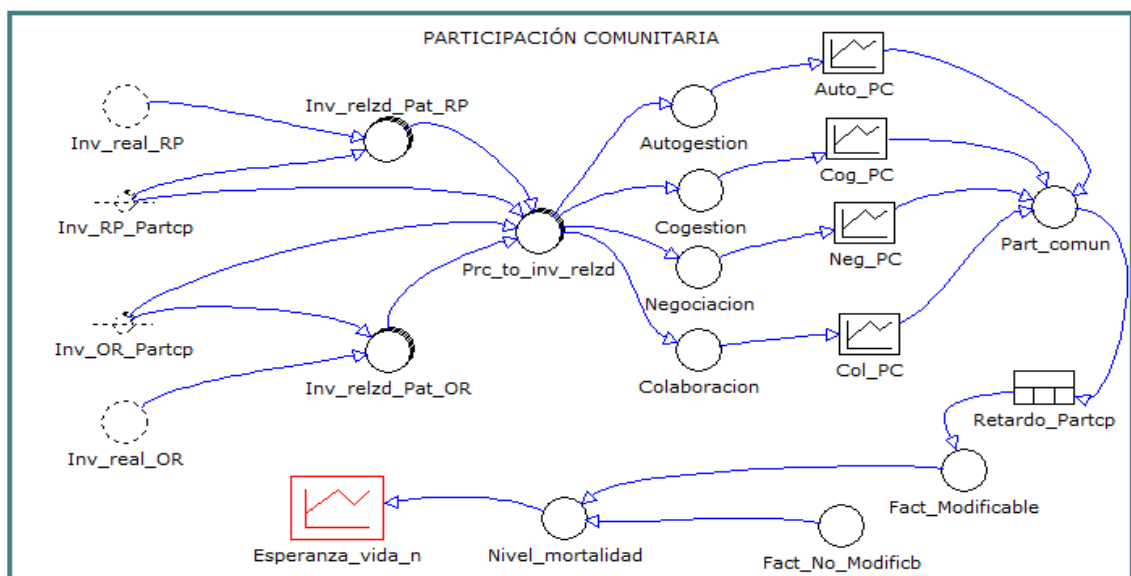
De acuerdo a la inversión que se haga en los mecanismos de participación comunitaria se tendrá una transformación en el factor modificable, que es el factor que define las personas que mueren por causas de mala alimentación, falta de deporte, exposición de situaciones de riesgos, entre otros. Cuando una persona se involucra en mejorar su bienestar puede llegar a prevenir enfermedades, se transforma en protagonista influyendo positivamente no sólo en su salud sino en la de las personas que lo rodean.

Existe un factor no modificable en el modelo que define las personas que mueren por causas como vejez, raza, género, herencia, es decir, aquellas muertes que son casi inevitables, es decir, que, aunque la persona tenga un cuidado estricto en su salud puede llegar en algún momento a la muerte. [28]

Figura 42. Participación Comunitaria



PARTICIPACION COMUNITARIA CON FIS



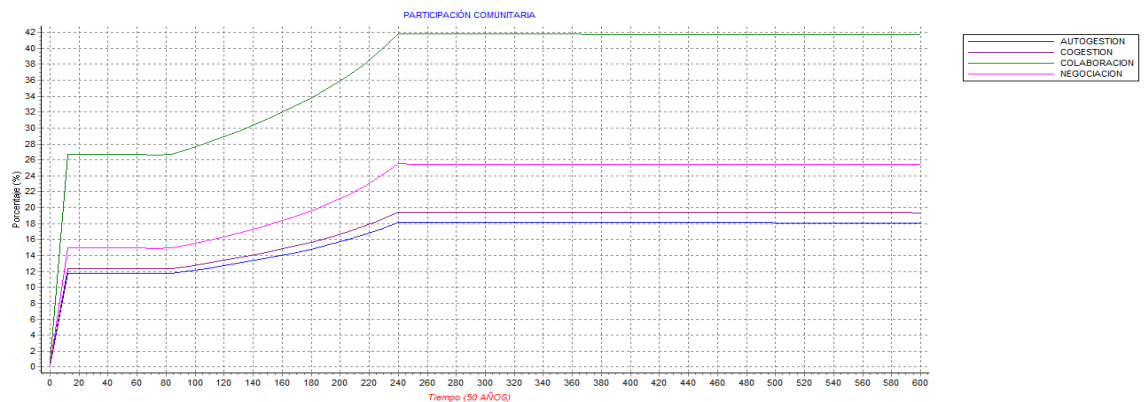
PARTICIPACION COMUNITARIA CON MULTIPLICADORES

Fuente: Autor

En este último sector se encuentra un sistema de inferencia difuso (FIS) el cual recibe los valores de los 4 mecanismos de participación comunitaria y mediante un cierto conjunto de reglas en la variable calcula en qué nivel se encuentra la participación comunitaria. Mientras que el otro modelo tiene un multiplicador creado por cada mecanismo el cual se basó a partir de charlas con expertos en el tema.

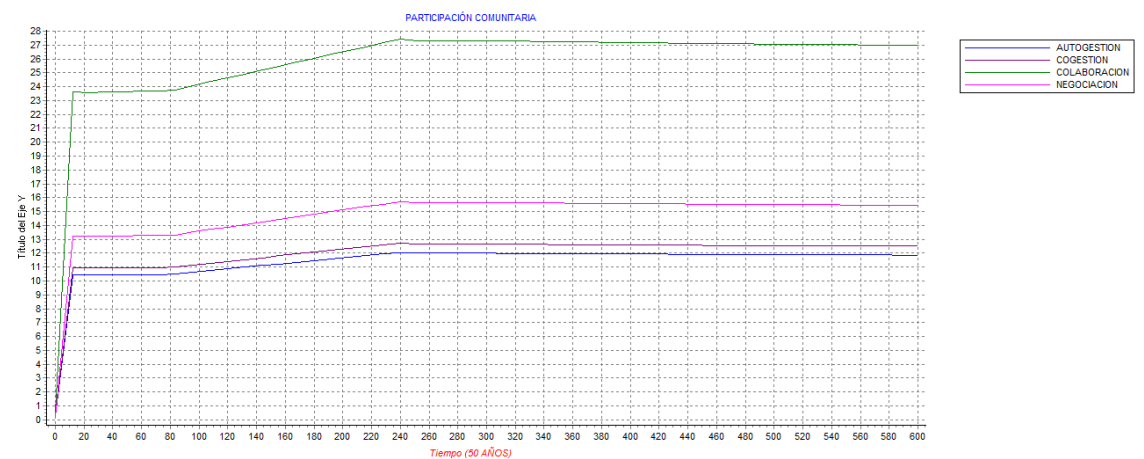
A continuación, se muestra el comportamiento de los dos modelos para su respectivo análisis y comparación entre ellos:

Figura 43. Simulación – Participación Comunitaria (FIS)



Fuente: Autor

Figura 44. Simulación – Participación Comunitaria (Multiplicadores)

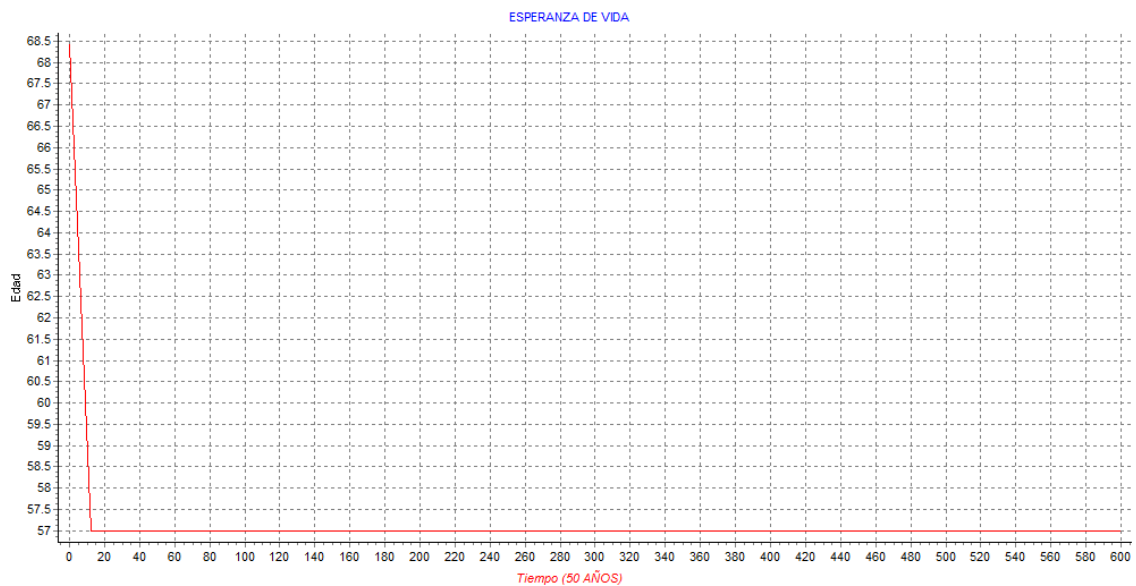


Fuente: Autor

En las gráficas se puede notar el comportamiento que tienen los 4 mecanismos que influyen en la participación comunitaria, la figura 41 tiene un valor un poco por encima de lo que se muestra en la figura 42, pero no quiere decir que una esté bien y la otra no, son comparaciones para demostrar que usando un modelo con Lógica Difusa, los comportamientos se asemejan más a la realidad ya que muchos de los datos están incompletos y se debe recurrir a este tipo de solución para dar una aproximación cercana a la real.

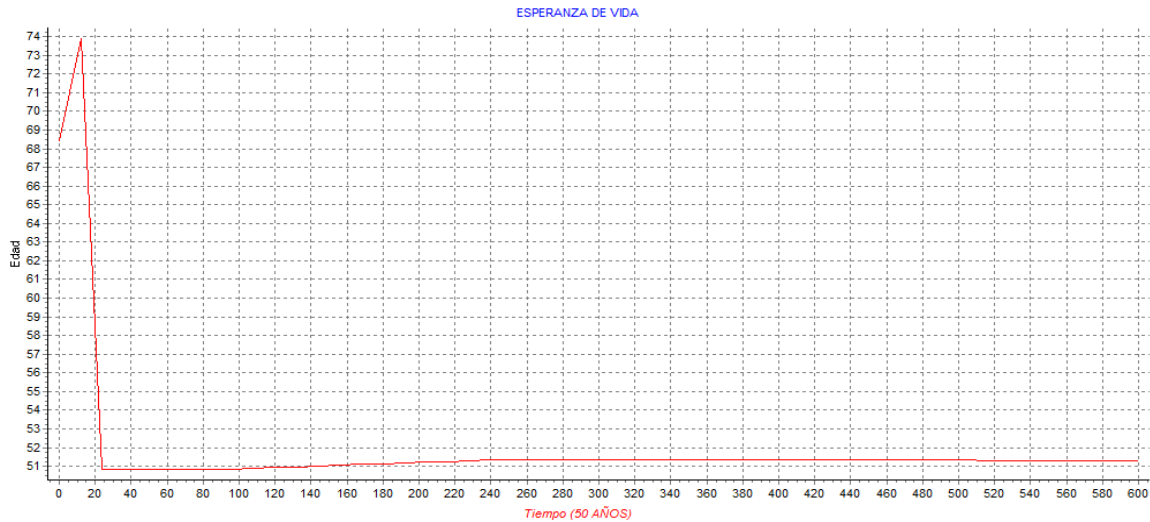
A continuación, se muestran las gráficas del comportamiento de la esperanza de vida para ambos modelos:

Figura 45. Simulación – Esperanza de Vida (FIS)



Fuente: Autor

Figura 46. Simulación – Esperanza de Vida (Multiplicadores)



Fuente: Autor

Las simulaciones anteriores se hicieron sin realizar una mayor inversión en los mecanismos de la participación comunitaria y se nota que la esperanza de vida de la población es muy baja, llega a un valor un poco más de 57 años para la Figura 43 y 51 años para la Figura 44.

#### **MEJORAS PARA EL MODELO:**

1. En el sector del IDH se debe actualizar el valor de una variable para calcular el Índice de esperanza de Vida (Max\_EV), ya que en los últimos años este valor pasó de ser de 75 años a un valor de 85 años según el PNUD. [29]
2. Documentación en el modelo acerca de las descripciones de cada variable con su respectiva fuente y unidades de medida de estas.
3. Definir si las variables constantes se trabajen como parámetros o como exógenas.
4. Implementar los nuevos indicadores del IDH según el PNUD:
  - Coeficiente de GINI,
  - Índice de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad (IDH-D),
  - Índice de desigualdad de Género (IDG)

## **ANEXO B. Análisis Crítico de la herramienta Software - AdmonSoft 2.0**

AdmonSoft 2.0 es una Interfaz Gráfica de interacción entre el usuario y el modelo de Dinámica de Sistemas el cual representa gráficamente los escenarios y comportamientos que genera el modelo que lo constituye, además el usuario que interactúa con la herramienta puede editar algunos parámetros de acuerdo a la decisión que se desee tomar con respecto a algún proyecto o programa que se vaya a implementar en el municipio.

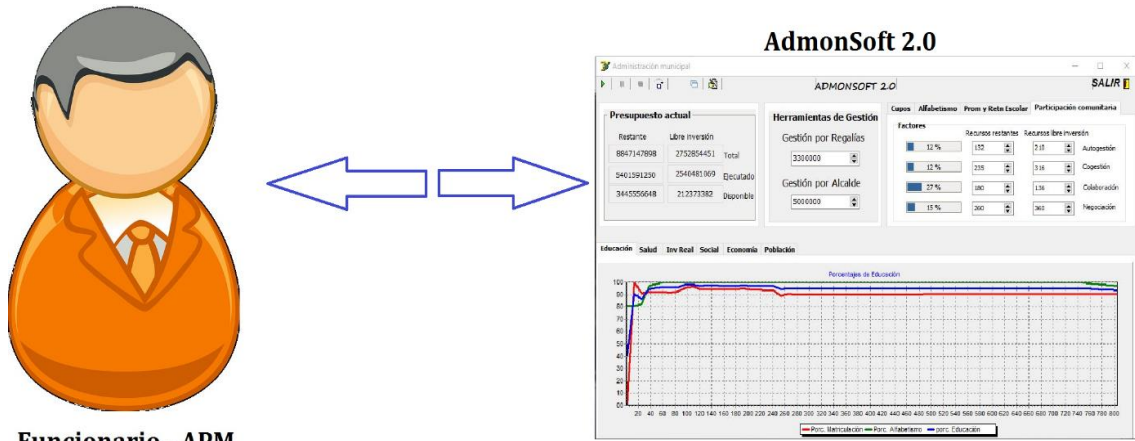
Sin embargo, la herramienta no lleva consigo los cálculos que realiza el modelo de simulación, simplemente muestra los resultados de dichos cálculos, por lo tanto, se estaría hablando de un proceso en una sola dirección, es decir, cuando modificamos aspectos del modelo se modificará la herramienta software y no viceversa.

### **➤ Actores**

Un actor es una agrupación uniforme de personas, sistemas o maquinas que interactúan con el sistema que estamos construyendo de la misma forma. Los actores son externos a este sistema. Es importante tener clara la diferencia entre actor y usuario, un Actor se define como una clase de rol, mientras que un usuario es una persona, que, al usar el sistema, inmediatamente asume un rol. De esta manera, un usuario puede acceder al sistema como distintos actores. [30]

En este proyecto se tiene un actor principal (funcionario que trabaja en la Administración Pública Municipal), entre ellos se encuentra el Alcalde y los encargados de las secretarías.

Figura 47. Actor AdmonSoft 2.0



**Funcionario - APM**

Fuente: Autor

Se debe aclarar que un actor es una clase de rol y un usuario es una persona que al momento de usar el sistema inmediatamente asume un rol. De esta forma, un usuario puede acceder al sistema como distintos actores. La forma más simple de entender esto es pensar en perfiles de usuario de un sistema operativo. Una misma persona puede acceder al sistema con distintos perfiles. Los perfiles son en este caso equivalentes a los actores.

Tabla 10. Especificación de Actor

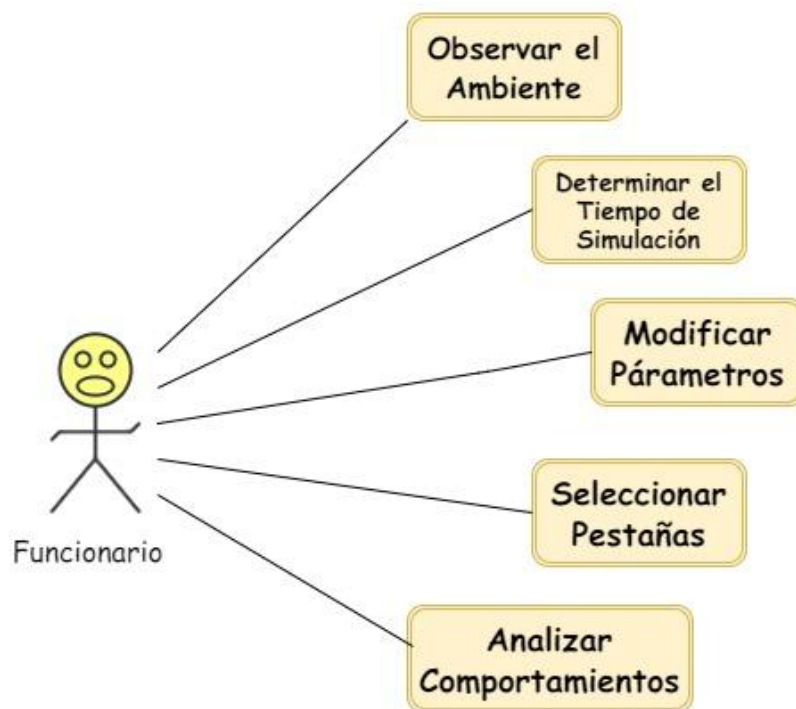
Actor	Funcionario
<b>Casos de Uso</b>	Observar el ambiente, determinar tiempo simulación, modificar parámetros, seleccionar pestaña, Analizar comportamientos.
<b>Tipo</b>	Primario
<b>Descripción</b>	Es el actor principal del sistema y su razón de ser. Representa a cualquier secretario de dependencia de la Alcaldía o al mismo Alcalde (tomadores de decisiones) los cuales interactúan con el sistema, con el fin de conocer comportamientos del municipio para mejorar la toma de decisiones.

Fuente: Autor

### ➤ Casos de Uso

Los casos de uso son una técnica utilizada para especificar el comportamiento que tiene un sistema: es una secuencia de interacciones entre un sistema y alguien o algo que usa alguno de sus servicios. Cuando se dice “alguien o algo” se hace referencia a que los sistemas son usados no sólo por personas, sino también por otros sistemas que pueden ser de tipo Hardware o Software. [30]

Figura 48. Diagrama de casos de uso



Fuente: Autor

➤ **Especificaciones – Casos de Uso**

Tabla 11. Caso de Uso – Observar Ambiente

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Observar el ambiente.</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Dar una idea general al funcionario de las variables que se van a tratar en el ambiente de aprendizaje.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> .Tiene la posibilidad de examinar cada una de las cajas de texto, pestañas, botones, entre otros aspectos que se van a utilizar en el ambiente.
<b>Precondiciones</b>	Ninguna.
<b>Flujo principal</b>	El funcionario ve la pantalla del software y puede oprimir y manipular los elementos que se tienen en éste. Es una primera aproximación al ambiente, conocer qué se tendrá en cuenta y cómo desde su perspectiva lo podrá manejar.
<b>Sub-flujos</b>	S-1 El usuario conoce los sectores de la herramienta que son los controles generales, las variables de decisión, los comportamientos y la información presupuestal con cuáles puede interactuar y con cuáles hay posibilidad de modificar.
<b>Excepciones</b>	Si el usuario ya ha interactuado con el ambiente no es necesario que vuelva a repetir este caso de uso.
<b>Postcondiciones</b>	Ninguna.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Tabla 12. Caso de Uso – Controlar Simulación

<b>Caso de uso</b>	<b>Controlar simulación</b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Dar la posibilidad al usuario de controlar la simulación de los modelos construidos con DS.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . El usuario dispone de opciones para iniciar, pausar y detener la simulación de los modelos.
<b>Precondiciones</b>	Si es por primera vez que el usuario interactúa con la herramienta, se requiere haber ejecutado el caso de uso <i>Observar el ambiente</i> .
<b>Flujo principal</b>	Se presenta al usuario la pantalla de la herramienta software. En cada pantalla se dispone de las opciones “Simular”, “Pausar”, “Detener”, “Limpiar gráficas”, “Asignar valores” y “Paso a paso”. Dependiendo de lo que elija el usuario se continúa con los diversos sub-flujos.
<b>Sub-flujos</b>	<p>S-1 <i>Simular</i>. Si el usuario selecciona la opción “Simular”, el sistema actualiza las variables del modelo hasta el tiempo de simulación final que ha sido determinado en la interfaz. Los valores de las variables son mostrados por la interfaz. Durante la simulación el usuario puede seleccionar las opciones “Pausar” y “Detener”. Si selecciona “Pausar” se continúa con el sub-flujo S-3. Si selecciona “Detener” se continúa con el sub-flujo S-4.</p> <p>S-2 <i>Paso a paso</i>. Si el usuario selecciona la opción “Paso a paso”, el sistema realiza el cálculo de los valores de las variables del modelo para un solo tiempo de simulación y aumenta el tiempo de simulación en la unidad de tiempo que esté simulando el modelo. Los valores de las variables son mostrados por la interfaz.</p> <p>S-3 <i>Pausar</i>. Si el usuario selecciona la opción “Pausar” durante la simulación, los valores de las variables calculados son mostrados por la interfaz en el tiempo de simulación que se seleccionó la opción. El usuario tiene la posibilidad de continuar con la simulación. Si escoge esta opción se ejecuta el sub-flujo S-1.</p> <p>S-4 <i>Detener</i>. Si el usuario selecciona la opción “detener” durante la simulación, el sistema interrumpe el cálculo de los valores de las variables del modelo.</p> <p>S-5 <i>Limpiar gráficas</i> Cuando se haya terminado la simulación (sub-flujo S-4) el usuario tiene la posibilidad de limpiar las gráficas para hacer una nueva simulación.</p>

<b>Caso de uso</b>	<b>Controlar simulación</b>
	S-6 <i>Asignar valores</i> Cuando el usuario desee modificar parámetros en la herramienta sin necesidad de detener (S-4) la simulación sino simplemente pausándola (S-3) tiene la posibilidad de cambiar y los valores y darle <i>Asignar valores</i> para que le tome en cuenta los datos y simule de acuerdo a los nuevos parámetros establecidos.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	Al usuario se le presentan los valores de las variables del modelo calculados por el sistema por medio de gráficas y valores estáticos.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Tabla 13. Caso de Uso – Modificar Parámetros

<b>Caso de uso</b>	<b>Modificar parámetros</b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Permitir al usuario asignar valores a algunas variables de los modelos construidos con Dinámica de Sistemas.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . El usuario dispone de elementos en la interfaz que le dan la posibilidad de asignar valores de algunas variables del modelo.
<b>Precondiciones</b>	Es indispensable que el usuario haya hecho el caso de uso Observar ambiente
<b>Flujo principal</b>	El usuario tiene la posibilidad de asignar valores numéricos a variables del modelo. Dependiendo de lo que elija el usuario se continúa con los diversos sub-flujos.
<b>Sub-flujos</b>	S-1 <i>Gestión</i> El usuario puede aumentar o disminuir su gestión de dinero para conocer cómo se comportan las variables del municipio.  S-2 <i>Regalías</i> . El usuario puede gestionar recursos de regalías con el fin de aumentar los niveles de salud y educación
<b>Excepciones</b>	Las variables a modificar llevan consigo una cifra mínima.
<b>Postcondiciones</b>	Los valores elegidos por el usuario son asignados en el modelo construido con DS correspondiente.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Tabla 14. Caso de Uso – Seleccionar Pestaña

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Seleccionar pestaña</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Dar a conocer al usuario los valores calculados por el modelo de acuerdo a la condiciones del municipio.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . La información de las variables del modelo se agrupa en pestañas. Cada pestaña contiene datos de elementos directamente relacionados.
<b>Precondiciones</b>	Se requiere haber ejecutado el sub-flujo S-1 del caso de uso Controlar simulación.
<b>Flujo principal</b>	Se presenta la pantalla de la herramienta y en la parte superior izquierda aparecen las pestañas donde se encuentran los valores calculados después de la simulación.
<b>Sub-flujos</b>	Ninguno.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	Ninguna

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

Tabla 15. Caso de Uso – Analizar Comportamientos

<b>Caso de uso</b>	<b><i>Analizar comportamientos</i></b>
<b>Actores</b>	<i>Funcionario</i>
<b>Propósito</b>	Relacionar al funcionario con las herramientas que provee la Dinámica de Sistemas con el fin de facilitar el aprendizaje del ejercicio de la Administración Pública.
<b>Descripción</b>	Este caso de uso es iniciado por el <i>funcionario</i> . Los resultados de la simulación generan gráficas de los factores relevantes que se tratan en una Alcaldía.
<b>Precondiciones</b>	Se requiere haber ejecutado el sub-flujo S-1 del caso de uso Controlar simulación.
<b>Flujo principal</b>	Cuando se inicia la simulación se puede ver poco a poco cómo se construye la gráfica mostrando los comportamientos que tiene el municipio objeto de estudio.
<b>Sub-flujos</b>	Ninguno.
<b>Excepciones</b>	Ninguna.
<b>Postcondiciones</b>	El usuario puede gestionar dinero para mejorar los niveles que vea deficientes en el municipio.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)

## ➤ Proceso

En esta segunda versión de AdmonSoft se realizó un análisis detallado de sus partes, creando varios escenarios de simulación (3 escenarios) para ver el impacto de cada uno en la utilización de los recursos destinados a educación y salud del municipio.

Figura 49. Pantalla Inicial AdmonSoft 2.0



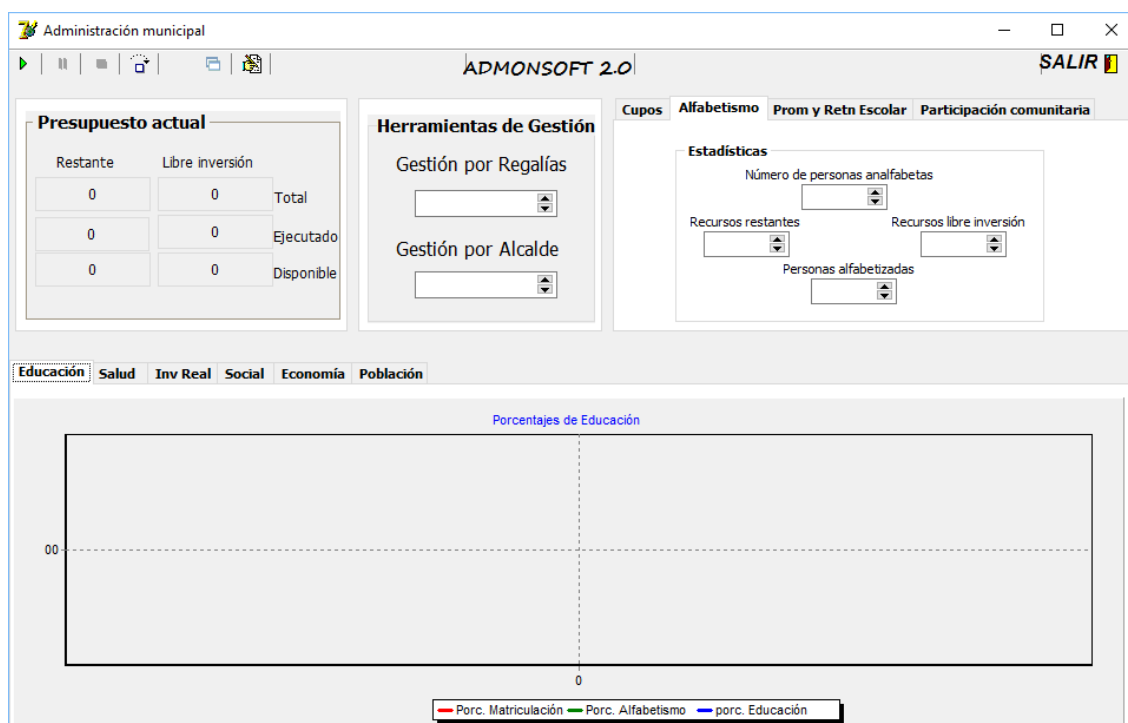
Fuente: Autor

El usuario tiene la posibilidad de escoger entre los tres escenarios definidos a continuación:

1. El ESCENARIO OPTIMISTA está definido con el fin de conocer cómo es el comportamiento de los factores influyentes en el municipio si se gestiona más dinero para la inversión.
2. El ESCENARIO PESIMISTA se quiere dar a entender la disminución en la calidad de vida de la gente debido a la poca gestión para lograr mejores inversiones.
3. El ESCENARIO ACTUAL define el comportamiento que tiene el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander en el tiempo actual (en este caso, los datos actuales en el año 2012) con el fin de observar cómo se podría mejorar la calidad de vida de las personas residentes en este municipio.

En los tres escenarios aparece la misma pantalla sin embargo se mostrarán valores diferentes de acuerdo a cada uno de éstos. En esta segunda versión, se agregaron dos parámetros indispensables para la toma de decisiones los cuales son: el dinero gestionado por el alcalde (Gestión por Alcalde) y por concepto de regalías (Gestión por Regalías) con el propósito que de acuerdo a las inversiones existentes se tenga la posibilidad de mejorarlas por medio de la gestión de estas dos.

Figura 50. AdmonSoft 2.0 – Ventana de Simulación



Fuente: Autor

La ventana de simulación está compuesta por 5 secciones definidas a continuación:

### 1. Sección Presupuesto Municipal

El presupuesto es la estimación de los ingresos que se recaudarán durante la vigencia fiscal (1 año), y los gastos de funcionamiento, de deuda y de inversión, a los cuales se puede comprometer con base en los ingresos.

Así mismo incluye la definición de las disposiciones necesarias para garantizar una ejecución eficiente de los recursos, sobre la base del Plan de Desarrollo. Por tal motivo su proceso de preparación debe ser abordado técnicamente para evitar la sobre estimación de ingresos y la subvaloración de los gastos o viceversa. [31]

Figura 51. Sección Presupuesto Municipal

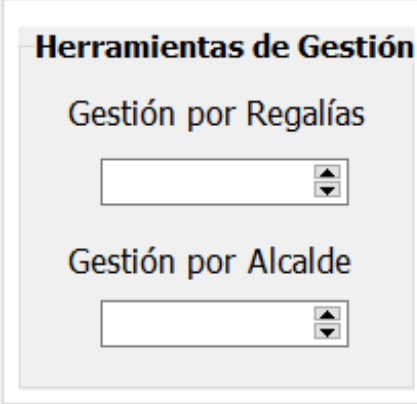
Presupuesto actual		
Restante	Libre inversión	
0	0	Total
0	0	Ejecutado
0	0	Disponible

Fuente: Autor

El presupuesto municipal está dividido entre: el Ejecutado que sería el dinero que se va gastando en inversiones, y el Disponible es el dinero que queda para más inversión. Además, este dinero se divide en los recursos que genera el municipio gracias al recaudo de los ingresos corrientes (libre inversión) y los restantes que serían por regalías, recurso capital, entre otros. Estos valores son de sólo lectura pues no se pueden modificar, sirve exclusivamente para conocer con cuánto dinero se cuenta en el municipio para realizar inversiones.

## 2. Sección Herramientas de Gestión

Figura 52. Sección Herramientas de Gestión



The image shows a software interface titled "Herramientas de Gestión". It contains two sections, each with a dropdown menu. The first section is labeled "Gestión por Regalías" and the second is labeled "Gestión por Alcalde". Both dropdown menus are currently empty, showing only the up and down arrow icons.

Fuente: Autor

Se añade la sección de gestión por regalías ya que a veces el presupuesto del municipio no es suficiente para suplir las necesidades de la población municipal, por lo tanto, se recurre a gestionar dinero y para este caso, las regalías son una fuente de dinero que por medio de proyectos enfocados al mejoramiento de la calidad de vida se puede acceder a estos recursos, Las regalías representan un importante porcentaje de los ingresos del Estado, y una gran proporción de los presupuestos de inversión de aquellas regiones que participan de las mismas. Estos recursos tienen asignada una destinación de vital interés en términos sociales: cubrir las necesidades básicas de la población en los sectores de salud, educación, agua potable y saneamiento básico [32].

La gestión del alcalde se logra gracias a las capacidades del mandatario a la hora de conseguir donaciones, ayudas, obsequios, entre otros recursos con el fin de aumentar los dineros del municipio y de esta manera mejorar los niveles de educación y salud.

### 3. Sección Variables de Decisión y Análisis

Esta sección se encuentra conformada por 4 pestañas que se describen a continuación:

Figura 53. Sección Variables de Decisión y Análisis (Pestaña cupos)

The screenshot shows a software interface with a tabbed menu at the top containing 'Cupos', 'Alfabetismo', 'Prom y Retn Escolar', and 'Participación comunitaria'. The 'Cupos' tab is active. Below the tabs, there is a section titled 'Actuales' which contains two rows of three spinners each. The first row is labeled 'Población edad escolar' and the second row is labeled 'Cupos disponibles'. The columns are labeled 'Media', 'Básica', and 'Preescolar'.

Fuente: Autor

En esta pestaña se muestra la cantidad de niños aptos para matricularse en los diferentes niveles educativos (Media, Básica y Preescolar), considerando los cupos escolares actuales en el municipio.

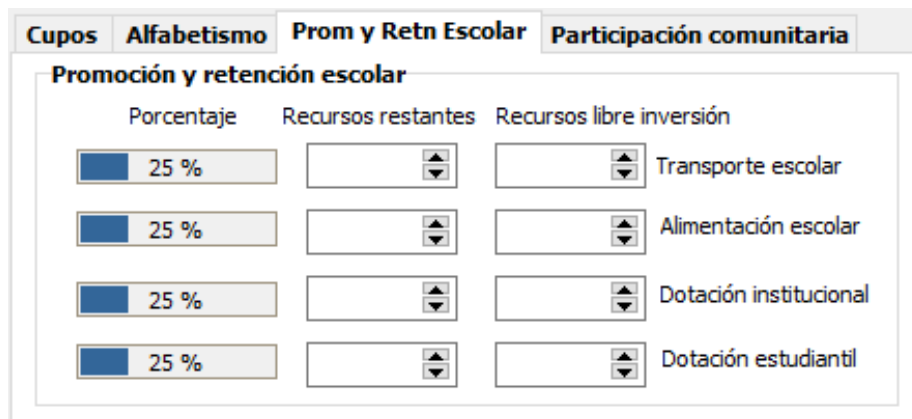
Figura 54. Sección Variables de Decisión y Análisis (Pestaña Alfabetismo)

The screenshot shows a software interface with a tabbed menu at the top containing 'Cupos', 'Alfabetismo', 'Prom y Retn Escolar', and 'Participación comunitaria'. The 'Alfabetismo' tab is active. Below the tabs, there is a section titled 'Estadísticas' which contains four spinners. The labels are 'Número de personas analfabetas', 'Recursos restantes', 'Recursos libre inversión', and 'Personas alfabetizadas'.

Fuente: Autor

En esta pestaña se muestra la cantidad de personas analfabetas que están entre los 18 a 60 años de edad que tiene el municipio, los recursos que se invierten para crear programas de alfabetización y de este modo disminuir la cantidad de personas analfabetas mejorando de cierto modo la educación en el municipio.

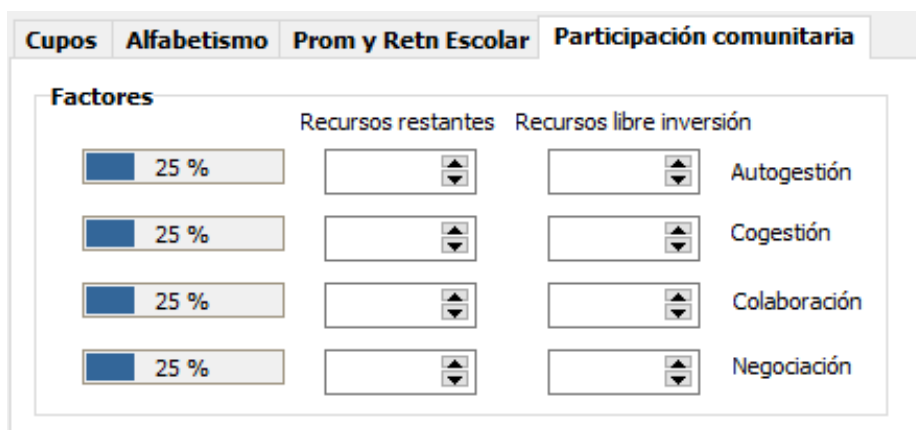
Figura 55. Sección Variables de Decisión y Análisis (Pestaña Promoción y Retención Escolar)



Fuente: Autor

Esta pestaña está clasificada en los 4 factores que influyen en estas variables: Transporte escolar, Alimentación escolar, Dotación institucional y Dotación estudiantil. Cada factor contiene la inversión realizada y el porcentaje que muestra la cobertura de cada elemento. Para este caso se no se clasifica por nivel educativo.

Figura 56. Sección Variables de Decisión y Análisis (Pestaña Participación Comunitaria)



Fuente: Autor

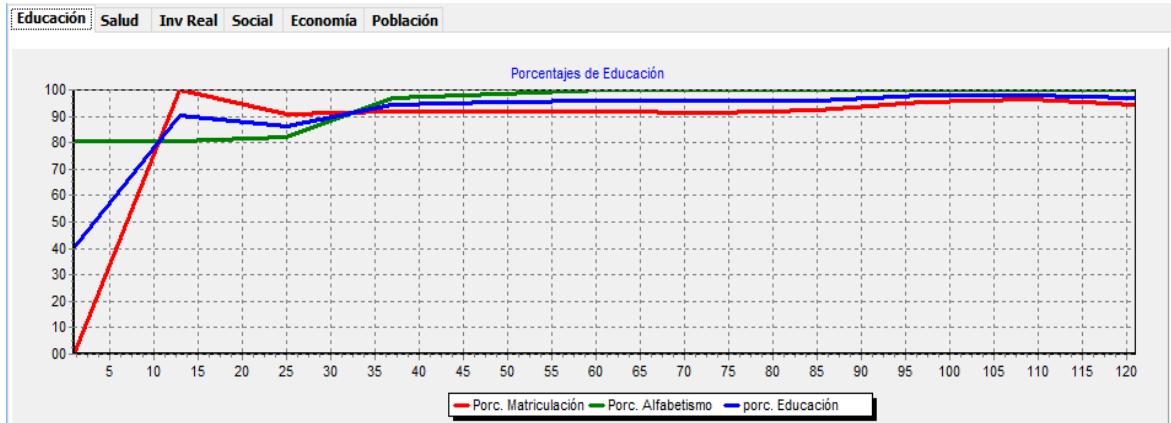
En esta pestaña se ilustran los 4 mecanismos de participación comunitaria: Autogestión, Cogestión, Colaboración y Negociación, junto con sus inversiones de recursos propios como de otros recursos del municipio. Se muestra también la cobertura que tiene cada factor en el municipio.

Los mecanismos de participación ciudadana son una serie de herramientas establecidas en la Constitución de 1991 para asegurar e incentivar la movilización de la población colombiana. Todos los individuos de nuestra sociedad con capacidad de voto tienen el derecho de poner en práctica el uso de los mecanismos de participación para asegurar su participación en la toma de decisiones y la resolución de los problemas que afectan el bien común. [33]

#### 4. Sección de comportamientos y Resultados

Se trata de la parte más significativa de esta herramienta, en donde se puede observar el comportamiento de todos los factores analizados en este proyecto y dar un mejor entendimiento de la simulación a largo plazo. Esta sección está conformada por 6 pestañas que se describen a continuación:

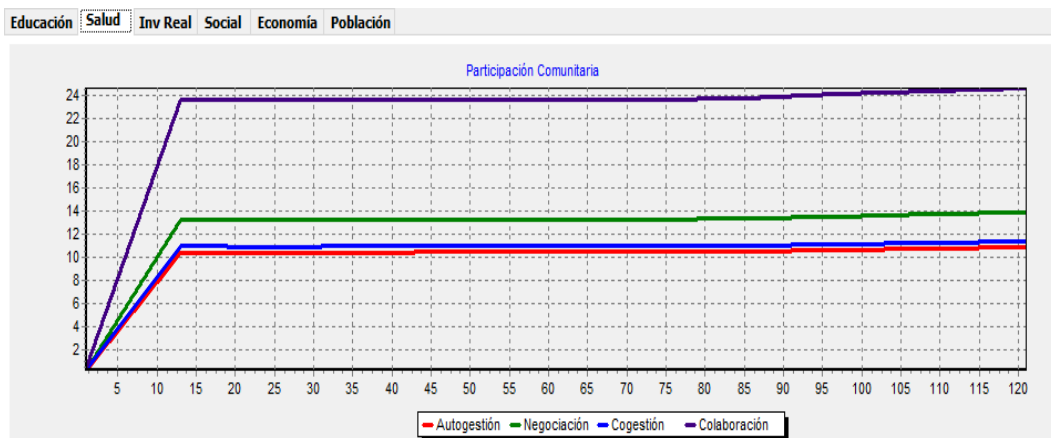
Figura 57. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Educación)



Fuente: Autor

Se detalla el comportamiento en determinado tiempo (en este caso el tiempo está dado en meses, 120 meses son 10 años) que tiene la Matriculación (color Rojo), el Alfabetismo (color Verde) y la educación (color Azul), las unidades se toman en porcentaje (0 a 100%). Se nota que a medida que pasa el tiempo también se incrementa el porcentaje en la educación gracias a la inversión realizada, esta simulación se realizó con el presupuesto actual que maneja el Municipio, cabe recalcar que en los otros dos escenarios (Pesimista y Optimista) los comportamientos cambian.

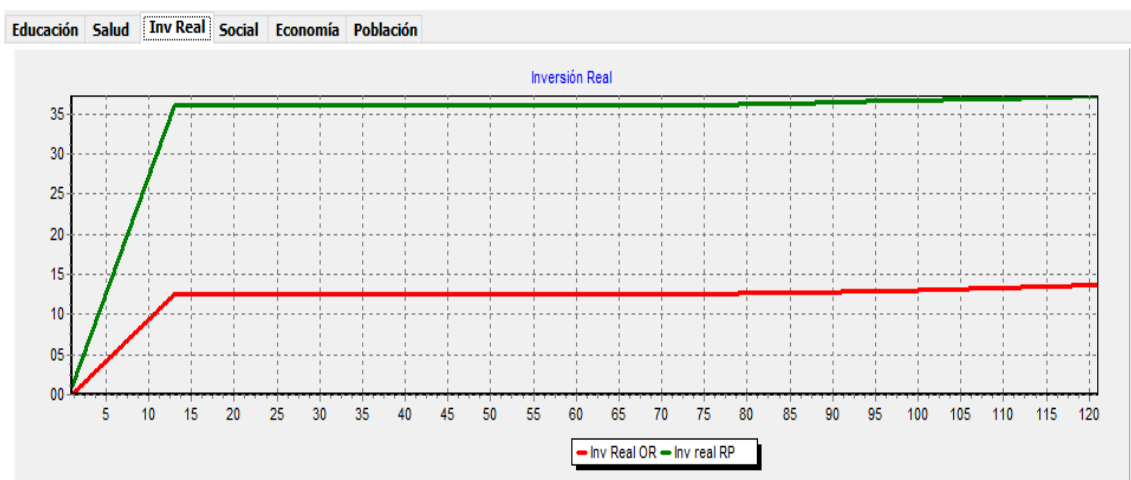
Figura 58. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Salud)



Fuente: Autor

Igual que con la anterior gráfica, estas se calculan en porcentajes (0 a100%) en determinado tiempo (meses), en este caso se muestra el comportamiento de los mecanismos de la participación comunitaria: Autogestión (color Rojo), Negociación (color Verde), Cogestión (color Azul Claro) y Colaboración (color Azul Oscuro), esta simulación se realizó con el presupuesto actual que maneja el Municipio, cabe recalcar que en los otros dos escenarios (Pesimista y Optimista) los comportamientos cambian.

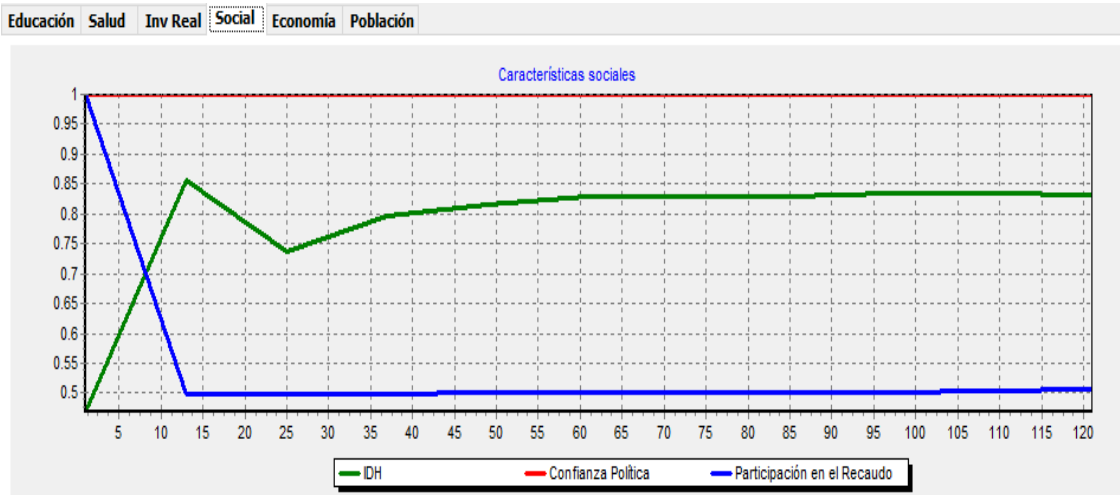
Figura 59. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Inversión Real)



Fuente: Autor

Se detalla el porcentaje en determinado tiempo de las inversiones reales realizadas con otros recursos (color Rojo) y las inversiones realizadas con los recursos propios (color Verde) del municipio en las áreas de educación y salud.

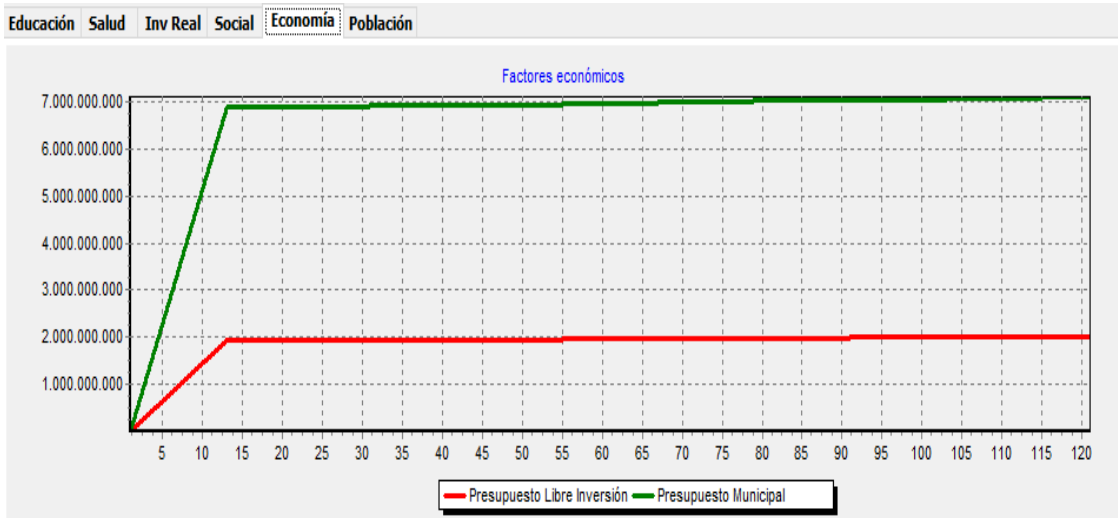
Figura 60. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Social)



Fuente: Autor

Los valores para los factores sociales del municipio están dados de 0 a 1, donde 0 es el mínimo y 1 el mayor resultado esperado. Se muestran las características sociales conformadas por el Índice de Desarrollo Humano (IDH – color Verde) el cual detalla que tan buena calidad de vida tienen las personas, la Confianza Política (color Rojo) el cual detalla que tanta confianza tiene la población en su gobernante (Alcalde) y la participación en el recaudo (color Azul) el cual detalla que tan cumplida es la gente a la hora de pagar sus impuestos, multas, entre otros.

Figura 61. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Economía)

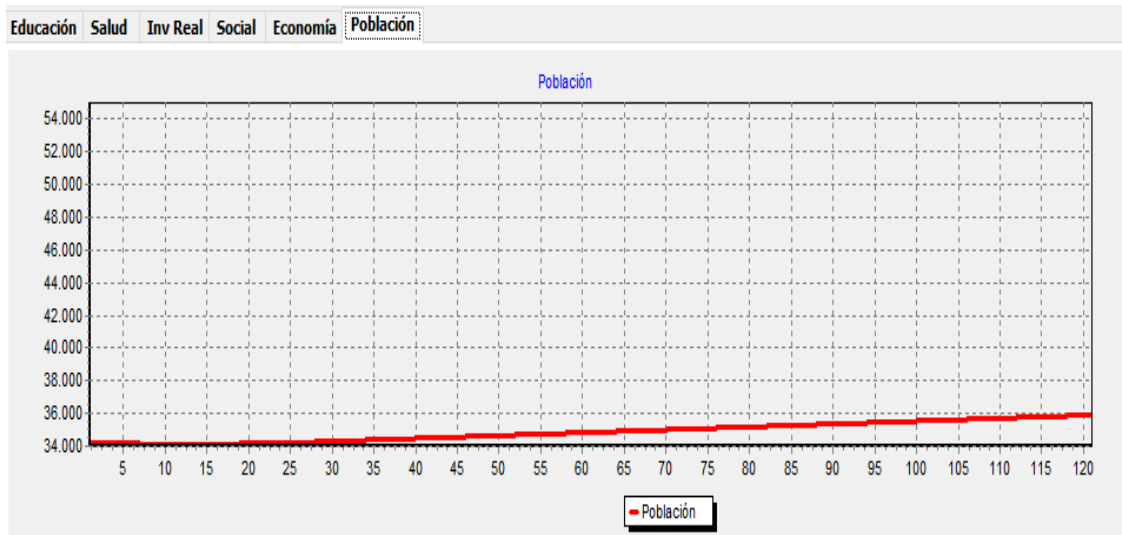


Fuente: Autor

Se aprecia el comportamiento del presupuesto de Libre Inversión (color Rojo) el cual está destinado a salud y educación y el presupuesto Municipal (color Verde), como se puede observar, el Presupuesto Municipal total es mucho mayor al de Libre Inversión lo cual es coherente con la realidad ya que esta es una pequeña parte que con forma al presupuesto total Municipal. El presupuesto está ligado a la cantidad de personas en el municipio ya que por cada persona hay cierta cantidad de dinero que el estado gira para su manejo y cuidado del municipio y su población.

El Sistema General de Participaciones SGP está constituido por los recursos que la Nación transfiere por mandato de los artículos 356 y 357 de la Constitución Política de Colombia a las entidades territoriales – departamentos, distritos y municipios, para la financiación de los servicios a su cargo, en salud, educación y los definidos en el Artículo 76 de la Ley 715 de 2001. [34]

Figura 62. Sección de comportamientos y Resultados (Pestaña Población)










Fuente: Autor

Describe el número de habitantes que hay en el municipio a través del tiempo.

##### 5. Sección de Controles de la simulación

A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de los botones utilizados para la simulación en el manejo de la Herramienta:

Figura 63. Controles de Simulación – AdmonSoft 2.0

CONTROLES DE SIMULACIÓN		
	BOTÓN INICIO	Al dar clic en este botón el software empieza a correr el modelo de simulación con el cual trabaja y está sujeto al número de iteraciones que se establezcan.
	BOTÓN PAUSA	Es utilizado para pausar la corrida de simulación y la simulación puede volver a retomarse dando clic en el Botón Inicio.
	BOTÓN DETENER	Este botón se utiliza cuando se quiere suspender totalmente la simulación del modelo, por lo tanto al dar clic en el botón iniciar se comenzará nuevamente la simulación a partir del tiempo cero.
	BOTÓN LIMPIAR	La función de este botón es limpiar las gráficas y las casillas de la herramienta cuando el usuario le de clic.
	BOTÓN PASO A PASO	La función de este botón es correr el modelo un paso a la vez, es decir por cada unidad de tiempo hace el cálculo de todas las variables del modelo, muestra su resultado y pausa la simulación hasta que el usuario de clic nuevamente en este botón o decida seguir la simulación de manera continua con el botón inicio.
	BOTÓN ASIGNAR VALORES	Este es un botón fundamental a la hora de tomar decisiones puesto que cuando se decida aumentar o disminuir algún valor presente en el modelo se procederá a dar clic en este botón para que esas variables tomen el valor que definió el usuario.
	BOTÓN SALIR	Como su nombre lo indica, este botón se utiliza para salir de la herramienta software.

Fuente: Natalia Díaz et al (2012)





El manejo de la herramienta está orientado a funcionarios con conocimiento en Administración Pública Municipal por lo que se debe tener una clara idea de los factores que la componen para así poder entender su funcionamiento en la Alcaldía. La creación de esta Interfaz sugiere que sea una herramienta intuitiva y de fácil manejo para los funcionarios ya que es muy tediosos hacer capacitaciones para el manejo de esta.




Una de las funciones que cumple la herramienta es mostrarle a la comunidad las inversiones que se realizan tanto en salud como en educación con el dinero que el municipio recauda y el presupuesto que gira la nación para las labores municipales, con base a esto, la población tenderá a confiar aún más en su alcalde (aumento en la confianza política) y seguirá apoyándolo hasta que termine su mandato (4 años).





## ANEXO C. Ecuaciones del nuevo prototipo AdmonSoft 3.0








Tabla 16. Ecuaciones del prototipo AdmonSoft 3.0




○	NOMBRE	AE
	DEFINICIÓN	$(IAPE+IAEE) / 2$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Educación. Identifica el nivel de vida escolar en los estudiantes generando información para la caracterización de la población escolarizada. Unidad Adimensional
⊙	NOMBRE	AEE
	DEFINICIÓN	13.6
	DESCRIPCIÓN	Años esperados de escolaridad. Unidad años
⊖	NOMBRE	AFR
	DEFINICIÓN	$50.2 / 1000$
	DESCRIPCIÓN	Número de nacimientos por cada 1000 mujeres de entre 15 y 19 años: Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Personas
○	NOMBRE	AFR_Pob
	DEFINICIÓN	$IF(AFR*natalidad < 50.2, natalidad * 0.5, AFR * natalidad)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de fecundidad en adolescentes para la población. Se indica que al menos la mitad de nacimientos son producidos por mujeres adolescentes. Unidad Adimensional
○	NOMBRE	Agregacion_Gh
	DEFINICIÓN	$POWER(1 * POWER(PR_h * SE_h, 0.5) * LFPR_h, 0.33333)$
	DESCRIPCIÓN	Agregación de las dimensiones dentro de cada grupo de género (hombres y niños) usando medias geométricas. Unidad Adimensional
○	NOMBRE	Agregacion_Gm
	DEFINICIÓN	$POWER(POWER((10/MMR_Pob) * (1/AFR_Pob), 0.5) * POWER(PR_m * SE_m, 0.5) * LFPR_m, 0.33333)$
	DESCRIPCIÓN	Agregación de las dimensiones dentro de cada grupo de género (mujeres y niñas) usando medias geométricas. Unidad Adimensional
⊙	NOMBRE	APE
	DEFINICIÓN	7.6
	DESCRIPCIÓN	Años promedio de escolaridad. Unidad años
	NOMBRE	Alf_tm
	DEFINICIÓN	

	DESCRIPCIÓN	Comportamiento del alfabetismo dependiendo de la variable "porcentaje de alfabetismo adulto" la cual influye en la tasa de mortalidad de la población. Unidad Personas
	NOMBRE	Alf_tn
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento del alfabetismo dependiendo de la variable "porcentaje de alfabetismo adulto" la cual influye en la tasa de natalidad de la población. Unidad Personas
	NOMBRE	Alfb_norec_mult
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Tabla que especifica el análisis realizado con respecto a la relación que se tiene con el alfabetismo y el no recaudo de dinero por multas y demás. Unidad Adimensional, Fuente: Encuesta e Inspector de Policía
○	NOMBRE (3)	Alms_matrcld
	DEFINICIÓN	$IF(MOD(T,12)=0,IF(cupos\_actuales < Pob\_apt\_niv\_edu,cupos\_actuales,Pob\_apt\_niv\_edu),0)$
	DESCRIPCIÓN	Variable que indica los estudiantes que están matriculados actualmente. unidad personas
○	NOMBRE	Autogestion
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado autogestión el cual define las personas que promueven una actitud de autonomía con respecto a los servicios que dan los entes de salud, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Auto_PC
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la autogestión del municipio
○	NOMBRE	Ax_IE
	DEFINICIÓN	$1 - ((POWER(max\_AEE * AEE * APE * max\_APE, 0.166666667)) / ((min\_AEE + 1 + max\_AEE + AEE + APE + max\_APE + min\_APE + 1) / 6))$
	DESCRIPCIÓN	Desigualdad en las dimensiones que componen a la educación. Unidad ninguna
○	NOMBRE	Ax_IEV
	DEFINICIÓN	$1 - ((POWER(min\_Eu * Esperanza\_vida\_n * max\_Eu, 0.333333)) / ((min\_Eu + Esperanza\_vida\_n + max\_Eu) / 3))$
	DESCRIPCIÓN	Desigualdad en las dimensiones que componen a la esperanza de vida. Unidad ninguna

○	NOMBRE	Ax_II
	DEFINICIÓN	$(1 - ((POWER(max\_GNI\_pc * PIB\_PC * min\_GNI\_pc, 0.333333)) / ((max\_GNI\_pc + PIB\_PC + min\_GNI\_pc) / 3))) * 0.5$
	DESCRIPCIÓN	Desigualdad en las dimensiones que componen a los ingresos. Unidad ninguna
○	NOMBRE	Coef_Des_Human
	DEFINICIÓN	$(Ax\_II + Ax\_IE + Ax\_IEV) / 3$
	DESCRIPCIÓN	Coefficiente de Desigualdad Humana. Mide de forma aritmética el ponderado de la desigualdad en salud, educación e ingresos de una población. Unidad ninguna
	NOMBRE	Coeficiente_GINI
	DEFINICIÓN	$(Linea\_Iguadad - Curva\_Lorenz)$
	DESCRIPCIÓN	Variable que calcula la desigualdad en los ingresos de una Población determinada.
○	NOMBRE	Cogestion
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado cogestión el cual se define las personas que intervienen de manera autónoma en las decisiones enfocadas a solucionar los problemas en salud, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Cog_PC
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la cogestión del municipio
○	NOMBRE	Colaboracion
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado colaboración el cual define las personas que colaboran con los programas implementados en el municipio, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Col_PC
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la colaboración del municipio
○	NOMBRE	Confianza_politc
	DEFINICIÓN	$IF(PCT(Es\_CP + Ed\_CP + Ec\_CP) > 1, 1, PCT(Es\_CP + Ed\_CP + Ec\_CP))$
	DESCRIPCIÓN	Nivel de Confianza política que tiene la población hacia su Alcalde, unidad Adimensional.
	NOMBRE	CP_PR


	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la confianza Política del municipio
	NOMBRE	Curva_Lorenz
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Línea que muestra la desigualdad en los ingresos de una determinada Población basados en datos tomados del municipio.
○	NOMBRE	DANIO_Gm_Gh
	DEFINICIÓN	$1 / \text{ABS}(((1/\text{Agregacion\_Gm}) + (1/\text{Agregacion\_Gh})) / 2)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de género igualmente distribuido, el cual se calcula usando una media armónica. Unidad Adimensional
○	NOMBRE	Dif_IDH
	DEFINICIÓN	$\text{ABS}(\text{IDH}-\text{IDH\_D})$
	DESCRIPCIÓN	Diferencia entre el valor del IDH y el valor del IDH-D. Unidad Adimensional
○	NOMBRE (2)	DinInvAlf
	DEFINICIÓN	$[\text{Inv\_OR\_educ}[5]*\text{pob\_prog\_alf}, \text{Inv\_RP\_educ}[5]*\text{pob\_prog\_alf}]$
	DESCRIPCIÓN	Dinero invertido por recursos propios y otros recursos para los programas de alfabetización. Unidad. pesos colombianos
○	NOMBRE	Din_SGP_comp
	DEFINICIÓN	$\text{Poblacion}*\text{Re\_Pb\_SGPc}$
	DESCRIPCIÓN	Dinero que gira la nación al municipio para la inversión en una gran cantidad de programas, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	Din_gest_alcalde
	DEFINICIÓN	$\text{PCT}(\text{Inf\_part\_rec\_ges})*\text{Din\_gest\_mes}$
	DESCRIPCIÓN	Promedio del dinero recaudado de la gestión del alcalde mensualmente, La unidad es en pesos colombianos.
	NOMBRE	Din_gest_mes
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Gestión mensual que hace el Alcalde en el municipio. Unidad. Pesos colombianos
○	NOMBRE	Economia
	DEFINICIÓN	$(\text{Prep\_mun\_total}/\text{poblacion})$
	DESCRIPCIÓN	Nivel de economía, paridad de adquisición por persona, unidad pesos colombianos por habitante
	NOMBRE	Ec_CP
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la economía del municipio

	NOMBRE	Ed_CP
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la educación del municipio
○	NOMBRE	Educacion
	DEFINICIÓN	$IF(((Porc\_Alfbt\_adult+Porc\_matric)/2)>100,100,((Porc\_Alfbt\_adult+Porc\_matric)/2))$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de educación promedio entre matriculación y alfabetismo adulto, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Empoderamiento
	DEFINICIÓN	$(POWER(PR\_m*SE\_m,0.5) + POWER(PR\_h*SE\_h,0.5)) / 2$
	DESCRIPCIÓN	Adquisición de poder e independencia por parte de un grupo social desfavorecido para mejorar su situación. Unidad Adimensional
	NOMBRE	Es_CP
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la esperanza de vida del municipio
	NOMBRE	Esperanza_vida_n
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Relación entre los factores de mortalidad y la esperanza de vida al nacer, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Esp_tm
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento de la esperanza de vida dependiendo de la variable "Esperanza de vida" la cual influye en la tasa de mortalidad de la población. Unidad personas
	NOMBRE	Esp_tn
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento de la esperanza de vida dependiendo de la variable "Esperanza de vida" la cual influye en la tasa de natalidad de la población. Unidad personas
	NOMBRE	Est_bachiller
	DEFINICIÓN	$INT(Est\_egresados[3]+Pob\_alf\_con\_prog)$
	DESCRIPCIÓN	Población alfabeta de 18 años ya sea porque se graduó del colegio o porque cursó los programas de alfabetización, unidad personas
	NOMBRE (3)	Est_egresados
	DEFINICIÓN	$[IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,IF((Est\_nvl\_edc*Ret\_Y\_prom*Porc\_almns\_ult\_n)<0,0,(Est\_nvl\_edc*Ret\_Y\_prom*Porc\_almns\_ult\_n)),0),0)]$
	DESCRIPCIÓN	Estudiantes que terminan un nivel educacional, unidad número de personas
	NOMBRE (3)	Est_nvl_educativ

	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Población en edad apta para estudiar desde el jardín hasta el nivel de educación media, unidad número de personas
	NOMBRE (3)	Est_promovidos
	DEFINICIÓN	$IF(T=0, Alms\_matrcld, IF(FRAC(T/12)=0, IF((Alms\_matrcld - Est\_nvl\_educativ) < 0, 0, (Alms\_matrcld - Est\_nvl\_educativ)), 0))$
	DESCRIPCIÓN	Alumnos que pasan de un nivel educacional al siguiente más los nuevos alumnos en las diferentes instituciones por nivel educativo, unidad número de personas
○	NOMBRE	Estad_Alimen_esc
	DEFINICIÓN	Prc_tl_relzd_Ed[2]
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje cobertura alimentación escolar, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Estad_Dot_inst
	DEFINICIÓN	Prc_tl_relzd_Ed[3]
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de dotación de las instituciones educativas, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Estad_Transp_esc
	DEFINICIÓN	Prc_tl_relzd_Ed[1]
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje cobertura transporte escolar, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano, unidad Adimensional.
	NOMBRE (3)	Estd_Cups_diponb
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Cupos disponibles por nivel educacional, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano, es decir, es el máximo de personas que pueden estudiar en el municipio. unidad personas
○	NOMBRE	Estd_Dot_almn
	DEFINICIÓN	Prc_tl_relzd_Ed[4]
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje dotación a estudiantes, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Fact_Modificable
	DEFINICIÓN	$(20 - ((IF(Retardo\_Partcp \leq 25, 72, IF(t \leq 6, 72, Retardo\_Partcp)))) * 20 / 100)$
	DESCRIPCIÓN	Nivel de mortalidad de los factores modificables en función de la participación comunitaria, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Fact_No_Modificb
	DEFINICIÓN	1
	DESCRIPCIÓN	Factor causante de la muerte natural de las personas, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Flujo_cont_pre_a


☞	DEFINICIÓN	Flujo_inv_total
	DESCRIPCIÓN	Control de salida de flujo para tener la cantidad de recaudo de ingresos corrientes anuales del año presente, unidad pesos colombianos
☞	NOMBRE	Flujo_ing_corr_m
	DEFINICIÓN	Ingresos_corrien+SGP_Prop_Gen_lib+Din_gest_alcalde
	DESCRIPCIÓN	Flujo de dinero mensual que le llega al municipio proveniente de la gestión del alcalde, el dinero del SGP de propósito general y los ingresos corrientes mensuales del municipio, unidad pesos colombianos/mes
☞	NOMBRE	Flujo_ings_msn_t
	DEFINICIÓN	Flujo_ing_corr_m+Din_SGP_comp+Recursos_cap+regalias
	DESCRIPCIÓN	Flujo de ingresos mensuales totales del municipio, unidad pesos colombianos/mes
☞	NOMBRE	Flujo_inv_mens
	DEFINICIÓN	$DinInvAlf[2]+(Prep\_li\_mensual *PCT(Porce\_otras\_lir))+IF((Prep\_li\_mensual-(Prep\_li\_mensual *PCT(Porce\_otras\_lir)))<Inv\_req\_min\_RP,(Prep\_li\_mensual -(Prep\_li\_mensual *PCT(Porce\_otras\_lir))),Inv\_req\_min\_RP)$
	DESCRIPCIÓN	Flujo de presupuesto invertido mensualmente en los diferentes programas enfocados a los sectores de educación y salud, unidad pesos colombianos/mes
☞	NOMBRE	Flujo_inv_total
	DEFINICIÓN	$DinInvAlf[1]+Flujo\_inv\_ms+(Prep\_mun\_total *PCT(Porc\_otras\_invs))+IF((Prep\_mun\_total-(Flujo\_inv\_ms+(Prep\_mun\_total *PCT(Porc\_otras\_invs))))<Inv\_req\_min\_OR,(Prep\_mun\_total-(Flujo\_inv\_ms+(Prep\_mun\_total *PCT(Porc\_otras\_invs))))),Inv\_req\_min\_OR)$
	DESCRIPCIÓN	Flujo de dinero invertido en el municipio mensualmente, unidad pesos colombianos/mes
☞	NOMBRE	Flujo_prep_ic_ms
	DEFINICIÓN	Flujo_ings_msn_t*12
	DESCRIPCIÓN	Cantidad de dinero mensual que le llega al municipio proveniente de los ingresos corrientes, unidad pesos colombianos
©	NOMBRE	Frc_Pres_Est_PB
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Fracción de dinero recaudado del presupuesto ejecutado en el municipio gracias al pago de estampillas municipales y por parte de las publicaciones de la gaceta municipal, unidad ninguna. Fuente: Documentos Administración Municipal
○	NOMBRE	G_m_h
	DEFINICIÓN	POWER(Salud*Empoderamiento*LFPR,0.33333)




	DESCRIPCIÓN	media geométrica de las medias aritméticas de cada indicador (salud, empoderamiento y Tasa de participación de trabajo forzoso). Unidad Adimensional
○	NOMBRE	IAEE
	DEFINICIÓN	$(AEE) / (max\_AEE - min\_AEE)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de años esperados de escolaridad. Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	IAPE
	DEFINICIÓN	$(APE)/(max\_APE - min\_APE)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de años promedio de escolaridad. Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	IDG
	DEFINICIÓN	$1 - (DANIO\_Gm\_Gh / G\_m\_h)$
	DESCRIPCIÓN	El Índice de Desigualdad de Género es un indicador de la desigualdad. Mide las desigualdades de género en tres aspectos importantes del desarrollo humano, a saber, la salud reproductiva, que se mide por la tasa de mortalidad materna y la tasa de fecundidad entre las adolescentes; el empoderamiento, que se mide por la proporción de escaños parlamentarios ocupados por mujeres y la proporción de mujeres y hombres adultos de 25 años o más que han cursado como mínimo la enseñanza secundaria; y la situación económica, expresada como la participación en el mercado laboral y medida según la tasa de participación en la fuerza de trabajo de mujeres y hombres de 15 años o más. Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/content/%C3%ADndice-de-desigualdad-de-g%C3%A9nero">http://hdr.undp.org/es/content/%C3%ADndice-de-desigualdad-de-g%C3%A9nero</a> . Unidad Adimensional
○	NOMBRE	IDH
	DEFINICIÓN	$POWER(II*AE*IEV,0.33333)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Desarrollo Humano. Nueva Metodología. Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf">http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf</a> Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	IDH_D
	DEFINICIÓN	$POWER(II\_D*IE\_D*IEV\_D,0.33333)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad. Fuente: PNUD. <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> <a href="http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf">http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2016_technical_notes.pdf</a> . Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	IE_D
	DEFINICIÓN	$(1 - Ax\_IE)*AE$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Educación Ajustado por desigualdad. Unidad Adimensional.




○	NOMBRE	IEV
	DEFINICIÓN	$IF((Esperanza\_vida\_n-min\_Eu)<0,0,(Esperanza\_vida\_n-min\_Eu))/(max\_Eu-min\_Eu)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Esperanza de vida. Me calcula el porcentaje de vida en una población. Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	IEV_D
	DEFINICIÓN	$(1-Ax\_IEV)*IEV$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Esperanza de vida Ajustada por Desigualdad. Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	II
	DEFINICIÓN	$IF((LG(PIB\_PC)-LG(min\_GNI\_pc))/(LG(max\_GNI\_pc)-LG(min\_GNI\_pc))<0,0,IF((LG(PIB\_PC)-LG(min\_GNI\_pc))/(LG(max\_GNI\_pc)-LG(min\_GNI\_pc))>1,1,(LG(PIB\_PC)-LG(min\_GNI\_pc))/(LG(max\_GNI\_pc)-LG(min\_GNI\_pc))))$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Ingresos. Hace referencia a todas las entradas económicas que recibe una persona, una familia, una empresa, una organización, etc. Unidad Adimensional.
○	NOMBRE	II_D
	DEFINICIÓN	$IF(ABS((1-Ax\_II)*II)>1,1,ABS((1-Ax\_II)*II))$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Ingresos ajustados por Desigualdad. Unidad ninguna
○	NOMBRE	Indice_GINI
	DEFINICIÓN	$Coeficiente\_GINI*100$
	DESCRIPCIÓN	Índice de Desigualdad en los ingresos de cada persona en el municipio.
	NOMBRE	Inf_part_rec_ges
	DEFINICIÓN	$INTSPLINE(1,0,10,100,90,80,70,60,50,40,30,20,10,0)$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de la motivación del alcalde para hacer gestión municipal según la participación de recaudo por parte de la comunidad, unidad ninguna
○	NOMBRE	Ing_no_tributari
	DEFINICIÓN	$(Re\_Pb\_M\_S\_D*Poblacion)+(Flujo\_inv\_total*PCT(Frc\_Pres\_Est\_PB))-PCT(Alfb\_nrec\_mult)*Porc\_Alfbt\_adult)$
	DESCRIPCIÓN	Los Ingresos no tributarios envuelven el cobro por tasas, contribuciones, multas, entre otros factores. Unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	Ing_tributario
	DEFINICIÓN	$Poblacion*PCT(Part\_recaudo)*Rel\_Pb\_P\_IC$
	DESCRIPCIÓN	Ingresos recaudados por parte de impuestos, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	Ingresos_corrien
	DEFINICIÓN	$(Ing\_no\_tributari+Ing\_tributario)$





	DESCRIPCIÓN	Los ingresos corrientes son el resultado de la suma de los ingresos tributarios y no tributarios del municipio. Unidad pesos colombianos
⊖	NOMBRE (5)	Inv_OR_educacion
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Inversión requerida de otros recursos, entiéndase por Otros Recursos, los recursos municipales totales menos los recursos de libre inversión, para mantener el nivel actual de transporte escolar, alimentación escolar, dotación institucional, dotación estudiantil y alfabetismo, con presupuesto de Otros recursos, unidad pesos colombianos por persona
⊖	NOMBRE (4)	Inv_OR_Participa
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Inversión requerida de Otros recursos, entiéndase por Otros Recursos, los recursos municipales totales menos los recursos de libre inversión para mantener los niveles de participación comunitaria (autogestión, negociación, colaboración, cogestión) en la población, unidad pesos colombianos por persona
⊖	NOMBRE (5)	Inv_RP_educacion
	DEFINICIÓN	[191.41667,248.666667,445.333333,178.833333, 455.467]
	DESCRIPCIÓN	Inversión requerida de Recursos propios para mantener el nivel actual de transporte escolar, alimentación escolar, dotación institucional, dotación estudiantil y alfabetismo, unidad pesos colombianos por persona
⊖	NOMBRE (4)	Inv_RP_Participa
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Inversión requerida de Recursos propios para mantener los niveles de participación comunitaria (autogestión, negociación, colaboración, cogestión) en la población, unidad pesos colombianos por persona
○	NOMBRE	Inv_presupuesto
	DEFINICIÓN	$IF(Prep\_mun\_total-Flujo\_inv\_mens * PCT(Porc\_otras\_invs) < 0, 1, Prep\_mun\_total - Flujo\_inv\_mens * PCT(Porc\_otras\_invs))$
	DESCRIPCIÓN	Inversión que se hace con el presupuesto municipal contemplando el porcentaje de dinero que se invierte en asuntos municipales. Unidad. pesos colombianos
○	NOMBRE	Inv_presup_li
	DEFINICIÓN	$IF(Prep\_li\_mensual * (PCT(Porc\_otras\_lir)) < 0, 1, Prep\_li\_mensual * (PCT(Porc\_otras\_lir)))$

	DESCRIPCIÓN	Inversión que se hace con el presupuesto de libre inversión contemplando el porcentaje de dinero que se invierte en asuntos municipales. Unidad. pesos colombianos
○	NOMBRE	Inv_real_OR
	DEFINICIÓN	$IF(Prep\_mun\_total-Inv\_presupuesto < Inv\_req\_min\_OR, 0, (Prep\_mun\_total - Inv\_presupuesto) / Inv\_req\_min\_OR)$
	DESCRIPCIÓN	Compara la inversión requerida con la inversión real hecha en los niveles de participación comunitaria, alfabetismo y matriculación, dando como resultado un porcentaje de la inversión requerida hecha del dinero de Otros Recursos, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Inv_real_RP
	DEFINICIÓN	$IF(Inv\_presup\_li < Inv\_req\_min\_RP, 1, Inv\_presup\_li / Inv\_req\_min\_RP)$
	DESCRIPCIÓN	Compara la inversión requerida con la inversión real hecha en los niveles de participación comunitaria, alfabetismo y matriculación, dando como resultado un porcentaje de la inversión requerida hecha del dinero de Recursos Propios, unidad Adimensional.
○	NOMBRE (4)	Inv_relzd_Ed_OR
	DEFINICIÓN	$[Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_educ[1], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_educ[2], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_educ[3], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_educ[4]]$
	DESCRIPCIÓN	Inversión realizada con Otros Recursos, con el fin de mantener o mejorar las cualidades de matriculación en el municipio, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE (4)	Inv_relzd_Ed_RP
	DEFINICIÓN	$[Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_educ[1], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_educ[2], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_educ[3], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_educ[4]]$
	DESCRIPCIÓN	Inversión realizada con Recursos propios, con el fin de mantener o mejorar las cualidades de matriculación en el municipio, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE (4)	Inv_relzd_Pat_OR
	DEFINICIÓN	$[Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_Partcp[1], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_Partcp[2], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_Partcp[3], Inv\_real\_OR * Inv\_OR\_Partcp[4]]$
	DESCRIPCIÓN	Inversión realizada para mejorar o mantener los niveles de participación comunitaria por otros recursos unidad pesos colombianos
○	NOMBRE (4)	Inv_relzd_Pat_RP
	DEFINICIÓN	$[Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_Partcp[1], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_Partcp[2], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_Partcp[3], Inv\_real\_RP * Inv\_RP\_Partcp[4]]$

	DESCRIPCIÓN	Inversión realizada para mejorar o mantener los niveles de participación comunitaria por recursos propios, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	Inv_req_min_OR
	DEFINICIÓN	$((Inv\_OR\_educ[1]+Inv\_OR\_educ[2]+Inv\_OR\_educ[3]+Inv\_OR\_educ[4]+Inv\_OR\_educ[5])*(Alms\_matrcld[1]+Alms\_matrcld[2]+Alms\_matrcld[3])+(Inv\_OR\_Partcp[1]+Inv\_OR\_Partcp[2]+Inv\_OR\_Partcp[3]+Inv\_OR\_Partcp[4])*(Poblacion))$
	DESCRIPCIÓN	Es la inversión mínima requerida para mantener los niveles actuales de matriculación, alfabetismo y participación comunitaria, del dinero de Otros recursos, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	Inv_req_min_RP
	DEFINICIÓN	$((Inv\_RP\_educ[1]+Inv\_RP\_educ[2]+Inv\_RP\_educ[3]+Inv\_RP\_educ[4]+Inv\_RP\_educ[5])*(Alms\_matrcld[1]+Alms\_matrcld[2]+Alms\_matrcld[3])+(Inv\_RP\_Partcp[1]+Inv\_RP\_Partcp[2]+Inv\_RP\_Partcp[3]+Inv\_RP\_Partcp[4])*(Poblacion))$
	DESCRIPCIÓN	Es la inversión mínima requerida para mantener los niveles actuales de matriculación, alfabetismo y participación comunitaria, del dinero de Recursos propios, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	LFPR
	DEFINICIÓN	$(LFPR\_h+LFPR\_m)/2$
	DESCRIPCIÓN	Tasa de participación del trabajo forzoso que se ejerce por parte de hombres y mujeres. Unidad Adimensional
⊖	NOMBRE	LFPR_h
	DEFINICIÓN	0.798
	DESCRIPCIÓN	Tasa de participación de hombres en el mercado laboral. (% de 15 años de edad y mayores): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Adimensional
⊖	NOMBRE	LFPR_m
	DEFINICIÓN	0.579
	DESCRIPCIÓN	Tasa de participación de mujeres en el mercado laboral. (% de 15 años de edad y mayores): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Adimensional
	NOMBRE	Linea_igualdad
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Línea que muestra la total igualdad en la distribución de los ingresos en una determinada Población.
	NOMBRE	Mat_tm
	DEFINICIÓN	










	DESCRIPCIÓN	Comportamiento de la matriculación dependiendo de la variable "porcentaje de matriculación" la cual influye en la tasa de mortalidad de la población. Unidad Personas
	NOMBRE	Mat_tn
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento de la matriculación dependiendo de la variable "porcentaje de matriculación" la cual influye en la tasa de natalidad de la población. Unidad Personas
⊙	NOMBRE	max_Eu
	DEFINICIÓN	85
	DESCRIPCIÓN	Valor máximo para calcular el índice de esperanza de vida al nacer, la unidad es años
⊙	NOMBRE	max_AEE
	DEFINICIÓN	18
	DESCRIPCIÓN	Valor máximo de los años esperados de escolaridad. la unidad es un porcentaje
⊙	NOMBRE	max_APE
	DEFINICIÓN	15
	DESCRIPCIÓN	Valor máximo para los años promedio de escolaridad. la unidad es un porcentaje
⊙	NOMBRE	max_GNI_pc
	DEFINICIÓN	75000*2936
	DESCRIPCIÓN	Valor máximo para calcular el índice de PIB per cápita. La unidad es en pesos colombianos
⊙	NOMBRE	min_Eu
	DEFINICIÓN	20
	DESCRIPCIÓN	Valor mínimo para calcular el índice de esperanza de vida al nacer, la unidad es años
⊙	NOMBRE	min_AEE
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Valor mínimo de los años esperados de escolaridad. la unidad es un porcentaje
⊙	NOMBRE	min_APE
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Valor mínimo para los años promedio de escolaridad. la unidad es un porcentaje
⊙	NOMBRE	min_GNI_pc
	DEFINICIÓN	100*2936
	DESCRIPCIÓN	Valor mínimo para calcular el índice de PIB per cápita. La unidad es en pesos colombianos
	NOMBRE	MMR
	DEFINICIÓN	64 / 100000








	DESCRIPCIÓN	Número de muertes por cada 100000 nacidos vivos. Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Personas
○	NOMBRE	MMR_Pob
	DEFINICIÓN	$IF(MMR*natalidad < 64, 10, MMR*natalidad)$
	DESCRIPCIÓN	Índice de mortalidad materna para la población. El mínimo valor que se toma es el 0.1% del total de nacimientos. Unidad Personas
○	NOMBRE	Negociacion
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje del factor de participación comunitaria denominado negociación el cual define las personas que realizan negociaciones con los entes de salud para obtener mejor servicio y calidad en la atención, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Neg_PC
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la negociación del municipio
○	NOMBRE	Nivel_mortalidad
	DEFINICIÓN	$Fact\_Modificable + Fact\_no\_Modificb$
	DESCRIPCIÓN	Suma de los factores modificables y no modificables causantes de muerte en los habitantes del municipio, unidad Adimensional.
	NOMBRE	No_pers_inm
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Número de personas que llegan al municipio dependiendo del Índice del PIB. unidad Número de personas
○	NOMBRE	PIB_PC
	DEFINICIÓN	$IF((Prep\_ic\_anual/poblacion) < 1, 1, (Prep\_ic\_anual/poblacion))$
	DESCRIPCIÓN	Aproximación del PIB per cápita a nivel municipal, se tiene en cuenta el presupuesto disponible anual y se divide en el número de habitantes del municipio, la unidad de esta variable es pesos colombianos por habitante
○	NOMBRE	Part_recaudo
	DEFINICIÓN	$IF(PCT(Prc\_PR + CP\_PR) > 1, 1, PCT(Prc\_PR + CP\_PR))$
	DESCRIPCIÓN	Participación del pago de la población a favor del recaudo de ingresos tributarios, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Per_en_Alf
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población que asiste a programas educacionales, enfocados a disminuir el nivel de analfabetismo en la población adulta, unidad personas



	NOMBRE	Pob_18_60_ans
	DEFINICIÓN	Pob_ac_18_60_ans
	DESCRIPCIÓN	Población de 18 a 60 años, unidad personas
	NOMBRE	Pob_18_ans
	DEFINICIÓN	INT(Pob_cl_s[13])
	DESCRIPCIÓN	Población con 18 años de edad, unidad personas
	NOMBRE	Pob_Alfb_18_60
	DEFINICIÓN	Pob_alf_18_60_in
	DESCRIPCIÓN	Población total alfabeta de 18 a 60 años, unidad personas
	NOMBRE	Pob_ac_18_60_ans
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población actual de 18 a 60 años, unidad número de personas
	NOMBRE	Pob_alf_18_60_in
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población actual de 18 a 60 años alfabeta, unidad personas
	NOMBRE	Pob_alf_con_prog
	DEFINICIÓN	analfb_a_alfabt
	DESCRIPCIÓN	Población que se alfabetiza gracias a los programas de alfabetización del municipio. Unidad. Número de personas
	NOMBRE	Pob_anual_edad_0
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Población total anual de personas de edad 0, unidad personas
	NOMBRE (3)	Pob_apt_niv_edu
	DEFINICIÓN	[INT(Pob_edad_e),INT(Pob_edad_e[2]+Pob_edad_e[3]+Pob_edad_e[4]+Pob_edad_e[5]+Pob_edad_e[6]+Pob_edad_e[7]),INT(Pob_edad_e[8]+Pob_edad_e[9]+Pob_edad_e[10]+Pob_edad_e[11]+Pob_edad_e[12]+Pob_edad_e[13])]
	DESCRIPCIÓN	Personas en edad activa para estudiar clasificadas según nivel escolar, unidad número de personas
	NOMBRE (13)	Pob_cl_e
	DEFINICIÓN	PRED([IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_infantil+Ret_5anhos,0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[1],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[2],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[3],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[4],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[5],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[6],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[7],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)=0,Pob_cl_s[8],0),0),IF(T>1,IF(FRAC(T/12)

		$=0, Pob\_cl\_s[9], 0, 0), IF(T > 1, IF(FRAC(T/12) = 0, Pob\_cl\_s[10], 0, 0), IF(T > 1, IF(FRAC(T/12) > 0, Pob\_cl\_s[11], 0, 0), IF(T > 1, IF(FRAC(T/12) = 0, Pob\_cl\_s[12], 0, 0)))$
	DESCRIPCIÓN	Habitantes que aumentan un año de edad, unidad número de personas
☞	NOMBRE (13)	Pob_cl_s
	DEFINICIÓN	$IF(T > 1, IF(FRAC(T/12) = 0, Pob\_edad\_e, 0), 0)$
	DESCRIPCIÓN	Habitantes que aumentaron un año de edad, unidad número de personas
☞	NOMBRE	Pob_edad_1
	DEFINICIÓN	$IF(FRAC(T/12) = 0, Pob\_anual\_edad\_0, 0)$
	DESCRIPCIÓN	Población anual de edad 1, unidad personas/año
☐	NOMBRE (13)	Pob_edad_e
	DEFINICIÓN	Pob_ini
	DESCRIPCIÓN	Población en edad apta para estudiar desde el jardín hasta el nivel de educación media, unidad número de personas
☞	NOMBRE	Pob_entra_prog
	DEFINICIÓN	$IF(T = 0, pob\_prog\_alf, IF(Pob\_proc\_alf = 0, pob\_prog\_alf, 0))$
	DESCRIPCIÓN	Población que entra a los programas de alfabetización. Unidad. Número de personas/mes
⊙	NOMBRE	Pob_infantil
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población inicial de 1 a 5 años en la tabla va en un orden contrario los niños de cinco años se encuentra en el $t = 0$ , y así sucesivamente hasta los de 0 años los cuales se encuentran en $t = 5$ , unidad número de personas
⊙	NOMBRE (13)	Pob_ini
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población inicial en cada nivel educativo clasificación etárea, de los 5 a los 17 años, unidad No de personas
⊙	NOMBRE	Pob_inicial
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Población inicial en el municipio, la unidad de este parámetro es el número de personas vivas en el municipio. Año 2017
☞	NOMBRE	Pob_may_60_ans
	DEFINICIÓN	$IF(FRAC(T/12) = 0, PCT(Prc\_Pob\_60\_ans) * Pob\_18\_60\_ans, 0)$
	DESCRIPCIÓN	Población mayor de 60 años, unidad personas
☞	NOMBRE	Pob_mayor_60
	DEFINICIÓN	$IF(FRAC(T/12) = 0, Pob\_Alfb\_18\_60 * PCT(Prc\_pob\_alfb\_60), 0)$

	DESCRIPCIÓN	Población alfabeta mayor de 60 años, unidad personas
☞	NOMBRE	Pob_mens_edad_0
	DEFINICIÓN	natalidad
	DESCRIPCIÓN	Población mensual de edad 0, unidad personas/mes
☞	NOMBRE	Pob_proc_alf
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Población en proceso de alfabetización en el municipio. Unidad Número de personas
☞	NOMBRE	Poblacion
	DEFINICIÓN	Pob_inicial
	DESCRIPCIÓN	Población total del municipio, la unidad es el número de habitantes en el municipio
○	NOMBRE	Porc_Alfbt_adult
	DEFINICIÓN	$IF(((Pob\_Alfb\_18\_60/Pob\_18\_60\_ans)*100)>100,100,((Pob\_Alfb\_18\_60/Pob\_18\_60\_ans)*100))$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de Alfabetismo Adulto, unidad Adimensional.
⊙	NOMBRE (3)	Porc_almns_ult_n
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de alumnos del último grado de cada nivel escolar, es decir, de preescolar los estudiantes de jardín B, de básica los alumnos de 5 grado, y de media los alumnos de 11 grado, unidad ninguna
○	NOMBRE	Porc_matric
	DEFINICIÓN	$IF((((Est\_nvl\_educativ[1]+Est\_nvl\_educativ[2]+Est\_nvl\_educativ[3])/(Pob\_apt\_niv\_edu[1]+Pob\_apt\_niv\_edu[2]+Pob\_apt\_niv\_edu[3]))*100)>100,100,(((Est\_nvl\_educativ[1]+Est\_nvl\_educativ[2]+Est\_nvl\_educativ[3])/(Pob\_apt\_niv\_edu[1]+Pob\_apt\_niv\_edu[2]+Pob\_apt\_niv\_edu[3]))*100))$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de matriculación. unidad Adimensional.
⊙	NOMBRE	Porc_otras_invs
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentajes de dinero invertido del presupuesto municipal actual en los demás asuntos municipales, unidad Adimensional.Fuente:Documentos Administración Municipal
⊙	NOMBRE	Porc_otras_lir
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentajes de dinero municipal actual invertido del presupuesto de libre en los demás asuntos municipales, unidad Adimensional.Fuente:Documentos Administración Municipal

	NOMBRE	Porc_pers_emg
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de la población que sale del municipio debido al índice de PIB buscando mejores oportunidades en otros municipios, unidad Adimensional
	NOMBRE	PR_h
	DEFINICIÓN	0.791
	DESCRIPCIÓN	Proporción de escaños en el parlamento (% ocupados por hombres): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> , unidad Adimensional
	NOMBRE	PR_m
	DEFINICIÓN	0.209
	DESCRIPCIÓN	Proporción de escaños en el parlamento (% ocupados por mujeres): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> , unidad Adimensional
	NOMBRE	Prc_Pob_60_ans
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje promedio de población mayor de 60 años, unidad ninguna.
	NOMBRE	Prc_Pob_alfb_60
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de personas alfabetas mayores de 60 años, unidad ninguna
	NOMBRE	Prc_PR
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Comportamiento según la libre inversión en cada sector del municipio
	NOMBRE	Prc_inv_LI
	DEFINICIÓN	$IF(((Inv\_real\_RP+Inv\_real\_OR)/2)>100,100,((Inv\_real\_RP+Inv\_real\_OR)/2))$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de la inversión realizada en proyectos de educación y salud, unidad Adimensional.
	NOMBRE (4)	Prc_tl_relzd_Ed
	DEFINICIÓN	$[(Inv\_realzd\_Ed\_RP[1]+Inv\_realzd\_Ed\_OR[1])/(Inv\_OR\_educ[1]+Inv\_RP\_educ[1]),(Inv\_realzd\_Ed\_RP[2]+Inv\_realzd\_Ed\_OR[2])/(Inv\_OR\_educ[2]+Inv\_RP\_educ[2]),(Inv\_realzd\_Ed\_RP[3]+Inv\_realzd\_Ed\_OR[3])/(Inv\_OR\_educ[3]+Inv\_RP\_educ[3]),(Inv\_realzd\_Ed\_RP[4]+Inv\_realzd\_Ed\_OR[4])/(Inv\_OR\_educ[4]+Inv\_RP\_educ[4])]$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje para mantener el nivel de educación actual, son las 4 características educativas, unidad Adimensional.
	NOMBRE (4)	Prc_to_inv_relzd
	DEFINICIÓN	$[(Inv\_relzd\_Pat\_RP[1]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[1])/(Inv\_RP\_Partcp[1]+Inv\_OR\_Partcp[1]),(Inv\_relzd\_Pat\_RP[2]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[2])/(Inv\_RP\_Partcp[2]+Inv\_OR\_Partcp[2]),(Inv\_relzd\_Pat\_RP[3]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[3])/(Inv\_RP\_Partcp[3]+Inv\_OR\_Partcp[3]),(Inv\_relzd\_Pat\_RP[4]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[4])/(Inv\_RP\_Partcp[4]+Inv\_OR\_Partcp[4])]$

		$\frac{\_relzd\_Pat\_RP[3]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[3]}{(Inv\_RP\_Partcp[3]+Inv\_OR\_Partcp[3])},(Inv\_r\_elzd\_Pat\_RP[4]+Inv\_relzd\_Pat\_OR[4])/(Inv\_RP\_Partcp[4]+Inv\_OR\_Partcp[4])]$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje inversión realizada total para mantener o mejorar los niveles de participación comunitaria, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Prep_ic_an
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Cantidad de dinero anual recaudado por el municipio, con este valor se calcula el PIB per cápita PPA municipal, unidad pesos colombianos
	NOMBRE	Prep_li_mens
	DEFINICIÓN	1
	DESCRIPCIÓN	Presupuesto mensual de libre inversión disponible, unidad pesos colombianos
	NOMBRE	Prep_mun_total
	DEFINICIÓN	1
	DESCRIPCIÓN	Cantidad de presupuesto recaudado en el municipio, unidad pesos colombianos
	NOMBRE	Promoc_escol
	DEFINICIÓN	$IF(((Estad\_Alimen\_esc+Estad\_Dot\_inst+Estad\_Dot\_almn)/3)>100,100,((Estad\_Alimen\_esc+Estad\_Dot\_inst+Estad\_Dot\_almn)/3))$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de estudiantes que pasan de un nivel escolar al siguiente, en el siguiente orden preescolar rural-urbano, básica rural-urbano, media rural-urbano, unidad Adimensional.
	NOMBRE	Rela_Pb_M_S_D
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Relación entre el número de habitantes en el municipio y la cantidad de dinero recaudado por las multas, el impuesto de la sobretasa a la gasolina y el ACPM y el impuesto al degüello de ganado y otros impuestos de manera mensual, unidad pesos colombianos/número de personas.Fuente:Documentos Administración Municipal
	NOMBRE	Rel_Pb_P_IC
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Relación entre el número de habitantes en el municipio y la cantidad de dinero recaudado por el impuesto predial y el impuesto de industria y comercio de manera mensual, unidad pesos colombianos/número de personas. Fuente: Documentos Administración Municipal
	NOMBRE	Re_Pb_SGPc
	DEFINICIÓN	

	DESCRIPCIÓN	Relación entre la cantidad de dinero enviado por el Sistema General de Participaciones (complemento del SGP total) al municipio y el número de habitantes en el municipio de manera mensual, unidad pesos colombianos/número de personas. Fuente: Documentos Administración Municipal
⊙	NOMBRE	Rela_Pb_SGPpg
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Relación entre la cantidad de dinero enviado por el Sistema General de Participaciones (Propósito General) al municipio y el número de habitantes en el municipio de manera mensual, unidad pesos colombianos/número de personas. Fuente: Documentos Administración Municipal
⊙	NOMBRE	Recursos_cap
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Es la cantidad de dinero obtenida por el manejo eficiente del presupuesto, unidad pesos colombianos. Fuente: Documentos Administración Municipal
	NOMBRE	Ret_5anhos
	DEFINICIÓN	RETARDO(Pob_edad_1, 72, 72, Pob_edad_1)
	DESCRIPCIÓN	Indica el tiempo que demora un niño en cumplir los 5 años. Unidad personas
○	NOMBRE	Ret_Y_prom
	DEFINICIÓN	$(PCT(Retnc\_escol)+PCT(Promoc\_escol))/2$
	DESCRIPCIÓN	Promedio entre la retención y la promoción escolar en el municipio. Unidad Adimensional.
	NOMBRE	Retardo_Partcp
	DEFINICIÓN	RETARDO(Part_comun,12,12, 72)
	DESCRIPCIÓN	Este retardo es debido a que la asimilación de los programas implementados en el municipio, con el fin de mejorar la participación comunitaria se ven reflejados paulatinamente, unidad participación comunitaria
○	NOMBRE	Retnc_escolar
	DEFINICIÓN	$IF(Estad\_Transp\_esc>100,100,Estad\_Transp\_esc)$
	DESCRIPCIÓN	Porcentaje de estudiantes que siguen estudiando ya sea que pasen al siguiente nivel o se queden en el mismo, unidad Adimensional.
○	NOMBRE	Salud
	DEFINICIÓN	$IF(((POWER((10/MMR\_Pob) + (1/AFR\_Pob),0.5) + 1)/ 2) > 1,1,((POWER((10/MMR\_Pob) + (1/AFR\_Pob),0.5) + 1)/ 2))$
	DESCRIPCIÓN	Estado en que las mujeres y niñas ejercen con normalidad todas sus funciones. unidad Adimensional.

☉	NOMBRE	SE_h
	DEFINICIÓN	0.596
	DESCRIPCIÓN	Población de hombres con al menos algún tipo de educación secundaria. (% de 25 años y mayores): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Adimensional
☉	NOMBRE	SE_m
	DEFINICIÓN	0.503
	DESCRIPCIÓN	Población de mujeres con al menos algún tipo de educación secundaria. (% de 25 años y mayores): Fuente: <a href="http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL">http://hdr.undp.org/es/countries/profiles/COL</a> . Unidad Adimensional
○	NOMBRE	SGP_Prop_Gen_lib
	DEFINICIÓN	Poblacion*Rela_Pb_SGPpg
	DESCRIPCIÓN	Dinero que gira la nación con el fin que el alcalde lo invierta de manera autónoma, unidad pesos colombianos
○	NOMBRE	t_mortalidad
	DEFINICIÓN	t_mortal*PCT(Esp_tm+Alf_tm+Mat_tm)
	DESCRIPCIÓN	Tasa de Mortalidad define el número de defunciones de una población en determinado tiempo. La unidad de esta variable es 1/mes.
○	NOMBRE	t_natalidad
	DEFINICIÓN	t_natal*PCT(Esp_tn+Alf_tn+Mat_tn)
	DESCRIPCIÓN	Tasa de natalidad define el número de personas que nacen vivas en determinado tiempo. La unidad de esta variable es 1/mes.
■	NOMBRE	analf_a_alfab
	DEFINICIÓN	RETARDO(Pob_entra_prog,num_anual_prog,num_anual_prog,0)
	DESCRIPCIÓN	Retardo que indica el tiempo que demora una persona para pasar de analfabeta a alfabeto. Unidad ninguna.
○	NOMBRE (3)	cupos_actuales
	DEFINICIÓN	IF(MOD(T,12)=0,Estad_Cupos_dispo,0)
	DESCRIPCIÓN	Personas máximas que pueden estudiar al año en cada nivel educativo. Unidad personas
☉	NOMBRE	emigración
	DEFINICIÓN	Poblacion*PCT(Porc_pers_emg)
	DESCRIPCIÓN	Emigración del municipio. Número de personas que salen del municipio mensualmente, unidad No de personas/mes
	NOMBRE	inmigración

☞	DEFINICIÓN	No_pers_inm
	DESCRIPCIÓN	Inmigración del municipio. Número de personas que llegan al municipio mensualmente, unidad No de personas/mes
☞	NOMBRE	mortalidad
	DEFINICIÓN	t_mortalidad*Poblacion
	DESCRIPCIÓN	Mortalidad en el municipio. La unidad es la cantidad de personas que mueren mensualmente en el municipio (personas/mes).
☞	NOMBRE	natalidad
	DEFINICIÓN	t_natalidad*Poblacion
	DESCRIPCIÓN	Natalidad en el municipio. La unidad es la cantidad de personas que nacen mensualmente (personas/mes)
☞	NOMBRE	num_anual_prog
	DEFINICIÓN	24
	DESCRIPCIÓN	Número de meses que dura el programa de Alfabetización. Unidad meses.
○	NOMBRE	pob_analf
	DEFINICIÓN	$INT(IF((Pob_{18\_60\_ans}-Pob_{Alfb_{18\_60}})<0,0,(Pob_{18\_60\_ans}-Pob_{Alfb_{18\_60}})))$
	DESCRIPCIÓN	Población analfabeta del municipio. Unidad número de personas
○	NOMBRE	pob_prog_alf
	DEFINICIÓN	$INT(IF(T=0,Per_{en\_Alf},IF(Pob_{analfabeta}-Pob_{proc\_alf}>0,Pob_{analfabeta}-Pob_{proc\_alf},0)))$
	DESCRIPCIÓN	Población que asiste a programas de alfabetización. Unidad personas
☞	NOMBRE	regalías
	DEFINICIÓN	0
	DESCRIPCIÓN	Regalías ribereñas aproximadas 2017 que le llegan al municipio por concepto de extracción de petróleo y demás minerales. Unidad: pesos colombianos. Fuente: Vanguardia Liberal
☞	NOMBRE	t_mortal
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Tasa de mortalidad mensual del municipio en el año 2017. Unidad 1/mes
☞	NOMBRE	t_natal
	DEFINICIÓN	
	DESCRIPCIÓN	Tasa de natalidad mensual del municipio en el año 2017. Unidad 1/mes

## ANEXO D. Pruebas Modelo DS AdmonSoft 3.0

A continuación, se detallan las pruebas realizadas al modelo DS que constan de una serie de test de evaluación sugeridos por John Sterman en su libro Business Dynamics, Capítulo 21 TRUTH AND BEAUTY: VALIDATION AND MODEL TESTING. Estas pruebas tienen el objetivo de conocer limitaciones estructurales del modelo que se van mejorando en la construcción y avance del mismo.

✓ Pruebas de suficiencia de los límites:

El objetivo de esta evaluación es determinar lo apropiado que son los límites establecidos para el modelo acorde al propósito bajo el cual está construido. Para este propósito se usa la tabla de límites del modelo, clasificando los elementos del modelo en dos grupos: endógenos y exógenos.

Tabla 17. Límites del modelo DS

ELEMENTO	ENDÓGENO	EXÓGENO
<b>POBLACION MUNICIPAL</b>		
Población	X	
Natalidad	X	
Mortalidad	X	
Emigración	X	
Inmigración	X	
<b>PRESUPUESTO MUNICIPAL</b>		
Presupuesto Municipal Total	X	
Dinero SGP Complemento	X	
Dinero SGP Propósito General	X	
Ingresos Tributarios	X	
Ingresos No Tributarios	X	

ELEMENTO	ENDÓGENO	EXÓGENO
Ingresos Corrientes	X	
Gestión Alcalde	X	
Presupuesto Libre Inversión	X	
Inversión en Salud	X	
Inversión en Educación	X	
Regalías		X
<b>MATRICULACION</b>		
Matriculas	X	
Retención Escolar	X	
Promoción Escolar	X	
Población en nivel educativo	X	
Población en edad estudiantil	X	
Matriculación	X	
<b>ALFABETISMO</b>		
Programas de Alfabetización Adulta	X	
Habitantes de 18 a 60 años en el municipio	X	
Habitantes alfabetas de 18 a 60 años en el municipio	X	
Habitantes analfabetas de 18 a 60 años en el municipio	X	
Inversión en Alfabetismo	X	
<b>PARTICIPACION COMUNITARIA</b>		
Cogestión	X	
Autogestión	X	
Colaboración	X	
Negociación	X	
Factor Modificable	X	

ELEMENTO	ENDÓGENO	EXÓGENO
Factor No modificable		X
Nivel de Mortalidad	X	
Esperanza de Vida al Nacer	X	
<b>CONFIANZA POLITICA</b>		
Participación en el recaudo	X	
Confianza Política	X	
Educación	X	
Economía	X	
<b>IDH</b>		
Índice de ingresos	X	
Índice de años promedio de escolaridad	X	
Índice de años esperados de escolaridad	X	
Índice de esperanza de vida	X	
<b>IDH-D</b>		
Desigualdad en el índice de ingresos	X	
Desigualdad en el índice de educación	X	
Desigualdad en el índice de salud	X	
<b>IDG</b>		
Participación en el recaudo	X	
Confianza Política	X	
Educación	X	
Economía	X	
<b>GINI</b>		
Agregación (Hombres y niños)	X	
Agregación (Mujeres y niñas)	X	
Tasa de participación	X	
Salud	X	

Fuente: Autor

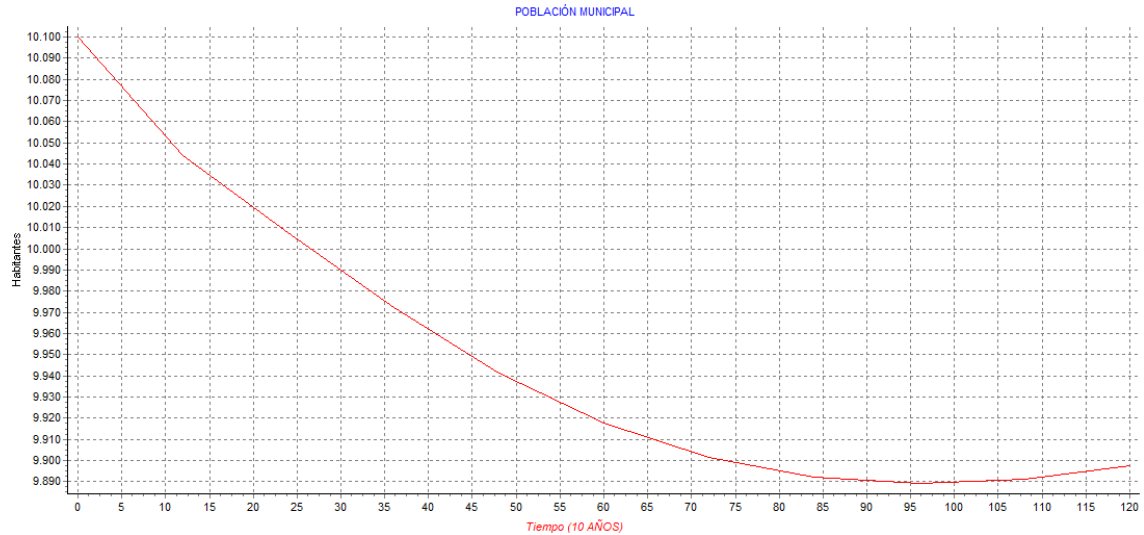
Se puede observar que la mayoría de variables son endógenas precisamente por la relación que hay entre ella. Se agregaron nuevas variables dentro de los indicadores de las cuales algunas son exógenas debido a que son valores fijos que se toman del documento de DANE para realizar las pruebas de simulación.

✓ Pruebas para la evaluación de la estructura:

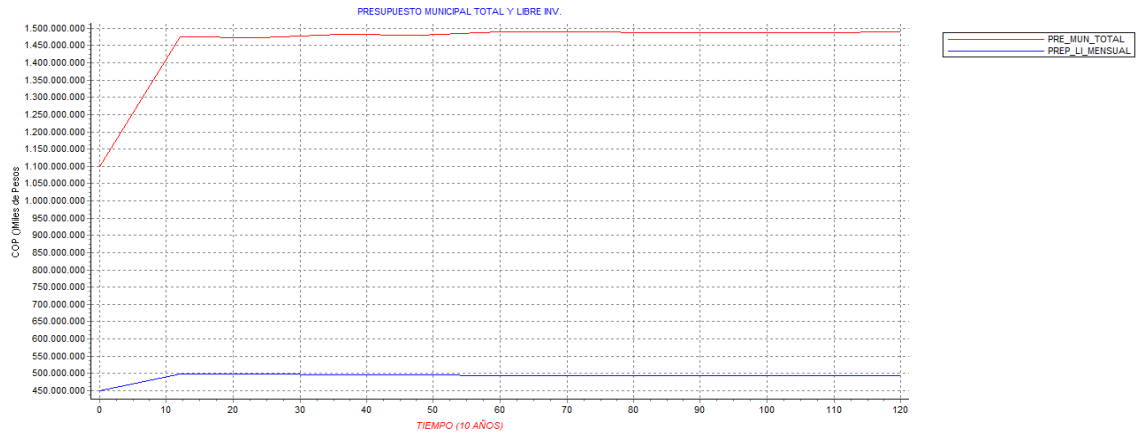
Este test analiza si el modelo es consistente o no con el conocimiento del sistema real relevante para el propósito requerido. Esta evaluación se enfoca en el nivel de agregación, la conformidad del modelo a las realidades físicas básicas como las leyes de la conservación y el realismo de las reglas de decisión para los agentes.

Las partes generales para el desarrollo de este test son: la población, el presupuesto y los indicadores de calidad de vida:

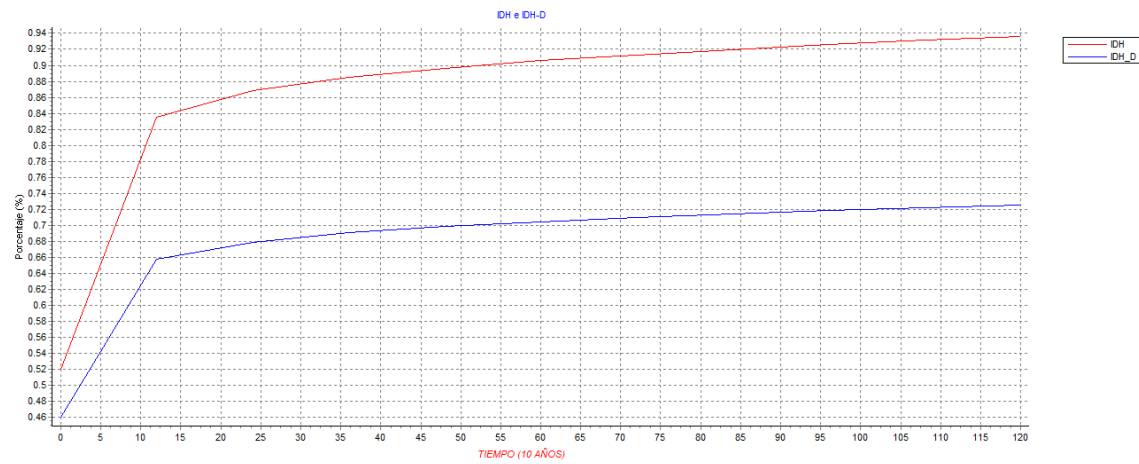
Gráfica 36. Población Municipal



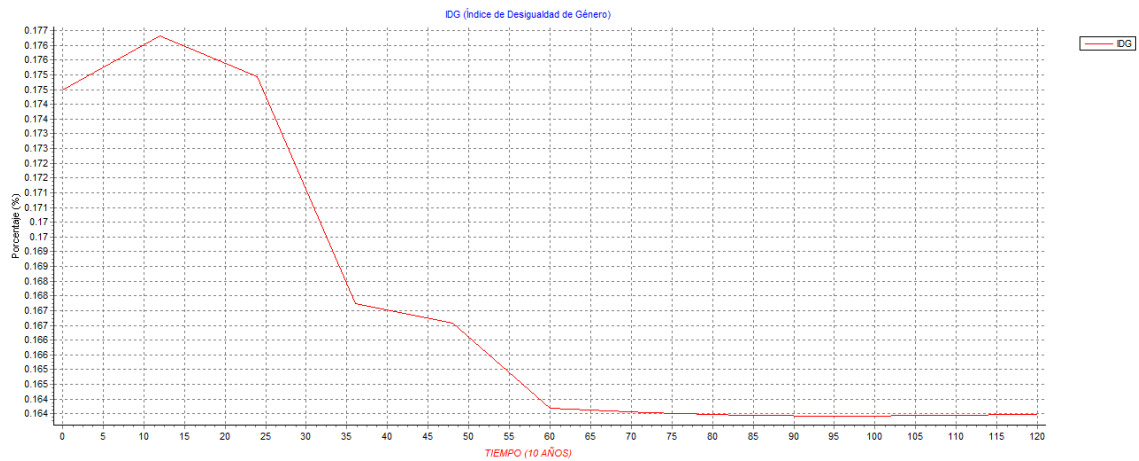
Gráfica 37. Presupuesto Municipal Total y de Libre Inversión



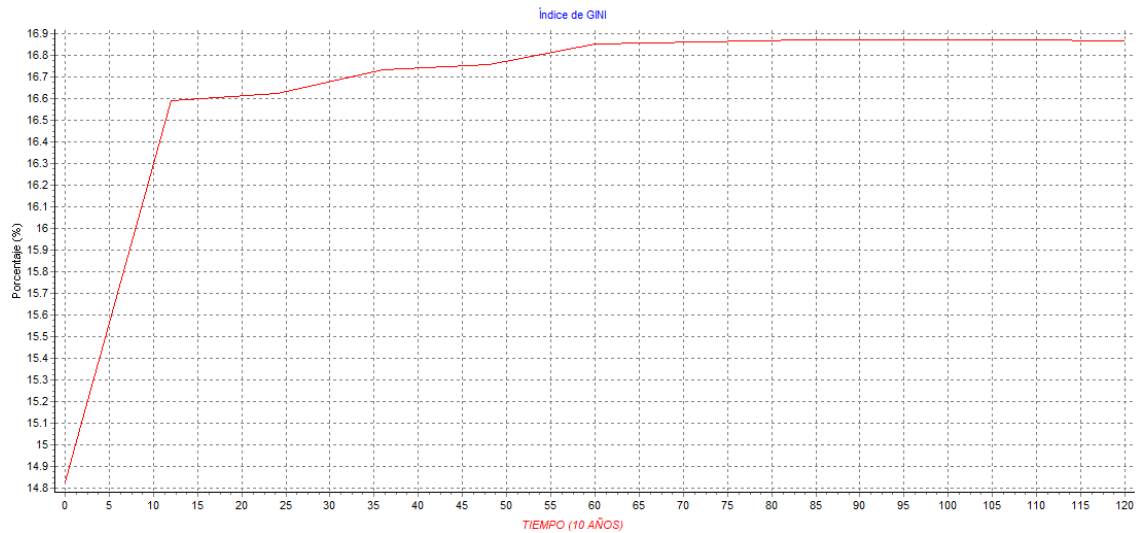
Gráfica 38. IDH e IDH-D



Gráfica 39. IDG



Gráfica 40. GINI



Tal y como se observa en las gráficas anteriores, ningún comportamiento es menor a cero y los datos reflejados corresponden a una aproximación de la situación en el municipio de Suaita, Santander. De manera que la prueba de evaluación de la estructura indica que el modelo es consistente con las leyes físicas básicas.

✓ Consistencia Adimensional:

Este test consiste en asignar unidades a cada una de las variables del modelo a medida que éste se construye, con el propósito de identificar fallas importantes en la comprensión de la estructura o en el proceso de decisión que se está tratando de modelar. Por cuestiones de orden, la tabla con la descripción de cada una de las variables junto con la unidad de medida se puede ver en el Anexo E.

Esta evaluación permite verificar que el modelo es consistente dimensionalmente garantizando la integridad desde el punto de vista de las unidades de medida utilizadas. La especificación de las dimensiones se define gracias a las relaciones que se tienen en el modelo pues es allí donde se describe inicialmente los factores de cálculo para que se lleven a cabo estas relaciones.

✓ Pruebas de errores de integración:

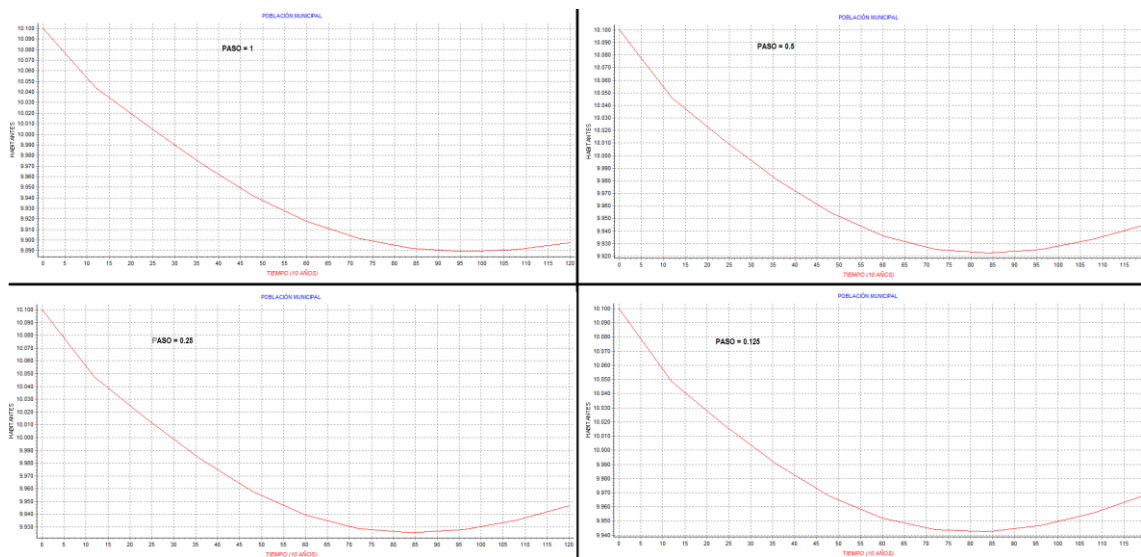
La prueba consiste en ir recortando el paso de tiempo e ir corriendo el modelo de nuevo. Si los resultados cambian de forma que estos importen, entonces el paso de tiempo no es el apropiado y se tendrá que proceder a buscar un paso que se ajuste a las exigencias del modelo. Cabe recalcar que si las variaciones del paso son pequeñas se tendrá un error pequeño a considerar.

Las pruebas se realizan con la población, el presupuesto y los indicadores de calidad de vida.

Tabla 18. Pasos de integración para la Población Municipal

# Simulación	Paso de Integración	Comportamiento Poblacional
1	1	Comportamiento decreciente
2	0,5	Comportamiento decreciente
3	0,25	Comportamiento decreciente
4	0,125	Comportamiento decreciente

Gráfica 41. Pasos de Integración – Población Municipal (Comportamiento decreciente)

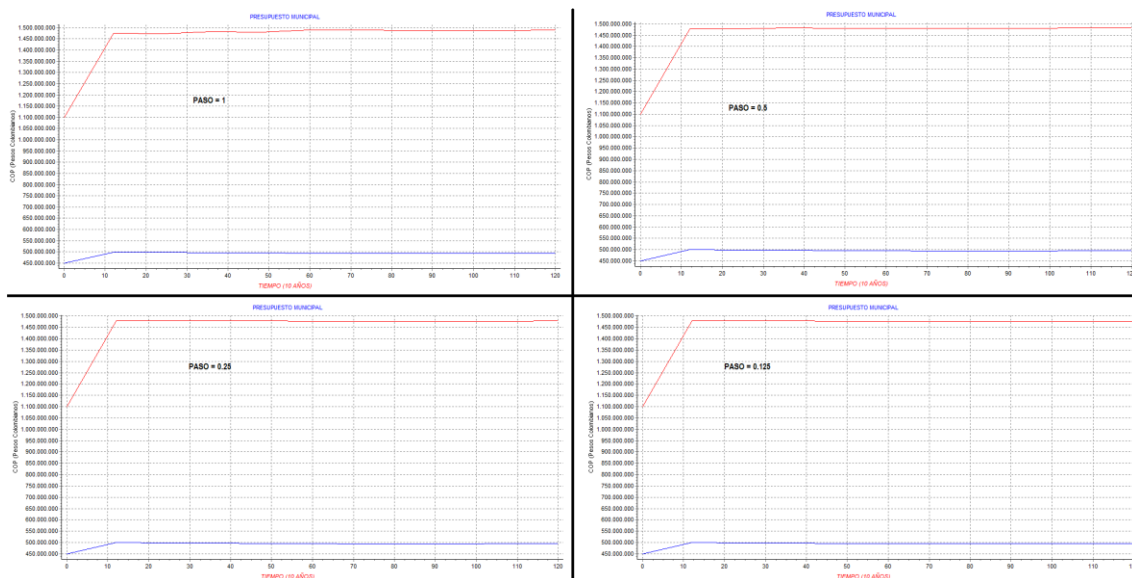


Como se puede observar, el comportamiento de la población con diferentes pasos de integración es el mismo, al finalizar 10 años en la simulación.

Tabla 19. Pasos de integración para el presupuesto municipal

# Simulación	Paso de Integración	Comportamiento Presupuestal
1	1	Comportamiento creciente
2	0,5	Comportamiento creciente
3	0,25	Comportamiento creciente
4	0,125	Comportamiento creciente

Gráfica 42. Pasos de Integración – Presupuesto Municipal total y de libre Inversión

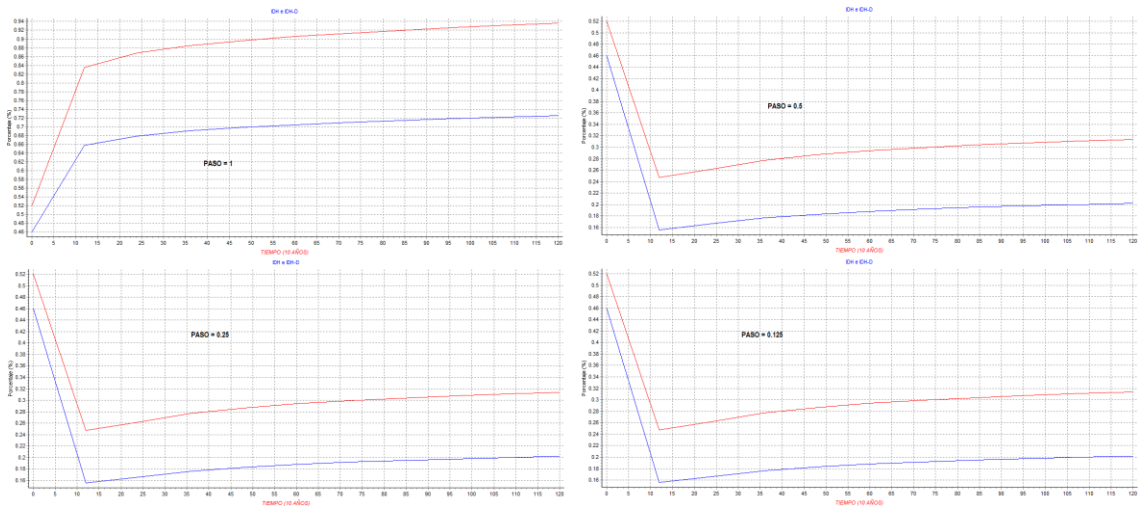


En la gráfica se puede notar que el resultado para los diferentes pasos de integración en el comportamiento del presupuesto municipal es el mismo, al finalizar los 10 años de simulación.

Tabla 20. Pasos de Integración para el IDH e IDH-D

# Simulación	Paso de Integración	Comportamiento IDH e IDH-D
1	1	Comportamiento creciente
2	0,5	Comportamiento creciente
3	0,25	Comportamiento creciente
4	0,125	Comportamiento creciente

Gráfica 43. Pasos de Integración IDH e IDH-D

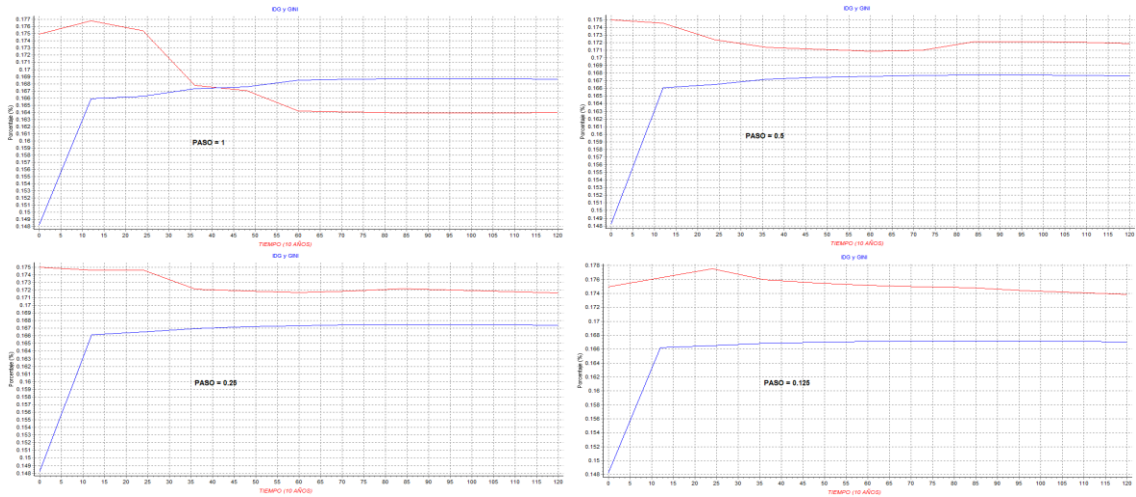


Estos dos indicadores sufren cambios con el paso de integración debido a que empiezan con un valor inicial en el nivel de cada uno, por ende, cuando se reduce el paso de integración, los valores son más bajos que el valor inicial, pero al cabo de un año empiezan a aumentar de manera creciente al igual que la gráfica con paso = 1.

Tabla 21. Pasos de Integración para el IDG y GINI

# Simulación	Paso de Integración	Comportamiento IDG y GINI
1	1	IDG decrece y GINI crece
2	0,5	IDG decrece y GINI crece
3	0,25	IDG decrece y GINI crece
4	0,125	IDG decrece y GINI crece

Gráfica 44. Pasos de Integración para el DIG y el GINI



Se puede notar una pequeña diferencia en el comportamiento inicial de las gráficas, pero a medida que pasa el tiempo, el comportamiento se asemeja en todas las gráficas correspondientes a los diferentes pasos de distribución.

✓ Pruebas del Mejoramiento del Sistema:

En última instancia la meta del modelado es resolver un problema. Las pruebas de mejoramiento del sistema indagan si el proceso de modelado ayudó a cambiar el sistema para bien. En la práctica es muy difícil valorar el impacto del modelo, es complejo conocer el nivel en el cual se cambió el modelo mental o la creencia de las personas precisamente porque en el momento que las personas ven el modelo toma mucho tiempo para que los efectos de cambio se manifiesten, lo que en modelado y simulación se llamaría retardo.

Sin embargo, se plantea una metodología de experiencia del ambiente de simulación con el cual se prueba de qué manera perciben los funcionarios de la Administración pública este cambio, si lo comprenden, si se asemeja a los procesos que ellos tratan cotidianamente y sobre todo si aprenden de éste. (DIAZ DIAZ, 2012. Pág. 290).

## ANEXO E. Formulario realizado en experiencia municipal y pruebas de simulaciones a la herramienta software AdmonSoft 3.0

A continuación, se presenta el cuestionario realizado en la experiencia municipal de Suaita, Santander.

### PREGUNTAS:

Por favor, marque con una X las siguientes preguntas de percepción ciudadana

#### Datos Estadísticos:

- Edad:  
 <18       18-35       36-65       >65
- Género:  
 Masculino       Femenino
- Sector donde labora:  
 Educación       Economía       Salud       Otro  
¿Cuál?: \_\_\_\_\_

#### Aspectos Socioeconómicos y Socioculturales:

- En una puntuación del 1 al 10, como valora el estado actual de los siguientes factores municipales: (una puntuación baja significa que el estado es bajo)

Nivel de vida de la comunidad	_____
Situación económica en el municipio	_____
Seguridad Vial	_____
Oferta cultural y de ocio	_____
Accesibilidad al término municipal	_____

Calidad de la vivienda \_\_\_\_\_

Patrimonio Histórico \_\_\_\_\_

- ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la administración municipal frente a la comunidad?
- 

- En una puntuación del 1 al 10, que oportunidades de mejora encuentra en los siguientes factores:

Desarrollo económico asociado a la industria \_\_\_\_\_

Desarrollo económico asociado a la agricultura \_\_\_\_\_

Desarrollo económico asociado a las actividades de construcción \_\_\_\_\_

Desarrollo económico asociado a la ganadería \_\_\_\_\_

Desarrollo económico asociado al comercio turístico \_\_\_\_\_

Accesos al municipio \_\_\_\_\_

Promoción y desarrollo del turismo rural \_\_\_\_\_

Protección y recuperación de los espacios naturales del municipio \_\_\_\_\_

### **Aspectos de Investigación (Proyecto)**

- ¿Qué beneficio se ve en el proyecto?
- 

- ¿alguna vez habían escuchado acerca del tema de Calidad de Vida?

\_\_\_ SI     \_\_\_ NO

- ¿Qué se aprendió del proyecto?
-

- ¿Qué inconvenientes se pueden observar del proyecto?

---

- ¿Cómo se puede mejorar este proyecto?

---

- ¿Qué valor agregado tiene el proyecto para el municipio y sus habitantes?

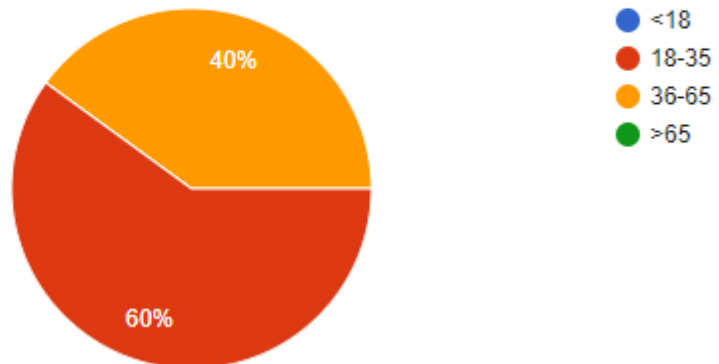
---

## RESPUESTAS:

### Datos Estadísticos:

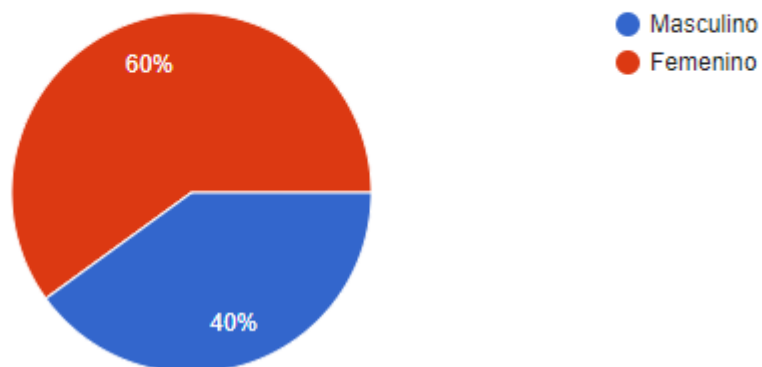
#### Edad

5 respuestas



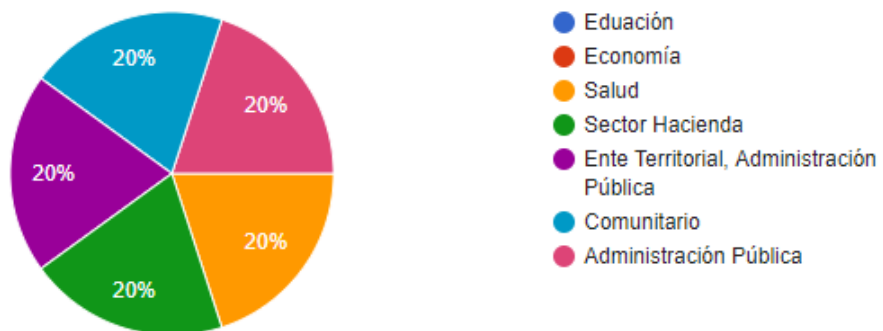
## Genero

5 respuestas



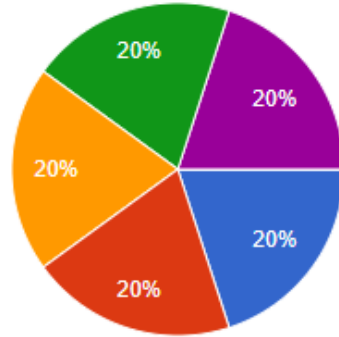
## Sector donde labora

5 respuestas



## Cargo

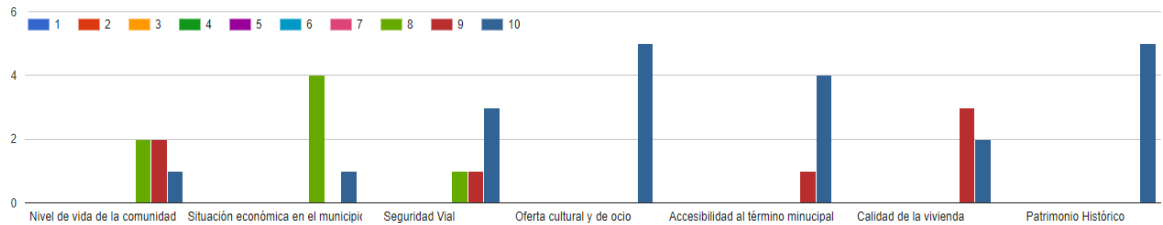
5 respuestas



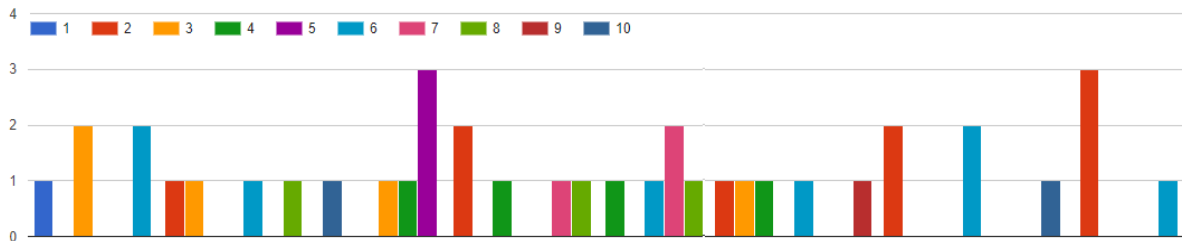
- Alcalde
- Secretario de Salud
- Asesor Comunitario
- Auxiliar Administrativo
- Secretaria de Hacienda
- Comisaria de Familia
- Secretario (a) de Fomento y Desarrollo

## Aspectos Socioeconómicos y Socioculturales

En una puntuación del 1 al 10, cómo valora el estado actual de los siguientes factores municipales: (una puntuación baja significa que el estado es bajo)



En una puntuación del 1 al 10, que oportunidades de mejora encuentra en los siguientes factores



## Alguna vez había escuchado acerca del tema de calidad de vida?

5 respuestas

