



**GEONBI: Visor geográfico para la visualización y consulta de un indicador de
Necesidades Básicas Insatisfechas en Bogotá, Colombia**

Autores:

Nelson Andrés Hernández Ortega - 20201094014

Lina María Reyes Prieto - 20201094020

**Trabajo de Grado en modalidad de monografía como requisito para optar por el
título de Especialista en Sistemas de Información Geográfica**

Directora:

PhD. Alexandra María López Sevillano

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ingeniería

Bogotá

2021

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
1. GENERALIDADES	7
1.1. Línea de investigación	7
1.2. Planteamiento del problema.....	7
1.2.1. Antecedentes del problema.....	8
1.2.2. Pregunta de investigación.....	10
1.3. Justificación	10
1.4. Objetivos	12
1.4.1. General.....	12
1.4.2. Específicos.....	12
2. MARCOS DE REFERENCIA	12
2.1. Marco conceptual.....	12
2.2. Marco Teórico.....	15
2.3. Marco demográfico.....	17
2.4. Estado del arte.....	19
3. METODOLOGÍA	26
3.1. Método	26
3.1.1. Fuente y recolección de datos.....	28
3.1.2. Tratamiento de datos	28
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	32
4.1. Determinación de los requerimientos del sistema	32
4.1.1. Requerimientos funcionales	32
4.1.2. Requerimientos No Funcionales.....	33
4.1.3. Definición de Actores	34
4.1.4. Casos de Uso	34
4.2. Diseño	36
4.2.1. Arquitectura Lógica.....	36
4.2.2. Arquitectura Física	37
4.2.3. Arquitectura del Hardware	38

4.3.	Diseño de la interfaz gráfica de usuario.....	39
4.3.1.	Componente Gráfico.....	39
4.4.	Implementación del Geovisor Geográfico.....	41
5.	Evaluación de resultados.....	45
6.	Conclusiones.....	47
7.	Trabajos Futuros.....	48
8.	Referencias.....	48

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Definición de las variables a usar en el proyecto.....	29
Tabla 2.	Requerimientos Funcionales.....	33
Tabla 3.	Requerimientos No Funcionales.....	33
Tabla 4.	Definición de Actores.....	34
Tabla 5.	Funcionalidades del Geovisor.....	40
Tabla 6.	Evaluación de Resultados.....	46

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Tipos de números índice.....	14
Ilustración 2.	Localización Geográfica de Bogotá.....	18
Ilustración 3.	Ejemplo de representación de resultados del método NBI.....	21
Ilustración 4.	Resultados del análisis de (Pérez V, 2005).....	24
Ilustración 5.	Resultado del Análisis de datos espaciales del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en la Región Andina.....	26
Ilustración 6.	Metodología para la obtención y tratamiento de la información.....	27
Ilustración 7.	Metodología para el desarrollo del proyecto.....	27
Ilustración 8.	Resultados del indicador propuesto.....	31

Ilustración 9. Diagrama de Casos de Uso	35
Ilustración 10. Diagrama de Paquetes por Casos de Uso	37
Ilustración 11. Diagrama de Componentes.....	38
Ilustración 12. Diagrama de Despliegue.....	39
Ilustración 13. Interfaz Gráfica del Geovisor	40
Ilustración 14. Estructuración de la Base de Datos Geográfica.....	42
Ilustración 15. Información del indicador contenida en la Base de Datos.....	43
Ilustración 16. Cargue de información de Geoserver	44
Ilustración 17. Definición de los servicios a consumir en Heron	44
Ilustración 18. Consulta de información por medio del Geovisor	45

RESUMEN

La construcción de GEONBI como visor geográfico que permitiera la visualización y consulta de un indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas en la ciudad de Bogotá se dividió en tres fases, la primera, constó de la recolección de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2018 (CNPV 2018) para la construcción del indicador sobre los componentes de servicios públicos y hacinamiento, la segunda fase, consistió en la definición del diseño de la arquitectura lógica, física y de hardware del sistema así como también la interfaz gráfica de visor, por último, se realizó la implementación del visor y se evaluaron los resultados del mismo frente a los requerimientos funcionales y no funcionales definidos previamente.

Palabras Clave: Censo, Visor Geográfico, indicador, Necesidades Básicas Insatisfechas

ABSTRACT

GEONBI as a geographic viewer allows to visualize and query an Unmet Basic Needs index in Bogotá. GEONBI's building process was composed in three stages, the first stage was gathering data from the 2018's Dwelling and Population National Census for index's development over services of general interest and crowding in the household. The second stage consisted of designing of system's logic, physic and hardware architecture, likewise, the user graphic interface design was developed on this stage. At the end, in the last stage GEONBI was implemented and assessed according functional and non-functional requirements settled previously.

Keywords: Unmet Basic Needs, Census, geographic viewer, index.

INTRODUCCIÓN

El Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) practicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2018 supone de una oportunidad para emplear una fuente actualizada de datos que caractericen a personas, hogares y viviendas en análisis sobre la población de Colombia, no obstante, para estos análisis cobra gran importancia la forma en que estos datos son representados y es por esto que en el presente trabajo se busca construir un prototipo de visor geográfico de fácil empleabilidad, en el cual mediante la visualización de la unidad censal de la manzana se identifiquen las zonas en Bogotá con mayores necesidades básicas insatisfechas en los componentes de servicios públicos y hacinamiento.

La identificación y caracterización de las zonas con las condiciones menos favorables respecto al acceso a servicios públicos como acueducto, alcantarillado, recolección de basuras y energía eléctrica, así como también aquellas zonas en los que se puede inferir una condición de hacinamiento a partir del análisis de los datos del CNPV, permite focalizar políticas públicas que permitan suplir estas falencias en las viviendas. Es así como con GEONBI se busca construir un prototipo de visor geográfico en Bogotá para la visualización y consulta de un indicador que permita dimensionar en cuales zonas de la ciudad se encuentran aquellas con mayores déficits de acceso a los servicios públicos y de hacinamiento de acuerdo con el censo. Teniendo en cuenta que la fuente de los datos empleados para la construcción del indicador que se visualizará en GEONBI es el CNPV, es importante dimensionar que entre mayor tiempo haya entre la publicación de los datos y la realización del censo estos datos pueden perder representatividad toda vez que las dinámicas de la población se encuentran en constante cambio, esto último es parte importante del

presente trabajo; recalcar la importancia que tiene emplear los datos del CNPV en el menor tiempo posible a partir de su publicación.

Por último, con la recolección de los datos, el diseño y la implementación de GEONBI se busca recalcar la importancia que tienen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la toma de decisiones a partir de la caracterización de la población, así como también emplear los conocimientos adquiridos durante la Especialización en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas para el cumplimiento de los objetivos plasmados en el presente documento.

1. GENERALIDADES

1.1. Línea de investigación

El área de investigación del proyecto se encuentra enfocada en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) web en el ordenamiento territorial, en especial lo relacionado a identificación de zonas con necesidades básicas insatisfechas en Bogotá mediante la gestión de la información geográfica.

1.2. Planteamiento del problema

Es necesario establecer si la identificación de las necesidades de los hogares del país se está realizando de manera correcta, debido a que las cifras del Censo Nacional de Población del año 2005 no proporcionaban en si una base actualizada para realizar estudios relacionados con identificar la realidad tanto social como física de todo el país toda vez que este no refleja el entorno en el que viven los hogares en la actualidad. Es por esto que la publicación de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2018 (CNPV 2018)

supone de una oportunidad para emplear una base de datos que refleje la actualidad de las personas, hogares y viviendas en el territorio.

Es importante precisar que, aunque con el CNPV 2018 fue publicado el Índice Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el indicador construido en el presente trabajo no pretende ser comparado con el índice publicado por el DANE toda vez que en este caso se emplean únicamente las variables consideradas por los autores en el componente de servicios públicos y hacinamiento, las cuales serán expuestas más adelante. De esta manera, el problema que aborda el presente trabajo es el diseño e implementación de GEONBI como visor geográfico para la visualización y consulta del indicador construido para tal fin.

1.2.1. Antecedentes del problema

En Colombia la política de vivienda experimentó a comienzos de la década de los noventa un cambio fundamental en cuanto al modelo usado para garantizar su provisión a la población que más lo necesitaba, una de estas variables que facilita la identificación de esta población eran aquellas relacionadas a las condiciones de la vivienda y servicios básicos inadecuados como el NBI. (DNP, 2007).

Es importante también precisar que el objetivo del presente documento no es definir una metodología de cálculo del NBI, aunque si se destaca la importancia que este tiene cuando se realiza con una fuente de datos actualizada como el CNPV 2018, es por esto que, aunque en América Latina el NBI se ha empleado de diferentes formas, en términos generales, la importancia recae en las fuentes de información como el censo. En este orden de ideas, el NBI ha sido utilizado para aprovechar la información de los censos, demográficos y de vivienda, en la caracterización de pobreza. Una vez establecida la satisfacción o

insatisfacción de esas necesidades, se ubican geográficamente las carencias identificadas. (Ferez & Mancero, 2001). Así las cosas, el antecedente relevante recae en la necesidad de llevar al contexto espacial el indicador, para dimensionar los resultados y tomar decisiones con base a este.

Con la evolución de la tecnología los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en una herramienta que lleva a un nivel superior los estudios sobre el territorio, con lo cual, se han vuelto una herramienta transversal a cualquier disciplina y región.

Por otra parte, algunas políticas públicas que se llevan a cabo en los países de la región, haciendo referencia a América Latina, se han enfocado en elevar el bienestar de la población considerada en condición de pobreza, más no en restablecer los vínculos significativos con el resto de la comunidad (Kaztman, 2001).

En conclusión, el indicador NBI ha sido utilizado para la focalización de políticas públicas, sin embargo, el potencial que tiene cuando se aborda con un componente espacial es mayor debido a que permite identificar concentración de zonas que no solo deben ser objeto de políticas de mejoramiento sino también de aquellas que le permitan reestablecer un vínculo con aquellas zonas donde se presentan las mejores condiciones de vida, lo anterior para mitigar la diferencia cultural de comunidades que pueden encontrarse en ciudades grandes como Bogotá.

Por último, es importante incluir como antecedente la publicación de datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 toda vez que el NBI se construye a partir de estos datos. El DANE estructuró un visor que permite visualizar y consultar la información de los

territorios. Este visor, en opinión de los autores, permite la consulta de manera más sencilla que la que se encuentra implementada en el web server de REDATAM, el cual puede llegar a ser para usuarios especializados puesto que se deben estructurar las consultas que se desean realizar cuando estás requieren filtros.

1.2.2. Pregunta de investigación

¿De qué manera un visor geográfico que integre un indicador de NBI a nivel de manzana puede contribuir a la identificación de zonas con necesidades básicas insatisfechas en Bogotá?

1.3. Justificación

Partiendo de la necesidad de darle un uso adecuado a los datos del CNPV 2018 en la construcción de un indicador que recoja las variables que reflejen las condiciones de la población que vive en condiciones menos favorables, teniendo en cuenta que de acuerdo con la organización TECHO, los asentamientos con condiciones menos favorables se miden a partir del acceso regular que se tiene a mínimo de dos de los servicios básicos como: energía eléctrica, agua corriente, sistema de recolección de basuras y una red de alcantarillado regular.

Con base en lo anterior, el proyecto propone una aplicación SIG web que permita identificar las manzanas con su respectivo indicador NBI que representa las condiciones en los componentes de servicios públicos y hacinamiento en Bogotá.

La implementación de esta aplicación busca optimizar el proceso de toma de decisiones, con el fin de convertirse en una base para la formulación de políticas públicas orientadas al mejoramiento de las condiciones de las viviendas como es el acceso a servicios

públicos, para así comprender su comportamiento, entendiendo que el primer paso es su correcta identificación. Con base en lo anterior los principales beneficiarios serán todas aquellas personas que estén inmersos en el entendimiento de las dinámicas de Bogotá respecto a sus necesidades y en donde deben ser atendidas, sin embargo, es importante precisar que el objetivo principal es GEONBI como recurso web para visualizar el indicador.

Ahora bien, de acuerdo con la Nueva Agenda Urbana de la Organización de las Naciones Unidas ONU Hábitat, el numeral 77 del capítulo de Desarrollo urbano resiliente y ambientalmente sostenible establece el compromiso de “...*fortalecer la resiliencia de las ciudades y los asentamientos humanos, en particular mediante una planificación espacial y un desarrollo de infraestructuras de calidad...*”. La ONU plantea esto en el marco de asentamientos formales e informales por lo que resulta importante implementar herramientas para su identificación.

Por otra parte, en el marco de la Nueva Agenda Urbana y los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas, en especial el objetivo 11 de lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Si bien se tiene claro el objetivo y su alcance, no es claro bajo qué criterios se identifica un asentamiento con condiciones más o menos favorables, es por esto por lo que en este documento se plantean unos criterios básicos que de acuerdo a la perspectiva y a la documentación recolectada por los autores es planteada como una aplicación para su identificación y su visualización en GEONBI.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Desarrollar un visor geográfico para la visualización y consulta de un indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas en Bogotá a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del 2018.

1.4.2. Específicos

1. Construir un indicador de NBI que permita agrupar el componente de servicios públicos y hacinamiento empleando los datos del CNPV 2018.
2. Visualizar el índice construido mediante un visor geográfico el cual permita realizar consultas e interpretaciones a partir de lo visualizado.
3. Evaluar GEONBI como visor geográfico frente a los requerimientos funcionales y no funcionales definidos previamente.

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1. Marco conceptual

A continuación, se presentan las principales definiciones para mejor entendimiento del desarrollo del proyecto.

Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI): De acuerdo con el DANE, la metodología de NBI busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas. Los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado son clasificados como pobres. Los indicadores simples seleccionados, son:

Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica, Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela. (DANE, s.f.)

Sistema de Información Geográfico (SIG): es un sistema informático para la recopilación, procesamiento, análisis y presentación de datos geoespaciales. Usando hardware y software específicos, los geodatos más diversos pueden correlacionarse, evaluarse y mostrarse. (CEUPE, s.f.)

Censo: conjunto de actividades destinadas a recoger, recopilar, el padrón o lista de la población de una nación o pueblo en un momento determinado, la información demográfica social y económica, para luego evaluar, analizar y publicar o divulgar.

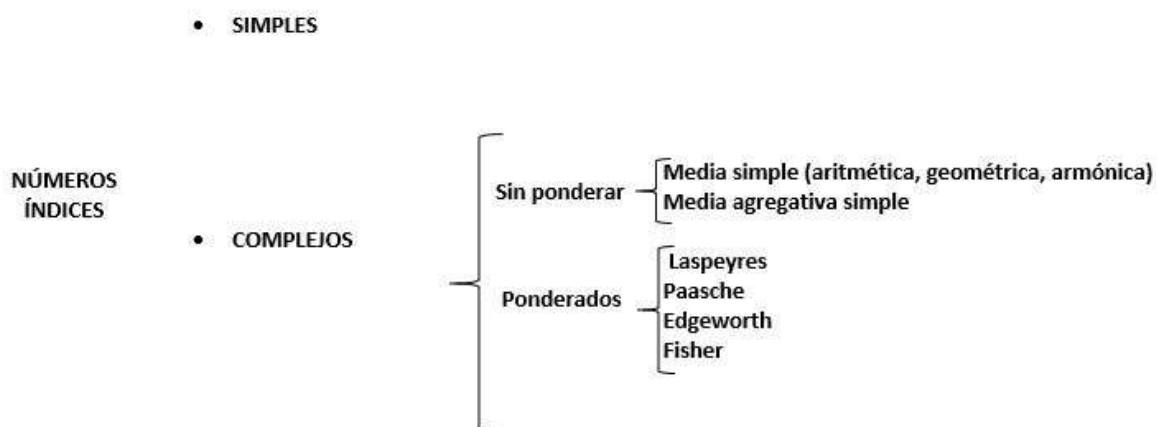
Viene a ser el operativo estadístico de mayor magnitud que debe afrontar el país en su conjunto, asimismo es la movilización más grande en tiempos de paz porque participan en un censo, desde los empadronadores hasta la difusión de los resultados, más de 200 mil personas. (CENSOS, s.f.)

Manzana censal: unidad geográfica básica con fines estadísticos que conforman zonas censales en áreas urbanas y las aldeas en el ámbito rural, contiene un grupo de viviendas contiguas o separadas, edificios, establecimientos y/o predios, delimitados por rasgos geográficos, culturales y naturales. (Gaete, 2015)

Número índice: Mediante los números índices se pretende estudiar las variaciones de un fenómeno complejo por medio de una expresión que permita comparar dos o más situaciones distintas en el tiempo y/o el espacio. Un número índice, indica, mediante sus

variaciones, los cambios de una magnitud que no es susceptible de medición exacta en sí misma, ni de una evaluación directa en la práctica. (Ecured, s.f.)

Ilustración 1: Tipos de números índice.



Fuente: (Ecured, s.f.)

Base de datos relacional: Una base de datos relacional es un tipo de base de datos que almacena y proporciona acceso a puntos de datos relacionados entre sí. Las bases de datos relacionales se basan en el modelo relacional, una forma intuitiva y directa de representar datos en tablas. En una base de datos relacional, cada fila de la tabla es un registro con un ID único llamado clave. Las columnas de la tabla contienen atributos de los datos, y cada registro generalmente tiene un valor para cada atributo, lo que facilita el establecimiento de las relaciones entre los puntos de datos. (Oracle, s.f.)

Base de datos espacial: Una Base de Datos Espacial permite el almacenamiento de las geometrías de un archivo cartográfico dentro de una base de datos, de modo que podamos almacenar y analizar estos datos de un modo más eficiente gracias al lenguaje SQL que con el tradicional formato shapefile. (imasgal, s.f.)

WMS: Por sus siglas en inglés, Web Map Service provee una interfaz simple HTTP requiriendo una o más imágenes (PNG, JPEG, etc) de una base de datos espacial localizada en un servidor que soporta la solicitud. (OGC, s.f.)

WFS: Por sus siglas en inglés, Web Feature Service, representa un cambio en la forma en que la información geográfica es creada, modificada e intercambiada en internet. WFS ofrece acceso a la capa y a las características de esta, agregando once operaciones entre las que se encuentran algunas relacionadas a la consulta, almacenamiento, transacción y bloqueo. (OGC, s.f.)

2.2. Marco Teórico

Existe bastante literatura de la teoría general de los sistemas, sin embargo, en este caso con el objetivo de tener una aproximación general de lo que la teoría puede aportar al análisis presentado en este trabajo se tomará como base el libro “Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas” (Arnold & Osorio, 1998)

En primer lugar, es importante mencionar que se toma la Teoría General de Sistemas (TGS en adelante) en el marco del trabajo acá presentado por la amplia gama de aplicabilidad que tiene toda vez que los sistemas se encuentran en todos los ámbitos de estudio y pueden ser estudiados desde diferentes enfoques como su comportamiento o en este caso sus condiciones de vida.

La TGS, de acuerdo con Arnold y Osorio, se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen. Desde el punto de vista de este trabajo la población puede ser agrupada por las condiciones en las que vive, el cual es uno de los retos del ejercicio; construir clases que

agrupen población y hogares de acuerdo con características en común de acuerdo con el CNPV 2018 para ser representadas geográficamente.

De acuerdo con los autores *ibidem* los objetivos originales de la TGS, los cuales son:

1. Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
2. Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos.
3. Promover una formalización matemática de estas leyes.

Teniendo en cuenta los objetivos de la TGS, se puede afirmar que la teoría en este caso se enmarca especialmente en el objetivo 1 debido a que se busca agrupar a la población por las condiciones en las que vive y en este sentido describir sus limitaciones o precariedades que no le permitan comportarse igual que otra población.

Por otra parte, es importante abordar el campo de aplicaciones de la TGS, los cuales de acuerdo con Arnold y Osorio “...*Si bien el campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones, al usarla en fenómenos humanos, sociales y culturales se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos y en el de los sistemas artificiales (máquinas)...*”. Lo anterior representa uno de los retos más importantes en cuanto a aclarar que puede haber diferentes interpretaciones de los resultados y el comportamiento de la población y depende del enfoque que se le dé al estudio.

De acuerdo con Arnold y Osorio, las consideraciones de la TGS pueden dividirla en dos grupos para la investigación: el primero, se refiere a las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en una relación entre el todo y sus partes, y la

segunda, las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en los procesos de frontera.

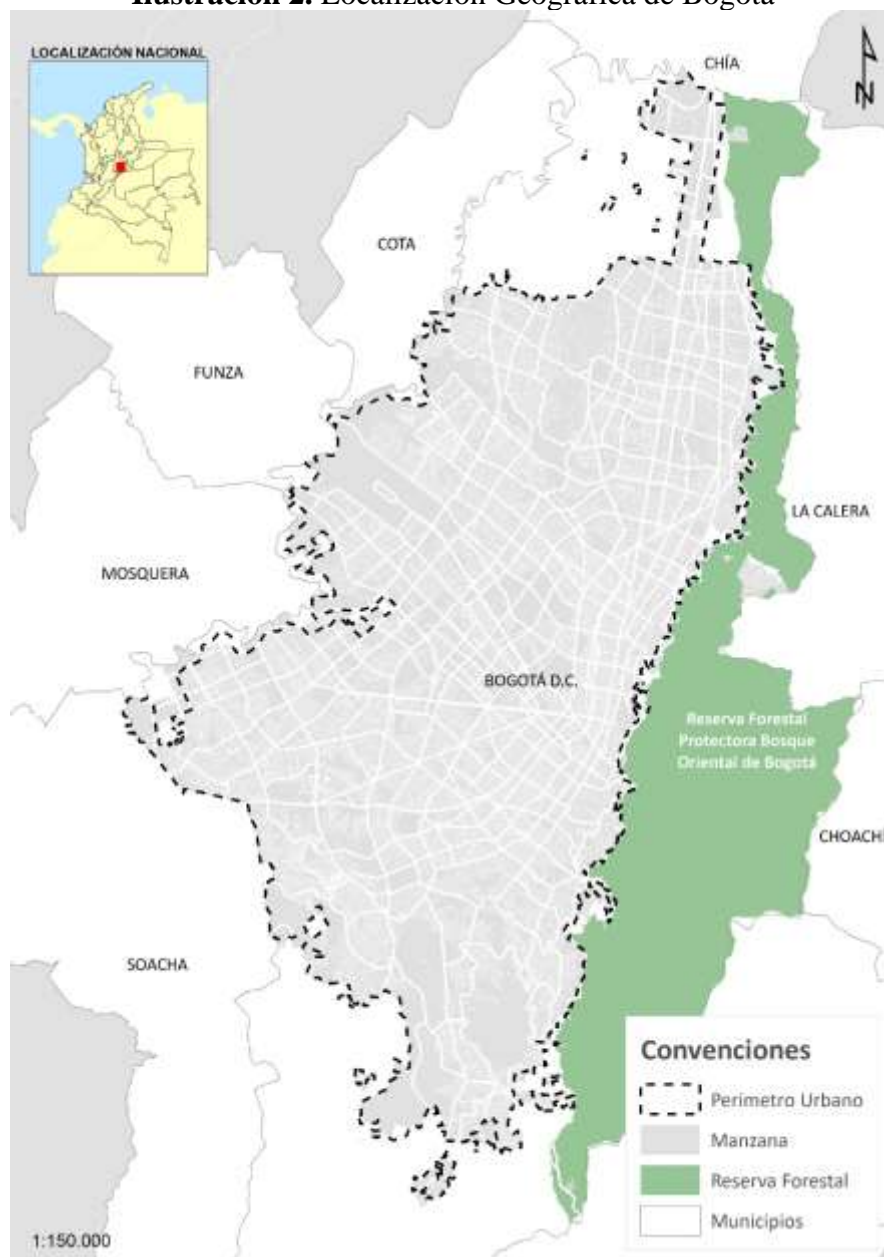
En conclusión, la TGS puede enmarcarse como una de las bases del proyecto a realizar, sin embargo, teniendo en cuenta que los estudios del componente humano, social y cultural deben tener un cuidado especial, se precisa que el trabajo acá presenta constituye únicamente el camino para lograr el objetivo de identificar las condiciones de vida de una población específica de acuerdo con las variables del CNPV 2018 y no se pretende explicar su comportamiento.

2.3. Marco demográfico

La zona de estudio comprende el casco urbano de Bogotá, capital de Colombia, con latitud norte de 4°36'46'' y longitud oeste de 74°04'14''. Cuenta con una superficie total de aproximadamente 1.775 kilómetros cuadrados y está dividida en 20 localidades, las cuales son divisiones político-administrativas de la ciudad, y 1.922 barrios. (Cundinamarca, s.f.)

Bogotá limita al sur con los departamentos del Meta (a través de Guamal, Cubarral y La Uribe) y del Huila (a través de Colombia), al norte con el municipio de Chía, al oeste con el río Bogotá y los municipios de Cota, Funza, Mosquera, Soacha (zona urbana), Pasca, San Bernardo, Arbeláez, Cabrera y Venecia (zona rural) del departamento de Cundinamarca, por el este llega hasta los cerros orientales y los municipios de La Calera, Chipaque, Choachí, Gutiérrez, Ubaque, Une. (Cundinamarca, s.f.)

Ilustración 2. Localización Geográfica de Bogotá



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el DANE el CNPV de 2018 censó a 7'181.469 personas en Bogotá de las cuales el 52,2% (3'740.591 personas) corresponde a mujeres y el restante 47,8% (3'425.658 personas) son hombres predominantemente entre 15 y 64 años. El 77,1% de estas personas vive en cabeceras urbanas o en zonas urbanas, el 15,8% en zonas rurales y el 7,1% en centros poblados. (DANE, 2018)

Respecto a cómo viven las personas, en Bogotá se censaron 2'523.519 viviendas en las que viven 2'514.482 hogares, con un tamaño promedio de 3 personas por hogar. De acuerdo con el DANE, el 99.75% de los hogares tiene acceso a energía eléctrica, el 99.48% tiene acceso a acueducto y el 99.16% cuenta con alcantarillado. (DANE, 2018)

De acuerdo con los datos del CNPV 2018, el 72,57% (5'200.649 personas) de la población se encuentra entre los 15 y 64 años, este grupo de personas también podría ser considerado en edad de trabajo. Por otra parte, el 18,57% (1'330.418 personas) son menores a 14 años, teniendo así que el 8,68% de la población (635.182 personas) son mayores a 65 años. (DANE, 2018)

Por último, es importante identificar que el 60,19% (4'313.314 personas) de los habitantes de Bogotá son originarios del municipio, lo cual representa que aproximadamente el 40% son originarios de otro municipio (35,07% - 2'513.018 personas) y 2,89% de otro país. Teniendo así que Bogotá es un nodo de mezcla cultural en el país. (DANE, 2018)

2.4. Estado del arte

A continuación, se presentan diferentes enfoques en los que ha sido abordado el método de Necesidad Básicas Insatisfechas con un componente geográfico, siendo esto último el principal objetivo del presente trabajo.

En el documento “Las Necesidades Básicas Insatisfechas a partir de los Censos 2011” se presenta una metodología de cálculo del NBI en Uruguay. Antes de entrar de lleno en la metodología se expresa que “...se determinaron en primer lugar cuáles debían ser las dimensiones a considerar como necesidades básicas...” (Calvo, y otros, 2013), en otras palabras, las necesidades básicas consideradas fueron:

- Vivienda decorosa
- Abastecimiento de agua potable
- Servicio sanitario
- Energía eléctrica
- Artefactos básicos de confort
- Educación

En comparación con las variables empleadas en este estudio frente a las del GEONBI se coincide en prestarle gran importancia a las variables de vivienda (energía eléctrica, servicio sanitario y agua potable), en otras palabras, en el dimensionamiento de cómo viven las personas más que en características propias de estas como la edad, género, etc., así mismo, se incluye la variable de hacinamiento.

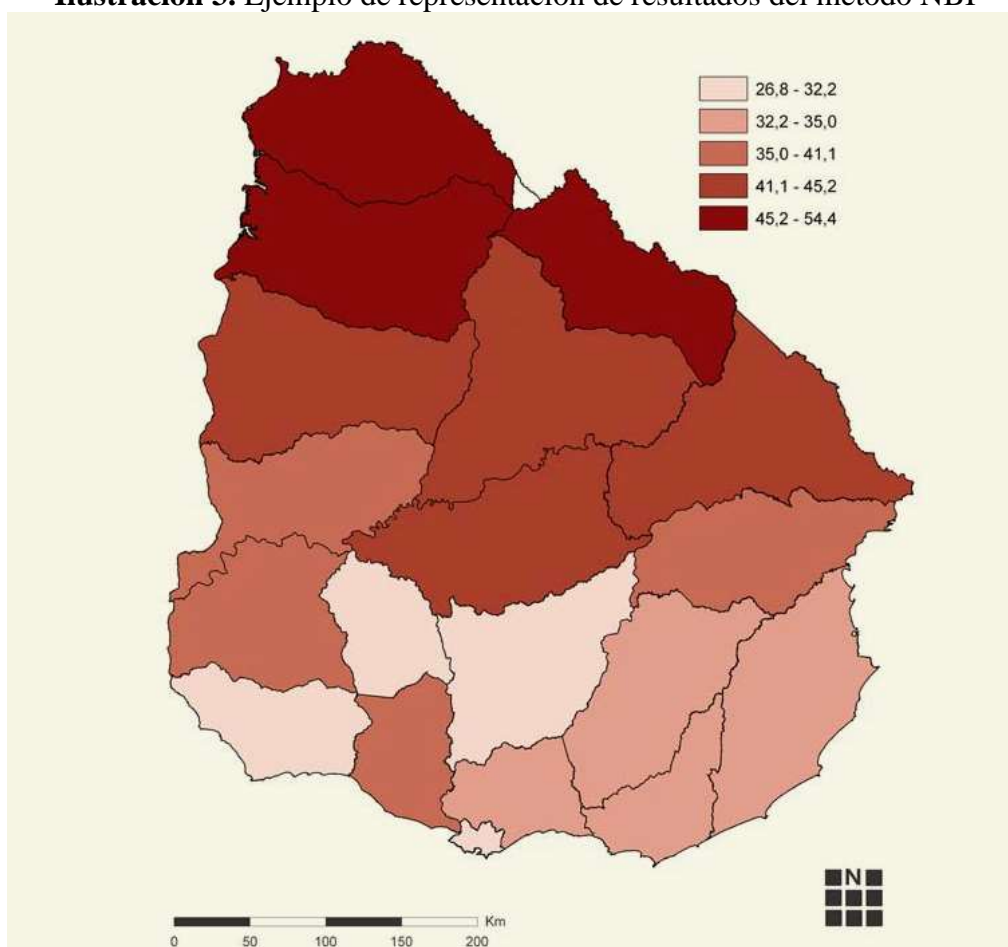
De acuerdo con los autores, se construye un indicador simple para cada una de las dimensiones de vivienda, abastecimiento de agua potable, servicio sanitario, energía eléctrica, artefactos básicos de confort y educación. Adicionalmente, se definen umbrales para cada una de las dimensiones, aunque cada una puede ser medida de diferente manera, la manera más simple de medición es identificar si se cumple o no una condición, por ejemplo, si un hogar tiene acceso o no al servicio de energía eléctrica. Es importante mencionar que en el caso de GEONBI no se definieron umbrales para que no entrarán en conflicto con la representación visual en el visor, el cual es el objetivo principal.

Adicionalmente, de acuerdo con los autores, se pasa de analizar los datos con una variable dicotómica (cero o uno) con los datos del Censo 1985 a una ordinal en el Censo 2011 para representar el número de NBI constatadas en el hogar (Calvo, y otros, 2013). Lo

anterior es importante tenerlo en cuenta debido a que el indicador construido en el presente documento únicamente tiene variables cualitativas dicotomizadas.

Por último, más allá de profundizar en la metodología de cálculo, ponderaciones, etc., se presenta uno de los resultados obtenidos por los autores, lo cual para el presente trabajo es pertinente toda vez que la forma en que se representará geográficamente es uno de los aspectos más importantes.

Ilustración 3. Ejemplo de representación de resultados del método NBI



Fuente: tomado de (Calvo, y otros, 2013)

La ilustración anterior es una manera de representar los resultados en mapas, en este caso este puede ser concebido como uno de calor que permita realizar conjeturas en el ámbito espacial, el cual en el caso de los autores fue para el contexto de Uruguay.

Por otra parte, pasando a un contexto más censal, en el documento “Seminario Información Sobre Población y Pobreza para Programas Sociales” (Maldonado Gómez & Muñoz Conde, 1996), específicamente en el capítulo 2¹ se incluyen aspectos conceptuales y metodológicos que son pertinentes traer a consideración para entender mejor los componentes a dimensionar cuando se emplean los censos de población (o por lo menos en el caso de Perú).

En primer lugar, pueden existir cinco criterios de construcción de indicadores de NBI, el primero (en opinión de los autores el más interesante) “...*de <agregación geográfica>, busca localizar y analizar hogares con carencias con la mayor desagregación geográfica posibles...*” (Maldonado Gómez & Muñoz Conde, 1996). Por otra parte, de acuerdo con los autores, también pueden ser construidos indicadores con criterios de representatividad, universalidad, estabilidad y simplicidad. Adicionalmente, la utilización de información censal en la representación geográfica está limitada de acuerdo con la unidad mínima geográfica, en el caso de Colombia la manzana.

Adicionalmente, los autores exponen que manejar el mismo indicador para zonas urbanas y rurales supone homogeneidad cultural, lo cual es importante tener en cuenta para futuros trabajos toda vez que en el presente trabajo solo se lleva a cabo en el contexto urbano. En conclusión, el mapa de NBI “...*es un instrumento sumamente útil para el diseño e implementación de políticas sociales y, en particular, para la racionalización de la lucha contra la pobreza...*” (Maldonado Gómez & Muñoz Conde, 1996).

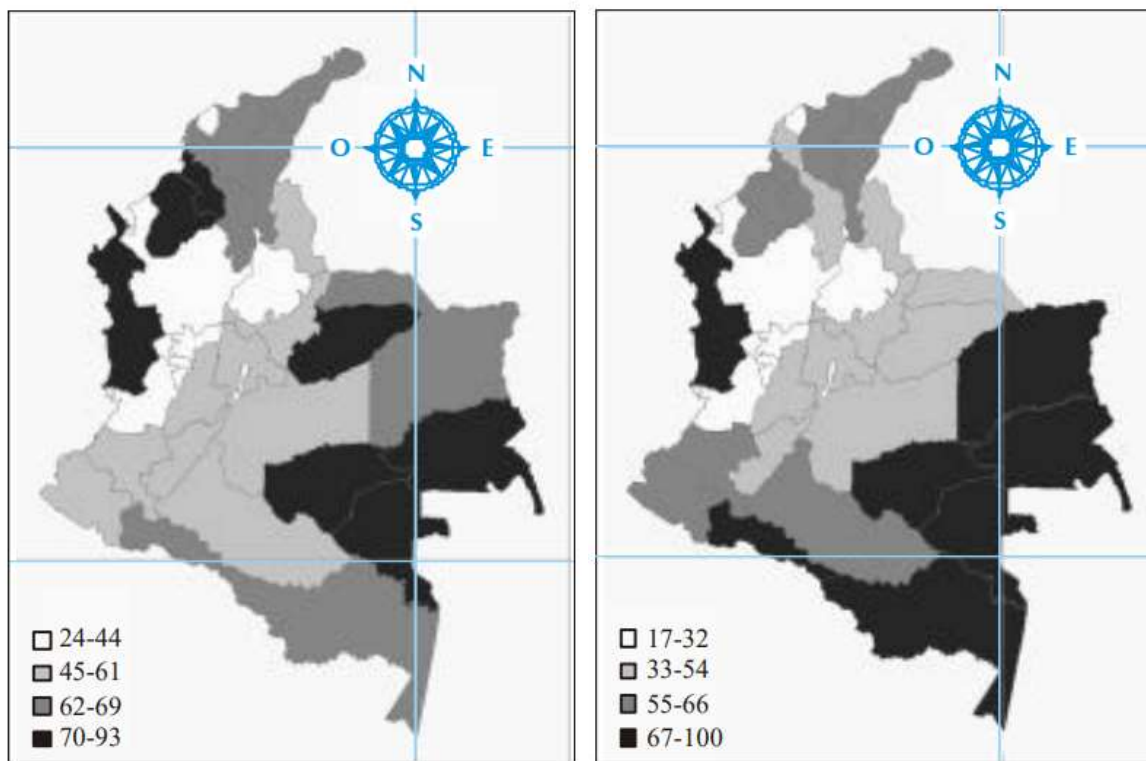
¹ De acuerdo con el documento, el numeral 2.1 fue escrito por Rubén Kaztman.

Ahora bien, pasando al contexto nacional, se han realizado análisis espaciales de pobreza en Colombia con base a indicadores como el NBI, en el ensayo de (Pérez V, 2005) se realizó un análisis junto con el Indicador de Calidad de Vida (ICV) evaluando mediante técnicas estadísticas la correlación de pobreza en algunas zonas del país. Es importante mencionar que la fuente de los datos para el NBI fue el censo del año 1985 y 1993.

De acuerdo con el autor, el NBI “...es el porcentaje de personas o de hogares que tienen insatisfecha una o más necesidades definidas como básicas para subsistir...” (Pérez V, 2005).

En la siguiente ilustración se puede observar el resultado de las pruebas de autocorrelación espacial del autor a nivel departamental, mostrando que los grises en tonalidades claras representan bajas necesidades insatisfechas en cambio las tonalidades oscuras representan los departamentos con mayores niveles de necesidades insatisfechas. (Pérez V, 2005)

Ilustración 4. Resultados del análisis de (Pérez V, 2005)
1985 1993



Fuente: tomado de (Pérez V, 2005)

Como se puede observar en la ilustración anterior, la comparación de ambos momentos puede indicar que en el año 1993 disminuyó la distribución de NBI en comparación con el año 1985. Por otra parte, de acuerdo con el autor, sobre los mapas de pobreza expresa que *“La utilización de este tipo de ayuda tiene la ventaja de ofrecer una visión clara y específica de los problemas de cada espacio geográfico, con el fin de permitir a los formuladores de política ejecutar de forma eficientes los proyectos de desarrollo.”* (Pérez V, 2005). Lo anterior, se encuentra en línea con lo propuesto con GEONBI como visor geográfico que facilita la focalización de políticas públicas donde realmente se necesiten.

Ahora bien, también es importante considerar que de acuerdo con (Angulo Salazar, Díaz Cuervo, & Pardo Pinzón, 2011) el NBI es uno de los índices multidimensionales que

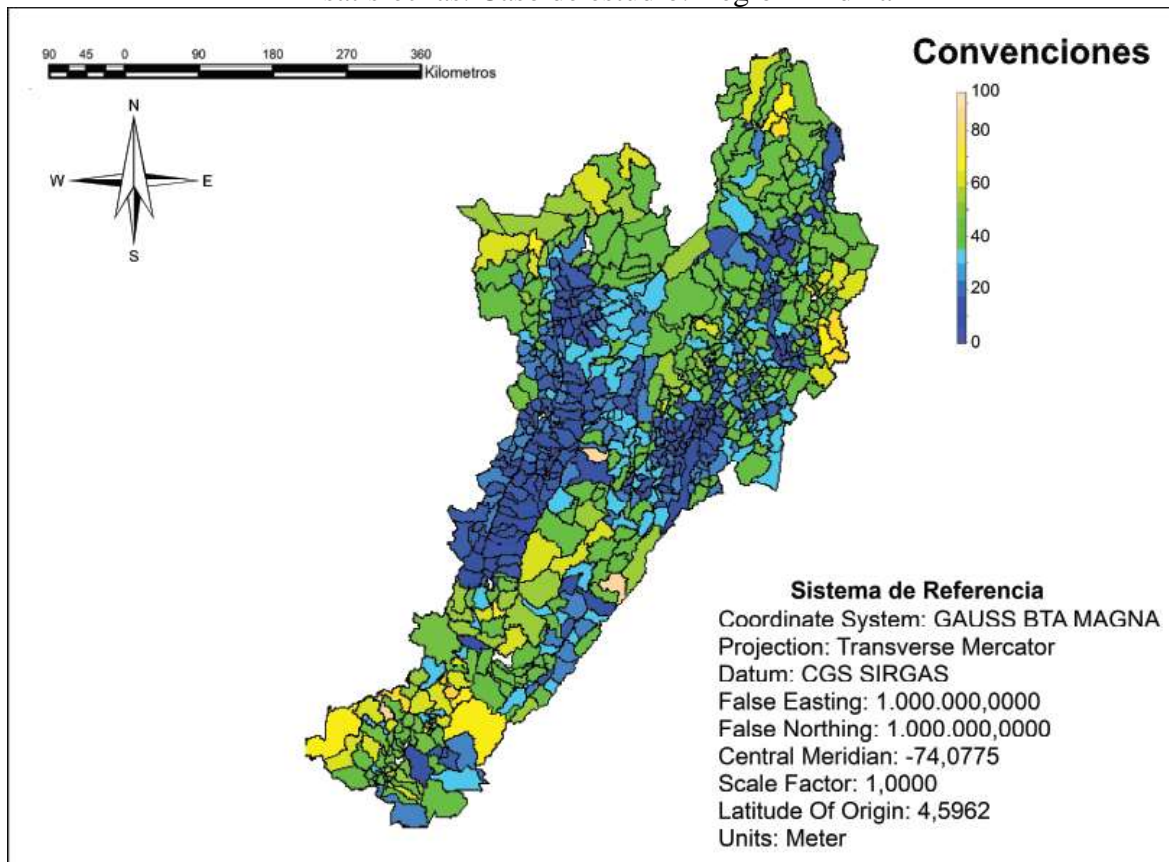
ha tenido el país para medir pobreza, sin embargo, junto con el ICV “*...su contenido temático (dimensiones, variables, categorías y umbrales de privación...es insuficiente y ha perdido vigencia...*”, lo anterior es importante traerlo a consideración para darse cuenta que un solo indicador no podrá dar una impresión completa de las condiciones de vida de la población, con lo cual, es importante tener otros indicadores de referencia para trabajos futuros.

Por último, el artículo “Análisis de datos espaciales del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en la Región Andina” (Aponte, 2015) presenta la estimación de un Modelo de Regresión Espacial de Tipo Beta utilizado para determinar el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en la región Andina, desarrollado a partir de los datos reportados en el Censo Poblacional del 2005.

Este artículo resalta, como la metodología de las Necesidades Básicas Insatisfechas “*...ha sido importante para identificar en la población ciertas carencias críticas y la caracterización de la pobreza...*”, esto con el propósito de realizar un diagnóstico social que sirva como apoyo para identificar población en donde sea necesario desarrollar programas sociales que ayuden a mejorar sus condiciones de vida.

Como resultado de este proceso, se obtiene un mapa que se puede observar en la ilustración 5 que permite mostrar de manera visual las zonas donde se encuentran las agregaciones de bajos y altos niveles de NBI, observando agregaciones de pobreza en las zonas norte y sur de la región Andina. (Aponte, 2015)

Ilustración 5. Resultado del Análisis de datos espaciales del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas. Caso de estudio: Región Andina



Fuente: tomado de (Aponte, 2015)

3. METODOLOGÍA

3.1.Método

El visor geográfico fue desarrollado bajo un modelo orientado a la reutilización, a partir del framework de Heron 1.0.7 que nos permite la integración y modificación de algunas funcionalidades, y en conjunto con la metodología ágil Scrum, para la realización de una planeación incremental que se ajusta a los requerimientos planteados.

La ejecución del proyecto inicia con la descarga de los microdatos del CNPV 2018 dispuestos en la página web del DANE, de allí se continua con la exploración de los datos y

su estructura, así como también con la estructuración del indicador y la consolidación de la información geográfica.

Ilustración 6. Metodología para la obtención y tratamiento de la información

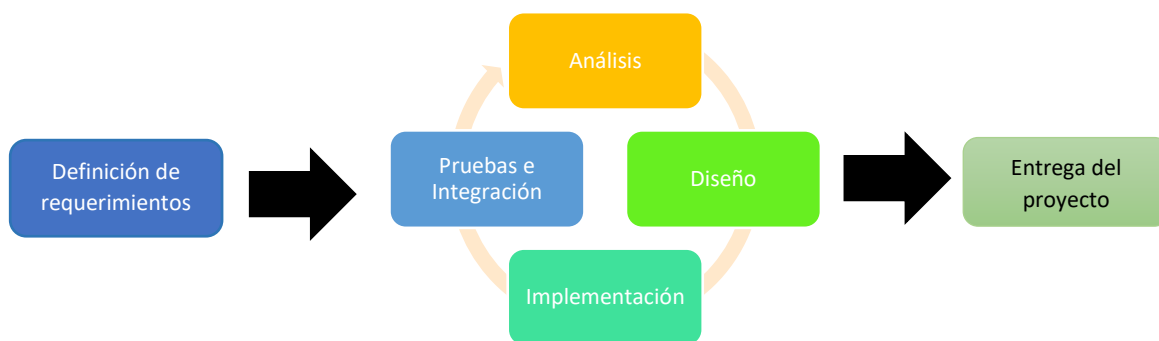


Fuente: Elaboración Propia

Una vez se tiene toda la información se define el diseño de la interfaz y las funcionalidades que este debe cumplir, donde a la final se realiza la revisión y evaluación del proyecto ejecutado, con el fin realizar retroalimentaciones y ajustes que se consideren pertinentes.

De acuerdo con la metodología establecida, para llevar a cabo la ejecución del proyecto se establecieron 3 fases generales, que describen desde el inicio hasta el final el desarrollo del visor geográfico, como se puede observar en la ilustración 7.

Ilustración 7. Metodología para el desarrollo del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

La primera fase consta de la identificación y definición de los requerimientos funcionales y no funcionales que describen las funcionalidades y diseño del proyecto; la

segunda fase corresponde a cada Sprint en donde se analizan, diseñan e implementan las funcionalidades del proyecto, que posteriormente se pondrán a prueba para verificar la eficiencia de los avances obtenidos; finalmente la tercera fase referente a la entrega del proyecto, donde se establecen las conclusiones obtenidas y se verifica el cumplimiento de todos los requerimientos planteados inicialmente.

3.1.1. Fuente y recolección de datos

3.1.1.1. Fuentes de información

La fuente primaria de recolección de datos es el DANE con los microdatos del CNPV 2018, estos microdatos se encuentran para cada uno de los departamentos del país y contienen la información recolectada con base a cada una de las dimensiones del censo (viviendas, hogares y personas).

3.1.1.2. Recolección de datos

Los microdatos se encuentran en la página web del DANE en la siguiente dirección http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/643/data_dictionary, de esta página se realizó la descarga de los microdatos de Bogotá, el archivo descargado es un comprimido que contiene archivos en formato DTA, SAV y CSV, que contienen una hoja por cada dimensión, es decir un archivo para los resultados del cuestionario de personas, otro para el de hogares y así mismo uno para viviendas.

3.1.2. Tratamiento de datos

Para darle un adecuado tratamiento a los datos es necesario leer el metadato y la ficha técnica del Censo para entender las preguntas formuladas y así mismo la forma en que las

respuestas fueron agrupadas toda vez que, en los microdatos cada respuesta está representada por un carácter alfanumérico.

Una vez se conoce el dominio de cada pregunta se procede a clasificar y extraer los datos de forma que se obtengan únicamente las variables de interés y aquellas más relevantes para la construcción del indicador NBI, los cuales son clasificados, depurados y georreferenciados para posteriormente ser almacenados en la base de datos.

De acuerdo con lo planteado, inicialmente se han propuesto las siguientes variables para la dimensión de hacinamiento, condiciones de la vivienda y servicios públicos.

- Servicio de acueducto
- Servicio de alcantarillado
- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de gas natural
- Servicio de recolección de basuras
- Hogares con más de 3 personas por dormitorio

Una vez se definieron las variables se procedió a cargar los microdatos en un software estadístico para obtener únicamente las variables definidas, con el fin de dicotomizar las variables con el valor de 1 (uno) para aquellos hogares que cumplieran la condición y 0 (cero) aquellos que no la cumplieran.

Tabla 1. Definición de las variables a usar en el proyecto

<i>Variable</i>	<i>Recodificación</i>	
	1 (uno)	0 (cero)
<i>Servicio de acueducto</i>	Cuenta	No cuenta
<i>Servicio de alcantarillado</i>	Cuenta	No cuenta

<i>Servicio de energía eléctrica</i>	Cuenta	No cuenta
<i>Servicio de gas natural</i>	Cuenta	No cuenta
<i>Servicio de recolección de basuras</i>	Cuenta	No cuenta
<i>Más de 3 personas por dormitorio</i>	Cumple	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, una vez se tenían únicamente las variables de interés recodificadas, por ejemplo, si el hogar tiene acceso al servicio de acueducto se asigna el valor de 1, caso contrario se asigna 0 a la variable. Lo anterior se realiza para poder emplear técnicas estadísticas sobre variables dicotomizadas, es importante observar que solo se están empleando variables cualitativas.

3.1.2.1. Estructuración del indicador

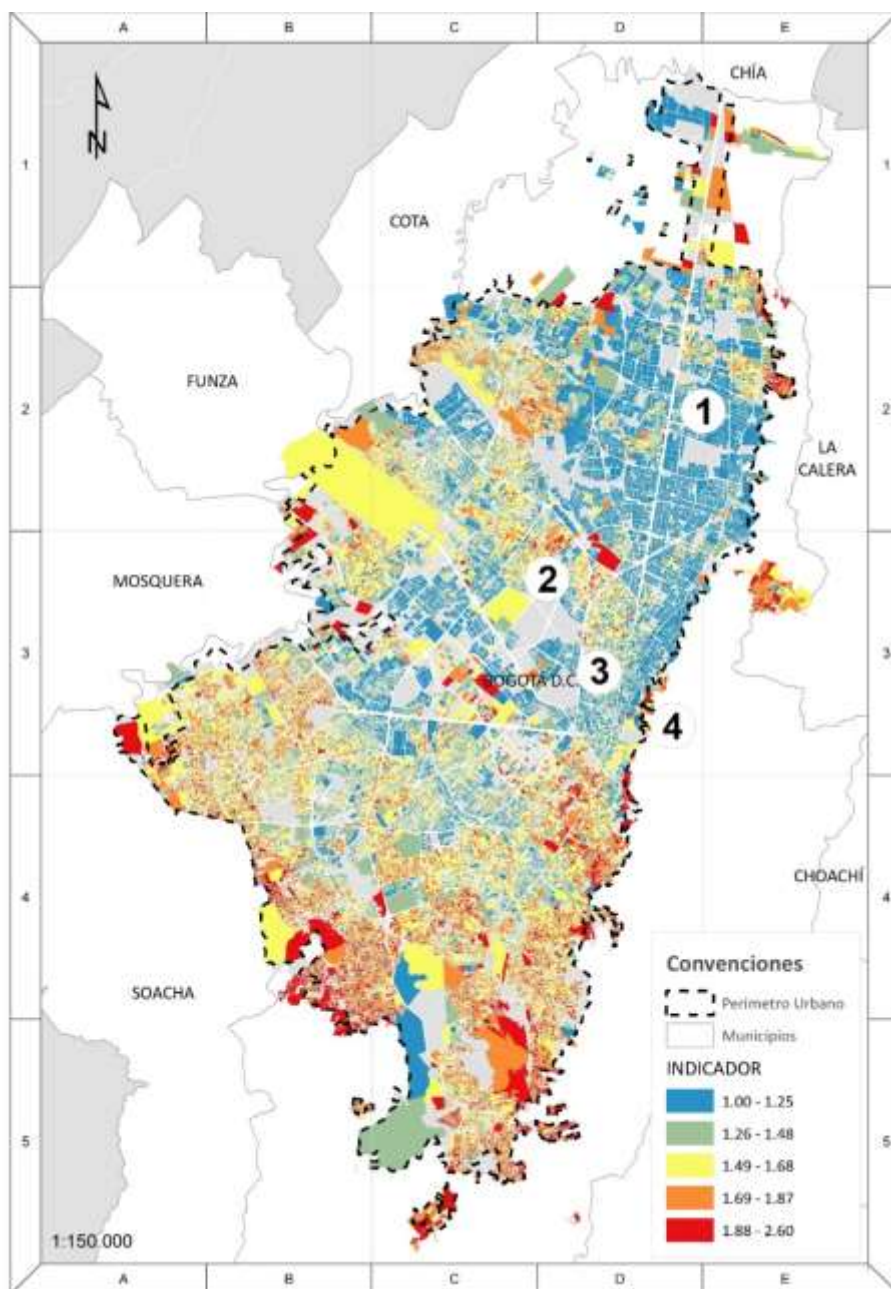
Ahora bien, una vez se tuvieron únicamente las variables de interés recodificadas, se procedió a emplear el coeficiente de similitud de Pearson que viene implementado en el software estadístico con las variables dicotomizadas.

Se escogió este coeficiente dado que es posible realizar agrupaciones entre variables binarias con lo que se pueden obtener grupos que tenga una condición particular similar entre sí y así diferenciarse de aquellas que no lo tengan. Es importante tener cuidado con la dicotomización debido a que posibles combinaciones de variables con valores de cero pueden generar inconvenientes en la agrupación.

Una vez se tuvieron las agrupaciones se realizó el promedio simple del coeficiente de cada uno de los hogares obteniendo así el indicador como un promedio simple de los hogares en la manzana, teniendo en cuenta que la manzana es la unidad censal en que se representará

el indicador. De esta manera, se obtiene el balance del estado actual de la manzana habiendo realizado el análisis a nivel de hogar.

Ilustración 8. Resultados del indicador propuesto



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar el indicador tiene un rango de 1 a 3 y en color azul se pueden observar las zonas que tienen menos necesidades básicas insatisfechas, caso contrario en tonalidades rojas se observan las zonas con mayores necesidades insatisfechas. Es importante observar como la comparación de ciertas zonas suple la necesidad de un umbral para determinar si una zona tiene condiciones más favorables que otra.

También es importante indicar que en el mapa hay zonas en donde no se tienen valores del indicador porque son manzanas con usos dotacionales, sobre el mapa están señalados 4 de las ubicaciones más representativas en donde no hay valor del indicador, estas zonas son:

1. Country Club de Bogotá
2. Parque Simón Bolívar
3. Universidad Nacional de Colombia
4. Parque Nacional

Con un conocimiento previo de la ciudad se puede identificar en términos generales que visualmente hay coherencia con las condiciones de vida en Bogotá debido a que el norte de la ciudad se ha caracterizado por generar la percepción de albergar la población con las mejores condiciones de vida, caso contrario en el sur de la ciudad que genera una percepción diferente.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Determinación de los requerimientos del sistema

4.1.1. Requerimientos funcionales

A continuación, se enlistan los requerimientos funcionales del sistema, los cuales serán tenidos en cuenta durante el desarrollo del visor geográfico y en su evaluación.

Tabla 2. Requerimientos Funcionales

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
RF-GEONBI-01	El sistema debe permitir al usuario visualizar el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas construido a partir de datos del Censo 2018 del DANE para la ciudad de Bogotá.
RF-GEONBI-02	El sistema debe permitir al usuario cambiar de vista con el fin de alejar y acercar zonas de interés.
RF-GEONBI-03	El sistema debe permitir al usuario activar y desactivar capas temáticas.
RF-GEONBI-04	El sistema debe permitir al usuario desplazarse sobre las zonas de interés.
RF-GEONBI-05	El sistema debe permitir al usuario consultar y descargar información del indicador.
RF-GEONBI-06	El sistema debe permitir al usuario medir áreas y distancias

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Requerimientos No Funcionales

A continuación, se enlistan los requerimientos no funcionales del sistema, los cuales no obedecen a funcionalidades propias del visor geográfico pero que deben ser tenidas en cuenta en el desarrollo.

Tabla 3. Requerimientos No Funcionales

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
RNF-GEONBI-01	El sistema debe ser una aplicación web visualizable a través de cualquier navegador.
RNF-GEONBI-02	El sistema debe tener interfaces gráficas intuitivas
RNF-GEONBI-03	El sistema debe ser diseñado para dispositivos de escritorio.
RNF-GEONBI-04	El sistema debe ser de fácil usabilidad

RNF-GEONBI-05	El sistema debe ser capaz de mantener su rendimiento ante el aumento de usuarios.
RNF-GEONBI-06	El sistema debe ser seguro.
RNF-GEONBI-07	El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario deberá ser menor 30 minutos.
RNF-GEONBI-08	La tasa de errores del sistema deberá ser menor al 5% de las funciones ejecutadas por un usuario.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Definición de Actores

El sistema cuenta con la intervención de un solo actor que corresponde a cualquier persona interesada en visualizar, consultar o descargar información acerca de las zonas que presentan necesidades básicas insatisfechas en Bogotá.

Tabla 4. Definición de Actores

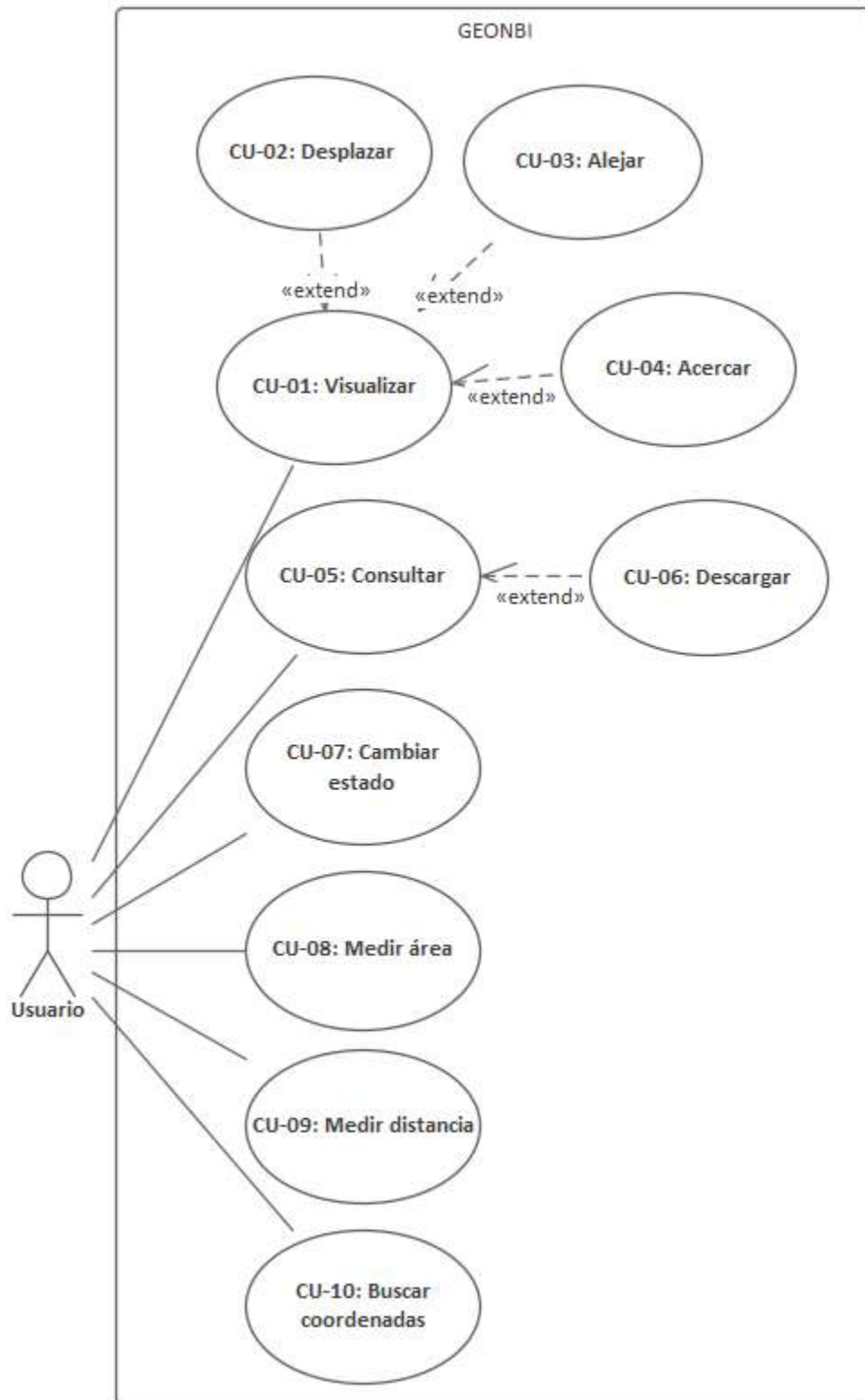
NOMBRE	Usuario	AC-GEONBI-01
DESCRIPCIÓN	Persona que interactúa con el sistema a través de un explorador web, con el fin de consultar información acerca de las zonas con necesidades básicas insatisfechas en Bogotá.	
CAPACIDADES	Visualizar, consultar y descargar información atributiva de la capa, cambiar el estado de la capa, buscar coordenadas y medir áreas y distancias.	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4. Casos de Uso

A continuación, el diagrama de casos de uso responde la interacción del usuario con el sistema de acuerdo con los requerimientos funcionales definidos previamente, este se encuentran las principales funciones como visualizar, consultar, alejar, acercar, desplazar y todas aquellas acciones que el sistema debe permitir al usuario.

Ilustración 9. Diagrama de Casos de Uso



Fuente: Elaboración Propia

En total se tienen 7 casos de uso, el primero denominado CU-01: Visualizar tiene una relación de extensión con los casos de uso 2, 3 y 4, los cuales corresponden a desplazar, alejar y acercar respectivamente. Es decir, el usuario cuando este visualizando tiene la opción de hacer uso de estos siempre y cuando este visualizando.

Por otra parte, pasa algo similar con el caso 5 denominado CU-05: Consultar, el cual brinda al usuario la opción de consultar información del indicador, sin embargo, adicionalmente brinda la opción de descargar la información en formatos de texto plano al usuario.

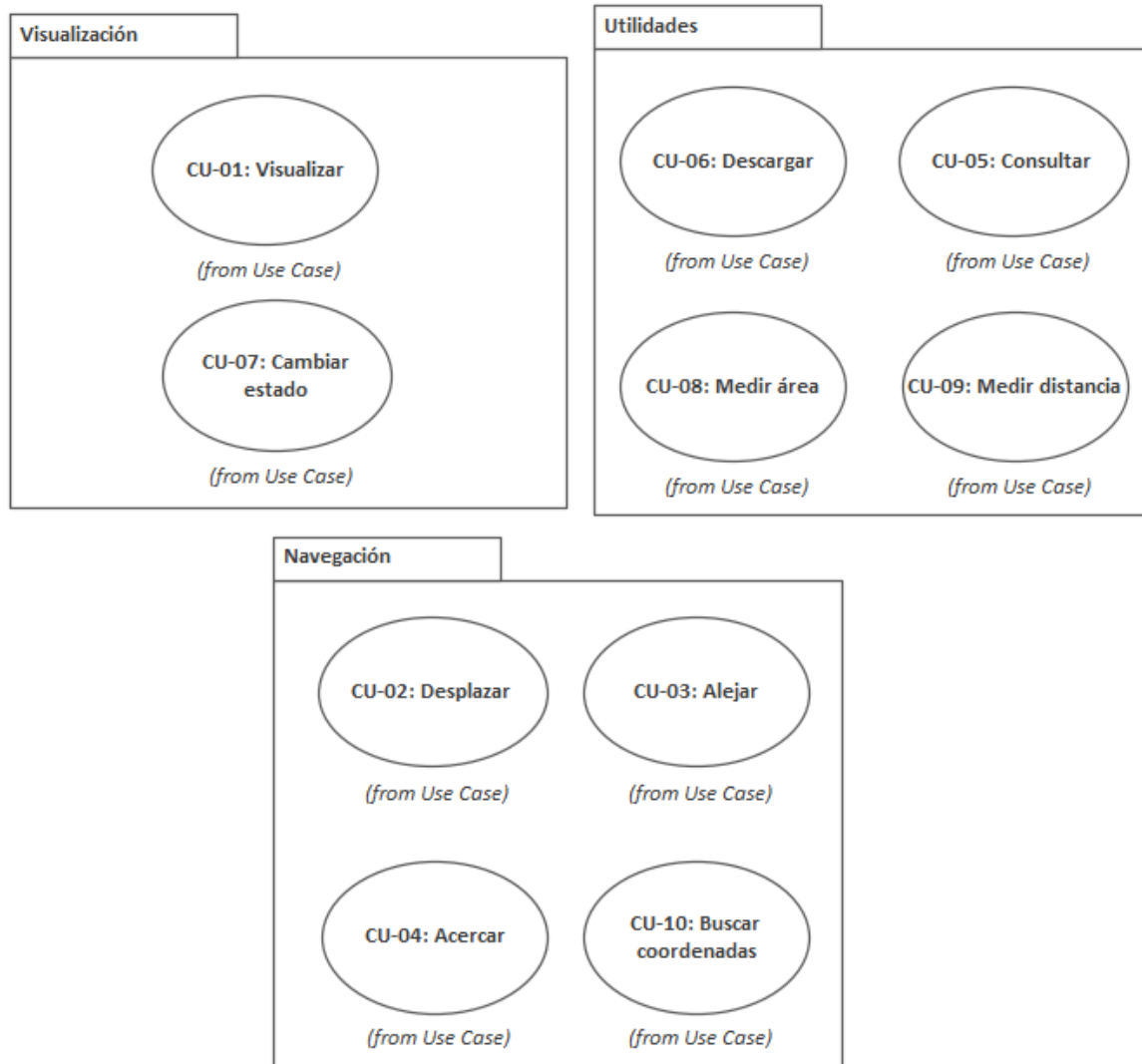
4.2. Diseño

4.2.1. Arquitectura Lógica

4.2.1.1. Diagrama de paquetes por Caso de uso

Como parte del diseño de la arquitectura lógica, se construyó el diagrama de paquetes por casos de uso, en este se agrupan los casos de uso por paquetes; en total hay 3 paquetes que agrupan los 7 casos de uso definidos previamente de manera lógica, es decir, el paquete de visualización agrupa casos de uso que respondan únicamente a la visualización por parte del usuario, es por esto que únicamente hacen parte de este paquete los casos de uso 01 y 07.

Ilustración 10. Diagrama de Paquetes por Casos de Uso



Fuente: Elaboración Propia

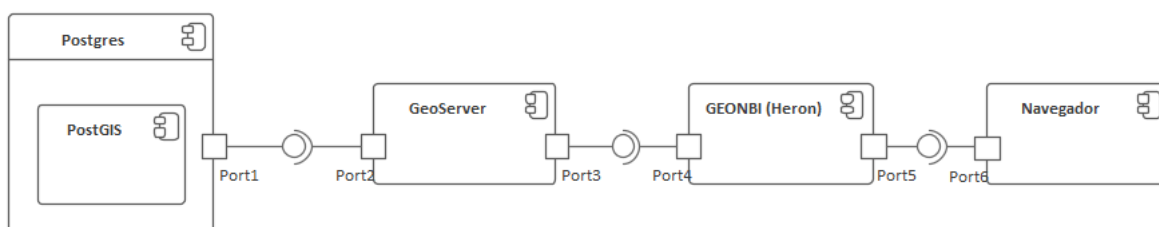
Por otra parte, los paquetes de navegación agrupan los casos de uso 02, 03 y 04 por estar relacionados entre sí con la opción de navegar por la vista del usuario. Por último, el paquete de utilidades agrupa la consulta y descarga de la información del indicador debido a que estas son relacionadas a la información que pueda brindar GEONBI, en este caso con la información que brinde el indicador.

4.2.2. Arquitectura Física

4.2.2.1. Diagrama de Componentes

Como parte de la arquitectura física se elaboró el diagrama de componentes, el cual permite entender el flujo que se debe realizar para visualizar un prototipo del sistema, a partir de la estructuración de la base de datos espacial en PostgreSQL (PostGIS), este se integra con GeoServer, el cual posteriormente proporcionará los servicios que se visualizará en GEONBI a través de un navegador web, soportado en un servidor de aplicaciones como Apache, el cual está desarrollado en el framework de Heron, el cual facilita la creación de aplicaciones de mapas web usando la librería de JavaScript de GeoExt. (Heron MC Community, s.f.)

Ilustración 11. Diagrama de Componentes



Fuente: Elaboración Propia

Heron MC provee frameworks usando GeoExt como librería que combina la librería de mapeo web de OpenLayers con la interfaz de usuario de Ext JS para ayudar a construir una aplicación de escritorio geográfica con JavaScript. (Heron MC Community, s.f.)

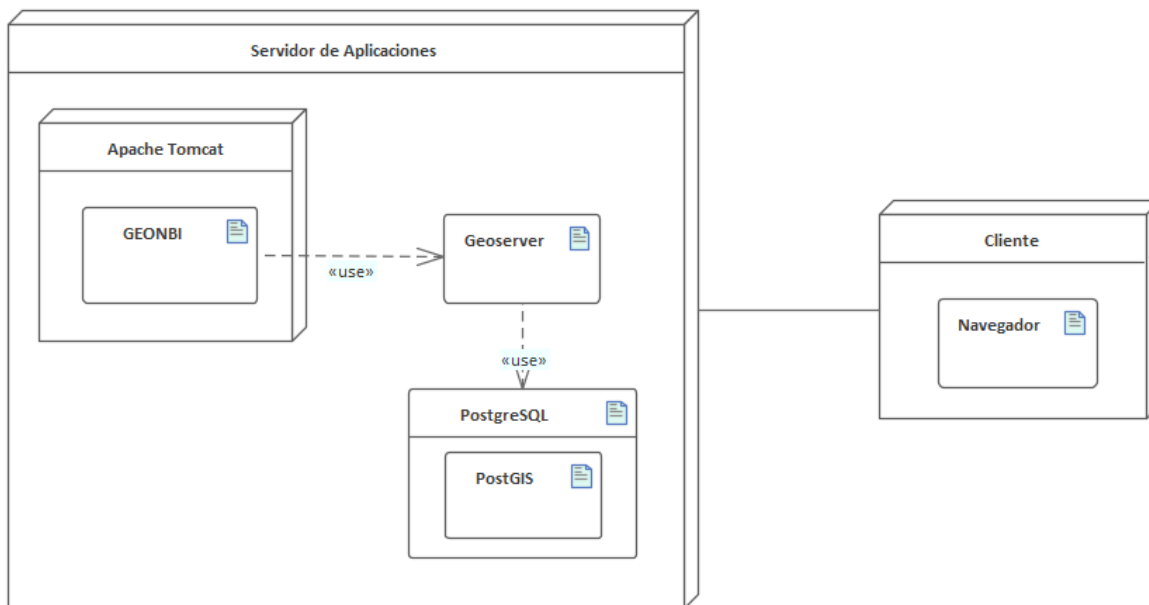
4.2.3. Arquitectura del Hardware

4.2.3.1. Diagrama de Despliegue

Como parte del diseño de la arquitectura de hardware, se elaboró el diagrama de despliegue, el cual está compuesta por dos nodos, el nodo del servidor de aplicaciones, en

este caso Apache Tomcat, el cual soporta el Sistema Administrador de Bases de Datos, en este caso es PostgreSQL en su extensión espacial PostGIS.

Ilustración 12. Diagrama de Despliegue



Fuente: Elaboración Propia

En este nodo se encuentra GeoServer conectado a PostGIS y a GEONBI, este último está desarrollado mediante el framework Heron y soportado en Apache igualmente. Por otra parte, en el nodo del cliente únicamente encontramos el navegador, en el cual, el usuario podrá visualizar GEONBI.

4.3. Diseño de la interfaz gráfica de usuario

4.3.1. Componente Gráfico

A continuación, se presenta el prototipo final del diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (IGU), la cual consistió en la adaptación del framework libre de Heron a las necesidades de GEONBI.








Ilustración 13. Interfaz Gráfica del Geovisor








Fuente: Elaboración Propia

La IGU de GEONBI estará compuesta por los siguientes iconos, los cuales recogen las funcionalidades del visor.

Tabla 5. Funcionalidades del Geovisor

ICONO	DESCRIPCIÓN
	Opción que permite al usuario consultar información de la capa activa
	Opción que permite generar un bookmark de una zona de interés.
	Opción que permite medir distancias.
	Opción que permite medir áreas.
	Opción que permite realizar zoom-all a la ventana principal del visor
	Opciones que permiten realizar zoom-in y zoom-out a la ventana principal del visor
	Opción que permiten regresar al zoom-extent previo.

	Opción que permite moverse a lo largo de la pantalla del visor
	Opción que permite hacer zoom-in y zoom-out de manera complementaria a la presentada previamente, así como también de desplazamiento con las flechas indicativas de norte, sur, oriente y occidente.
	Opción que permite desplegar ventana alterna de navegación en la que se señala el extent de la ventana principal del visor.
	Opción que permite ir al full-extent del visor.
	Opción que permite localizar un punto de acuerdo a las coordenadas geográficas ingresadas por el usuario.

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Implementación del Geovisor Geográfico

El primer paso en la implementación de GEONBI fue la estructuración de la base de datos geográfica, en este caso, se empleó PostgreSQL, en su extensión espacial PostGIS, esta extensión adiciona soporte para objetos geográficos permitiendo consultas espaciales. (PostGIS, s.f.)

Ilustración 14. Estructuración de la Base de Datos Geográfica



Fuente: Elaboración Propia

La base de datos espacial contiene las manzanas censales de Bogotá, las cuales tienen la información del indicador georreferenciado, adicionalmente, se incluyó en la base de datos información de contexto en la tabla “bog”, esta tiene las coordenadas del perímetro municipal y urbano de Bogotá. Es importante identificar una base de datos espacial en Postgres debido a que luego de crear la extensión de PostGIS en la consola del PgAdmin se crea la tabla

“spatial_ref_sys” así como también la columna de geometría denominada “geom”, el cual contiene la geometría de cada manzana. La tabla “indicador” contiene la información con la que se construyó el indicador de la siguiente manera.

Ilustración 15. Información del indicador contenida en la Base de Datos




Fuente: Elaboración Propia

Una vez consolidada la información del indicador en una base de datos espacial, se empleó Apache Tomcat 7.0 como servidor de aplicaciones de GeoServer, este último es un servidor de software basado en Java que permite a los usuarios visualizar y editar información espacial. GeoServer permite la flexibilidad en la creación de mapas y la transferencia de datos usando estándares de la OGC (Open Source Geospatial Foundation, s.f.).

GeoServer tras la configuración de un nuevo espacio de trabajo y almacén de datos ofrece la ventaja de conectarse a PostgreSQL (con extensión de PostGIS), con lo cual se

pueden aprovechar los servicios que provee GeoServer para la visualización de los datos según los estándares de la OGC. Una vez se ha hecho la conexión con la base de datos espacial en PostGIS se visualizan las tablas en forma de capas.

Ilustración 16. Cargue de información de Geoserver

<input type="checkbox"/>		bogota	proyecto:bogota
<input type="checkbox"/>		indicador	proyecto:indicador

Fuente: Elaboración Propia

Para consumir los servicios proporcionados por GeoServer en el framework de Heron es necesario hacer el llamado de estos servicios en el bloque `Ext.namespace("Heron.options.wfs")`, ubicado en el archivo JavaScript `DefaultOptionsWorld.js` que hace parte del framework de Heron, la sentencia `Ext.namespace` define un objeto en el cual en su interior se define la aplicación en su totalidad a través de componentes o herramientas con sus propiedades.

Ilustración 17. Definición de los servicios a consumir en Heron

```
new OpenLayers.Layer.WMS(  
  "Indicador",  
  'http://localhost:8080/geoserver/proyecto/wms?',  
  {layers: "proyecto:indicador", transparent: true, format: 'image/png'},  
  {singleTile: true, opacity: 0.9, isBaseLayer: false, visibility: true, noLegend: false,  
  featureInfoFormat: 'application/vnd.ogc.gml',  
  transitionEffect: 'resize', metadata: {  
    wfs: {  
      protocol: 'fromWMSLayer',  
      downloadFormats: Heron.options.wfs.downloadFormats  
    }  
  }  
  },  
  ),
```

Fuente: Elaboración Propia

Por último, como se mencionó anteriormente se debe hacer el llamado de los servicios que proporciona GeoServer en los archivos que hacen parte del framework de Heron, el cual

facilita la creación de aplicaciones de mapas web basados en navegadores con las librerías de GeoExt, OpenLayers y ExtJS de JavaScript.

Es importante mencionar que Heron también fue soportado en un servidor de aplicaciones, en este caso Apache24. Por último, se observan los resultados del indicador en el visor geográfico con la adaptación del framework de Heron a las necesidades de GEONBI.

Ilustración 18. Consulta de información por medio del Geovisor



Marc_cord	Sin_le	Con	Sin_sced	Cor_ac	Sin_alcan	Cor_alcan	Sin_ges_na	Cor_ges	Sin_servic	Cor_servic	Hacemien	No_nich	Total_topo	Total_pers	Leyenda	Indicador
1432118209006651030204	1	793	1	790	1	793	25	790	2	742	1	791	790	3036	1.00 - 1.25	1.11

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que Heron es un framework basado en navegadores, se visualiza es un archivo index.html, con lo cual la personalización gráfica del visor se hace mediante lenguaje html y css, mientras que las funcionalidades se realizan mediante uso del lenguaje JavaScript en los archivos DefaultOptionsWorld.js, el cual contiene las funcionalidades y capas del visor, el archivo DefaultConfig.js define el layout del visor el cual será a su vez llamado en el archivo índice para visualizar en el navegador.

5. Evaluación de resultados

Como parte de la evaluación de los resultados de GEONBI, el punto de partida fueron los requerimientos funcionales y no funcionales definidos previamente, los cuales mediante 5 pruebas de usabilidad por diferentes personas² permitieron obtener los siguientes resultados.

² Se pretende que cualquier persona pueda usar GEONBI de acuerdo a sus requerimientos, con lo cual el nivel de conocimiento en aplicaciones web no fue un criterio para la selección de estas personas.

Tabla 6. Evaluación de Resultados.

Elemento	Criterio	Evaluación	Observaciones
Visualización	El usuario puede visualizar el indicador y sus casos de uso extendidos (alejarse, acercarse, desplazar)	5	La visualización y sus casos extendidos no supusieron problema a los usuarios.
Consulta	El usuario puede consultar el indicador y descargar la información asociada a la manzana.	5	La consulta y descarga de datos se realiza adecuadamente por todos los usuarios.
Usabilidad	El sistema es intuitivo y permite al usuario realizar tareas sin indicaciones.	4	4 de 5 usuarios pueden realizar tareas sin indicaciones.
Aprendizaje	El tiempo de aprendizaje por usuario es menor a 30 minutos.	4	4 de 5 usuarios son capaces después de 30 minutos de enseñarle a una persona nueva.
Errores	El sistema no presenta errores durante la prueba y tiene un tiempo de respuesta adecuado.	5	El sistema no presenta errores durante su ejecución.

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta que la evaluación corresponde a la retroalimentación de uso de 5 personas distintas, la escala de evaluación varía de 0 a 5, en donde 0 representa que ninguna persona cumplió el criterio de evaluación, y en donde 5 representa que todas las personas lo lograron.

Como se presentó durante el diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario – UGI, GEONBI pretende ser un visor geográfico sencillo que contemple herramientas básicas y comunes en visores geográficos teniendo en cuenta que un usuario no especializado pueda hacer uso de esto, lo cual se ve representado en los resultados de la evaluación; GEONBI cumple los

requerimientos funcionales, es de fácil usabilidad, es de fácil aprendizaje y no tiene tasa de errores altas.

6. Conclusiones

GEONBI como visor geográfico que permitiera la visualización y consulta de un indicador relacionado a las Necesidades Básicas Insatisfechas de Bogotá es el resultado de la integración de diferentes herramientas de software libre lo cual fue posible gracias a la web, es decir, los servicios a través de la web le proporcionan la oportunidad a cualquier persona de crear y acceder a diferentes aplicativos para muchos campos de interés.

Durante este trabajo nos enfrentamos a complejidades y gracias a la comunidad del software libre fueron superadas, en otras palabras, el software como herramienta de la comunidad ha permitido avanzar a los desarrolladores de forma que el uso del software libre ha crecido bastante y este trabajo representa una muestra más de la amplia gama de posibilidades que se pueden realizar con esta herramienta por y para la comunidad.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la web son el futuro de una comunidad en donde crecen los servicios en la nube, en donde no hay que ser un experto para opinar sobre un tema en particular cuando este es representado de manera sencilla en un visor geográfico como GEONBI, y especialmente en las comunidades que buscan compartir información.

Para tener éxito en proyectos de desarrollo de software, independiente del tamaño del proyecto, es necesario realizar una buena definición de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, en especial en aquellos proyectos que estos requerimientos pueden variar toda vez que estamos en una sociedad dinámica y las necesidades de la organización

no son estáticas. De la correcta definición de los requerimientos es posible asegurar en cierto grado el buen diseño de las arquitecturas del sistema, sin embargo, otro aspecto crítico es la correcta definición de los componentes del sistema, en este caso los componentes fueron PostgreSQL (PostGIS), GeoServer, Heron, Navegador, pero es posible desarrollarlo con otros componentes.

7. Trabajos Futuros

Para trabajos futuros se propone la incorporación de otros tipos de indicadores a GEONBI como pueden ser el Indicador de Calidad de Vida (ICV), el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM). Lo anterior en línea con la concientización, considerando que es necesario contar con diferentes métodos para la identificación de población en condiciones particulares que se quieren abordar, como en este caso las necesidades básicas insatisfechas.

Por otra parte, se propone expandir el área de estudio a otros municipios cercanos a Bogotá como Chía, Mosquera, Soacha, La Calera, entre otros, esto para dimensionar la situación de estos municipios que tienen una relación muy cercana con Bogotá. Adicionalmente, también se propone el análisis en las capitales departamentales como Medellín, Barranquilla, Cali, Cartagena, Cúcuta, entre otras.

8. Referencias

- Angulo Salazar, R. C., Díaz Cuervo, Y., & Pardo Pinzón, R. (2011). *Índice de Pobreza Multidimensional para Colombia (IPM-Colombia) 1997-2010*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/estudios%20econmicos/382.pdf>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Aponte, C. R. (2015). Análisis de datos espaciales del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas en la Región Andina. *Perspectiva Geográfica*, 20(2), 391-418.

- Arnold, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/28060003_Introduccion_a_los_Conceptos_Basicos_de_la_Teoria_General_de_Sistemas. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Calvo, J. J., Borrás, V., Cabella, W., Carrasco, P., De Los Campos, H., Koolhaas, M., . . . Varela, C. (2013). *Las Necesidades Básicas Insatisfechas a partir de los datos de los Censos 2011*. Obtenido de http://dspace.mides.gub.uy:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/431/447_Calvo_2012_Las%20NBI%20a%20partir%20de%20os%20Censos%202011.pdf?sequence=1. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- CENSOS. (s.f.). *¿Que es un censo?* Obtenido de <http://censosbolivia.ine.gob.bo/webine/%C2%BF-qu%C3%A9-es-un-censo>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- CEUPE. (s.f.). *Centro Europeo de Postgrado*. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-un-sistema-de-informacion-geografica.html>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Cundinamarca, S. (s.f.). Obtenido de <http://somoscundinamarca.weebly.com/bogotaacute-dc.html#:~:text=Bogot%C3%A1%20limita%20al%20sur%20con,Venecia%20del%20departamento%20de%20Cundinamarca>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de <https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#/>
- DANE. (s.f.). *Necesidades básicas insatisfechas (NBI)*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- DNP. (2007). *Evaluación de Impacto del Programa de Vivienda de Interés Social Urbana*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Evaluacion-politicas-publicas-7.pdf>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Ecured. (s.f.). *Número índice*. Obtenido de https://www.ecured.cu/N%C3%BAmero_%C3%ADndice. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Ferez, J. C., & Mancero, X. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Santiago de Chile. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4784/S0102117_es.pdf?sequence=1. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Gaete, J. P. (2015). Definición de Manzana Censal. *INE*. Obtenido de <https://geoarchivos.ine.cl/File/boletines/Definici%C3%B3n%20Manzana%20Censal.pdf>
- Heron MC Community. (s.f.). *Heron*. Obtenido de [https://heron-mc.org/#:~:text=The%20Heron%20Mapping%20Client%20\(MC,with%20the%20GeoExt%20JavaScript%20toolkit.&text=The%20Heron%20MC%20leverages%20these,Look%20ma%20no%20programming%E2%80%9D\)](https://heron-mc.org/#:~:text=The%20Heron%20Mapping%20Client%20(MC,with%20the%20GeoExt%20JavaScript%20toolkit.&text=The%20Heron%20MC%20leverages%20these,Look%20ma%20no%20programming%E2%80%9D)). Recuperado el 4 de febrero de 2021.

- imasgal. (s.f.). *¿Qué son las Bases de Datos Espaciales?* Obtenido de <https://imasgal.com/que-son-bases-de-datos-espaciales/>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Kaztman, R. (2001). Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. *Revista de la CEPAL*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/10782>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Maldonado Gómez, H., & Muñoz Conde, M. (1996). *Los indicadores de necesidades básicas insatisfechas*. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30740>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- OGC. (s.f.). *Web Feature Service*. Obtenido de <https://www.ogc.org/standards/wfs>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- OGC. (s.f.). *Wep Map Service*. Obtenido de <https://www.ogc.org/standards/wms>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Open Source Geospatial Foundation. (s.f.). *What is Geoserver?* Obtenido de <http://geoserver.org/about/>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Oracle. (s.f.). *¿Qué es una base de datos relacional?* Obtenido de <https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database/>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- Pérez V, G. J. (2005). *Dimensión espacial de la pobreza en Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/3272/espe.pdf>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.
- PostGIS. (s.f.). *Spatial and Geographic objects for PostgreSQL*. Obtenido de <https://postgis.net/>. Recuperado el 4 de febrero de 2021.