

Caracterización socioambiental de los asentamientos no planificados de Bucaramanga con base
en criterios sociales y ambientales

Angélica Danett Orjuela Panqueva y Samantha Vargas Navarro

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Isabel Cristina Domínguez Rivera

Doctora en Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural

Codirector

Sebastián Elías Patiño Gutiérrez

Magister en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mis padres por el gran sacrificio y esfuerzo que han hecho por mi futuro, por todo el amor puro e incondicional que me han dado y por siempre haber creído en mí.

A París que siempre me acompañó en mis largas horas de estudio en aquella mesa y nunca abandonó mi lado.

A Angélica, nunca podría haber hecho todo esto sin ella, no imagino mejor persona para haber vivido esta experiencia.

Finalmente, a Valentina por hacer de todos los momentos de mi vida más felices y a Hernando por siempre hacerme ver el lado lindo de la vida, por todo su amor y compañía.

Samantha Vargas Navarro

Dedico este logro a mi mamá, por siempre ser mi apoyo incondicional y mi motor en todo este proceso, por creer en mí hasta cuando yo no lo hacía, gracias por sus palabras de aliento y sus consejos, por todo el amor depositado para así poder culminar este camino.

A Samantha, porque tuve la fortuna de compartir esta experiencia a su lado, gracias por su apoyo y paciencia, no pude elegir una mejor persona para concluir este proceso.

Finalmente, a las personas que estuvieron a mi lado en este proceso aportando ese granito de arena en mi vida en momentos difíciles y felices.

Angélica Danett Orjuela Panqueva

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento especial, a la profesora Isabel Dominguez, directora del presente proyecto y al profesor Sebastián Patiño, codirector del presente proyecto, sin su conocimiento, ayuda y apoyo incondicional este logro no hubiese sido posible.

A la Alcaldía de Bucaramanga y a la corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) por facilitarnos y brindarnos la información secundaria necesaria para la elaboración de este proyecto.

A nuestra alma mater, la Universidad Industrial de Santander por brindarnos una formación profesional de alta calidad.

Angélica y Samantha

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Marco referencial	13
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo General	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3. Marco Legal	15
4. Metodología	16
4.1 Fase I. Identificación de criterios sociales y ambientales relevantes.....	16
4.2 Fase II. Inventario de los asentamientos no planificados de Bucaramanga.....	18
4.3 Fase III. Caracterización de los asentamientos no planificados en Bucaramanga.....	19
5. Resultados	20
5.1 Criterios sociales y ambientales para la caracterización de asentamientos no planificados.....	20
5.2 Inventario de los asentamientos no planificados en Bucaramanga.....	28
5.3 Caracterización de los asentamientos no planificados en Bucaramanga	30
6. Conclusiones	38
Referencias Bibliográficas	40
Apéndices.....	45

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Tabla de criterios sociales y ambientales resultado de la revisión sistemática de literatura</i>	21
Tabla 2 <i>Tabla de resultados de los 21 criterios y sus respectivas categorías</i>	31

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Diagrama de flujo de la revisión bibliográfica</i>	18
Figura 2 <i>Mapa de localización de los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga para el año 2014</i>	29
Figura 3 <i>Mapa de localización de los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga para el año 2014 con su respectiva tipología</i>	36

Lista de Apéndices

Apéndice A *Tipología de los asentamientos* 45

Glosario

Asentamiento humano ilegal consolidado: se entiende por asentamiento humano ilegal consolidado el conformado por una vivienda o más, que por el paso del tiempo han logrado alcanzar un nivel de desarrollo escalonado.

Asentamiento humano ilegal precario: se entiende por asentamiento humano ilegal precario el conformado por una vivienda o más, que presenta condiciones urbanísticas de desarrollo incompleto.

Herramientas SIG: herramientas para el análisis de información geográfico.

Resumen

Título: Caracterización socioambiental de los asentamientos no planificados de Bucaramanga con base en criterios sociales y ambientales *

Autor: Angélica Orjuela Panqueva y Samantha Vargas **

Palabras Clave: Asentamiento no planificado, caracterización, criterios sociales, criterios ambientales, manejo de aguas residuales.

Descripción: Debido al acelerado, irregular y no controlado crecimiento poblacional de los asentamientos no planificados en entornos urbanos, la falta de una red de servicios básicos sanitarios es inevitable. Este trabajo genera una caracterización socioambiental de los asentamientos en el municipio de Bucaramanga (Colombia) para evaluar el potencial de intervención en el manejo de las aguas residuales y así proponer posibles soluciones para la implementación de tecnologías de saneamiento. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica para identificar criterios sociales y ambientales planteados por diferentes autores. Seguidamente, se recolectó información secundaria relacionada con dichos criterios para cada asentamiento no planificado en Bucaramanga del año 2011 y 2014. Con los criterios identificados y la información recolectada se generó una base de datos con una tipología para clasificar en función del número de habitantes y la disponibilidad de servicios básicos los asentamientos no planificados de Bucaramanga en cuatro categorías. Posteriormente con dicha tipología se generó un mapa de los asentamientos no planificados de Bucaramanga donde se pudo observar los diferentes tipos de asentamientos según la clasificación anteriormente planteada. Como resultado se obtuvieron 79 criterios sociales y ambientales relevantes para la caracterización de asentamientos no planificados, una base de datos con la información disponible al año 2011 de los asentamientos no planificados de Bucaramanga y finalmente una tipología útil para la búsqueda de soluciones de manejo de aguas residuales.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Isabel Cristina Domínguez Rivera. Doctora en Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural. Codirector: Sebastián Elías Patiño Gutiérrez. Magister en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Socio-environmental characterization of Bucaramanga's informal settlements based on social and environmental criteria.*

Author(s): Angélica Orjuela Panqueva and Samantha Vargas Navarro**

Key Words: Informal settlement, characterization, social criteria, environmental criteria, wastewater management.

Description: Due to the accelerated, irregular and uncontrolled population growth of unplanned settlements in urban environments, the lack of a network of basic sanitation services is inevitable. This work generates a socio-environmental characterization of settlements in the municipality of Bucaramanga (Colombia) to evaluate the potential for intervention in wastewater management and thus propose possible solutions for the implementation of sanitation technologies. To this end, a bibliographic search was carried out to identify social and environmental criteria proposed by different authors. Subsequently, secondary information related to these criteria was collected for each unplanned settlement in Bucaramanga in 2011 and 2014. With the identified criteria and the information collected, a database was generated with a typology to classify Bucaramanga's unplanned settlements into four categories according to the number of inhabitants and the availability of basic services. Subsequently, a map of Bucaramanga's unplanned settlements was generated with this typology, showing the different types of settlements according to the above classification. As a result, 79 relevant social and environmental criteria were obtained for the characterization of informal settlements, a database with the information available as of 2011 on Bucaramanga's informal settlements, and finally a typology useful for the search for wastewater management solutions.

* Degree Work

** School of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Civil Engineering. Director: Isabel Cristina Domínguez Rivera. PhD in Agriculture, Food and Rural Development. Co-director: Sebastián Elías Patiño Gutiérrez. MSc in civil engineering.

Introducción

Actualmente 1.6 billones de personas en el mundo viven en condiciones precarias, de las cuales un billón reside en asentamientos no planificados (esta cifra supera el 20% de la población mundial (AMB & ONU HABITAT, 2015)). Aunque el número de personas que viven en dichos asentamientos se redujo un 4% desde el 2000 al 2018 (AMB & ONU HABITAT, 2015), la cifra continúa siendo alarmante.

En cuanto a las causantes de los asentamientos no planificados; la pobreza, desigualdad social, falta de acceso a servicios básicos y poca visibilidad por parte de la sociedad y el gobierno son factores cruciales que impiden la evolución y desarrollo de los asentamientos no planificados, manteniendo estas poblaciones en estado de marginación y precariedad (Pinedo & Ochoa, 2016).

En Colombia a partir de 1930, se presentó un reacomodamiento espacial reflejo de un acelerado crecimiento de las ciudades por corrientes migratorias masivas del campo a la ciudad. Por tanto, este acelerado crecimiento de los centros urbanos dio lugar a los asentamientos no planificados (Torres, 2009). Desde entonces, la mala planificación y organización territorial, y una política de vivienda desigual ha obligado a las comunidades migratorias a buscar soluciones de vivienda en asentamientos no planificados (Pérez Miguel, 2010).

Enfocándose un poco más en lo local, el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) se caracteriza por una alta tasa de pobreza y necesidad de vivienda (Caballero Moreno et al., 2019). Esto se refleja en el alto número de asentamientos precarios (236) con una población de 130,549 habitantes, equivalente al 7.8% de la población total del AMB para el 2016 (AMB & ONU HABITAT, 2015). Factores como el desplazamiento interno forzado o la masiva inmigración

pueden ser algunas de las razones que dieron origen a estos asentamientos no planificados (Pérez Miguel, 2010).

El acelerado crecimiento de las comunidades marginales de manera irregular y no controlada, la falta de una red de servicios básicos sanitarios es frecuente, dado que no se realiza una planeación y organización adecuada de estas comunidades (Pérez Miguel, 2010). Esto lleva a los habitantes de dichos asentamientos a buscar soluciones para suplir sus necesidades sanitarias.

Un apropiado saneamiento básico es fundamental para reducir los riesgos sanitarios, prevenir la contaminación y con esto lograr unos mejores niveles de salud pública (OPS & OMS, 2022). Por esta razón, esta investigación tiene como objetivo general caracterizar los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga con base en criterios sociales y ambientales relevantes para la evaluar el potencial de intervención en soluciones de manejo de aguas residuales.

Este trabajo hace parte del proyecto de investigación “Desarrollo de estrategias para el manejo de aguas residuales en asentamientos periurbanos del área metropolitana de Bucaramanga, Florida, Girón, Piedecuesta”, ejecutado por el Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental (GPH) y el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb). Este proyecto fue viabilizado, aprobado y financiado en el año 2022 por el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) del Sistema General de Regalías (SGR), como resultado de la Convocatoria para la Asignación para la CTeI-ambiental del SGR para la Conformación de un Listado de Propuestas de Proyecto Elegibles de Investigación, Desarrollo e Innovación para el Ambiente y el Desarrollo Sostenible del País del año 2021. La información generada por este trabajo es de utilidad para futuros proyectos relacionados con la evaluación del potencial de intervención de soluciones sanitarias en

asentamientos no planificados en ciudades con características similares (número de habitantes, acceso a servicios, área, riesgos naturales, entre otras) al municipio de Bucaramanga.

1. Marco referencial

Los asentamientos no planificados son sectores que se originan normalmente en la periferia de las ciudades, en condiciones de precariedad y sin las características que tienen los barrios formales como espacio, forma, detalles, tipo de construcción, uso, actividades, habitantes, grado de mantenimiento y topografía (Pinedo & Ochoa, 2016).

En cuanto al contexto colombiano, el fenómeno de los loteos clandestinos e irregulares contribuyó significativamente a la constitución de asentamientos no planificados, principalmente en las grandes capitales. Este fenómeno está asociado al periodo final de oferta estatal de la denominada vivienda obrera que tuvo cabida entre 1900 y 1936 (Caballero Moreno et al., 2019) cuando la disponibilidad de suelo urbano comienza a reducirse por el incremento de la demanda (Pinedo & Ochoa, 2016).

Hoy en día los asentamientos no planificados pueden caracterizarse en función de criterios sociales y ambientales. En este trabajo se entenderá como criterios sociales a aquellos aspectos relacionados con características demográficas y económicas de la población. Mientras que los criterios ambientales serán entendidos como parámetros de sostenibilidad, por ejemplo, la cantidad de aguas residuales, potencial de suministro de agua, zonas de preservación natural y zonas de alta vulnerabilidad, entre otras (Rhor et al., 2019).

Para la recolección de información que se usó para caracterizar los asentamientos relacionada con los criterios es útil el uso de herramientas SIG (Sistema de Información

Geográfica) ya que posibilitan el trabajo multidisciplinario y operativo a partir de información territorial y geoespacial, debido a la manera como maneja un formato vectorial que permite reconocer su localización espacial, características descriptivas y geológicas de territorios como área, pendiente, longitudes, morfología, entre otros (Fuenzalida et al., 2013). En entornos vulnerables, como lo son los asentamientos no planificados, esta herramienta ayuda a entidades públicas o privadas vinculadas con el desarrollo y ordenamiento del territorio con el seguimiento de procesos de expansión y densificación, esto con la intención de mejorar el desarrollo de los asentamientos no planificados (Kuffer et al., 2016).

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Caracterizar los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga con base en criterios sociales y ambientales relevantes para la evaluar el potencial de intervención en soluciones de manejo de aguas residuales.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar criterios sociales y ambientales relevantes para la identificación de soluciones de manejo de aguas residuales en asentamientos no planificados en países en vía de desarrollo.

Realizar un inventario de los asentamientos no planificados existentes en Bucaramanga.

Caracterizar los asentamientos no planificados en Bucaramanga de acuerdo con los criterios sociales y ambientales identificados.

3. Marco Legal

Según la Ley 2044 del 2020 que se ocupa de las normas para el saneamiento de predios ocupados por asentamientos humanos ilegales, el principal criterio para que un asentamiento sea considerado apto para intervenciones sanitarias es el encontrarse en legitimidad de predios (Congreso de Colombia, 2020), es decir, que los habitantes tengan escrituras de sus viviendas y/o terrenos. Cuando se llega a esta legitimidad de predios el asentamiento no planificado pasa a ser nombrado barrio informal. Así mismo, en el Decreto reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio 1077 de 2015, capítulo 5, sección 2 (art 2.2.6.5.2.1 y art 2.2.6.5.2.3) se especifican criterios relevantes para el trámite de solicitud de legalización urbanística de asentamientos humanos, tales como, la existencia de espacios públicos y privados, estado de las vías de acceso,

grado de consolidación 1 y 2 (Se refiere a la categoría de consolidación de las vivienda según su material, siendo el tipo 1 viviendas con materiales como ladrillo y cemento y tipo 2 viviendas construidas con materiales un poco menos estables), área del asentamiento, acceso a servicios públicos domiciliarios, zonas de amenaza y clasificación del suelo (Congreso de Colombia, 2020).

4. Metodología

La metodología se realizó en tres fases. La Fase I comprendió una revisión de literatura para identificar criterios sociales y ambientales útiles para caracterizar asentamientos no planificados. La Fase II realizó un inventario de los asentamientos no planificados de Bucaramanga con base en información secundaria. La Fase III caracterizó los asentamientos no planificados inventariados con base en los criterios sociales y ambientales identificados. A continuación, se describe cada una de las fases.

4.1 Fase I. Identificación de criterios sociales y ambientales relevantes

En la primera fase, se identificaron los criterios sociales y ambientales relevantes para el reconocimiento de estrategias de manejo de aguas residuales en asentamientos no planificados, mediante una revisión de artículos científicos en bases de datos como Scopus® y Web of Science®. Para la búsqueda en bases de datos se utilizaron diferentes combinaciones de palabras claves y sus permutaciones: caracterización (characterization, typology, classification, category, categorization), “asentamiento no planificado” (“settlements”, “slums”, “periurban”), “criterios” (“indicator”, “index”, “criteria”, “dimension”, “measure”) y los tipos de criterios sociales y ambientales a evaluar (“social”, “environmental”, “socio-economic”, “sanitation”, “hygiene”).

Se realizó una búsqueda de las palabras clave utilizando conectores booleanos como “AND” y “OR”. En Scopus® se obtuvieron 981 resultados, a los cuales se le aplicaron criterios de exclusión tales como, fecha de publicación en los últimos 20 años (2003-2023), por tipo de documento (excluyendo libros y capítulos de libro) y por idioma (sólo inglés y español), obteniendo así 711 resultados. Así mismo, para Web of Science®, se obtuvieron 1032 resultados y aplicando los filtros descritos anteriormente se obtuvieron 967 resultados. Del proceso de exclusión resultaron en total 1678 artículos. Posteriormente, se identificaron 374 referencias duplicadas las cuales fueron descartadas. Finalmente, se obtuvo un total de 1304 artículos como resultado de la búsqueda.

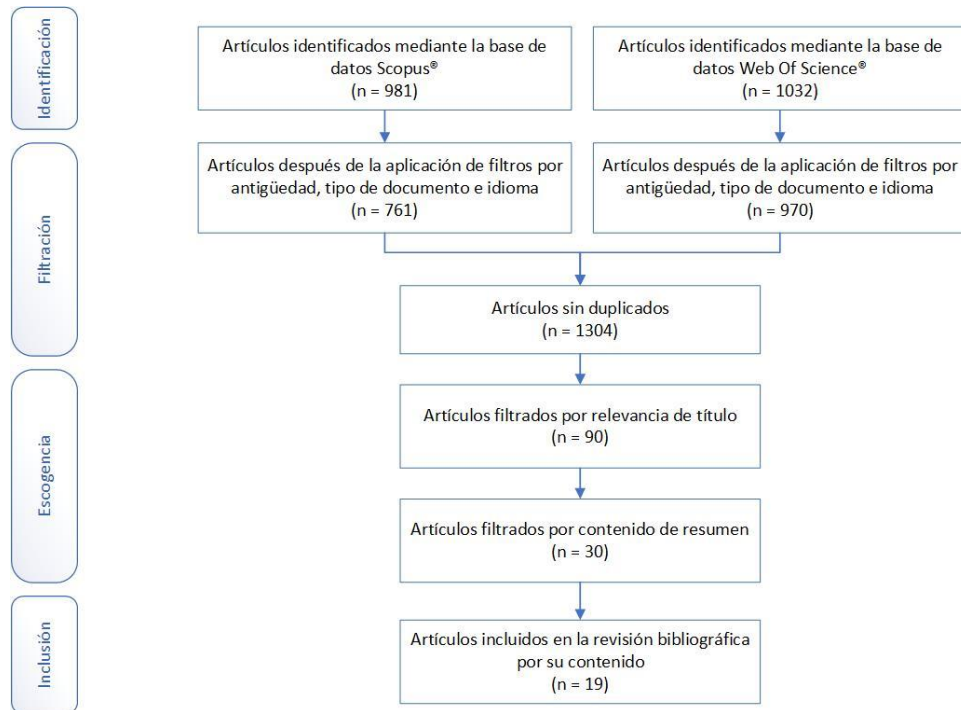
Luego, se aplicaron los criterios de inclusión en la lectura del título descartando los artículos no relevantes para el tema de estudio, obteniendo así 90 resultados. Posteriormente, se realizó un filtro por resumen, descartando las referencias cuya información no resultara relevante, obteniendo así un total de 30 resultados para la revisión de contenido, dando como resultado 19 artículos relevantes en el tema. En la Figura 1 se puede observar el diagrama de flujo de la revisión bibliográfica.

Los 19 artículos seleccionados fueron revisados en detalle con el fin de extraer los criterios sociales y ambientales planteados en cada investigación. Estos criterios se organizaron en una base de datos que tuviera en cuenta: Categorías (Social o Ambiental) y subcategorías que emergieron de la organización de la información encontrada.

Los criterios de la base de datos fueron depurados, unificando aquellos con diferente denominación, pero igual significado. Luego, se descartaron los criterios no relevantes para esta investigación obteniendo una base de datos con los criterios, organizados por subcategorías, donde cada criterio fue acompañado de una breve descripción, métrica y fuente de información.

Figura 1

Diagrama de flujo de revisión bibliográfica.



Nota. Esta figura muestra el proceso de la revisión bibliográfica para escoger los artículos que se seleccionaron.

Los criterios encontrados en la literatura científica fueron complementados con información de disposiciones legales del Decreto reglamentario del sector vivienda, ciudad y territorio 1077 de 2015, capítulo 5, sección 2 (art 2.2.6.5.2.1 y art 2.2.6.5.2.3).

4.2 Fase II. Inventario de los asentamientos no planificados de Bucaramanga

En la segunda fase se identificaron los asentamientos no planificados en Bucaramanga con base en información secundaria proporcionada por: la Alcaldía de Bucaramanga y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). La información

secundaria fue obtenida como resultado de reuniones con funcionarios de las entidades donde el grupo GPH socializó el proyecto macro financiado por el SGR.

La información recolectada del estudio de identificación por aerofotografía de los asentamientos y barrios precarios del A.M.B. (CDMB & Experiencia Local, 2011) y registro fotográfico levantado en campo (vivienda y entorno) realizado en el 2011 incluía identificación de los asentamientos (año de origen, área en m², municipio, nombre), tenencia (si el asentamiento se encuentra en proceso de legalización o sin legalizar), características de vivienda (cantidad de viviendas, grado de consolidación, cantidad de habitantes, acceso a servicio, entre otros), características de entorno (acceso a servicios sociales, estado de vías, fuentes de contaminación hídrica, entre otros) y características del ambiente (Presencia de amenazas naturales, uso del suelo).

Adicionalmente, se recolectó información geográfica en formato tipo shp del estudio de cartografía vectorial generada a partir de la base cartográfica CDMB escala 1:25.000e IGAC, escala 1:100.000 actualizada a julio de 2014, la cual se procesó con ArcGIS® para elaborar un mapa con los asentamientos identificados y su localización.

4.3 Fase III. Caracterización de los asentamientos no planificados en Bucaramanga

En la tercera fase, se integró la información de la Fase I y Fase II para caracterizar los asentamientos no planificados. Para esto, se usó la información suministrada por las entidades en relación con cada asentamiento y se cruzó con los criterios sociales y ambientales identificados en la Fase I para aplicar el método Ward, el cual consiste en realizar un análisis de clúster jerárquico para identificar el criterio o los criterios relevantes para realizar la tipología (Pioch et al., 2023). Este tipo de análisis se realiza con variables cuantitativas, por lo que se tuvieron en cuenta los criterios: densidad habitacional, número de habitantes, área superficial, antigüedad del

asentamiento y número de viviendas. La caracterización se complementó con otras variables como acceso a electricidad, acceso a agua potable y servicio de recolección de aguas residuales, teniendo en cuenta que estos aspectos son considerados en la Ley 2044 de 2020. Posteriormente a los asentamientos no planificados precarios, es decir, asentamientos que no cuentan con infraestructura de servicios públicos instaladas (Ministerio de Vivienda, 2022), se les realizó un análisis de los criterios de carácter cualitativo, el cual consiste en observar en cada grupo criterios que se repitieran en un 86% o más, buscando así identificar que otras características por grupo comparten dichos asentamientos.

5. Resultados

Esta sección incluye: criterios sociales y ambientales para la caracterización de asentamientos no planificados, inventario de los asentamientos no planificados en Bucaramanga y, finalmente, caracterización

5.1 Criterios sociales y ambientales para la caracterización de asentamientos no planificados.

Se identificaron 79 criterios sociales y ambientales para la caracterización de asentamientos no planificados, organizados por categorías y subcategorías, con su descripción, métrica y fuente de información. En la Tabla 1 se pueden observar las categorías, subcategorías y su descripción.

Tabla 1
Tabla de criterios sociales y ambientales resultado de la revisión sistemática de literatura.

Tabla de criterios sociales y ambientales				
Categoría	Nombre	Descripción	Métrica	Referencias
Demografía	Densidad habitacional	Relación entre el número de viviendas y el área.	Predios/Has	(Beard et al., 2022; Cattivelli, 2021; Goncalves et al., 2017; Marcos, 2021)
	Número de habitantes	Número de habitantes del asentamiento.	Habitantes	-
	Edades de la población	Edades de los habitantes del asentamiento por categorías: niños menores de 14 años, población entre 14 y 65 años y población mayor de 65 años.	(menores de 14 años); (14 a 65 años); (mayores de 65 años)	(Cigale et al., 2006; Penzes & Demeter, 2021; Schreier-Barreto & Jumpa, 2018)
	Tasa de mortalidad	Proporción de personas que fallecen respecto al total de la población en un período de tiempo.	Porcentaje (%)	(Penzes & Demeter, 2021)
	Número de hogares	Cantidad de familias que se encuentran viviendo en el asentamiento.	Hogares	-
	Número de predios que conforman el asentamiento	Cantidad de terrenos o tierras o fincas que se encuentran en el asentamiento.	Predios	-
	Número de viviendas	Cantidad de viviendas localizadas en el asentamiento.	Viviendas	(Donaldson et al., 2012)
	Tasa de crecimiento	Número de habitantes que se espera llegar a residir en un periodo de tiempo.	Habitantes	(Cattivelli, 2021; Goncalves et al., 2017)
Economía	Tipo de ocupación	Tipo de ocupación de los habitantes.	Depende de la respuesta	(Nagpal et al., 2021; Schreier-Barreto & Jumpa, 2018)
	Tasa de desempleo	Población entre los 15 y 64 años sin empleo que residen en el asentamiento.	Porcentaje (%)	(Cattivelli, 2021; Cigale et al., 2006; Penzes & Demeter, 2021)

Servicios	Empleabilidad informal	Habitantes que laboran en empleos que no cuentan con seguridad social, con un contrato y/o no ganan un salario mínimo.	Porcentaje (%)	(Penzes & Demeter, 2021)
	Acceso a instalaciones de salud	Acceso a instalaciones de salud para personas residentes del asentamiento.	Sí/No	(Kaur & Garg, 2019; Zewdie et al., 2021)
	Acceso a instalaciones educativas	Acceso a instalaciones educativas para personas residentes del asentamiento.	Sí/No	(Cigale et al., 2006; Issa, 2021)
	Acceso a electricidad	Acceso al servicio básico de electricidad en el asentamiento.	Sí/No	(Cuervo, 2010; Issa, 2021; Penzes & Demeter, 2021)
	Acceso al transporte público	Acceso al transporte público desde el asentamiento a la zona central de la ciudad.	Sí/No	(Goncalves et al., 2017; Kaur & Garg, 2019; Zewdie et al., 2021)
	Accesibilidad	Formas de acceso al asentamiento, dependiendo si se puede realizar ingreso vehicular, peatonal o mixto.	Peatonal/ vehicular/ peatonal-vehicular	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Estado de las vías	Vías del asentamiento que se encuentren pavimentadas, sin pavimentar o parcialmente pavimentadas.	Vías pavimentadas parciales/ vías sin pavimentar/ vías totalmente pavimentadas/ no aplica	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Tiempo peatonal de viaje	El tiempo que tarda una persona en desplazarse desde el asentamiento a la zona central de la ciudad.	Horas	(Goncalves et al., 2017)
Asentamiento / Territorio	Área superficial	Área que ocupa el asentamiento.	Km ²	(Cattivelli, 2021; Marcos, 2021)
	Antigüedad del asentamiento	El año en que se originó el asentamiento.	Desde el año en que se originó	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Naturaleza jurídica	En qué proceso jurídico de encuentra el asentamiento, si es legal o no legalizado.	Legalizado/ no legalizado/ en proceso de legalización	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Uso del suelo	Si el suelo donde está localizado el asentamiento es de uso rural o urbano.	Urbano/ de expansión/ rural/ en protección	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Municipio de localización	En qué municipio se encuentra el asentamiento.	Floridablanca/ Bucaramanga/	-

			Piedecuesta/ Girón	
	Geomorfología territorial	Localización de los asentamientos según la geomorfología territorial tales como ladera, península, meseta.	Ladera/ península/ meseta	-
	Coordenadas geográficas	En qué sector está localizado el asentamiento ya sea norte, occidental, oriental, sur.	Norte/ occidental/ oriental/ sur	-
Vivienda	Hacinamiento	Más de tres personas compartiendo la misma habitación en una vivienda.	Personas/Habi tación	(Donaldson et al., 2012; Issa, 2021; Mahabir et al., 2020)
	Grado de consolidación	Categoría de consolidación de las viviendas según su material siendo de categoría 1 viviendas construidas con ladrillo y cemento, y categoría 4 viviendas elaboradas con materiales no constructivo tales como bolsas, cartón, madera, etc.	1,2,3 y 4	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Viviendas en déficit habitacional	Viviendas con deficiencias estructurales.	Viviendas	(Donaldson et al., 2012; Inostroza, 2017; Mahabir et al., 2020)
	Tipo de vivienda	Si la vivienda es casa o apartamento, cuarto u otro tipo de vivienda.	Casa o apartamento, cuarto, otro tipo de vivienda	-
	Índice de delincuencia	Seguridad general en el área del asentamiento, como por ejemplo la ocurrencia de robos.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011; Penzes & Demeter, 2021; Zewdie et al., 2021)
Seguridad	Seguridad ciudadana	Porcentaje de la población que se siente segura en el asentamiento.	Porcentaje (%)	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Nivel educativo de la población	Porcentaje de personas por nivel educativo (ej. porcentaje de personas con bachillerato)	Porcentaje (%)	(Anna et al., 2008; Nagpal et al., 2021)
Educación	Servicio de recolección de aguas residuales	Conexión a la red de alcantarillado	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)
	Tipo de aguas residuales	Tipo de agua residual producida en el asentamiento.	Domésticas/Industriales/Urbanas	-
	Tipo de sistema de tratamiento	Tipo de sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes en el asentamiento.	Colectivo/Individual/No hay	-
Saneamiento				

de aguas residuales			
Cumplimiento del sistema de gestión de aguas residuales con las normas técnicas de diseño	Cumplimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales con la norma técnica. En caso de que no cumpla, cuantificar los elementos que no cumplan las normas técnicas.	# Elementos incumpliendo	(Adnan et al., 2018)
Cumplimiento de las aguas residuales con estándares de vertimiento	Cumplimiento del agua residual tratada con los requisitos técnicos. En caso de que no cumpla, cuantificar los parámetros que no cumplan las normas técnicas.	# Parámetros incumpliendo	(Adnan et al., 2018)
Reutilización de las aguas residuales	Existencia de prácticas de reúso de las aguas residuales (si existe un tratamiento previo)	Sí/No	(Kaur & Garg, 2019)
Año de construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales	Año en el cual se construyó el sistema de tratamiento de aguas residuales para el asentamiento.	Fecha (año)	-
Población con acceso al servicio de recolección de aguas residuales	Número de viviendas con servicio de alcantarillado.	Proporción de la población con acceso al alcantarillado (%)	(Cigale et al., 2006)
Pago por el servicio de alcantarillado	Existencia de pago por el servicio de alcantarillado.	Sí/No	-
Tipo de sistema de manejo de excretas en la vivienda	Tipo de instalación sanitaria utilizada habitualmente por los miembros del hogar.	Inodoro/Letrina/Cubo/Ninguno /Otro	-
Lugar de descarga de aguas residuales	Lugar a dónde va la descarga de las aguas residuales.	Red de alcantarillado/Tanque séptico/Letrina /Drenaje abierto/Desconocido	-
Instalaciones de saneamiento compartidas	Utilización de las instalaciones de saneamiento por personas que no hacen parte del hogar.	Sí/No	(Nagpal et al., 2021)
Ubicación de la instalación de saneamiento	Ubicación de la instalación sanitaria.	Vivienda propia/Patio/Otro	-
Enfermedades relacionadas con el saneamiento frecuentes	Tipo de enfermedades relacionadas con el saneamiento frecuentes en los asentamientos precarios.	IDA, dengue, ERA, otra	-
Focos de contaminación sanitaria	Focos de contaminación que puedan estar afectando la salubridad de la comunidad tales como contaminación de fuentes hídricas,	Contaminación de fuentes hídricas,	-

		residuos sanitarios a cielo abierto, disposición de basuras en zonas públicas.	residuos sanitarios a cielo abierto, disposición de basuras en zonas públicas	
Agua potable	Acceso a agua potable	Acceso a un recurso hídrico confiable dentro del asentamiento informal.	Sí/No	(Adnan et al., 2018)
	Volumen de agua potable	Volumen de agua potable que se provee al asentamiento al mes.	Volumen de agua	-
	Fuente del agua potable	Fuente de donde se extrae el agua para la potabilización.	Fuente	-
	Pago por el servicio de agua potable	Existencia de un pago por el servicio de agua potable.	Sí/No	-
	IRCA agua potable	Índice de riesgo para la calidad del agua potable en el asentamiento.	0 - 100	-
Residuos sólidos	Gestión de residuos sólidos	Existencia de una estrategia de gestión de residuos sólidos.	Sí/No	(Cigale et al., 2006; Kaur & Garg, 2019; Zewdie et al., 2021)
	Acceso al servicio de recolección de residuos sólidos	Acceso al servicio de recolección de residuos sólidos.	Sí/No	(Cigale et al., 2006)
	Tipo de residuos sólidos	Tipo de los residuos sólidos generados.	Orgánicos/Inorgánicos	-
	Separación y almacenamiento de residuos sólidos	Existencia de un manejo de separación y almacenamiento de los residuos sólidos para un mejor aprovechamiento.	Sí/No	(Kaur & Garg, 2019)
	Residuos sólidos almacenados al aire libre	Almacenamiento de los residuos al aire libre.	Sí/No	(Issa, 2021)
	Frecuencia de recolección de residuos sólidos	Frecuencia con la que se recogen los residuos sólidos.	Tiempo (días)	(Kaur & Garg, 2019)
	Número de viviendas con acceso a sistema de recolección de residuos sólidos	Viviendas con un sistema de recogida de residuos sólidos.	# Viviendas	-
	Número de puntos de recolección	Puntos de recolección de residuos sólidos.	# Puntos	-
	Toneladas de basura recogidas al día	Toneladas de basura que se recogen al día.	Ton	-

	Pago por el servicio de recolección de residuos sólidos	Existencia de un pago por el servicio de recogida de residuos sólidos.	Sí/No	-	
Lluvias	Existencia de sistemas de drenaje para el agua de escorrentía	Existencia de algún sistema de drenaje para el agua de escorrentía si tienen cumplimiento de estándares técnicos de diseño.	Sí/No	(Adnan et al., 2018)	
	Calidad de la construcción del drenaje	Construcción del drenaje con buenos materiales.	Sí/No	(Adnan et al., 2018)	
	Prácticas de aprovechamiento de aguas lluvias	Prácticas de aprovechamiento de aguas lluvias por parte de la población.	Sí/No	(Adnan et al., 2018; Zewdie et al., 2021)	
	Existencia de planes de prevención y atención a emergencias	Existencia de un plan de prevención y atención a emergencias.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011; Kaur & Garg, 2019)	
Amenazas	Pérdidas a causa de un fenómeno natural	Pérdidas materiales (casas, elementos del hogar, etc.) o humanas (personas fallecidas) a causa del fenómeno natural en los últimos 10 años.	Materiales/Humanas/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Construcción de obras para mitigar los efectos de los fenómenos naturales	Tipos de obras que se han realizado para disminuir los efectos de los fenómenos naturales.	Tipo de obra	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Fecha de construcción de obras de mitigación de riesgos	Fecha en que se realizaron las obras de mitigación que cuentan con el cumplimiento de normas técnicas de diseño.	Fecha	-	
	Amenaza por inundación	Existencia de amenaza en el asentamiento por inundaciones.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Amenaza por remoción de masa	Existencia de amenaza en el asentamiento por remoción de masa.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Amenaza por avenida torrencial	Existencia de amenaza en el asentamiento por avenida torrencial.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Amenaza sísmica	Existencia de amenaza en el asentamiento por sismos.	Sí/No	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	Amenazas naturales en los últimos 10 años	Factores naturales que han afectado la integridad de la vivienda en los últimos 10 años.	Inundaciones/Avalanchas/Otro	(CDMB & Experiencia Local, 2011)	
	C ar a c t e	Precipitación media anual	Promedio de las lluvias registradas en 12 meses en el asentamiento	mm de agua	(Donaldson et al., 2012)

Potencial de uso de las aguas subterráneas para abastecimiento	Posibilidad de utilizar las aguas subterráneas para el abastecimiento humano.	Sí/No	(Donaldson et al., 2012)
Temperatura	Temperatura promedio del asentamiento.	°C	-
Humedad	Humedad promedio del asentamiento.	%	-
Presión atmosférica	Presión atmosférica del asentamiento.	msnm	-

Nota. Esta tabla muestra los indicadores obtenidos después del proceso de revisión de literatura.

Los criterios que más se repitieron al momento de hacer la búsqueda preliminar antes de la depuración fueron: Acceso a agua potable (42%), gestión de residuos sólidos (37%), servicio de recolección de aguas residuales (32%), acceso al transporte público (26%), densidad habitacional (21%), nivel educativo (21%) y edades de la población (21%). Estos porcentajes se calcularon con base al número de veces que se encontraba el criterio respecto al total de artículos.

Entre los criterios más relevantes para la investigación pero que menos se repetían se encontraron: Tipo de ocupación (11%), tasa de crecimiento (11%) y área superficial (11%). Estos criterios eran relevantes en las fuentes consultadas debido a que la tasa de crecimiento y el área superficial les permitía realizar una proyección de población y densidad poblacional más acertada. Los criterios propuestos en este trabajo fueron considerados de relevancia para la caracterización de los asentamientos debido a que se relacionaban con el propósito de evaluar estrategias de saneamiento ya que estos permiten recolectar información para que con base en esta se planteen diferentes alternativas enfocadas en las necesidades específicas de cada asentamiento.

El criterio de población es muy relevante, teniendo en cuenta que se considera importante a la hora de seleccionar diferentes opciones tecnológicas de sistemas descentralizados. Por ejemplo, entre las diferentes alternativas de tecnologías de tratamiento de agua residual descentralizado para asentamientos no planificados se encontraron los filtros anaeróbicos,

humedales artificiales y biorreactores (Marin & Villafañe Martín, 2023). Los filtros anaeróbicos se aplican fundamentalmente en comunidades menores a 5000 habitantes, la principal ventaja de este tratamiento a la hora de aplicarlo en asentamientos no planificados es su escaso requisito de superficie y que este genera menos lodos que los tratamientos aerobios (Ministerio de ambiente y agua & Viceministerio de agua potable y saneamiento básico, n.d.). Por el lado de los humedales artificiales, estos se utilizan en comunidades menores 5000 habitantes también, estos son considerados actualmente como una de las alternativas más innovadoras a nivel mundial para pequeñas poblaciones ya que tiene grandes ventajas como la facilidad de construcción, su bajo costo, la ausencia de malos olores y su valor estético (Marin & Villafañe Martín, 2023). Y finalmente los biorreactores son utilizados en poblaciones de aproximadamente 2000 personas y tienen como principal ventaja su diseño compacto el cual los hace perfectos para tratamiento de aguas en áreas descentralizadas y otra de sus ventajas es la ausencia de olores (Marin & Villafañe Martín, 2023). Finalmente, los biorreactores son utilizados en poblaciones de aproximadamente 2000 personas y tienen como principal ventaja su diseño compacto el cual los hace perfectos para tratamiento de aguas en áreas descentralizadas y otra de sus ventajas es la ausencia de olores (Marin & Villafañe Martín, 2023).

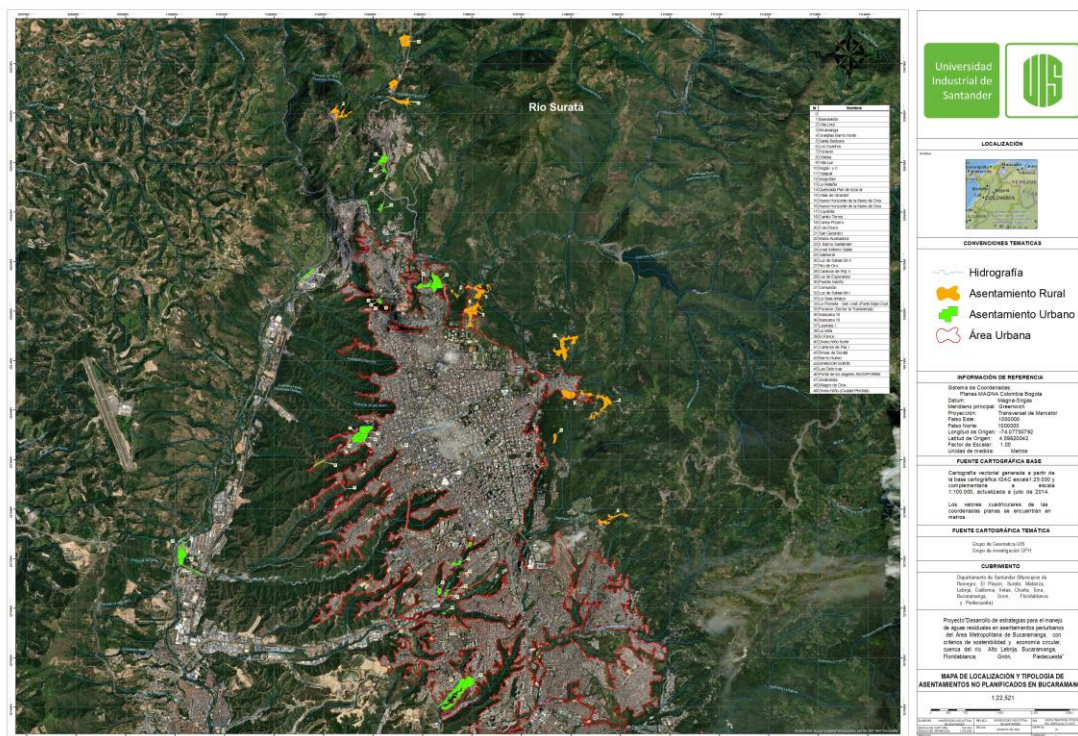
5.2 Inventario de los asentamientos no planificados en Bucaramanga.

Con la información disponible, se encontraron para el 2011, 52 asentamientos no planificados en Bucaramanga, 16 rurales, los cuales corresponden a aquellos asentamientos ubicados en terrenos no aptos para el uso urbano por razones de seguridad o por su destinación a usos agrícolas y 36 urbanos los cuales son asentamientos ubicados en áreas del municipio que cuentan con infraestructura vial y redes primarias de servicios básicos. Como se observa en la Figura 2, los asentamientos rurales se suelen ubicar a las afueras del área urbana, causando así una

expansión urbana en terrenos marginados, también se puede observar que la mayoría de los asentamientos rurales y urbanos se encuentran ubicados cerca a fuentes hídricas tales como Río Suratá, Quebrada La Cuellar, Quebrada Guacamaya, Quebrada el Cacique, Quebrada Argelia y Quebrada Pajuila, finalmente se puede observar que la mayoría de los asentamientos se encuentran en el noreste del municipio de Bucaramanga aprovechando los vacíos jurisdiccionales que se dan en las fronteras intermunicipales (Ramírez, 2015).

Figura 2

Mapa de localización de los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga para el año 2014.



Nota. Esta figura muestra la distribución de los asentamientos rurales y urbanos en Bucaramanga al año 2014.

En ambas fuentes de información se encontraron diferencias. Por ejemplo, en la información de 2014, los asentamientos Moneque, San Gerardo 2 y Hamacas parte alta - Hamacas la curva figuraban como asentamientos no planificados, sin embargo, en la información del 2011 ya figuraban como barrios marginales (asentamientos que ya se encuentran legalizados), dichos asentamientos no se incluyeron en este proyecto debido a que ya se encontraban legalizados a la fecha. Por otro lado, para los asentamientos Bonanza campestre, Alto de los padres y Divino Niño II no se encontró información disponible del 2011, lo cual indica que pudieron haberse formado en el periodo de tiempo entre 2011 y 2014, por lo tanto, tampoco se incluyeron al momento de la tipificación en la Fase III, dando, así como objeto de estudio 47 asentamientos en total.

Con la información disponible para el 2011 es posible dar un panorama general de las condiciones de los asentamientos no planificados en Bucaramanga sin embargo, esta información no refleja la situación actual de los asentamientos no planificados.

5.3 Caracterización de los asentamientos no planificados en Bucaramanga

En la Fase I se identificaron 79 criterios, no obstante, la información secundaria disponible solo ofrecía información de 21 criterios. Estos 21 criterios se encontraban clasificados en: 13 criterios sociales (3 de demografía, 4 de servicios, 4 de territorio, 1 de vivienda y 1 de seguridad) y 8 ambientales (2 de saneamiento, 1 de agua potable, 2 de residuos sólidos y 3 de amenazas naturales) como se puede observar en la Tabla 2.

Teniendo en cuenta los resultados de los criterios recolectados en la Fase I y el inventario realizado en la Fase II, como se puede observar en la Tabla 2, se puede identificar que la diferencia entre el promedio de la densidad habitacional y su valor más alto el cual corresponde al asentamiento Caminos de paz I, significa que el área que se está ocupando es poco extensa para la cantidad de habitantes, sin embargo, no significa que este sea bastante poblado ya que sólo cuenta

con 332 habitantes lo cual está por debajo de la media de habitantes en los asentamientos, lo que puede indicar que haya más de una familia establecida en un predio (Ramírez, 2015).

Tabla 2

Tabla de resultados de los 21 criterios y sus respectivas categorías

Categoría	Criterios	Resultados
Demografía	Densidad habitacional	Dato mayor 672 predios/Has, dato menor es de 10 predios/Has y dato promedio 96 predios/Has.
	Número de habitantes	Dato mayor 2800 hab, dato menor es de 40 hab y dato promedio 577 hab.
	Número de viviendas	Dato mayor 580 viviendas, dato menor es de 6 viviendas y dato promedio 119 viviendas.
Servicios	Acceso a electricidad	25.5% de la población
	Accesibilidad	48.9% peatonal y 51.1% peatonal vehicular
	Estado de las vías	21.3 Vías sin pavimentar, 27.7% vías pavimentadas parciales y 4.3% vías pavimentadas totales
	Acceso a instalaciones de salud (acceso a servicios sociales)	25.5% de la población
Territorio	Área superficial	Dato mayor 164614.09m ² , dato menor es de 220.74m ² y dato promedio 21780.9m ² .
	Antigüedad del asentamiento	Dato mayor 76 años (1947), dato menor es de 12 años (2011)
	Naturaleza jurídica	19.1% en procesos de legalización y 80.9% sin legalizar
	Uso del suelo	10.6% rural, 6.4% rural-suburbano, 12.8% urbano-rural, 6.4% urbano-protección, 2.1% urbano-expansión urbana, 59.6% urbano, 2.1% suelo de protección
Vivienda	Grado de consolidación	8.5% al tipo 1, 34% al tipo 2, 29.8% al tipo 3 y 27.7% al tipo 4
Seguridad	Índice de delincuencia	83% de los asentamientos
Saneamiento	Focos de contaminación sanitaria	48.9% de los asentamientos
	Sistema de recolección de aguas residuales	76.6% de la población
Agua Potable	Acceso a agua potable	78.7% de la población
Residuos sólidos	Acceso al servicio de recolección de residuos sólidos	6.4% de la población
	Residuos sólidos almacenados al aire libre	51.1% de la población
Amenazas naturales	Amenaza por inundación	27.7% de los asentamientos
	Amenaza por remoción de masa	76.6% de los asentamientos
	Amenaza por avenida torrencial	17% de los asentamientos

Se puede observar que la cantidad de vías pavimentadas totales es un porcentaje muy bajo en comparación con la cantidad de vías sin pavimentar y vías pavimentadas parciales. Este bajo porcentaje evidencia cómo la calidad de las vías está manteniendo estas poblaciones en condiciones de marginación ya que hay una relación estrecha entre las condiciones de vida de la población y la condición de su estructura vial. Una mala condición de las carreteras dificulta el acceso a estos asentamientos no planificados y presenta un obstáculo para la comunidad a la hora de abastecerse de agua para consumo y para la disposición de las aguas servidas (Caicedo et al., 2022).

El área superficial disponible en los asentamientos es un factor fundamental a la hora de escoger una solución en saneamiento, es importante tener en cuenta que soluciones como humedales requieren áreas extensas y por el contrario soluciones como biorreactores o filtros anaeróbicos pueden ser ubicados en poblaciones con poca área disponible, cruzando esta información con la cantidad de habitantes se puede elegir la solución más adecuada en saneamiento (Marin & Villafañe Martín, 2023).

La antigüedad puede verse representada en el grado de consolidación de sus viviendas, en un asentamiento con mayor antigüedad se puede evidenciar cómo los habitantes han pasado de construcciones temporales (hechas con materiales no duraderos) a construcciones más duraderas para así instalarse en ellas de manera indefinida (López, 2021). En cuanto a la naturaleza jurídica, predominan los asentamientos sin legalizar frente a los que están en proceso de ser legalizados. Esto sugiere que las condiciones de localización de los asentamientos, ubicados en su mayoría en zonas de riesgo, dificultan los procesos de legalización ante las autoridades municipales (Lizcano, 2016).

También se identificó que la distribución de los asentamientos respecto a la modalidad del suelo es, rural, rural-suburbano (áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad), urbano-rural, urbano-protección, urbano-expansión urbana (suelo con potencial de expansión sobre el territorio a un ritmo mayor que el crecimiento poblacional), urbano, suelo de protección (áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse). Esta clasificación de los suelos permite orientar la localización de asentamientos humanos para así evitar que estos se ubiquen en zonas de alto riesgo. Sin embargo, según lo encontrado se puede ver que debido al acelerado crecimiento de las ciudades y la cantidad de personas en condición de pobreza, muchos de estos asentamientos se han ubicado en zonas de riesgo o zonas de protección, lo cual ha ocasionado un aumento en el número de desastres y personas expuestas al riesgo (Ministerio de Vivienda et al., 2014).

En la categoría de vivienda se obtuvo información de 1 de los 4 criterios planteados. La distribución de los asentamientos según su grado de consolidación, correspondiendo el 8.5% al tipo 1 (viviendas de 1 o más pisos, con ventanas, rejas, elaboradas con cemento, ladrillos, etc.), el 34% al tipo 2 (viviendas de un piso elaboradas, con cemento, ladrillos, ventanas, y pintadas), el 29.8% al tipo 3 (viviendas de un piso elaboradas, con cemento, madera, pocos ladrillos) y el 27.7% al tipo 4 (viviendas elaboradas con materiales como madera, tejas, láminas metálicas y/o barro). La calidad de la vivienda tiene implicaciones en la calidad de vida de sus habitantes, una vivienda con materiales perdurables con acceso a servicios básicos garantiza una buena salud a sus residentes, por el contrario, una vivienda con una estructura deficiente conlleva a una infraestructura sanitaria de mala calidad y por su parte puede producir focos de contaminación

generando así una mayor proliferación de las enfermedades (Pan American Health Organization, n.d.).

Finalmente, en cuanto a la recolección de residuos sólidos juega un papel importante en la salud de los habitantes de las comunidades. La acumulación de residuos sólidos al aire libre provoca el aumento de posibles vectores como moscas, insectos que pueden transmitir enfermedades diarreicas agudas y con estas el parasitismo intestinal (Elieser & Guerra, 2014).

Para la elaboración de la tipología, se realizó un análisis de clúster jerárquico usando el método Ward a través del programa SPSS®, con las variables cuantitativas, lo cual dio como resultado que debido a la cantidad de datos ingresados no era posible establecer un patrón de agrupamiento, por lo que se tuvo en cuenta las recomendaciones para proyectos de saneamiento y tratamiento de aguas residuales del ACEID 2022 (del Río Marrero, 2022) y la guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales del ministerio de medio ambiente y agua del estado plurinacional de Bolivia (Ministerio de ambiente y agua & Viceministerio de agua potable y saneamiento básico, n.d.), las cuales tienen como criterio principal para la selección de tecnologías el número de habitantes. Por lo tanto, se realizó la tipificación de la siguiente manera para los asentamientos no planificados precarios, los cuales no cuentan con infraestructura de servicios públicos instaladas (Ministerio de Vivienda, 2022): asentamientos con población igual o menor de 250 habitantes, asentamientos con población entre 250 y 1000 habitantes y finalmente asentamientos con población igual o mayor a 1000 habitantes. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la Ley 2044 de 2020 para agrupar a los asentamientos no planificados consolidados, es decir, que cuentan con infraestructura de servicios públicos instaladas (acceso a electricidad, acceso a agua potable y acceso a servicio de recolección de aguas residuales) (Ministerio de Vivienda, 2022).

Por lo tanto, la tipificación estaría distribuida de la siguiente manera: grupo 1 los asentamientos no planificados consolidados y grupo 2, 3 y 4 los asentamientos no planificados precarios agrupados por la cantidad de número de habitantes como se describió anteriormente.

Luego de realizar la tipología anteriormente planteada se realizó un análisis de criterios cualitativos en los grupos de asentamientos no planificados precarios, este análisis consistió en observar que criterios se repitieron en un 86% o más, buscando así identificar que otro tipo de criterios compartían como se puede observar en el Apéndice A. De esta manera, se plantean cuatro grupos de asentamientos como se describe a continuación:

Grupo 1: Asentamientos que cuentan con servicio de recolección de aguas residuales, acceso a electricidad, acceso a agua potable y se encuentran sin legalizar.

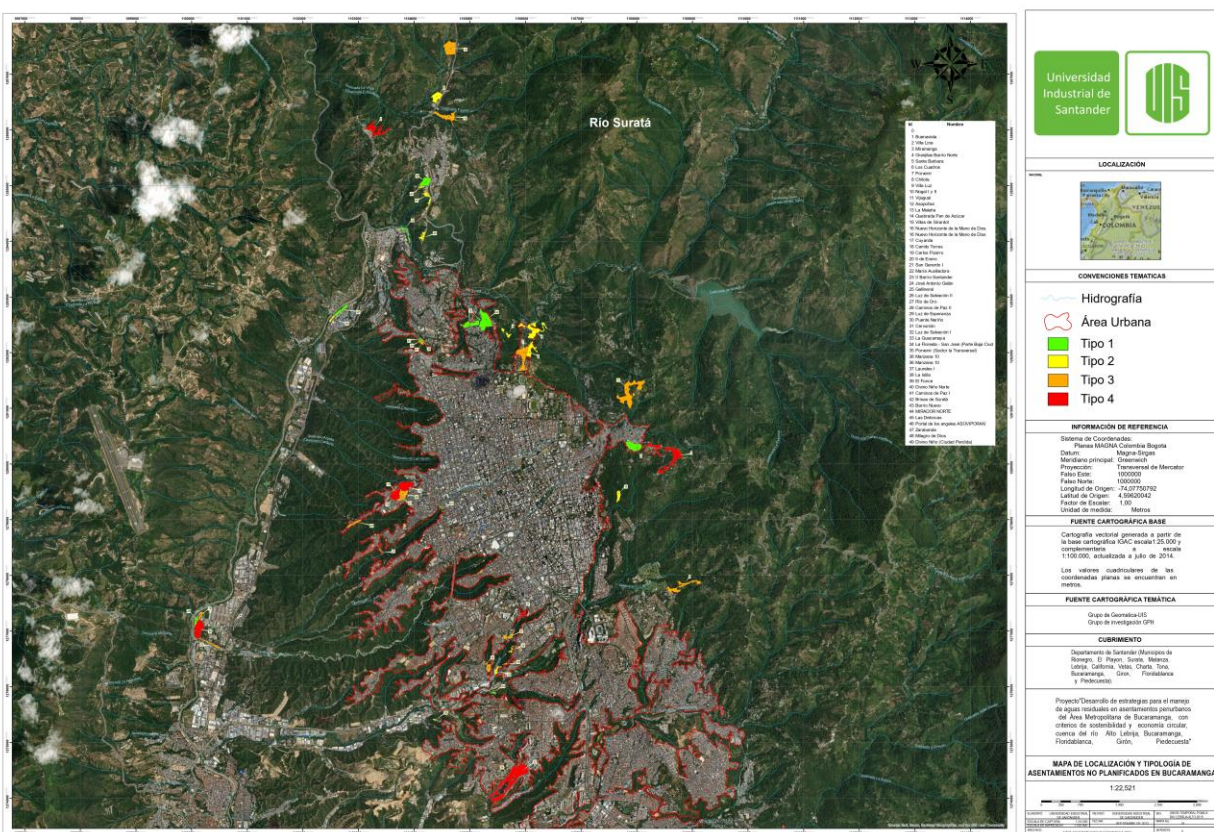
Grupo 2: Asentamientos que cuenten con población igual o menor de 250 habitantes, el 100% de los asentamientos no tienen acceso a electricidad, el 93% de los asentamientos no tienen acceso a servicios sociales (acceso a instalaciones de salud), el 100% de los asentamientos no tienen servicio de recolección de residuos sólidos y el 93% de los asentamientos no tienen amenaza por inundación.

Grupo 3: Asentamientos que cuentan con una población entre 250 y 1000 habitantes, el 93% de los asentamientos no tienen acceso a electricidad, el 100% de los asentamientos no tienen servicio de recolección de residuos sólidos, el 93% de los asentamientos presentan “sí” en índice de delincuencia, es decir, que los asentamientos consideran que presentan delincuencia (esta variable se encuentra de forma cualitativa, por lo que no se puede especificar qué índice exactamente presenta cada asentamiento o grupo) y el 86% de los asentamientos no tienen amenaza por avenida torrencial.

Grupo 4: Asentamientos que tengan una población igual o mayor a 1000 habitantes, el 100% de los asentamientos se encuentran en suelo urbano, el 100% de los asentamientos no tienen acceso a electricidad, el 89% de los asentamientos presentan amenaza natural por remoción de masa, el 100% de los asentamientos presentan “sí” en índice de delincuencia y el 100% de los asentamientos no tienen servicio de recolección de residuos sólidos.

Figura 3

Mapa de localización de los asentamientos no planificados del municipio de Bucaramanga para el año 2014 con su respectiva tipología.



Nota. Esta figura muestra los asentamientos de Bucaramanga categorizados en las diferentes 4 tipologías generadas.

Al realizar la tipología se pudo observar que el 29% de los asentamientos son del grupo 2, mientras que el 18% de los asentamientos son del grupo 4 y el 29% de los asentamientos son del grupo 3, por lo tanto, se observa que la mayor parte de los asentamientos de Bucaramanga tienen una población igual o menor de 1000 habitantes, la distribución de los asentamientos respecto a la tipología se puede observar en el Apéndice A.

Al momento de identificar y evaluar las tecnologías existentes para los diferentes grupos de asentamientos, se debe tener en cuenta las capacidades de las localidades para mantenerlas, asimismo se debe tener en cuenta los recursos disponibles, tamaño de la comunidad y dispersión de las viviendas (Van Gelder et al., 2013).

Debido a que los asentamientos grupo 1 cuentan con acceso a agua potable, acceso a electricidad y acceso a recolección de aguas residuales, se recomienda utilizar una alternativa como filtros anaeróbicos por su buen desempeño en cuanto al espacio necesario y la producción de lodos facilitando así su recolección. Para los asentamientos grupo 2, debido a que son asentamientos con poblaciones menores a 250 habitantes no se usa alcantarillado convencional (OPS & OMS, 2022), por lo que se debe considerar usar sistemas de recolección sin uso de red de tuberías o alcantarillado simplificado.

Para los grupos 3 y 4 se recomienda implementar tecnologías como biorreactores ya que estos son ideales para tratamiento de aguas descentralizadas en poblaciones de hasta 2000 habitantes sin generar malos olores (Marin & Villafañe Martín, 2023). Dado que los asentamientos en su mayoría son urbanos (69%) no se recomienda implementar soluciones tales como humedales ya que estos requieren de espacios extensos para su construcción.

Finalmente, con la tipología ya establecida se actualizó el mapa de localización realizado en la Fase 2 respecto a los diferentes tipos de asentamientos como se puede observar en la Figura 3.

6. Conclusiones

Se identificaron 79 criterios sociales y ambientales relevantes para la implementación de soluciones de manejo de aguas residuales en asentamientos no planificados en países en vía de desarrollo, esta búsqueda se realizó con base en 19 artículos científicos encontrados en las bases de datos Scopus® y Web Of Science®. Se consideraron criterios relevantes ya que estos permiten tener una mejor perspectiva de las características y necesidades de una población para así proponer soluciones que se adapten más a sus requerimientos.

Al realizar el inventario de información secundaria de los asentamientos se encontraron para el 2011, 49 asentamientos no planificados en Bucaramanga, no se logró conseguir información de estudios más recientes debido a la confidencialidad en el manejo de esta información por parte de las entidades competentes y la desactualización de la información, lo que fue una limitante al momento del desarrollo de este trabajo debido a que no permitió conocer de manera más precisa las características actuales de los asentamientos no planificados de Bucaramanga, por lo tanto se recomienda a las instituciones públicas velar por actualizar los datos de los asentamientos no planificados para que en futuras investigaciones se logre abordar detalladamente las problemáticas de los asentamientos.

De los 79 criterios identificados inicialmente, solo se encontró información disponible de los asentamientos no planificados para 21 criterios, debido a que las fuentes de información

utilizadas para el desarrollo del presente trabajo se centraban más en una caracterización demográfica y social que en una perspectiva ambiental, por lo tanto, al momento de realizar la tipología los criterios que presentaron mayor incidencia fueron los sociales. Con base en los criterios de carácter cuantitativo se generó una tipología para los asentamientos no planificados precarios teniendo en cuenta el número de habitantes mientras que para los asentamientos no planificados consolidados, solo se tuvo en cuenta que contaran con infraestructura de servicios públicos. Posteriormente se pudo observar que la mayoría de los asentamientos estudiados tienen una población.

Referencias Bibliográficas

- Adnan, L., Murtiadi, S., & Budhastra, I. K. (2018). Implementation strategy toward residential region without slums (Case Study: Montong Terep Village, Praya District, Central Lombok Regency, Indonesia). *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(11), 811–822. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85057791456&partnerID=40&md5=e0d1d9c3c2cc107f57340259bf70f59c>
- Anna, V., Zoltán, F., Miklós, O., & György, P. (2008). Indicators of social sustainability. *Journal of Landscape Ecology*, 6(1–2), 107–117. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-54049128490&partnerID=40&md5=a9e3d575e1a199e91b3de60596976af7>
- Área Metropolitana de Bucaramanga, & ONU HABITAT. (2015). *Plan Integral de Desarrollo Metropolitano*.
- Beard, V. A., Satterthwaite, D., Mitlin, D., & Du, J. (2022). Out of sight, out of mind: Understanding the sanitation crisis in global South cities. *Journal of Environmental Management*, 306. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114285>
- Caballero Moreno, W. G., Alegre, I., Armengou-Orús, J., & Aguado, A. (2019). Self-construction in informal settlements: a multiple-criteria decision-making method for assessing sustainability of floor slabs in Bucaramanga, Colombia. *Journal of Housing and the Built Environment*, 34(1), 195–217. <https://doi.org/10.1007/s10901-018-9606-5>
- Caicedo, M., Ramírez, J., Ayala, L., & Urazán, C. (2022). *Condiciones de infraestructura para el desarrollo rural sostenible en Colombia*.
- Cattivelli, V. (2021). Methods for the identification of urban, rural and peri-urban areas in Europe: An overview. *Journal of Urban Regeneration and Renewal*, 14(3), 240–246.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

[85103283023&partnerID=40&md5=6ae3e6ad68e1b7c04614086f50a6bb9f](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85103283023&partnerID=40&md5=6ae3e6ad68e1b7c04614086f50a6bb9f)

CDMB, & Experiencia Local. (2011). *PROCESO DE INVESTIGACIÓN MULTIDIMENSIONAL APLICADA PARA EL DIAGNÓSTICO ESPECÍFICO DE LOS ASENTAMIENTOS PRECARIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA Y PARA LA APROBACIÓN SOCIAL DE RECONOCIMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DE BASE AMBIENTAL.*

Cigale, D., Lampič, B., Ogrin, M., Plut, D., Rebernik, D., Špes, M., Vintar Mally, K., Cetkovský, S., Kallabová, E., Mikulík, O., Vaishar, A., & Zapletalová, J. (2006). Sustainable development of small towns a Slovenian-Moravian comparative methodological approach.

Moravian Geographical Reports, 14(1), 17–28.

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

[33746834007&partnerID=40&md5=7ff8a6174a4e25aad352ba8e566bdc0e](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33746834007&partnerID=40&md5=7ff8a6174a4e25aad352ba8e566bdc0e)

Congreso de Colombia. (2020). *Ley 2044 de 2020.*

Cuervo, I. (2010). *Metodología de la información georreferenciada en vivienda informal. Proyecto habitacional “Nuevo Sol de Oriente” Medellín.*

del Río Marrero, I. (2022). *RECOMENDACIONES PARA PROYECTOS DE SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.* www.aecid.es

Donaldson, R., van Niekerk, A., du Plessis, D., & Spocter, M. (2012). Non-metropolitan Growth Potential of Western Cape Municipalities. *Urban Forum*, 23(3), 367–389.

<https://doi.org/10.1007/s12132-011-9139-4>

Elieser, M., & Guerra, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste Health damage due to poor disposal of solid and liquid wastes

- in Dili, Timor Leste. In *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* (Vol. 52, Issue 2).
<http://scielo.sld.cu><http://scielo.sld.cu>
- Fuenzalida, M., alberto Hurtado, U., & Víctor Cobs, chile. (2013). *La perspectiva del análisis espacial en la herramienta SIG: una revisión desde la geografía hacia las ciencias sociales*.
- Goncalves, J., Gomes, M. C., Ezequiel, S., Moreira, F., Loupa-Ramos, I., Gonçalves, J., Gomes, M. C., Ezequiel, S., Moreira, F., & Loupa-Ramos, I. (2017). *Differentiating peri-urban areas: A transdisciplinary approach towards a typology*. 63, 331–341.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.01.041>
- Inostroza, L. (2017). Informal urban development in Latin American urban peripheries. Spatial assessment in Bogotá, Lima and Santiago de Chile. *Landscape and Urban Planning*, 165, 267–279. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.03.021>
- Issa, E. H. (2021). *Life in a slum neighborhood of Addis Ababa, Ethiopia: morphological facts and their dysfunctions*. 7(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07139>
- Kaur, H., & Garg, P. (2019). *Urban sustainability assessment tools: A review*. 210, 146–158.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.009>
- Kuffer, M., Pfeffer, K., & Sliuzas, R. (2016). Slums from space-15 years of slum mapping using remote sensing. In *Remote Sensing* (Vol. 8, Issue 6). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/rs8060455>
- Lizcano, F. (2016). *ESTRATEGIA METODOLÓGICA DE ANÁLISIS TERRITORIAL... 1*.
- López, A. (2021). *La ciudad no planeada-Estudio de los asentamientos informales*.
- Mahabir, R., Agouris, P., Stefanidis, A., Croitoru, A., & Crooks, A. T. (2020). Detecting and mapping slums using open data: a case study in Kenya. *INTERNATIONAL JOURNAL OF DIGITAL EARTH*, 13(6), 683–707. <https://doi.org/10.1080/17538947.2018.1554010>

- Marcos, M. (2021). Habitat types: definitions and challenges for their measurement based on the case of Greater Buenos Aires. *PAPELES DE POBLACION*, 27(108), 75–118. <https://doi.org/10.22185/24487147.2021.108.13>
- Marin, C., & Villafañe Martín. (2023). *Revisión de literatura sobre el tratamiento de aguas residuales en asentamientos no planificados*.
- Ministerio de ambiente y agua, & Viceministerio de agua potable y saneamiento básico. (n.d.). *Guía técnica para la selección y diseño de líneas de tratamiento de aguas residuales*.
- Ministerio de Vivienda. (2022, March 22). *¿Cómo se define un asentamiento humano ilegal?*
- Ministerio de Vivienda, El Banco Mundial, & Global Facility For Disaster Reduction and Recovery. (2014). *GUÍA METODOLÓGICA PARA EL INVENTARIO DE ASENTAMIENTOS EN ZONAS DE ALTO RIESGO*.
- Nagpal, A., Hassan, M., Siddiqui, M. A., Tajdar, A., Hashim, M., Singh, A., & Gaur, S. (2021). Missing basics: a study on sanitation and women's health in urban slums in Lucknow, India. *GeoJournal*, 86(2), 649–661. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10088-0>
- OPS, & OMS. (2022). *Saneamiento básico agua segura, y manejo de la basura disposición de excretas*.
- Pan American Health Organization. (n.d.). *CAPÍTULO 4 SANEAMIENTO BÁSICO*.
- Penzes, J., & Demeter, G. (2021). Peripheral areas and their distinctive characteristics: The case of Hungary. *MORAVIAN GEOGRAPHICAL REPORTS*, 29(3), 217–230. <https://doi.org/10.2478/mgr-2021-0016>
- Pérez Miguel. (2010). *EL INCREMENTO DE ASENTAMIENTOS INFORMALES Y SU INCIDENCIA EN EL DÉFICIT DE SERVICIOS BÁSICOS EN LA CIUDAD DE QUEVEDO, AÑO 2009*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Posgrado.

- Pinedo, J., & Ochoa, C. (2016). HACIA UNA TIPOLOGÍA DE ASENTAMIENTOS INFORMALES. *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 11–30. <https://doi.org/10.5821/ace.11.30.3977>
- Pioch, C., Henschke, C., Lantsch, H., Busse, R., & Vogt, V. (2023). Applying a data-driven population segmentation approach in German claims data. *BMC Health Services Research*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09620-3>
- Ramírez, M. (2015). *El desplazamiento forzado generante de asentamiento informal como enervante del ordenamiento territorial sostenible en el municipio de Bucaramanga*.
- Rhor, D. A., Montalbán, L., Tatiana, D., & Segura, G. (2019). *Propuesta de mejora para la inclusión de criterios sociales y medioambientales en el proceso de contratación de obra pública para la República del Ecuador*.
- Schreier-Barreto, C., & Jumpa, M. (2018). *Classification criteria for informal housing: a systematic review PRISMA as a tool for the establishment and analysis of categories* _Cristina Dreifuss.
- Torres, C. (2009). *Ciudad informal colombiana Barrios contruidos por la gente*.
- Van Gelder, J.-L., Cravino, M. C., & Ostuni, F. (2013). Movilidad social espacial en los asentamientos informales de Buenos Aires. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 15(2), 123. <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2013v15n2p123>
- Zewdie, M., Worku, H., & Bantider, A. (2021). Inner City Urban Renewal: Assessing the Sustainability and Implications for Urban Landscape Change of Addis Ababa. *Journal of Housing and the Built Environment*, 36(3), 1249–1275. <https://doi.org/10.1007/s10901-020-09797-7>

Apéndices

Apéndice A Tipología de los asentamientos

Grupos	Criterios relevantes	Asentamientos
Grupo 1	Acceso a agua potable	Miramanga
		Nuevo horizonte de la mano de Dios
	Acceso a servicio de recolección de aguas residuales	5 de enero
		María Auxiliadora
		Río de Oro
	Acceso a electricidad	Caminos de Paz II
		Luz de Esperanza
		La floresta- San Jose (parte baja Ciudad Venecia)
		Caminos de Paz I
		Brisas de Suratá
Mirador Norte		
Grupo 2	Población igual o menor de 250 habitantes	Portal de los angeles asoviporan
		Granjitas Barrio Norte
	No tienen acceso a electricidad	Los Cuadros
		Villa Luz
	No tienen acceso a servicios sociales (instalaciones de salud)	Vijagual
		Quebrada Pan de Azúcar
		II Barrio Santander
	No tienen servicio de recolección de residuos sólidos	Puente Nariño
		La Guacamaya
		Porvenir (Sector la Transversal)
La Islita		
El Fonce		
No tienen amenaza por inundación	Divino Niño Norte	
	Barrio Nuevo	
Grupo 3	Población entre 250 y 1000 habitantes	Las Delicias
		Chitota
		Porvenir
		La Malaña
	No tienen acceso a electricidad	Carlos Pizarro
		Gallineral
		Laureles I
	No tienen servicio de recolección de residuos sólidos	Divino Niño (Ciudad Perdida)
		Santa Bárbara
		Nogal I y II
No tienen acceso a servicios sociales	Asopofavi	
	Cervunión	
No tienen amenaza por avenida torrencial	Manzana 10	
	Zarabanda	
	Milagro de Dios	
Grupo 4	Población igual o mayor a 1000 habitantes	Buenavista
	Uso de suelo urbano	Villa Lina

No tienen acceso a electricidad	Villas de Girardot
Amenaza natural por remoción de masa	Cuyanita
Índice de delincuencia	Camilo Torres
	San Gerardo I
No tienen servicio de recolección de residuos sólidos	José Antonio Galán
	Luz de Salvación II
	Luz de Salvación I
