

REPÚBLICA DEL ECUADOR



**INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
UNIVERSIDAD DE POSGRADO DEL ESTADO
ESCUELA DE PROSPECTIVA ESTRATÉGICA**

Trabajo de titulación para obtener la Maestría Profesional en Planificación
Prospectiva Multisectorial

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**VISUALIZACIÓN DE LA EXPANSIÓN URBANA DE LA PARROQUIA DE
PUEMBO – ECUADOR AL AÑO 2030 MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL
MULTICRITERIO (AEMC)**

Autor: Ing. Esther Liliana Guascal Sanguña

Director: PhD. Fernando Barragan Ochoa

Quito, D.M. 15 diciembre de 2022



INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
LA UNIVERSIDAD DE POSGRADO DEL ESTADO

No.205- 2022.

ACTA DE GRADO

En el Distrito Metropolitano de Quito, hoy 14 de marzo de 2022, **ESTHER LILIANA GUASCAL SANGUÑA**, portadora del número de cédula: 1724551492, **EGRESADA DE LA MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y PROSPECTIVA MULTISECTORIAL (2020-2021)**, se presentó a la exposición y defensa oral de su Artículo Científico, con el tema "**VIZUALIZACIÓN DE LA EXPANSIÓN URBANA DE LA PARROQUIA DE PUEMBO - ECUADOR AL AÑO 2030 MEDIANTE ANÁLISIS ESPACIAL MULTICRITERIO (AEMC)**", dando así cumplimiento al requisito, previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN PLANIFICACIÓN Y PROSPECTIVA MULTISECTORIAL**.

Habiendo obtenido las siguientes notas:

Promedio Académico:	9.34
Artículo Científico:	8.25
Defensa Artículo Científico:	8.35
Nota Final Promedio:	8.82

En consecuencia, **ESTHER LILIANA GUASCAL SANGUÑA**, se ha hecho acreedor al título mencionado.

Para constancia firman:


Mgs. Hernán Moreano
PRESIDENTE


Mgs. Pablo Melo
MIEMBRO


Dr. Diego Martínez
MIEMBRO


Abg. Juan Maldonado.
DIRECTOR DE SECRETARÍA GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Esther Liliana Guascal Sanguña, con CI 1724551492 declaro que las ideas, juicios, valoraciones, interpretaciones, consultas bibliográficas, definiciones y conceptualizaciones expuestas en el presente trabajo; así cómo, los procedimientos y herramientas utilizadas en la investigación, son de absoluta responsabilidad de el/la autor (a) del trabajo de titulación. Así mismo, me acojo a los reglamentos internos de la universidad correspondientes a los temas de honestidad académica.



Esther Liliana Guascal Sanguña

Firma

C.I. 1724551492

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Esther Liliana Guascal Sanguña cedo al IAEN, los derechos de publicación de la presente obra por un plazo máximo de cinco años, sin que deba haber un reconocimiento económico por este concepto. Declaro además que el texto del presente trabajo de titulación no podrá ser cedido a ninguna empresa editorial para su publicación u otros fines, sin contar previamente con la autorización escrita de la universidad" Quito, diciembre, 2021.



ESTHER LILIANA GUASCAL SANGUÑA

CI. 1724551492

AGRADECIMIENTOS

Agradezco:

A mis padres y hermanos, por la confianza y apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros, por todos los momentos compartidos durante la maestría en este nuevo mundo VICA; entre alegrías y preocupaciones.

También, no quiero dejar pasar la oportunidad para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a las personas y organizaciones que han colaborados directa o indirectamente en la realización de este trabajo:

A nuestros queridos docentes: PhD. Fernando Barragan, Msc. Adriana Delgado, Pablo Pinto, Hernan Moreano, Patricio Rivas, Alexis Colmenares, Juan Pablo Salazar, Pablo Carvajal y Henry Quisnancela por sus acertadas orientaciones durante el periodo de clases.

Al Instituto de Altos Estudios Nacionales- IAEN, que abrió su puerta para seguir formándome como profesional de excelencia.

Al Gobierno Parroquial de Puembo, a través de su presidente, vicepresidente, vocales, habitantes y grupo de expertos por su tiempo y participación en los diferentes talleres.

Aquí se termina mis sinceros agradecimientos, y con ella una etapa difícil de mi vida, en la cual me reto personalmente y me enseñó a descubrir la verdadera lealtad, amistad y amor propio; e inicia otra llena de expectativas y nuevos retos profesionales.

Liliana Guascal

RESUMEN EJECUTIVO

Evaluar y monitorear el crecimiento urbano es uno de los desafíos más importantes para el desarrollo urbano sostenible. Puembo como zona de investigación es una parroquia rural del DMQ, y en los últimos años ha presentado una reducción de la actividad agrícola, a causa del desarrollo y crecimiento inmobiliario desordenado, generado por la presencia del nuevo Aeropuerto Internacional de Quito (NAIQ) “Mariscal Sucre”.

La presente investigación involucró el estudio del análisis espacial multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG) como herramientas que coadyuvan a la prospectiva estratégica en la aplicación transdisciplinaria y colectiva, considerando la complejidad, el cambio y la incertidumbre de hoy, por lo que se complementan al permitir representar la construcción del futuro a partir del conocimiento del presente en factores: sociocultural, movilidad, energía, biofísico, económico y conectividad y asentamientos humanos; como resultados, dentro de la zona de estudio las zonas de expansión urbana pueden expandirse con ciertas limitaciones ya que implica que pueden existir dificultades tanto en como el uso de suelo no sea adecuado o la red de servicios básicos y el acceso a los equipamientos sea escasa. Además, dentro del estudio del caso a un horizonte al 2030, mediante el uso de la herramienta de los Ejes de Schwarts, lograr el escenario apuesta, alineándose con el Objetivo 11 de los ODS al 2030, resulta que: “La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP logran tener patrones demográficos controlados y una distribución espacial adaptativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo satisfagan todas las necesidades logrando así, la sostenibilidad del territorio.

La necesidad de que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, y seguros, dentro de la adopción de políticas y planes integrados, se logrará al integrar diversas herramientas dentro de la prospectiva territorial, la cual, suministrará de técnicas y metodológicas para explicar y comprender el “modelo de desarrollo actual o sistema territorial” y sus tendencias o “gérmenes de futuro”, todos ellos basados en la colectividad y en la participación dentro de la construcción de su futuro.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de Información Geográfica, prospectiva territorial, análisis espacial multicriterio, zona urbana, zona rural y expansión urbana.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I.....	13
1.1. Estado del Arte.....	13
1.2. Marco conceptual.....	14
1.2.1. Territorio, Expansión Urbana - Rural	14
1.2.2. Crecimiento Urbano	15
1.2.3. Modelo de simulación de la expansión urbana basada en Evaluación Multicriterio	15
1.2.4. Estudios del Futuro, Prospectiva y Escenarios.....	16
CAPÍTULO II.....	19
2.1 Diagnostico del crecimiento urbano de la parroquia de Puenbo en el periodo 2010-2020	19
2.1.1. Selección de Panel de Expertos.....	19
2.1.2. Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Puenbo.....	19
2.1.3. Diagnóstico del Territorio	20
CAPÍTULO III	26
3.1. Descripción de los criterios de sostenibilidad territorial empleadas en el Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) para la visualización de las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al 2030.....	26
3.1.1. Selección de Criterios de Sostenibilidad	26
3.1.2. Generación de modelo de expansión urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030, considerando criterios de Sostenibilidad	36
CAPÍTULO IV	41
4.1. Identificación de los escenarios alternos de las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al año 2030, mediante la consulta a actores sociales.....	41
4.1.1 Formulación de escenarios prospectivos	41
4.1.2 Ejes de Schwarts.....	42
CONCLUSIONES.....	1
BIBLIOGRAFÍA.....	4
ANEXOS.....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica de la Parroquia de Puenbo	9
Figura 2 Construcción de la prospectiva territorial en base a la participación y la colección colectiva.	17
Figura 3 Diagrama de procesos para la determinación de zonas de expansión urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030	19
Figura 4 Proceso de Simulación en ILWIS	37
Figura 5 Mapa de Zonas de Expansión Urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030: criterios de sostenibilidad.....	39
Figura 6 Pesos entre componentes	41
Figura 7 Ejes de Peter Schwartz del sistema de análisis	43

ÍNDICE DE TABLAS

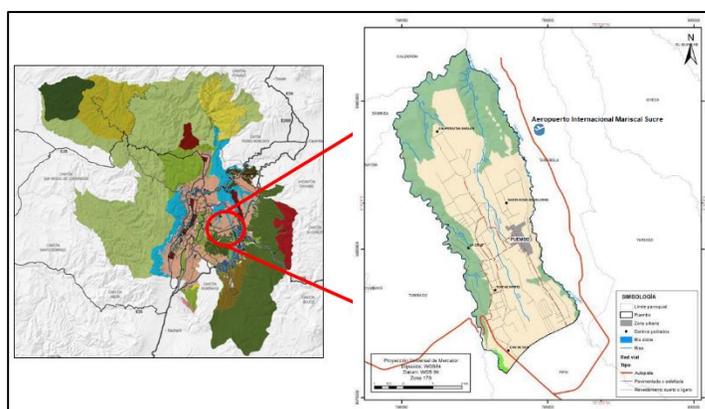
Tabla 1 Definición de Zonas urbanas y Rurales	14
Tabla 2 Modelos teóricos urbanos	15
Tabla 3 Escenarios de los Ejes de Peter Schwarts	17
Tabla 4 FODA prospectivo	21
Tabla 5 Variables con respecto al Marco Legal Vigente	23
Tabla 6 Criterios sostenibles en la delimitación de zonas de expansión urbana.....	26
Tabla 7 Categorías de urbanización	28
Tabla 8 Importancia para expansión urbana – Escala de Satty	29
Tabla 9 Información Geográfica recopilada para la investigación	29
Tabla 10 Variables a considerar en la AMCE.....	31
Tabla 11 Resultados de la estandarización y categorización	34
Tabla 12 Descripción de Simulación Software ILWIS	38
Tabla 13 Asociación de variables.....	42

INTRODUCCIÓN

Evaluar y monitorear el crecimiento urbano es uno de los desafíos más importantes para investigadores, planificadores y tomadores de decisiones en relación de lograr el principio de desarrollo urbano sostenible (Yildiz y Doker, 2016). La parroquia de Puenbo como zona de investigación, está ubicada en Ecuador (ver Figura 1), es una de las 33 parroquias rurales del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) con una población total según (INEC, 2010) de 13.593 habitantes en el 2010; y según proyecciones para el 2020 llegó aproximadamente a 17.000 habitantes.

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Parroquia de Puenbo



Fuente: (PDOT-Puenbo, 2016)

Según informes del INEC en el censo poblacional del 2001, el suelo rural de la parroquia de Puenbo estaba destinada al cultivo en general (productos de mercado) en 34.85%, para el 2010 se redujo esta actividad al 21.82% y según proyecciones esta decaerá aproximadamente al 6% (ESPAC-INEC, 2010, como se citó en Murriagui, 2016). Con estos datos se puede inferir que Puenbo en un futuro podría tener cambios de ciertas zonas de suelo rural a urbano.

La reducción de la actividad agrícola es argumentada por los habitantes y representantes de las juntas parroquiales rurales del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), ya que en el año 2018, el Comité de Gestión de los Valles alertó sobre, la reducción de dicha actividad en la Parroquia de Puenbo y demás valles, a causa del desarrollo y crecimiento inmobiliario desordenado, generado por la presencia del nuevo Aeropuerto Internacional de Quito (NAIQ) “Mariscal Sucre”. Esta infraestructura aeroportuaria, iniciada su construcción en el 2006, atrajo a muchos inversionistas privados, constructores, promotores inmobiliarios, empresarios, etc., con el afán de adquirir predios para la construcción de grandes edificios y fábricas en las zonas cercanas (Acosta, 2015).

Este crecimiento urbano desordenado se refleja en la parroquia de Puenbo, que ha traído problemas de escasez de servicios básicos, equipamientos, espacio público, transporte, movilidad, convivencia y además tierras de gran aptitud agrícola han sido transformadas a usos urbanos e industriales debido a la falta de planificación de la parroquia en su Plan de Ordenamiento Territorial - PDOT (La Hora, 2018).

El actual PDOT de Puenbo (2019-2023) está articulada con la “Visión Quito 2040” del Instituto Metropolitano de Planificación Urbana (2015) en su visión a largo plazo, el cual tiene como propósito “orientar de modo consensuado el desarrollo sostenible que supere las deficiencias crónicas, consolide las fortalezas y aproveche las oportunidades, los avances tecnológicos, para asegurar al futuro alta calidad de vida” (p.2).

Para cumplir con esta visión al 2030, es fundamental contar con información geográfica/espacial que oriente la planificación territorial de la parroquia de Puenbo. Para ello, es necesario plantearse un horizonte de tiempo de 10 años que permitirá identificar los factores (sociales, económicos, ambientales, etc.) y diversos aceleradores de cambio, que interactúan en la dinámica del crecimiento urbano de esta parroquia, y que afectan principalmente a la población que en ella habita.

Como consecuencia de lo anterior, la presente investigación tiene como objetivo general visualizar al año 2030 las zonas de expansión urbana mediante análisis espacial multicriterio (AEMC): caso de estudio Parroquia de Puenbo- Ecuador, y responderá específicamente a las siguientes cuestiones, desarrollados en objetivos específicos:

- ¿Cuáles son las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo – Ecuador al año 2030 mediante análisis espacial multicriterio (AEMC)? - Pregunta Central
- ¿Cuál ha sido el crecimiento urbano de la Parroquia de Puenbo en el periodo 2010 – 2020 determinando los cambios de uso del suelo y dinámicas socio-económicas? - Pregunta específica
- ¿Cuáles son los criterios de sostenibilidad territorial empleadas en el Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) para describir las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al 2030? - Pregunta específica
- ¿Cuáles son los escenarios alternos de las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al año 2030, mediante la consulta a actores sociales? - Pregunta específica

La presente investigación involucra el estudio del análisis espacial multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG) como herramientas que coadyuvan a la prospectiva estratégica en la aplicación transdisciplinaria y colectiva, considerando la complejidad, el cambio y la incertidumbre de hoy, por lo que se complementan al permitir representar la construcción del futuro a partir del conocimiento del presente en la determinación de zonas de expansión urbana de acuerdo a criterios de sostenibilidad territorial en la Parroquia de Puenbo al año 2030.

Los estudios que involucran el análisis del crecimiento territorial-demográfico vienen adquiriendo relevancia en los estudios prospectivos y planificación estratégica (Guerra y Velasco (2019), el cual gana lentamente importancia en los estudios prospectivos y planificación estratégica. De tal manera se pueden mencionar las siguientes aportaciones de este trabajo de titulación:

En el primer capítulo de este trabajo se aborda el estado del arte y marco conceptual, el cual aporta desde el punto de vista teórico al estudiar la necesidad de integrar información geográfica/espacial con análisis multicriterio, para describir escenarios que oriente a la planificación territorial a largo plazo y a la toma de decisiones. Para ello, se toma en consideración diversos factores (sociales, económicos, y ambientales, etc.) que actúan en la dinámica del crecimiento de las ciudades, y afectan principalmente a la población que en ellas habitan (Da Silva y Osvaldo, 2015).

En segundo lugar y como segundo capítulo, desde una mirada teórica - práctica, responderá la investigación al segundo objetivo, que desde la academia busca estudiar y proporcionar un mayor entendimiento sobre la dinámica poblacional en el espacio territorial, bajo un enfoque práctico de entender a la población como elemento pilar básico de las organizaciones (territoriales, sociales y económicas), que históricamente han presentado una evolución de carácter de variable dependiente en relación a los cambios territoriales-económicos: (industrialización, crecimiento urbano, cambio de uso del suelo y metropolitano) (Guerra y Velasco, 2019).

En tercer lugar y último capítulo, responderá al segundo y tercer objetivo de esta investigación, en la cual se justifica la parte metodológica, el análisis multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica como herramientas complementarias de la prospectiva al momento de determinar y describir escenarios de las zonas de expansión urbana de acuerdo a criterios de sostenibilidad territorial, es decir, cómo la descripción y representación de escenarios es significativa y contribuyen a la toma de decisiones a largo plazo.

Finalmente, en esta investigación se plantea con un horizonte de tiempo al 2030, ya que se alinea con el “Objetivo 11: ciudades y comunidades sostenibles” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030, el cual menciona la necesidad de que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, y seguros, a través de una planificación y gestión participativa. Así mismo, se plantea la adopción de políticas y planes integrados que promuevan el uso eficiente de recursos y una urbanización inclusiva y sostenible (PNUD, 2015).

CAPÍTULO I

1.1. Estado del Arte

En las últimas décadas, los fenómenos de crecimiento urbano en la mayoría de ciudades de todo el mundo se han vuelto insostenibles, esta forma urbana insostenible transmite un mensaje claro de que las formas y patrones de crecimiento urbano deben mejorarse para responder mejor a los desafíos futuros (ONU, 2016). Es así, que Soto (2015) afirma que más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas en la actualidad y se debe al acelerado incremento de la población, causando un fuerte proceso de expansión.

Mencionado lo anterior de manera contextual, nos enfocaremos en el estado del arte definiendo algunos conceptos acerca del “crecimiento urbano”, adicional, se describirán los principales modelos para representar el proceso de expansión urbano en escenarios futuros, los cuales según Yildiz y Doker (2016) evaluar y monitorear el crecimiento urbano es uno de los desafíos más importantes para investigadores, planificadores y tomadores de decisiones en relación de lograr el principio de desarrollo urbano sostenible.

Park, Hepcan, y Cook (2014); Geymen y Braz (2018); Plata Rocha, Gomez Delgado, y Bosque Sendra (2010) describen al crecimiento urbano como un fenómeno dinámico que resulta de varios factores (población y economía), además responde a la dinámica de la ocupación del suelo y tiene dos tipos de influencias: en primer lugar responde a las características físicas del suelo (altitud, pendiente y ambiente) que inciden en la rentabilidad y construcción de zonas residenciales, industriales y comerciales; y como segunda influencia son las características económicas, sociales y administrativas que maneja cada territorio.

Herold, Goldstein y Clarke (2003); Asgarian, Amiri, y Sakieh (2014) concluyen que los modelos de crecimiento urbano deben responder a la dinámica de población y territorio con el fin de crear modelos de desarrollo sostenibles que facilitará el proceso de toma de decisiones, examinando las consecuencias provocadas por el proceso de evolución urbana; las representaciones multivariantes han demostrado su capacidad para crear escenarios prospectivos futuros de cambios de usos del suelo, en este caso de crecimiento urbano, estos escenarios permiten explorar las tendencias actuales y las consecuencias de las distintas acciones para diseñar nuevas estrategias de desarrollo más equilibrado y ofrecer alternativas de futuro con los que se puede llevar a cabo una planificación territorial y urbana mejor fundamentada (Barreira, Gómez, & Aguilera, 2015).

1.2. Marco conceptual

1.2.1. Territorio, Expansión Urbana - Rural

La definición de “Territorio” puede ser muy amplia, y se resume en una extensión terrestre delimitada, la cual, se enmarca dentro de una administración, sea de individuo o grupo social; dentro de las agrupaciones, se tiende a implantar políticas de administración social y espacial, dando lugar a la delimitación de zonas urbanas y rurales (ver Tabla 1) (Larrazabal, 2012).

El análisis del territorio es indispensable para la comprensión de la estructuración actual de la formación socio-espacial, la cual puede partir de algunas consideraciones: el territorio es un espacio de poder, gestión y de dominio del Estado, individuos, grupos, entre otros; además es una construcción social, donde la actividad espacial de los actores es diferencial, no es fijo, sino móvil, mutable, y cambiante.

Tabla 1
Definición de Zonas urbanas y Rurales

Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Suelo que es ocupado por la agrupación de asentamientos humanos a diferentes escalas, equipados de infraestructura y servicios básicos interrelacionados con los espacios públicos y privados; caracterizándose por poseer una mayor densidad de población y por lo general, el precio de la superficie suele ser mucho más elevado debido a la dinámica de sus actividades productivas y los mismos servicios básicos.	Suelo destinado principalmente a actividades agroproductivas, forestales o extractivas; se considera suelo rural al espacio que debe ser protegido o reservado para futuros usos urbanos por sus características biofísicas o geográficas, con poca infraestructura y una densidad poblacional mucho menor.

Fuente: (LOOTUGS, 2016)

La expansión urbana según Bazant (2010) se conoce al aumento de la mancha urbana, la cual se da en cualquier territorio, de manera irregular y generalmente es originado por la dinámica del

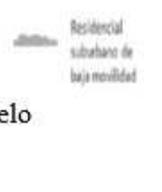
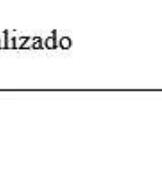
crecimiento poblacional; la misma, que en zonas periféricas ubicadas de manera dispersa con escasos servicios básicos ocupan sin permiso el territorio rural o natural en (Cheng, 2000).

Por otra parte, la densidad constituye una variable fundamental de la compacidad de una ciudad. Entendemos por "compacidad" la combinación de la densidad urbana, el tipo de ocupación, el reparto del viario público, la proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil, la accesibilidad peatonal, el porcentaje de condominio cerrado y de espacio libre. La densidad, pues, puede ser medida por el número de viviendas y/o de habitantes en un área determinada (Hermida, Hermida, Cabrera y Calle, 2015).

1.2.2. Crecimiento Urbano

El crecimiento de las poblaciones va junto con una expansión del territorio, productos de esta expansión han surgido modelos teóricos para describir espacialmente diferentes ciudades urbanas (ver Tabla 2).

Tabla 2
Modelos teóricos urbanos

Ciudad Compacta	<ul style="list-style-type: none"> • Uso intensivo del territorio • Centralización • Espacios de Socialización • Compacidad e integración del uso del suelo 	 <p>Servicios urbanos Residencial de alta y moderada densidad</p>	Ciudad compacta
Ciudad Dispersa	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralización • Polarización social • Baja densidad poblacional • Uso de grandes extensiones de suelo 	 <p>Residencial suburbano de baja movilidad</p>	Ciudad difusa
Ciudad Policéntrica	<ul style="list-style-type: none"> • Cohesión socio – espacial • Crecimiento económico descentralizado 		Ciudad policéntrica

Fuente: (León, 2015)

1.2.3. Modelo de simulación de la expansión urbana basada en Evaluación Multicriterio

Malczwski (1999), Gómez y Barredo (2005) definen a la evaluación multicriterio (y multiobjetivo) como un conjunto de técnicas utilizadas en la toma de decisiones multidimensional

para evaluar una serie de alternativas que satisfacen uno o varios objetivos, en función de una serie de criterios predefinidos y que permitirán conducir a la toma de una decisión final.

Por otra parte, en la planificación y gestión del suelo, integra varios factores/ criterios, analiza varias alternativas posibles y determina la mejor, permitiendo consolidar la opinión de los diferentes actores involucrados, entre otras (Santacruz, 2015)

1.2.4. Estudios del Futuro, Prospectiva y Escenarios

Según la CEPAL (2006) y Chung (2009) el estudio del futuro por medio de la prospectiva es un tema que ha surgido en los últimos años en la cual numerosas instituciones privadas y públicas se preparan para afrontar y construir su futuro propio; estudiar dicho futuro en diversos campos del conocimiento es una aproximación a lo que pudiera ocurrir en tiempos por venir, profundizar en un espacio de incertidumbres, dudas, deseos, escenarios e imágenes (Salas, 2013), en la cual la humanidad deberá evolucionar su mentalidad en cuanto no es suficiente pensar solamente en el futuro a corto plazo, sino que es imprescindible pensar en el medio y largo plazo (Rivera & Malaver, 2006).

En síntesis la prospectiva tiene varios enfoques pero en términos del compendio de autores mencionados anteriormente Berger, Jouvenel B., Jouvenel H, Baena, Godet, Bill, Mojica, Ortegón, Gutiérrez, Astigarraga, entre otros, la prospectiva parte de considerarse como una actitud del ser humano al considerarse el autor de su destino al construir su camino al futuro deseado; la prospectiva incluso se considera como una disciplina metodológica independiente, no sistemática, pero rigurosa al integrar todos los actores de manera transdisciplinar con el fin de esclarecer y responder a todas las interrogantes del futuro al presente, de forma holística, en todas las temporalidades que se presente.

En tal sentido, en palabras de Guillermina Baena y José Mojica, la prospectiva primeramente es una actitud mental, seguido como una indisciplina intelectual y finalmente como una disciplina que involucra varios métodos, herramientas e instrumentos de apoyo y que han ido evolucionando conceptualmente para construir el futuro a largo plazo que uno espera y se vea reflejado en la construcción de escenarios.

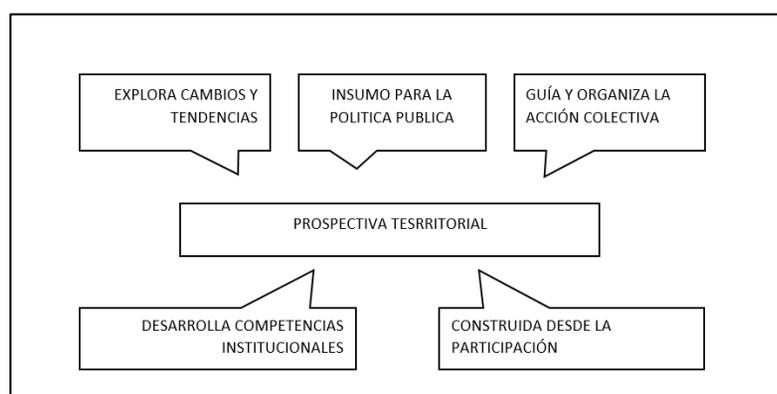
La prospectiva territorial resulta atractiva para todos aquellos procesos de planificación urbana y territorial de tipo colaborativo, que persigan la formulación de visiones estratégicas de largo plazo y estén interesados en fortalecer el capital social de una comunidad, de esta forma, la prospectiva territorial se configura como un potente instrumento hacedor de políticas, más orientado

al proceso que al producto, que reconoce la complejidad del fenómeno urbano-territorial y que se fundamenta en un proceso continuo de innovación y aprendizaje (Fernández, 2011).

Entre los principales aportes que brinda la prospectiva territorial en el lugar que se la aplica, se encuentra la construcción desde la participación y la acción colectiva, tal como lo muestra la Figura 2.

Figura 2

Construcción de la prospectiva territorial en base a la participación y la colección colectiva.



Fuente: (Vitale, Pascale, Barrientos, & Papagno, 2016)

Por tanto, la prospectiva territorial es una herramienta poderosa que brinda: suministra herramientas técnicas y metodológicas para explicar y comprender el “modelo de desarrollo actual o sistema territorial” y sus tendencias o “gérmenes de futuro”, todos ellos basados en la colectividad y en la participación dentro de nuevos escenarios. Los escenarios prospectivos es una de las herramientas primordiales que permite al planificador entender, visualizar y comprender el desarrollo de eventos futuros, con el objetivo de tomar decisiones certeras, las cuales permitan la formulación de estrategias para la gestión del territorio (Salas, 2013).

Dentro de la formulación de escenarios encontramos los construidos con los Ejes de Peter Schwartz, el cual se define y se describe en la Tabla 3.

Tabla 3

Escenarios de los Ejes de Peter Schwartz

Criterios	Descripción	Tipos de Escenarios
-----------	-------------	---------------------

Ejes de Schwartz	<p>Los Ejes de Schwartz permiten construir escenarios objetivos identificando un foco, las fuerzas llave y tendencias del entorno, de esta manera se logra elaborar escenarios útiles para definir esquemas de decisión posibles y de contingencia. La metodología "escenarios" de Peter Schwartz, conduce a la elección de un "escenario apuesta" que será el camino a recorrer desde el presente hacia el futuro.</p>	
------------------	---	--

Fuente: (Montoya, Aguirre, Arango, & Zuluaga, 2017)

CAPÍTULO II

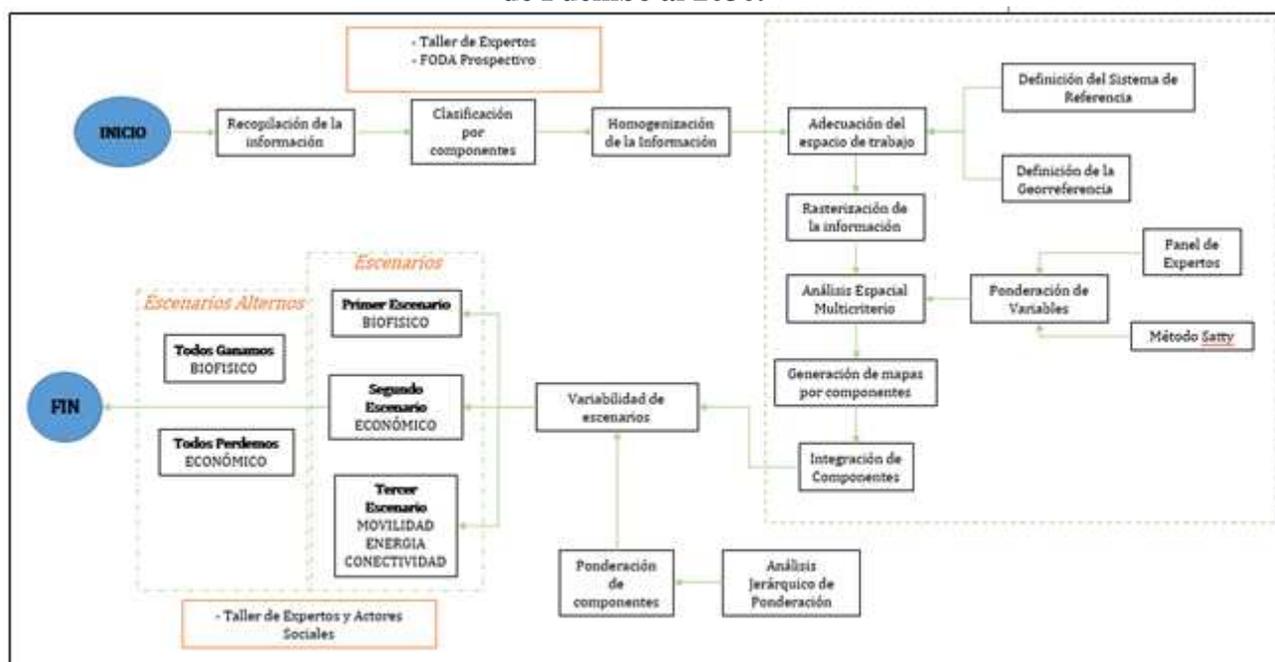
2.1 Diagnóstico del crecimiento urbano de la parroquia de Puenbo

2.1.1. Selección de Panel de Expertos

Para empezar el desarrollo de la investigación, se seleccionó al grupo de expertos por afinidad y de acuerdo a su pertinencia y experticia, los cuales fueron clasificados en 3 grupos: Actores por parte del GADP – Puenbo, Academia y Representantes Barriales de GADP- Puenbo, los mismos que contribuyeron en los talleres participativos. Se tuvo un total de 13 expertos, debido a que según Gándra y Osorio (2017), una cantidad mayor de expertos dificulta la comunicación y los resultados. Por otra parte, al ser un ejercicio académico y como el objetivo de la investigación no va a la mano con una propuesta metodología prospectiva, el alcance de esta investigación no pretende terminar en formular programas y proyectos. En la Figura 3 se observa el proceso metodológico de esta investigación.

Figura 3

Diagrama de procesos para la determinación de zonas de expansión urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030.



Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Puenbo

La interacción conjunta de tres aspectos, como es el diagnóstico territorial (análisis de los aspectos históricos y tendencias en el territorio), la planificación territorial (acciones para lograr el

uso y ocupación del suelo de manera ordenada), y la gestión territorial (actividades para lograr los objetivos deseados) comprende lo que es los pilares del ordenamiento territorial (Gómez, 2007).

2.1.3. Diagnóstico del Territorio

El diagnóstico territorial de la parroquia de Puembo tiene como finalidad la identificación de los componentes del territorio con sus problemas y potencialidades de acuerdo con su realidad local, por lo que se inicia con la construcción del sistema conformando un grupo de trabajo multidisciplinario llamado “expertos”, los mismos que poseen experiencia laboral y académica en temas de crecimiento urbano sostenible, planes de uso y ordenación del territorio, gestión tecnológica, entre otras.

Con los expertos se identificó los aspectos a tratar en cada uno de los temas relacionados al Desarrollo Integral y Territorial Sostenible (política, económico, social, tecnológico, ambiental y legal) mediante el uso del FODA prospectivo a nivel macro (Distrito Metropolitano de Quito) (ver Tabla 4) y conjuntamente se incorporó temas como asentamientos humanos, movilidad, energía y conectividad de forma que la investigación se desarrolle de manera vinculada al ordenamiento territorial, e inclusión de actores sociales.

El FODA prospectivo es uno de los instrumentos más útiles de la prospectiva para diagnosticar y generar acciones futuras; FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) se construye desde el análisis del presente, pasado y futuro con el objetivo de identificar los factores internos y externos (Cervera, 2008).

Según Cervera (2008), el FODA tradicional tiene un problema, debido a que solo nos ofrece la fotografía del momento presente, la cual ha llevado que con un enfoque prospectivo se cuestione las mismas preguntas que se hacen en su elaboración, poniéndolas en un tiempo futuro. Por tanto, para construir la Tabla No.4, se realizó mediante consulta de expertos y actores, donde la actitud y comportamiento proactivo, provoca la construcción y/o transformación del futuro en una lluvia de ideas.

La prospectiva va hacia el futuro para regresar al presente y construirlo, por lo que el FODA de la Parroquia de Puembo consideró un abordaje Normativo, teniendo una visión clara del futuro deseado, para poder estimar un posible, respondiendo siempre a “¿Qué debemos lograr?”.

Para poder entender el desarrollo de la tabla siguiente, como ejemplo, nos planteamos la primera fila, dentro de las fortalezas que presenta a nivel macro:

- Análisis del presente: Presencia de gestión municipal para el cuidado y protección del medio ambiente – factor interno.
- Análisis del Pasado: El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha establecido 23 áreas protegidas inventariadas bajo la siguiente clasificación: 2 reservas y 21 zonas de bosques y vegetación protectores en los cuáles se incluyen las zonas de bosques y mantenimiento de la cobertura vegetal y los bloques de protección de Quito (cinturón verde de la ciudad)
- Análisis del Futuro /“¿Qué debemos lograr?”: al Futuro si se articula integralmente la secretaria del Ambiente, Fondo ambiental y Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico con entidades internacionales se logrará la conservación y aumento del cinturón verde al 2030, tanto a nivel interno como externo.

Tabla 4: FODA prospectivo

PARTE	N o.	ANÁLISIS DEL PASADO	ANÁLISIS DEL PRESENTE	ANÁLISIS DEL FUTURO
FORTALEZAS	1	El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha establecido 23 áreas protegidas inventariadas bajo la siguiente clasificación: 2 reservas y 21 zonas de bosques y vegetación protectores en los cuáles se incluyen las zonas de bosques y mantenimiento de la cobertura vegetal y los bloques de protección de Quito (cinturón verde de la ciudad).	Presencia de gestión municipal para el cuidado y protección del medio ambiente.	Articulación integral de la secretaria del Ambiente, Fondo ambiental y Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico con entidades internacionales para conservación y aumento del cinturón verde al 2030
	2	ConQuito fomenta el desarrollo productivo y socioeconómico del Distrito Metropolitano de Quito y su área de influencia, así como el apoyo de las políticas nacionales de equidad territorial mediante la concertación de actores públicos y privados, para incentivar la producción local, distrital y nacional, la productividad, la competitividad sistémica y la aplicación del conocimiento científico y tecnológico	Existencia de actividades comerciales en los fines de semana- emprendimiento local.	Programas, proyectos y servicios deberán ejecutarse en el campo de generación de emprendimientos, el desarrollo empresarial y vinculación a negocios inclusivos y cadenas productivas. Estos proyectos se vincularán con organización internacionales como “PNUD o aei” al 2030.
	3	Ordenanzas para mantener los espacios verdes limpios.	Existencia de espacios verdes en la ciudad para conformar el pulmón de DMQ	Planificación Urbana necesita la participación comunitaria en la toma de decisiones para la creación de nuevos espacios verdes que cumplan integralmente el gozo y beneficio de los ciudadanos al 2030

OPORTUNIDADES	1	PIB de la construcción durante el periodo 2005-2015 fue de constante crecimiento, según el BCE, la construcción se ubica como el quinto sector con mayor crecimiento con un 85.5%. Este sector de la construcción puede ser volátil durante 2016-2019, debido a estar ligada al ciclo económico y a variables políticas.	Inversión inmobiliaria creciente	Implementación de nuevos proyectos de vivienda y proceso de mejoramiento en la matriz productiva al 2030.
	2	No existe consenso entre la comunidad académica y política pública sobre lo que significa la competitividad urbana; COOTAD, PUOS Y LOOGTUS	Legislación nacional y local del DMQ para el ordenamiento territorial.	Cumplimiento del COOTAD, PUOS y LOOGTUS para el ordenamiento territorial al 2030.
	3	El Plan Maestro de Transporte y Vialidad del 2002 y el Plan Maestro de Movilidad del 2009 del Distrito Metropolitano de Quito se desarrolla fundamentado en la filosofía, visión y directrices del Plan Quito Siglo XXI	Mantenimiento Vial	El proyecto Metro de Quito, ha constituido una de las más importantes expectativas con miras a solucionar los problemas de movilidad de la ciudad de Quito al 2030, además de articular con estaciones en el Valle de Cumbayá - Puenbo
	4	Creación de política verde	Marco legal favorable con el medio ambiente	Cumplimiento del marco legal para conservación del medio ambiente al 2030
	5	N/A	Convenios con la academia u otras entidades relacionadas para fortalecer la gestión municipal.	Iniciativa municipal para firma de convenios de apoyo tanto técnica como organizacional se ha sumado la Universidad de Las Américas, UDLA, Universidad Internacional del Ecuador UIDE, Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, Universidad Central del Ecuador, UCE, Universidad Tecnológica Equinoccial, UTE y Universidad San Francisco de Quito, USFQ.
DEBILIDADES	1	Cuatro principales ríos de Quito (Machángara, Monjas, San Pedro y Guayllabamba) están contaminados, con pérdida alrededor del 90%.	Vertido de aguas residuales en los principales ríos que cruza el DMQ	Cumplimiento de nuevos programas de Saneamiento Ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito al 2030
	2	Según la Agencia Metropolitana de Control (AMC), con base en el último censo realizado en 32 parroquias urbanas, existen 9 606 comerciantes en la actualidad. De esa cantidad, el 70% cuenta con permisos para laborar y el resto son autónomos no regularizados.	Presencia de actividades informales	Las políticas de regularización deben ampliar su visión y considerar procesos de control, preventivos y correctivos a largo plazo enfocado a un territorio sostenible
	3	Según datos del INEC en el año 2019 la tasa de desempleo en el DMQ pasó del 7,8% al 9,7%, esto significa que el cantón registró 21 948 nuevos desempleados. Las tres principales actividades económicas en Quito son: manufactura, sector inmobiliario y administración pública.	Fuentes de trabajo limitadas	Aumento de actividades económicas e incentivos para empresa privada para generar empleo al año 2030
	4	Quito ha tenido históricamente una configuración urbana social y espacialmente segregativa y excluyente. Ordenanzas y Código Municipal.	Asentamientos humanos ubicados en zonas de riesgo	Cumplimiento del Código Municipal con ordenanzas para regular asentamientos humanos al 2030

AMENAZAS	5	Integración de la Secretaría de Movilidad y dependencias adscritas para emprender una planificación vial integral.	Infraestructura vial en estado regular	Cumplimiento de acciones que contribuyan al desarrollo y fortalecimiento del sistema vial de transporte al 2030.
	1	N/A	Cambio en las políticas internas del DMQ de conservación del medio ambiente	Cumplimiento del marco legal para conservación del medio ambiente al 2030 a nivel nacional
	2	A nivel nacional el país sufre una grave inestabilidad por problemas de corrupción y pandemia	Inestabilidad económica	Procesos de cooperación entre instituciones nacionales e internacionales para mejorar la economía del país.
	3	Políticas públicas generadas a raíz de la migración de países vecinos.	Inmigración, reducción de plazas de trabajo	Garantía de derechos humanos al cumplimiento de políticas públicas a través de un trabajo conjunto entre las instituciones públicas de los gobiernos locales y el nacional al 2030.
	4	Ordenanzas para mantener el valor de suelo fijo.	Especulación del suelo	Cumplimiento de ordenanzas para el valor del suelo al 2030
	5	Según proyección del INEC, la densidad poblacional seguirá exponencialmente.	Incremento de la densidad poblacional	Estadísticas mensuales, anuales de la densidad poblacional al 2030, como flujos migratorios.

Fuente: Elaboración propia

Una vez construido el sistema e identificadas sus principales áreas de interés, el grupo de expertos procedió a la identificación de las variables claves del sistema, donde, es preciso en primer lugar, identificar, seleccionar y describir las variables que jugaran e interactuaran dentro del sistema de delimitación de zonas de expansión urbana establecidos en el marco legal (leyes y normativa) que rigen a los GAD municipales (**ver Tabla 5**).

Tabla 5

Variables con respecto al Marco Legal Vigente

Marco Legal	Normativa	Variable
LOOTUGS	En el artículo 19, numeral 3: el espacio rural destinado a expansión urbana debe colindar con el suelo urbano y será en función de la demografía, acoplado a los servicios públicos existentes excluyendo los que se sitúen colindantes a la red vial y que tenga valor agro productivo.	Servicios públicos
		Vías
		Población
		Centros urbanos,
		Uso y ocupación del suelo
Reglamento a la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo		Riesgos
		Red hidrográfica
		Uso y ocupación del suelo
		Pendiente
		Áreas protegidas

	En la sección II, artículo 16: para transformar suelo rural a suelo rural de expansión urbana se debe tomar en cuenta las proyecciones de crecimiento poblacional y la capacidad del área urbana existente para soportar dicho suceso, la viabilidad de proporcionar servicios básicos, sistemas de transporte y movilidad según lo previsto en el PDOT, así como también la presencia de áreas protegidas, recursos hídricos, zonas de riesgo, topografía y principalmente los GAD deberán excluir el suelo ocupado por actividades agrícolas- productivas y patrimoniales.	Vías
		Equipamientos
		Crecimiento poblacional
		Servicios públicos
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)	En la primera disposición transitoria: considerar un suelo de expansión urbana debe poseer servicios básicos.	Servicios básicos
Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales	En el artículo 6 y 32: no se permite definir zonas de expansión urbana en zonas de interés agrario sin embargo, se autorizará el cambio de suelo con capacidad agraria a expansión urbana únicamente si este hecho no provoca daños en suelos fértiles, que no cuente con infraestructura de riego y previa aprobación de la autoridad agraria.	Uso y ocupación del suelo
		Infraestructura
Reglamento a la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales	El artículo 3: para consentir el cambio de uso de un suelo con actividades agrarias a expansión urbana debe cumplir con ciertas condiciones: que la zona no cuente con infraestructura de riego o productiva, que no tenga capacidad agrícola y que no sea un territorio comunal o ancestral.	Uso y ocupación del suelo
		Infraestructura de riego o producción
Código Orgánico del Ambiente (COA)	En el artículo 59: debe existir una zona de amortiguamiento ambiental colindante a las zonas de expansión urbana, para que de esta forma se aporte a la conservación natural y armonía en el desarrollo urbano-rural.	Uso y ocupación del suelo
Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía		Ecosistemas frágiles, PANE
		Uso y ocupación del suelo

Alimentaria	En artículo 6: se limitará la expansión de suelo de expansión urbana en aquellas tierras con aptitud agropecuaria o forestal, ecosistemas frágiles, zonas de patrimonio cultural y arqueológico.	Patrimonio cultural y arqueológico
		Áreas protegidas

Fuente: (Código Orgánico del Ambiente, 2017); (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria., 2010); (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016); (Reglamento a la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo., 2019); (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2017); (Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, 2018); (Reglamento a la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, 2017).

CAPÍTULO III

3.1. Descripción de los criterios de sostenibilidad territorial empleadas en el Análisis Espacial Multicriterio (AEMC) para la visualización de las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al 2030

3.1.1. Selección de Criterios de Sostenibilidad

Como segundo punto en la selección de variables, se propusieron aquellas que integren criterios de sostenibilidad en el desarrollo de las ciudades, para lo cual se consideró componentes: social, ambiental y económico. La identificación, selección y descripción de los criterios fue en referencia de los objetivos, metas e indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - 2030; además de los indicadores planteados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el año 2016, dentro de la Guía Metodológica para Ciudades Emergentes y Sostenibles (ver Tabla 6).

Tabla 6

Criterios sostenibles en la delimitación de zonas de expansión urbana

Componente	Criterio	Variable
AMBIENTAL	Acceso a espacios verdes, conforme a una determinada superficie (Jamy, 2019).	Área verde / habitante
	Proponer un total adecuada de espacios abiertos frente a superficie edificada (Jamy, 2019).	Superficie de espacios abiertos/área edificada
	Espacios habitables dentro de un radio de cobertura mayor, con el objetivo de asegurar la salud de la población.	Cobertura de saneamiento
	Promover estrategias y planes ante riesgos dentro de un determinado territorio.	Dentro de los PDOT existe estrategias y/o planes para enfrentar riesgos en el territorio
	Conservar el patrimonio cultural y natural característico dentro del territorio (Jamy, 2019)	Patrimonio natural y cultural
	Limitar territorialmente a las industrias que tengan mayor impacto negativo	Ubicación Geográfica de industrias
	Gestionar integralmente los desechos (recolección y su descarga final)	Redes de recolección de basura
	Generar un tratamiento adecuado de aguas residuales mejorando la calidad del agua descargada en los diferentes cuerpos de agua.	Tratamiento a aguas residuales ante el desecho en los cuerpos de agua

	Aumentar la proporción de superficie agrícola donde se practica agricultura productiva y sostenible (Jamy, 2019)	Superficie agrícola sostenible
	Asegurar la accesibilidad de la población a zonas de recreación (Jamy, 2019).	Zonas de recreación
ECONÓMICO	Garantizar que la población tenga derecho a los recursos económicos potenciales dentro del territorio y asegurar la disponibilidad de plazas de trabajo accesibles para la población (Jamy, 2019).	Sectores potenciales económicos
		Ingreso económico diario por persona
	Disponibilidad de plazas de trabajo accesibles para la población. Fomentar la producción local de actividades comerciales aprovechando las aptitudes del suelo.	Sectores de empleo
Aptitud del suelo		
Mercado laboral		
SOCIAL	Acceso a la población a un sistema de transporte público conveniente	Red de transporte público
	Asegurar a la población que vive en barrios marginales, inadecuados y/o ilegales una vivienda digna y segura.	Desigualdad urbana
	Promover la cohesión social, garantizando la accesibilidad a servicios de salud y educación.	Dotación de equipamientos de salud y educación
	Proporcionar de suministros tecnológicos de alto nivel para instituciones educativas y de salud (Jamy, 2019).	Esperanza de vida al nacer
	Regular la congestión vehicular mediante la dotación de infraestructura vial en sitios donde se de éste problema (Jamy, 2019).	Tráfico vehicular
	Ante riesgos o violencias de todo tipo proporcionar un ambiente seguro a la población	Riesgo natural y antrópico
		Servicio policial
		Vulnerabilidad
	Ejercer un control en el hábitat urbano definiendo un valor adecuado de superficie por persona.	Densidad urbana
Generar identidad territorial conservando el patrimonio cultural de las diferentes zonas.	Tradiciones, patrimonio cultural	

Fuente: Modificado de (Jamy, 2019)

Una vez identificadas, seleccionadas y descritas las variables con respecto al marco legal y criterios de sostenibilidad vinculados a los ODS 2030 se procedió a estandarizar la información en relación a la disponibilidad de la misma, por tanto, se agruparon dentro de los componentes del

Ordenamiento Territorial definidos por la Secretaría Nacional de Planificación de Ecuador con el objetivo de clasificarlas en los siguientes componentes: biofísico, socio-cultural, económico, asentamientos humanos y movilidad – energía – conectividad.

Agrupado dentro de los componentes anteriormente mencionados, se definirán tres tipos de categorías para uso urbano utilizados en la evaluación espacial multicriterio, las mismas, que al ser un ejercicio académico se tomó como referencias investigaciones anteriores como es la de Yerovi (2016). Estas categorías son: suelo no apto para urbanización, suelo apto para urbanizar pero con restricción y suelo apto para urbanizar, (ver Tabla 7).

Tabla 7
Categorías de urbanización

Categorías de urbanización	Definición	Valor de estandarización
No Urbanizar	El suelo que corresponde a esta categoría es aquel que presenta condiciones no favorables para ser urbanizado como por ejemplo riesgos en cuanto a pendiente, movimientos en masa, et casi como también capacidad para la agricultura, ausencia de servicios básicos, entre otros.	1
Urbanizar con restricción	El suelo que corresponde a esta categoría es aquel que presenta condiciones para ser urbanizado pero teniendo en cuenta ciertas restricciones en el suelo destinado a este fin.	2
Urbanizar	El suelo que corresponde a esta categoría es aquel que presenta condiciones para ser urbanizado, cumpliendo con todos los estándares propuestos para destinar en él las zonas que aparezcan con el crecimiento urbano.	3

Fuente: Adaptado de (Yerovi, 2016)

Siguiendo con la metodología se aplicó el proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process, AHP*), donde primero se estandariza las variables espaciales y se asigna pesos con el objetivo de que reflejen la importancia de cada una (orden jerárquico o de importancia); este proceso de estandarización y pesos se logró conjuntamente con el panel de expertos que integraron en esta investigación, donde, la importancia de contar con todos los actores es fundamental en la dinámica territorial.

Una vez seleccionados los criterios, se proyecta a usar como referencia la escala del 1 al 9 - Saaty; pero para este caso, se modificó la escala del 0-10 como lo uso Landázuri (2017), para tener una aproximación de todas las perspectivas que puedan surgir en el caso de estudio (ver Tabla 8).

Tabla 8

Importancia para expansión urbana – Escala de Satty

Valor Ponderación	Importancia
0	Sin Importancia
2	Muy Baja Importancia
4	Baja Importancia
6	Media Importancia
8	Alta Importancia
10	Muy Alta Importancia

Fuente: (Landázuri, 2017)

Se contó con cartografía base y temática recopilada de distintas bases de datos abiertas de instituciones, además de coberturas de generación propia para el análisis espacial multicriterio (ver Tabla 9).

Tabla 9

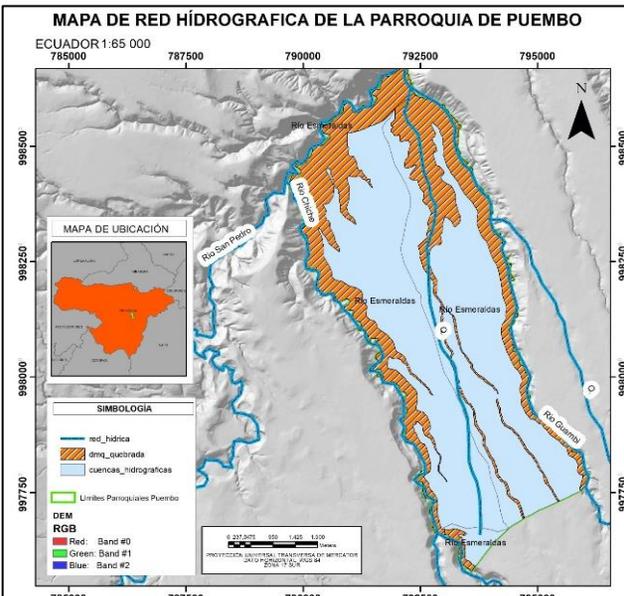
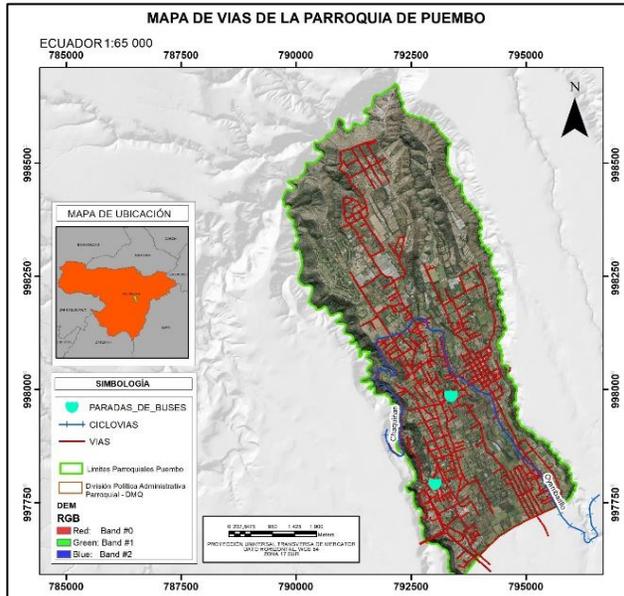
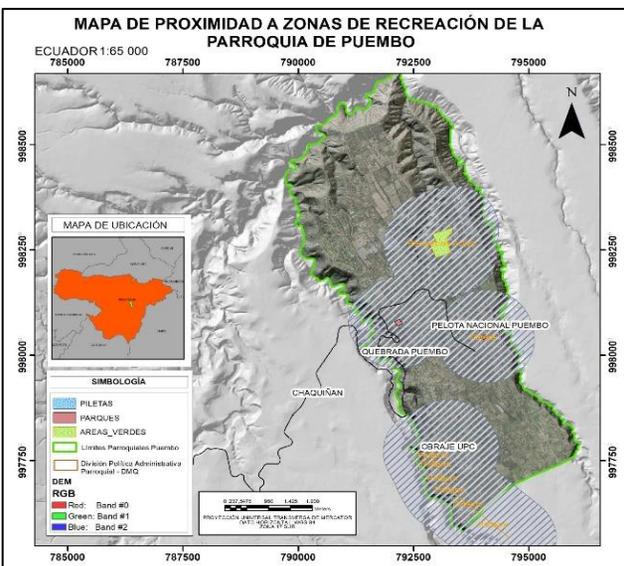
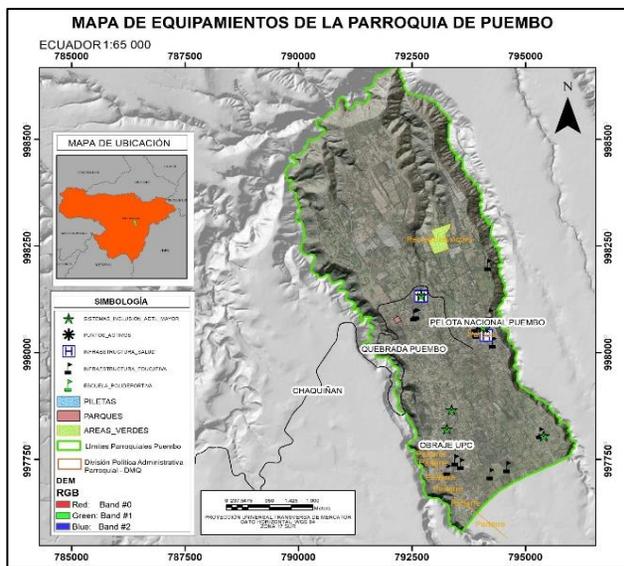
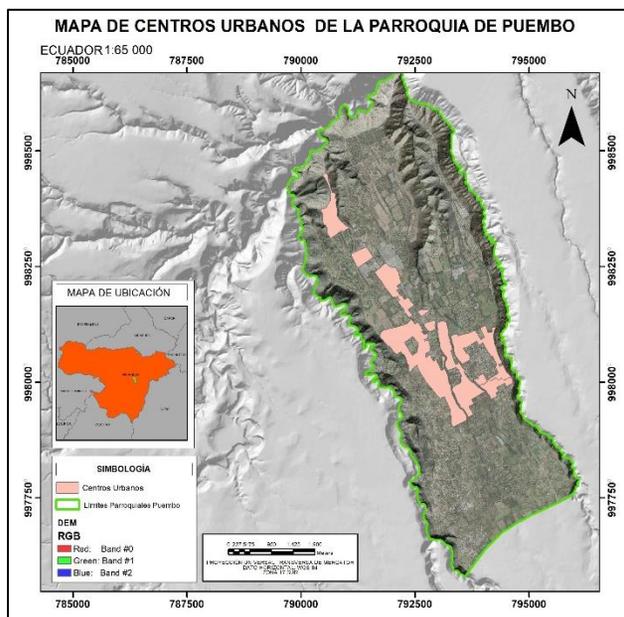
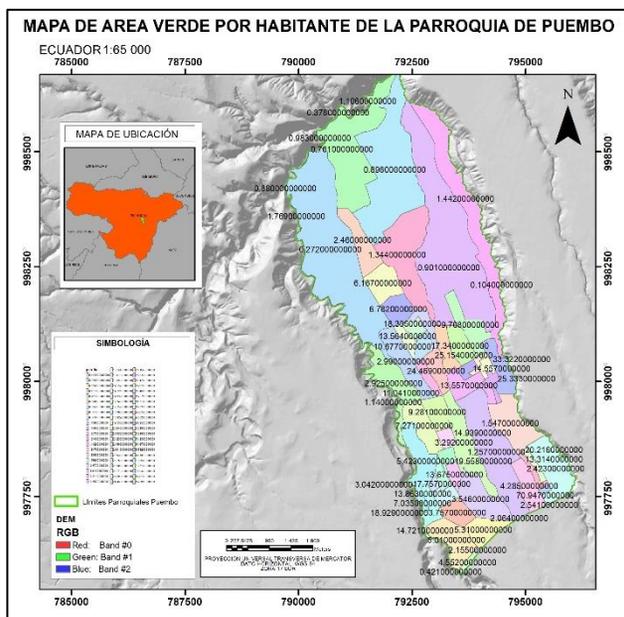
Información Geográfica recopilada para la investigación

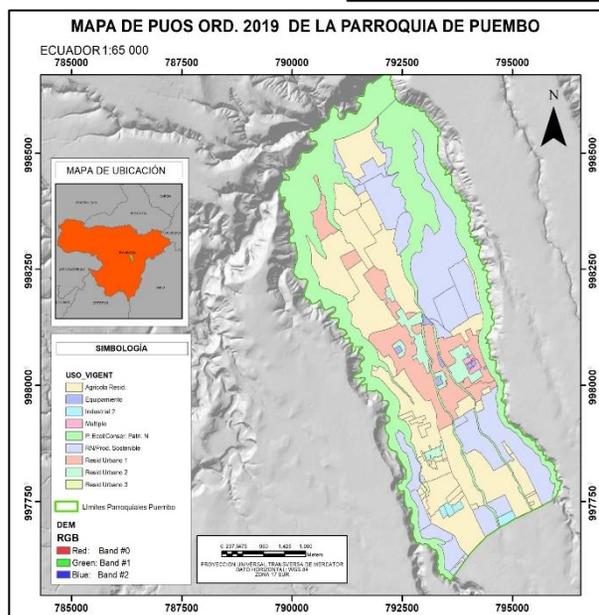
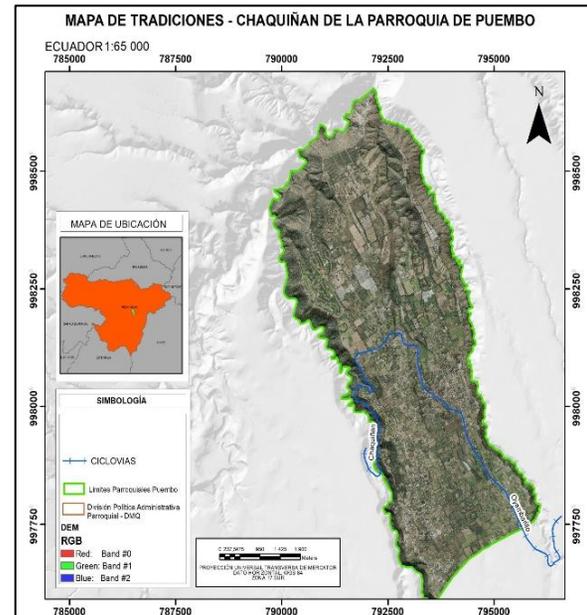
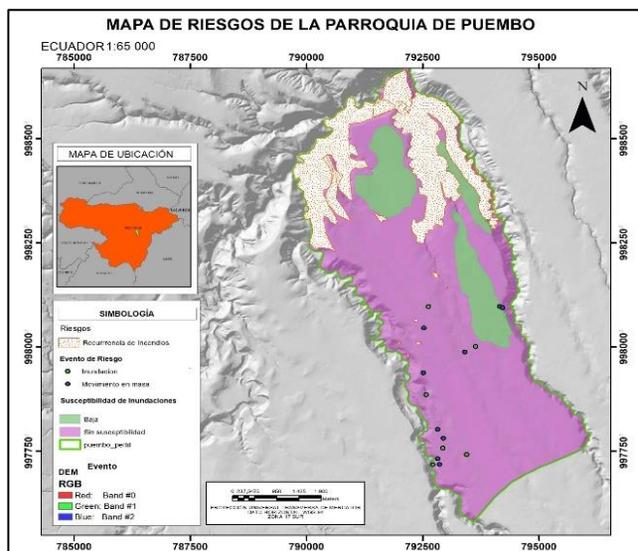
Componente	Variable	Fuente	Escala
Socioculturales	Sistemas inclusión de Adulto Mayor	Inclusión Social	1:1000
	Puntos activos	Ministerio de Educación	1:5000
	Infraestructura de Salud	Ministerio de Salud	1:5000
	Infraestructura Educativa	Ministerio de Educación	1:5000
	Escuela Polideportiva	Secretaria de Educación y Deporte	1:1000
	Piletas	EPMMOP	1:1000
	Parques	EPMMOP	1:1000
	Áreas verdes	Espacio Público	1:1000
	Disponibilidad de equipamientos de salud y educación	GADP	1:1000
	Tradiciones y patrimonio cultural	GADP	1:1000
Asentamientos Humanos	Comunas	Division politica administrativa	1:1000

	Barrios	Division politica administrativa	1:1000
	Zonas de Edificabilidad	Uso y ocupación del suelo	1:1000
Económico	Locales Comerciales	Open street maps	1:1000
	Proximidad a infraestructura de producción y riego, sectores productivos de interés	GADP	1:1000
	Densidad urbana	GADP	1:1000
Movilidad - Conectividad	Paradas de Buses	Trasporte Público	1:1000
	Ciclovías	Movilidad alternativa	1:1000
	Vías	IGM-EPMMOP	1:1000
Biofísico	Accidentes Geográficos	Secretaria de Ambiente	1:1000
	Hidrografía	Secretaria de Ambiente	1:1000
	Red Hídrica	Secretaria de Ambiente	1:1000
	Recurrencia de incendios	Secretaria de Seguridad	1:1000
	Unidades Ambientales	Secretaria de Ambiente	1:1000
	Habitantes por m ² de áreas verdes	Generación propia	1:1000
	En las zonas de recreación asegurar accesibilidad a las mismas.	Proximidad	1:1000
Aptitud del suelo	GADP	1:1000	

Fuente: Elaboración propia

Como ya se señaló anteriormente, las variables están tratadas dentro de los componentes económico, biofísico, sociocultural, movilidad energía- conectividad y asentamientos humanos, cabe recalcar que las mismas fueron generadas en base a la disponibilidad de información dentro de la investigación, además de incluir el máximo de criterios sostenibles (ver Tabla 10).





En la Tabla 11 se muestra los resultados de la categorización y estandarización logrados con la asignación de pesos para cada una de las variables calificadas por el panel de expertos dentro de esta investigación, las cuales fueron ingresadas en el software ILWIS, con el objetivo de lograr la visualización y representación de la información. Un ejemplo para entender este proceso es:

- La variable “Pendiente”, tiene un indicador/ criterio de 0-2 % como Plana, al tener este tipo de pendiente, es una zona para “Urbanizar”, por tanto, según la Tabla 7 tiene un valor de “3”. Al asignar el peso a esta variable y categoría, según el panel de expertos es de muy alta importancia con valor ponderado de “10” según Tabla 8, lo que implica que

Tabla 11

Resultados de la estandarización y categorización

COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR/ CRITERIO	VALOR DE ESTANDARIZACIÓN (VER TABLA 6)	CATEGORÍAS DE URBANIZACIÓN	VALOR PONDERADO (VER TABLA 7)	IMPORTANCIA
BIOFÍSICO	Riesgos	Recurrencia de incendios: zonas propensas	1	No urbanizar	8	Alta Importancia
		Recurrencia de incendios: zonas no propensas	3	Urbanizar	2	Muy Baja Importancia
		Susceptible: Sin Susceptibilidad	3	Urbanizar	10	Muy Alta Importancia
		Susceptible: Baja	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
	Pendiente	0 - 2 % - PLANA	3	Urbanizar	10	Muy Alta Importancia
		> 2 - 5 % - MUY SUAVE	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		> 5 - 12 % - SUAVE	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		> 12 - 25 % - MEDIA	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
		> 25 - 40 % - MEDIA A FUERTE	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
		> 40 - 70 % - FUERTE	1	No urbanizar	4	Baja Importancia
		> 70 - 100 % - MUY FUERTE	1	No urbanizar	4	Baja Importancia
		> 100 - 150 % - ESCARPADA	1	No urbanizar	2	Muy Baja Importancia
		> 150 - 200 % - MUY ESCARPADA	1	No urbanizar	2	Muy Baja Importancia
		> 200 % - ABRUPTA	1	No urbanizar	0	Sin Importancia
	Red hidrográfica	Proximidad a ríos y quebradas 0-15 m	1	No urbanizar	4	Baja Importancia
		Proximidad a ríos y quebradas >15 m	3	Urbanizar	4	Baja Importancia
		Agrícola Residencial.	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia

	Uso y ocupación del suelo	Equipamiento	3	Urbanizar	4	Baja Importancia
		Industrial 2	1	No urbanizar	8	Alta Importancia
		Múltiple	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
		P. Ecol/Conser. Patri. N	1	No urbanizar	8	Alta Importancia
		Resid Urbano 1	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
		Resid Urbano 2	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		Resid Urbano 3	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		RN/Prod. Sostenible	2	Urbanizar con restricción	4	Baja Importancia
	Proximidad a zonas de recreación	0-1000 m	3	Urbanizar	8	Media Importancia
		>1000 m	3	Urbanizar con restricciones	6	Alta Importancia
	Área verde por habitante	< 15 m ² /hab.	1	No urbanizar	2	Muy Baja Importancia
		>15 m ² / hab.	3	Urbanizar	6	Media Importancia
	Tipo de suelo	Franco	3	Urbanizar	10	Muy Alta Importancia
		Franco Arenoso	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
Areno Francoso		3	Urbanizar	6	Media Importancia	
ECONOMICO	Aptitud del suelo (productivo)	Conservación y producción	2	Urbanizar con restricción	2	Muy Baja Importancia
		Antrópico	3	Urbanizar	10	Muy Alta Importancia
		Agropecuario Mixto	2	Urbanizar con restricción	4	Baja Importancia
		Agrícola	2	Urbanizar con restricción	4	Baja Importancia
SOCIOCULTURAL	Tradiciones	Tren/Chaquíñan: Mayor presencia de actividad ecoturística	2	Urbanizar con restricción	8	Alta Importancia
		Tren/Chaquíñan: Menor presencia de actividad ecoturística	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
MOVILIDAD, ENERGÍA Y CONECTIVIDAD	Redes de servicios básicos	Luz eléctrica 0-300 m	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		Luz eléctrica >300 m	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
		Agua potable y alcantarillado 0-100 m	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		Agua potable y alcantarillado >300 m	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia
	Centros urbanos	Proximidad a zonas urbanas 0-1000 m	3	Urbanizar	10	Muy Alta Importancia

		Proximidad a zonas urbanas > 1000 m	2	Urbanizar con restricción	8	Alta Importancia
	Vías	Proximidad a vías 0-25 m	1	No urbanizar	6	Media Importancia
		Proximidad a vías > 25 m	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
ASENTAMIENTOS HUMANOS	Equipamientos	Centros de salud y centros educativos, presencia 0-1500 m	3	Urbanizar	8	Alta Importancia
		Centros de salud y centros educativos, presencia >1500 m	2	Urbanizar con restricción	6	Media Importancia

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Generación de modelo de expansión urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030, considerando criterios de Sostenibilidad

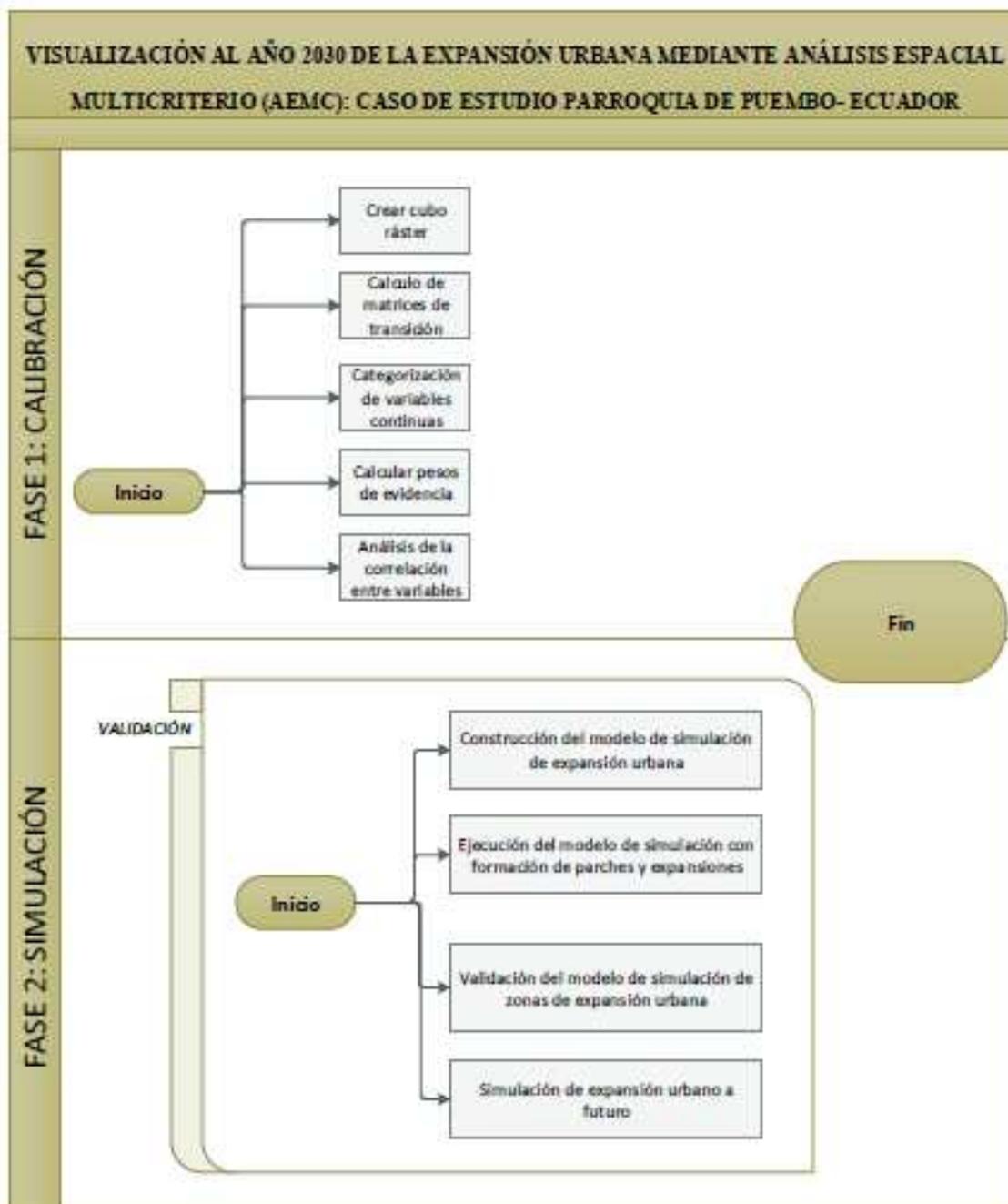
Díaz & Hewitt (2013) y Pijanowski (2005) sugieren emplear y trabajar entre 6-15 variables, siempre y cuando exista disponibilidad de información cartográfica dentro de cualquier caso de estudio, donde el objetivo sea el estudio del cambio en el uso y cobertura del suelo, además de preferir criterios biofísicos y socioeconómicos.

En la simulación de la expansión urbana se han tomado en cuenta el mayor número de variables de la tabla anterior, además del uso de suelo de los años 1991, 2013 y 2020 mediante análisis de imágenes satelitales - clasificación supervisada de objetos; este último insumo se integrará al resultado de la evaluación multicriterio de las zonas no aptas para uso urbano, las cuales, ya consideran una cantidad de variables potenciales para explicar y condicionar el patrón espacial en de crecimiento urbano de la parroquia de Puenbo.

En el siguiente diagrama de flujo, indican los pasos a seguir en la simulación, antes de iniciar con el proceso es importante preparar las variables y cobertura a utilizarse. La preparación consiste en estandarizar la geoinformación recopilada como generada: igual tamaño de pixel y mismo sistema de proyección.

Figura 4

Proceso de Simulación en ILWIS



Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo al 3 al 11)

En la Tabla 12 se muestra la descripción de los procesos llevados a cabo en la simulación del Crecimiento Urbano de la Parroquia de Puenbo al 2030 mediante criterios de sostenibilidad.

Tabla 12

Descripción de Simulación Software ILWIS

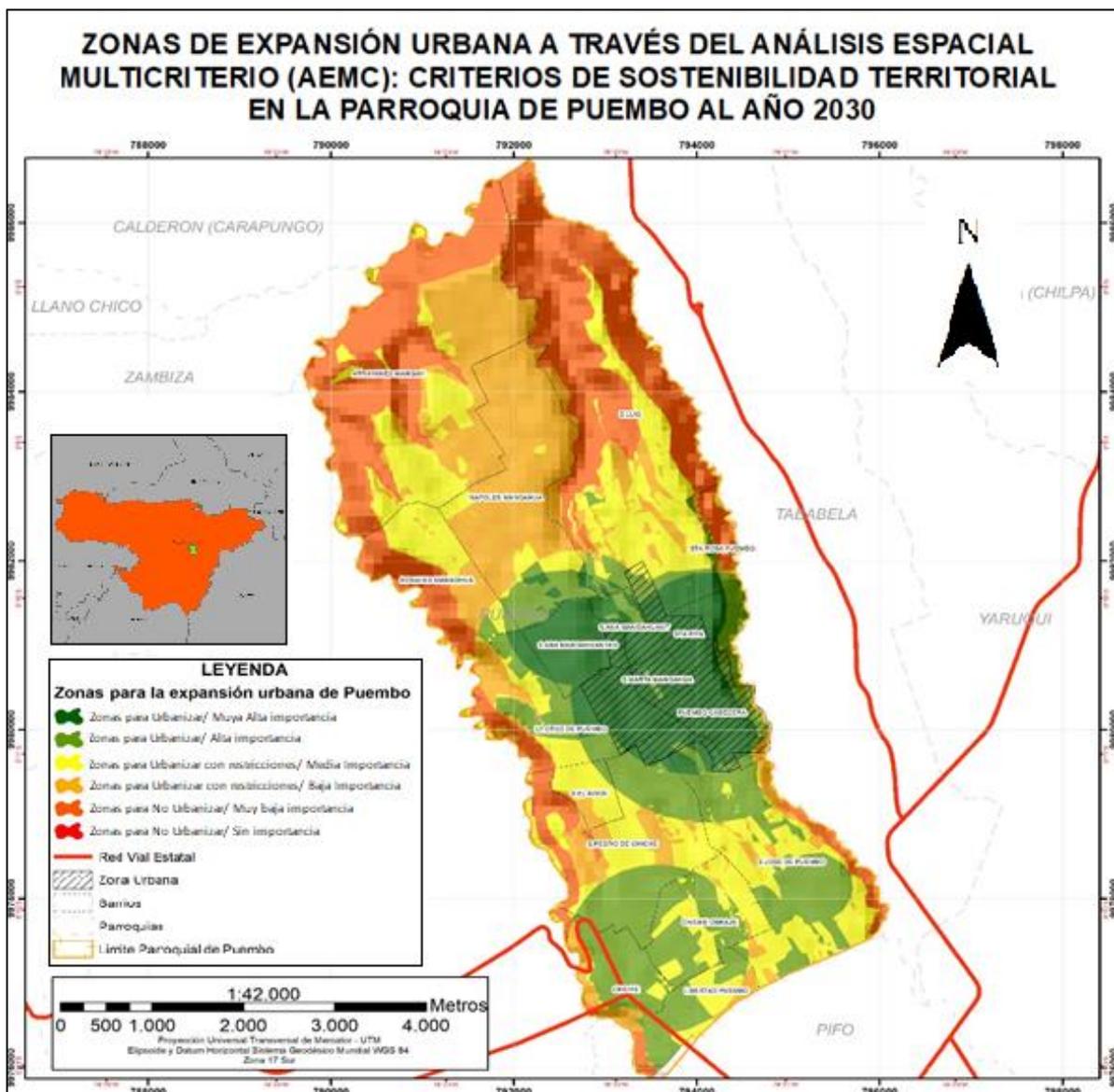
Proceso	Descripción
Crear cubo Raster	El <i>cubo ráster</i> , es el proceso donde se agrupa variables y mapas de tipo estáticas, en otras palabras, sus atributos no cambian durante la ejecución del modelo (Soares, Rodrigues, & Costa, 2009).
Calculó de matrices de transición	Las matrices de transición muestran los cambios ocurridos de una categoría a otra en períodos discretos de tiempo, lo cual es indicado mediante porcentajes.
Categorización de variables continuas	Es importante categorizar las variables continuas que intervienen en el modelo de simulación, buscando mantener la estructura inicial de la variable continua generando buffers con un cierto número de intervalos.
Calcular pesos de evidencias	En este proceso, se calcula los coeficientes de los pesos de evidencia, donde los datos de entrada es el uso de suelo inicial y final.
Análisis de la Correlación entre variables	Se compara la independencia de las variables, realizando un análisis de correlación entre las mismas, con el fin de eliminar aquellas que presenten un valor alto y dañen al modelado del sistema.
Simulación: terminada la calibración se procede a construir el modelo de simulación de la expansión urbana = cubo ráster + correlación entre variables + porcentajes de + el uso de suelo inicial.	

Fuente: Elaboración propia

Después de terminar con el modelamiento y visualización con mejor resultado en cuanto a la proyección del crecimiento urbano al año 2030 de la parroquia de Puenbo y las zonas de restricción para ser urbanizadas, se analiza junto con el polígono correspondiente a zona urbana vigente para así determinar las posibles zonas de expansión urbana, dando como resultado el siguiente Mapa (ver Figura 5).

Figura 5

Mapa de Zonas de Expansión Urbana de la Parroquia de Puenbo al 2030: criterios de sostenibilidad



Observamos que la categoría 10 (color verde oscuro), es la más adecuada según los parámetros obtenidos en el ejercicio participativo en la determinación de las zonas de expansión urbana, considerando todas las variables dentro del centro urbano; en la categoría 8 (color verde claro) cumple con una recomendación con alta importación; pero carece de algunos criterios que se utilizaron para establecer las zonas de expansión urbana, pero puede ser utilizada en el caso de que el centro poblado se expanda más de lo establecido, pero con algunas limitaciones.

La categoría 6 con media importancia para la expansión urbana, al igual que la categoría 8 tiene limitaciones más las cuales no es recomendable llegar a estas zonas ya que implica que puede

existir dificultades tanto en pendientes al construir como el uso de suelo no sea adecuado o la red de servicios básicos y el acceso a los equipamientos sea escasa.

Con baja importancia, la categoría 4 y Muy Baja Importancia la categoría 2 tiene severas limitaciones para la expansión urbana; es decir que los suelos no sean adecuados, las pendientes superan lo permitido (*45° grados* según las Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, pág. 2)), el acceso a los servicios de agua, energía eléctrica, alcantarillado y la red vial no lleguen a estas áreas.

Finalmente, tenemos a la categoría 0 o Sin importancia, aquí entra lo que se refiere a lo “No Aplicable”, esta categoría no tiene mayor extensión ya que predomina todos los elementos cartográficos en el cual el ser humano no puede establecer edificaciones; en el caso de Puenbo, se refiere a las riveras de ríos ya que las fronteras la parroquia está limitada al norte con el Rio Machángara, al Oeste con el Rio Chiche y parte de la Av. Ruta Viva y al Este el Rio Guambi, Al sur de la Parroquia esta Pifo.

CAPÍTULO IV

4.1. Identificación de los escenarios alternos de las zonas de expansión urbana de la parroquia de Puenbo al año 2030, mediante la consulta a actores sociales.

4.1.1 Formulación de escenarios prospectivos

En la construcción de escenarios prospectivos, se usó los componentes con mayor peso o influencia resultantes de la simulación anterior (ver Figura 6), teniendo como resultado que del Ejercicio realizado en el Taller de Expertos: dentro del Sistema los componentes Biofísicos y Económicos, son bases de la expansión urbana dentro de la Parroquia de Puenbo al 2030. Por otra parte, las variables con mayor influencia, dentro del mismo sistema son: Pendiente, aptitud del suelo, área verde por habitante, Accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y Gestión del riesgo.

Figura 6

Pesos entre componentes

Resulting Weights	
biofisico	0.408
economico	0.161
asentamientos humanos	0.142
movilidad energia y conectividad	0.133
sociocultural	0.128

Hernández Márquez, Pérez Castro, & Pérez Cruz (2015) recalcan que el ordenamiento territorial no abarca solamente el espacio de un territorio, y una de las partes fundamentales del ordenamiento territorial son las personas que hacen del territorio algo productivo y generan un modelo de sustentabilidad dentro del mismo.

El papel del gobierno y la política forma parte del ordenamiento territorial de una manera crucial, así indica Ornes (2009), Ruiz, Casado y Sánchez, (2014) ya que la califican como una norma política de estado que tiene como objetivo administrar un espacio o suelo de manera sustentable aprovechando los recursos disponibles y asegurando el bienestar social del territorio.

Por tal razón, a continuación se detallan en la Tabla 13, el análisis hacia las zonas de expansión urbana, las cuales se descomponen en elementos esenciales que según el panel de expertos combinados entre sí, generarán una gran cantidad de ideas de forma rápida y sencilla para lograr el escenario apuesta, mediante el uso de la herramienta de los Ejes de Schwarts.

4.1.2 Ejes de Schwarts

La técnica de los Ejes de Peter Schwartz, reconoce cuatro escenarios posibles, situando los resultados de las variables con mayor peso dentro del Modelado anterior, los cuales, trazaran los caminos posibles desde el presente hasta el futuro (ver Tabla 13 y Figura 7).

Tabla 13
Asociación de variables

Familia de Variables	Variables Incluidas en la Familia
Patrones Demográficos Biofísicos X	Pendiente
	Aptitud del Suelo
	Área verde por habitante
Sostenibilidad del Territorio Y	Accesibilidad a equipamientos
	Movilidad Sostenible
	Gestión del riesgo

La tabla anterior muestra 6 variables del sistema asociadas a dos familias: “Patrones Demográficos” y “Sostenibilidad del Territorio”; estas dos familias tienen una relación de manera significativa con el sistema, además de definir el entorno de una manera más competitiva y realizable en la construcción de los escenarios alternativos.

Figura 7

Ejes de Peter Schwartz del sistema de análisis



De los Ejes de Peter Schwartz, los resultados de los escenarios alternativos son:

- “Todos Ganamos”

La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP lograrán tener patrones demográficos controlados y una distribución espacial adaptativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo satisfagan todas las necesidades logrando así, la sostenibilidad del territorio. La finalidad es promover el crecimiento urbano sostenible de la Parroquia de Puenbo, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía.

- “Todos Perdemos”

La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP no lograrán tener patrones demográficos controlables y una distribución espacial inequitativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo no satisfacen todas las necesidades de la población, resultando en un territorio desordenado. Si no se toma acciones estratégicas para enfrentar el problema del crecimiento urbano desordenado, no se logrará una ciudad sostenible con una calidad de vida alta para toda la población.

- “Escenario A”

La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP no lograrán tener patrones demográficos controlables y una distribución espacial inequitativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo no satisfacen todas las necesidades de la población, resultando en un territorio desordenado. Si no se toma acciones estratégicas para enfrentar el problema del crecimiento urbano desordenado, no se logrará una ciudad sostenible con una calidad de vida alta para toda la población.

- “Escenario B”

La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP no lograrán tener patrones demográficos controlables, pero la distribución espacial es equitativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo, satisfacen las necesidades de la población, resultando en un territorio apaga fuegos.

Con el crecimiento de la población y el impacto de la pandemia COVID-19, la necesidad de territorio para expansión va en aumento, lo que provoca que en la búsqueda de territorio, las zonas rurales sean los nuevos sitios para la expansión urbana. Además las ciudades han sobrellevado de una manera abrupta las consecuencias, ante la crisis de la pandemia, reflejándose en sistemas de salud sobrecargados, servicios de agua y saneamientos inadecuados, entre otros problemas.

El ordenamiento territorial necesita de la realización de actividades encaminadas a cumplir un objetivo, es por eso que Kunklinski (1985) y Oliveras (2015) realzan su importancia en conocer las zonas de expansión urbana con el objetivo de construir ciudades ordenadas y sustentables, por tanto, según la CEPAL (2006) y Chung (2009) el estudio del futuro sobre el territorio es un tema netamente prospectivo que se ha priorizado en los últimos años; estudiar el futuro de las ciudades, es una aproximación a lo que pudiera ocurrir en tiempos por venir, profundizar en un espacio de incertidumbres, dudas, deseos, escenarios e imágenes (Salas, 2013).

La presente investigación involucró el estudio del análisis espacial multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG) como herramientas que coadyuvan a la prospectiva estratégica en la aplicación transdisciplinaria y colectiva, considerando la complejidad, el cambio y la incertidumbre de hoy, por lo que se complementaron al permitir representar la construcción del futuro a partir del conocimiento del presente en la determinación de zonas de expansión urbana de acuerdo a criterios de sostenibilidad territorial en la Parroquia de Puenbo al año 2030.

En primer lugar, este trabajo aportó desde el punto de vista práctico al estudiar la necesidad de integrar información geográfica/espacial con análisis multicriterio, para describir escenarios que oriente a la planificación territorial a largo plazo y a la toma de decisiones. Para ello, se tomó en consideración los siguientes factores: biofísico, energía y conectividad, económico, movilidad y sociocultural, entre los cuales se obtuvieron 13 variables, las mismas, que según el panel de expertos actúan en la dinámica de la expansión urbana de Puenbo al 2030.

En segundo lugar, desde una mirada teórica, esta investigación logró, desde la academia, estudiar y proporcionar un mayor entendimiento sobre la dinámica poblacional en

el espacio territorial, bajo un enfoque práctico de entender a la población como elemento pilar 2 básico de las organizaciones (territoriales, sociales y económicas), que históricamente han presentado una evolución de carácter de variable dependiente en relación a los cambios territoriales-económicos: (industrialización, crecimiento urbano, cambio de uso del suelo y metropolitano) (Guerra y Velasco, 2019).

En tercer lugar, como resultados, se vinculó el análisis multicriterio y los Sistemas de Información Geográfica como herramientas complementarias de la prospectiva al momento de determinar y describir escenarios de las zonas de expansión urbana de acuerdo a criterios de sostenibilidad territorial, es decir, dentro de la zona de estudio se observó que la categoría 10 (color verde oscuro), es la más adecuada según los parámetros obtenidos en el ejercicio participativo en la determinación de las zonas de expansión urbana, considerando todas las variables dentro del centro urbano; en la categoría 8 (color verde claro) cumple con una recomendación con alta importancia; pero carece de algunos criterios que se utilizaron para establecer las zonas de expansión urbana, pero puede ser utilizada en el caso de que el centro poblado se expanda más de lo establecido, pero con algunas limitaciones.

La categoría 6 con media importancia para la expansión urbana, al igual que la categoría 8 tiene limitaciones más las cuales no es recomendable llegar a estas zonas ya que implica que puede existir dificultades tanto en pendientes al construir como el uso de suelo no sea adecuado o la red de servicios básicos y el acceso a los equipamientos sea escasa.

Con baja importancia, la categoría 4 y Muy Baja Importancia la categoría 2 tiene severas limitaciones para la expansión urbana; es decir que los suelos no sean adecuados, las pendientes superan lo permitido (*45° grados* según las Reglas Técnicas de Arquitectura y Urbanismo (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, pág. 2)), el acceso a los servicios de agua, energía eléctrica, alcantarillado y la red vial no lleguen a estas áreas.

En la categoría 0 o Sin importancia, aquí entra lo que se refiere a lo “NoAplicable”, esta categoría no tiene mayor extensión ya que predomina todos los elementos cartográficos en el cual el ser humano no puede establecer edificaciones; en el caso de Puenbo, se refiere a las riveras de ríos ya que las fronteras la parroquia está limitada al norte con el Rio Machángara, al Oeste con el Rio Chiche y parte de la Av. Ruta Viva y al Este el Rio Guambi, Al sur de la Parroquia esta Pifo.

Finalmente, las zonas de expansión urbana dentro del estudio del caso a un horizonte 3 al 2030, mediante el uso de la herramienta de los Ejes de Schwarts se descompusieron en elementos esenciales que según el panel de expertos combinados entre sí, generarán una gran cantidad de ideas de forma rápida y sencilla para lograr el escenario apuesta, alineándose con el “Objetivo 11: ciudades y comunidades sostenibles” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030, en el cual: “La pendiente, aptitud del suelo y área verde por habitante que ocurren en el GADP lograrán tener patrones demográficos controlados y una distribución espacial adaptativa tras la pandemia Covid-19, en donde la accesibilidad a equipamientos, movilidad sostenible y gestión del riesgo satisfagan todas las necesidades logrando así, la sostenibilidad del territorio. La finalidad es promover el crecimiento urbano sostenible de la Parroquia de Puenbo, mejorando la calidad de vida de la ciudadanía.”.

La necesidad de que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, y seguros, dentro de la adopción de políticas y planes integrados, se logrará al integrar diversas herramientas dentro de la prospectiva territorial, la cual, suministrará de técnicas y metodológicas para explicar y comprender el “modelo de desarrollo actual o sistema territorial” y sus tendencias o “gérmenes de futuro”, todos ellos basados en la colectividad y en la participación de todos los actores para la construcción de su futuro.

- Acosta, V. (2015). Evolucion del mercado de suelo en las parroquias nororientales del DMQ, a raíz de la construcción del nuevo Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de Quito - NAIQ. Quito: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
- Aguilera, F., Gómez, M., & Cantergiani, C. (2010). Instrumentos de simulación prospectiva del crecimiento urbano. Ciudad y Territorio - Estudios Territoriales. Universidad de Alcalá.
- Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). The research protocol III. Study population. Mexico: Rev. Alerg. Mex., 63(2):201-6.
- Asgarian, A., Amiri, B. J., & Sakieh, Y. (2014). Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. Urban Ecosystems, doi:10.1007/s11252-.
- Ávila, H. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación. Cuauhtémoc (Chihuahua), Instituto Tecnológico de: Edición electrónica.
- Barreira, P., Gómez, M., & Aguilera, F. (2015). Simulación del crecimiento urbano y modelos basados en autómatas celulares: el uso de parcelas catastrales vectoriales a partir de la teoría de grafos. España: Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación, 511-520.
- Bathrellos, G., Skilodimou, H., Kelepertsis, A., Alexakis, D., Chrisanthaki, I., & Archonti, D. (2008). Environmental research of groundwater in the urban and suburban areas of Attica region. Grecia: Environmental Geology, 56, 11–18.
- Batty, M. (1989). Urban modeling and planning: Reflections, retrodictions and prescriptions. Brasil: Macmillan, Remodeling geography, 147–169.
- Bazant, J. (2010). Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana. Revista Espacio Abierto, 19(3), 475-503.
- Berling-Wolf, S., & Wu, J. (2004). Modelling urban landscape dynamics: A review. Ecological Research(19), 119-129.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Colombia: Pearson Educación.
- BM. (20 de Septiembre de 2020). Banco Mundial. Obtenido de Desarrollo urbano: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>
- Brown, K., Pearce, D., Perring, C., & Swanson, T. (1995). Economics and the Conservation of Global Diversity. Washington: Global Environmental Facility Working Paper, No. 2.

- Cerda, H. (1998). *Los elementos de la investigación*. Bogotá: El Búho.
- Cervera, M. (2008). *FODA: un enfoque prospectivo*. México: Colección dirigida por la Dra. Guillermina Baena Paz, Proyecto PAPIME de Inteligencia Prospectiva, Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM.
- Cheng, D. (2000). *The Science of Smart Growth*. *SCIENTIFIC AMERICAN*(283), 84-91.
- Cifuentes, P., & Londoño, J. (2010). *Análisis del crecimiento urbano: Una aproximación al estudio de los factores de crecimiento de la ciudad de Manizales como aporte a la planificación*. Medellín: Revista Gestión y Ambiente.
- Clark, C. (1947). *Population growth and land use*. Londres: Macmillan.
- Da Silva, C., & Osvaldo, C. (2015). *Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica aplicados a la definición de espacios potenciales para uso del suelo residencial en Resistencia (Argentina)*. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 16.
- Díaz, W., & Domínguez, C. (2013). *Guía metodológica para la localización de suelos de expansión urbana con énfasis ambiental: estudio de caso Silvania Cundinamarca*. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/bsa/article/view/9492/10732>.
- ESPAC- INEC. (2010). *Estadísticas Agropecuarias, Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria del 2010*. Quito: Datos, Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Espinoza, K., & Ramírez, E. (2015). *La LOC ya la SUPERCOM. Herramientas a favor del pueblo o del estado*. Quito: UASB.
- Fernández, J. (2011). *Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial*. Ciudad y Territorio-Estudios Territoriales.
- Gándara, G., & Osorio, F. (2017). *Métodos prospectivos: Manual para el estudio y la construcción del futuro*. México: Paidós.
- Garrido, F. (2014). *La Ley Organica de Comunicacion. Una mordaza a la opinion publica*. Quito: Editorial Tecnos.
- Geymen, A., & Braz, I. (2018). *Seguimiento del crecimiento urbano y detectar cambios en la cobertura del suelo en el área metropolitana de Estambul*. Estambul: Evaluación y seguimiento ambiental, 449-459.
- Gómez, D. (2007). *Ordenación Territorial*. Mundi-Prensa Libros.
- Gómez, D., & Barredo, C. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Paracuellos de Jarama: Editorial RA-MA.

- Gómez, M., & Cano, B. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. España: RA-MA, Paracuellos de Jarama. 6
- Guerra, O., & Velasco, P. (2019). Vulnerabilidad territorial y demográfica en España: posibilidades del análisis multicriterio y la lógica difusa para la definición de patrones espaciales. *Journal of Regional Research*, 45.
- Haig, M. (1927). *Regional survey of N. Vor/t ancf its environs major economics factors in metropolitan*. New York: s/n.
- Hasani, M., Amiri, B., Alizadeh Shabani, A., Sakieh, Y., & Ashrafi, S. (2014). Modeling relationships between catchment attributes and river water quality in southern catchments of the Caspian Sea. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Hernández Márquez, B., Pérez Castro, J., & Pérez Cruz, E. (2015). Centros integradores: una experiencia de Ordenamiento Territorial en el Estado de Tabasco. *SCOPUS*, 117.
- Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C. (2003). The spatiotemporal form of urban growth: Measurement, analysis and modeling. *Remote Sensing of Environment*, 86, 286–302.
- Hoyt, H. (2005). The structure and growth of residential neighborhoods: 1939. *Progress in Human Geography*, vol. 29, número. 3, pp. 321-325.
- IMPU. (2015). *Vision Quito 2040. Origen, propósito y principios de la Visión Quito 2040*, 48.
- Jamy, J. (2019). *Diseño de una metodología para la delimitación de zonas de expansión urbana con criterios de sostenibilidad, caso aplicado a la parroquia la victoria del cantón Pújilí*. Sangolqui: Repositorio ESPE.
- Knox, P. (1994). *Urbanization: Introduction to urban geography*. New Jersey: Prentice Hall.
- La Hora. (10 de Marzo de 2018). 10 problemas afectan a las parroquias de Tumbaco. Lo que necesitas saber, págs. 1-2. Obtenido de <https://lahora.com.ec/quito/noticia/1102141316/10-problemas-afectan-a-las-parroquias-de-tumbaco>
- Landázuri, M. (2017). *Análisis espacial del Cantón Latacunga para determinar áreas aptas para la reubicación de damnificados de la parroquia José Guango bajo afectados por el volcán Cotopaxi, en el caso de una erupción con un índice de explosividad volcánica*.
- Larrazabal, M. (2012). *Zonas Urbanas, Rurales y sus Diferencias*.
- León, P. (2015). *Generación de un modelo predictivo de crecimiento urbano mediante la técnica de autómatas celulares*. Repositorio: ESPE.
- LOOTUGS. (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo*. LEXIS (ed.).

- Makhdum, M. (2007). Fundamental of land use planning. New York: University of Tehran 7 publication, pp. 272.
- Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis,. Nueva York: John Wiley & Sons Inc.
- Mas, J., Kolb, M., Houet, T., Paegelow, M., & Camacho, M. (2011). Una comparacion de programas de modelacion de cambios de cobertura/uso del suelo. Brasil: XV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR.
- MIDUVI. (2018). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestion del Suelo, Correspondencias Juridicas. Quito.
- Montoya, M., Aguirre, Y., Arango, I., & Zuluaga, A. (2017). Aplicación de los ejes de Schwartz como metodología de prospectiva tecnológica al modelo universitario-empresa en el contexto colombiano . Colombia: Ingenierías USBMed, Vol. 8, No. 1.
- Montúfar, C. (2013). Ley Orgánica de Comunicación. La conversión de un derecho en servicio público y sus consecuencias. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Murriagui, M. (2016). Expansión urbana y demanda de transporte público de buses: caso de estudio parroquias de Cumbayá, Tumbaco y Puembo. Repositorio - PUCE.
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Organizacion de las Naciones Unidas: sn.
- ONU. (2016). Informe de ciudades del mundo, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Noirobi.
- Ordenanza Metropolitana Reformatoria No. 127. (2018). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), Documento ejecutivo para autoridades parroquiales. Obtenido de Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Comisiones%20del%20Concejo/Uso%20de%20Suelo/2018/2018-01-08/9.%20%20Ordenanza%20Reformatoria%20Ordenanza%20No.%20127/Ordenanza%20Reformatoria%20Odenanza%20No.%20127.pdf?cv=1
- Ornés, S. (2009). El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanistico venezolano. Redalyc.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudi. Chile: Int. J. Morphol.
- Park, S., Hepcan, C., & Cook, E. (2014). Influencia de la forma urbana en el patrón del paisaje y la conectividad en las regiones metropolitanas: un estudio de caso comparativo de Phoenix. EE.UU: Seguimiento Ambiental y evaluación, 6301-6318.

- Parrado, C. (2001). Metodología para la ordenación del territorio bajo el prisma de la sostenibilidad . Santa Fe de Bogotá: Universidad Politécnica de Cataluña. 8
- PDOT-Puembo. (2016). Actualización Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Puembo. Quito: Gobierno Parroquial De Puembo.
- Plata Rocha, W., Gomez Delgado, M., & Bosque Sendra, J. (2010). Desarrollo de modelos de crecimiento urbano óptimo para la Comunidad de Madrid aplicando métodos de evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica. Madrid: Geofocus, 10, pp. 103-134.
- PNUD. (2015). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: Ciudades y comunidades sostenibles. Obtenido de <http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-11.html>
- Randolph, J. (2004). Environmental land use planning and management. Washington, DC: Island.
- Rocca, J., & Sgroi, A. (2012). Instrumentos normativos de la política de expansión urbana. RSN-Universidad de Costa Rica.
- Ruiz, N., Casado, J., & Sánchez, M. (2014). Los Atlas de Riesgo municipales en México como instrumentos de ordenamiento territorial. SCOPUS.
- Salas, M. (2013). Prospectiva Territorial, aproximaciones a una base conceptual y metodológica. Caracas: Programa de Publicaciones del CDCHTA.
- Salkind, N. (1998). Método de investigación. Mexico: Prentice-Hall.
- Santacruz, M. (2015). Metodología para la Determinación de Suelo de Expansión Urbana como Categoría de Ordenación Territorial. Cuenca - Ecuador.
- Soares, B., Rodrigues, H., & Costa, W. (2009). Modelamiento de Dinámica Ambiental con Dinamica EGO. Dinamica EGO Guia Práctica.
- Soto, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. Mexico: Paradigma económico.
- Villalba, J. J. (16 de Junio de 2020). Informe de Parroquias de Quito por IDH. Obtenido de SCRIB: <https://es.scribd.com/document/465785090/Informe-de-Parroquias-de-Quito-por-IDH>
- Vitale, J., Pascale, C., Barrientos, M., & Papagno, S. (2016). Guía de prospectiva para el ordenamiento territorial rural de la Argentina a nivel municipal. Buenos Aires.
- Walpole, R., & Myers, R. (1996). Probabilidad y Estadística. Mexico: Cuarta edicion, McGraw-Hil.

- Weber, C., & Puisant, A. (2003). Urbanization pressure and modeling of urban growth: 9 example of the Tunis Metropolitan Area. *Remote Sensing of Environment*, N° 86, p. 341-352.
- Yerovi, C. (2016). Escenarios de crecimiento suburbano utilizando técnicas de evaluación multicriterio en la Administración zonal Tumbaco del Distrito Metropolitano de Quito. Quito: Repositorio PUCE.
- Yildiz, S., & Doker, M. (2016). Seguimiento del crecimiento urbano mediante usando clasificación de segmentación de imágenes Landsat multiespectral en Izmit. *Turquía: Monitoreo ambiental y Evaluacion*, 1-12.
- Zelada, C. (2015). Cuestionamientos a la Ley de Comunicación de Ecuador. Una ley incompatible con la Convención Americana sobre Derechos Humanos. Quito : Asociacion ecuatoriana de editores de periodicos.

Anexo 1 Participación de Expertos –Descripción

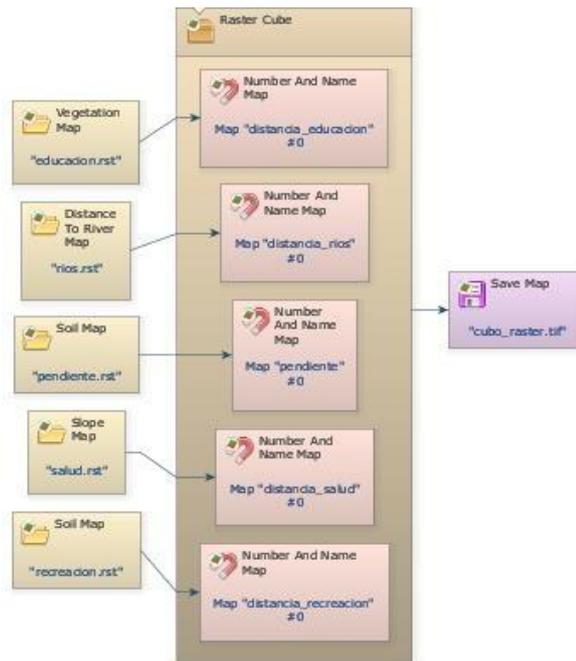
	EQUIPO	NOMBRES	OCUPACIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN DE TRAYECTORIA
Expertos	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE PUEMBO	DR. CARRERA CARRERA FERNANDO PATRICIO	Presidente	Doctor en área de Medicina, Magister en Seguridad y Gobierno, actualmente presidente de GAD Parroquial de Puenbo
		ING. MOSQUERA QUIROLA RAUL JAVIER	Vocal	Ingeniero en Finanzas, trayectoria como empresario de productos de primera necesidad, actualmente Vocal del GAD Parroquial de Puenbo
	ACADEMIA	PhD. Rodolfo Salazar	Investigador ESPE	PhD. Por la Universidad de Santiago de Compostela, docente a tiempo completo de UFA-ESPE, e investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra
		Msc. Santiago Rojas	Investigador ESPE	Magister por la Universidad Politécnica de Madrid en MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRAFÍA, docente a tiempo parcial de UFA-ESPE e investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra, Consultor Independiente en proyectos de PDOT y PUGS
	Equipo Técnico	Msc. Jhon Peña	Analista MAE (Ministerio del Ambiente)	Magister en Planificación Territorial y Gestión Ambiental por la Universidad de Barcelona - UNIBA, Analista 3 en Gestión Ambiental y Consultor Independiente en proyectos de GZ y GAD Municipales como Cantonales
		Ing. Vivero Batarezo María Teresa	Analista Senior De Seguimiento De Asistencia Técnica (BDE)	Ingeniera Geografía y del Medio Ambiente, con trayectoria en consultoría independiente para Actualización de Catastro en diversos proyectos, además de Coordinadora de proyectos catastrales del Bando de Desarrollo del Ecuador
		Msc. Luis Andrade	Director de Gestión del Territorio AZT	Magister en Diseño Urbano y Territorial por la PUCE, ha ocupado cargos directivos dentro del GADM-Quito. Realiza actividades de asesoramiento técnico de arquitectura en diseño de edificios y dibujo de planos de construcción.
		HERNANDEZ HERNANDEZ MARY CONSUELO	Vicepresidente	
	Ciudadanía	BORJA PADILLA JIMIE RENAN	Vocal	
		MEDRANO GARZON SILENE MARCELINA	Vocal	
ARMANDO TOMERO		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
RAQUEL CHUQUIMARCA		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
ANGEL PALLACHO		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
EDISON BORJA		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
MARIA CATAÑA		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
ARACELI CUEVA		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
ALEX PUENTE		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
JONNY ESPINOZA		Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo		
MIGUEL TOLAGASI	Representante Barrial de la Parroquia de Puenbo			

Fuente: Elaboración propia

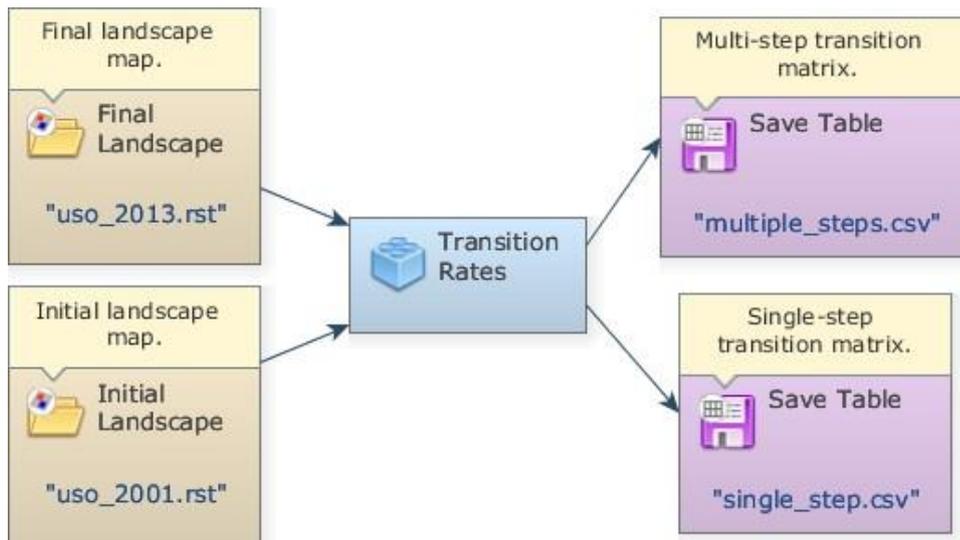
Anexo 2 Fotografías de participación de Talleres 1 y 2



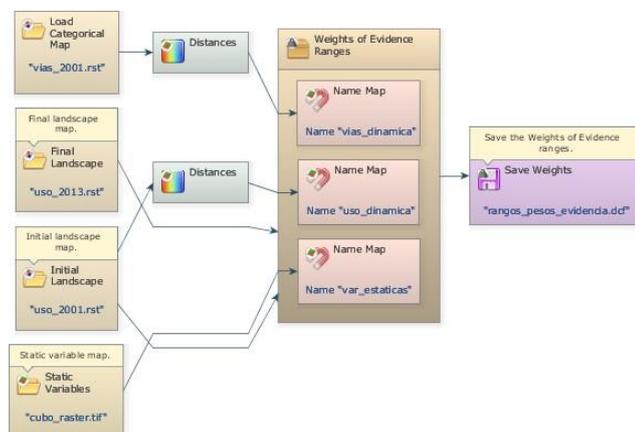
Anexo 3 Creación del cubo ráster

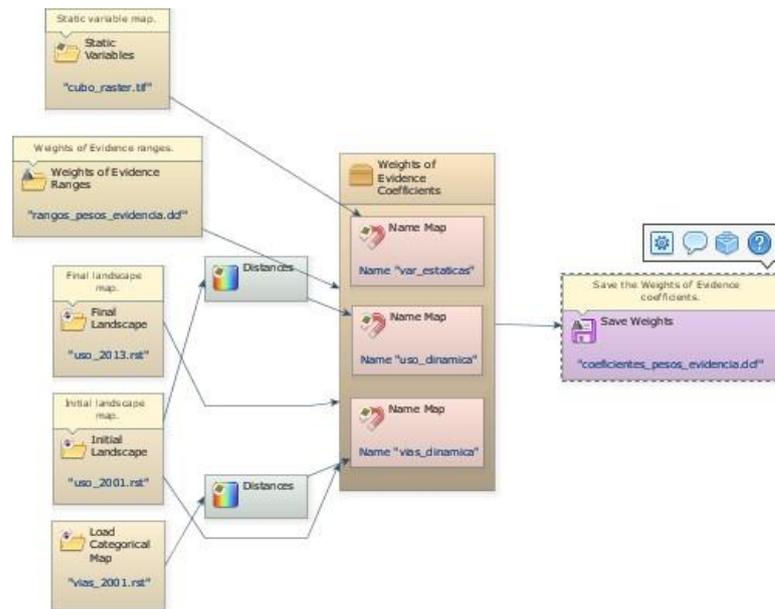


Anexo 4 Modelo para el cálculo de matrices de transición.

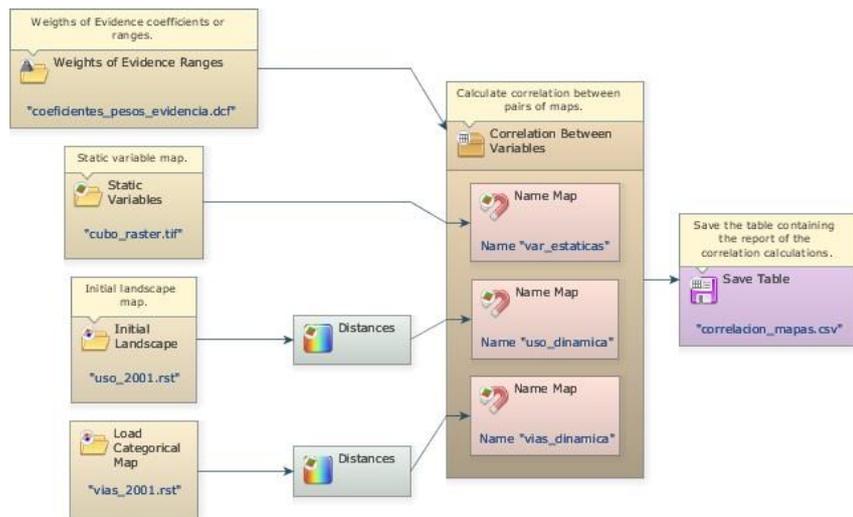


Anexo 5 Modelo para el cálculo de rangos para categorizar variables continuas.

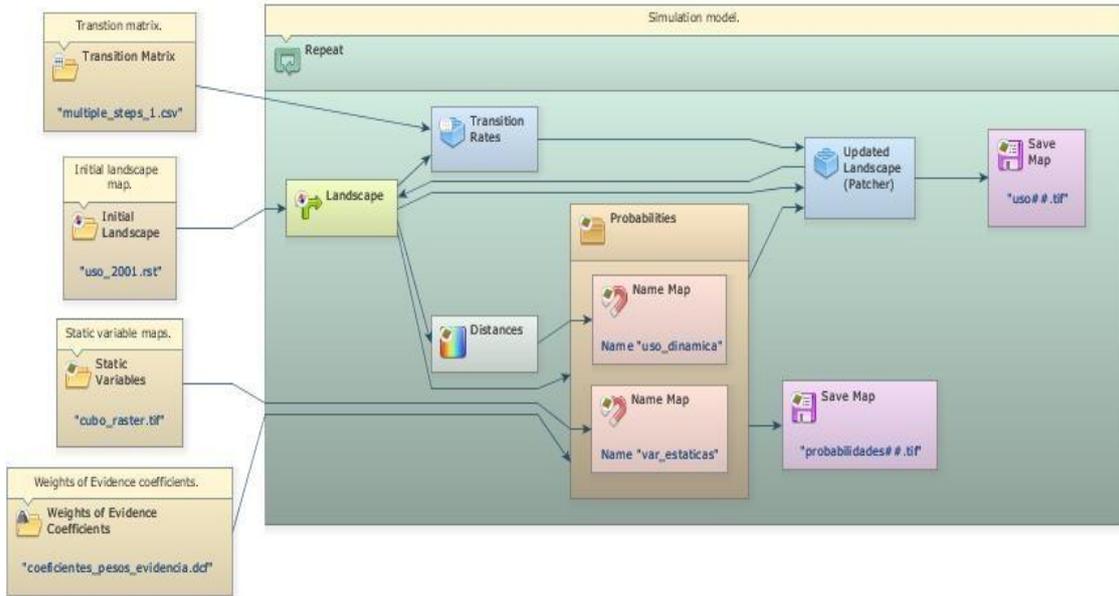




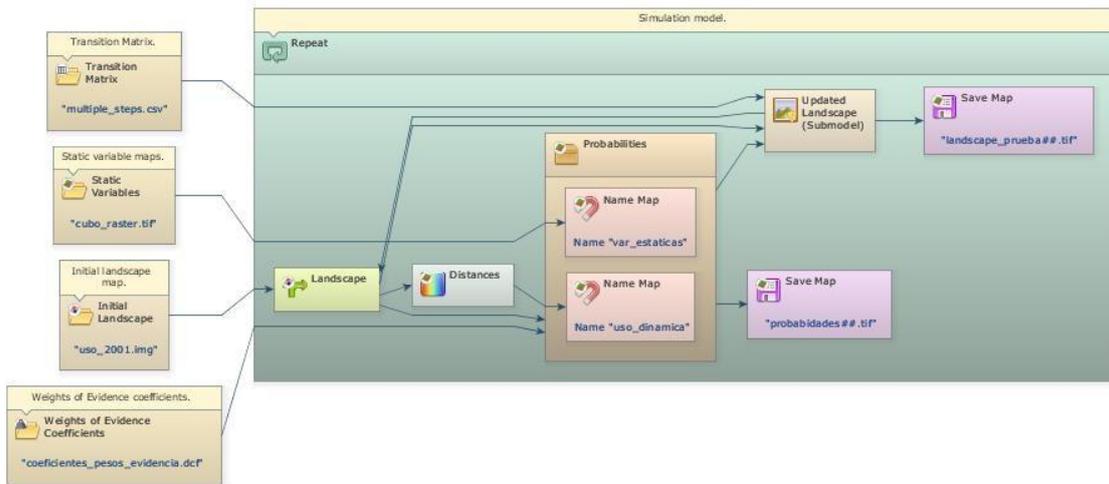
Anexo 7 . Modelo para el análisis de correlación entre variables



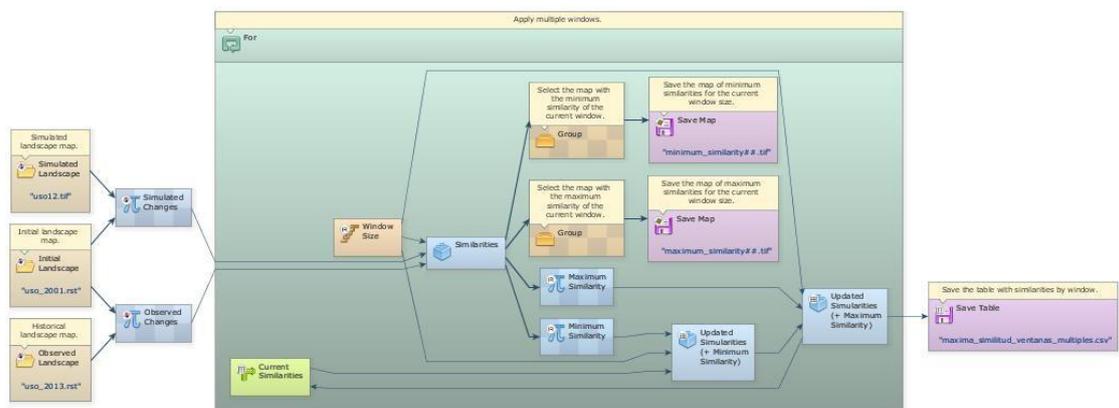
Anexo 8 Modelo para la simulación



Anexo 9 Modelo para la simulación con parches y expansiones



Anexo 10 Modelo para la validación de la simulación



Anexo 11 Modelo de simulación al año 2030

