

Metodología de Desarrollo de la Herramienta SmartCity SeqyTool para la Evaluación de la Madurez Inteligente Territorial

Fundamentos Teóricos: Ciudades Inteligentes, Gobernanza Digital e Indicadores Urbanos

El concepto de **ciudad inteligente** (smart city) surge como respuesta a los desafíos urbanos contemporáneos, integrando tecnología, capital humano y nuevas formas de gobernanza para mejorar la sostenibilidad, la eficiencia y la calidad de vida en las

ciudadesen.wikipedia.orgen.wikipedia.org. Una definición ampliamente citada plantea que “una ciudad es inteligente cuando las inversiones en capital humano y social, en infraestructuras tradicionales (transporte) y modernas (TIC) impulsan un crecimiento económico sostenible y una alta calidad de vida, mediante una gestión sabia de los recursos naturales a través de una gobernanza participativa” (Caragliu et al., 2011, p.

66)en.wikipedia.org. Esta visión holística enfatiza que la inteligencia urbana no solo depende de la tecnología, sino también de las personas y los procesos. En particular, la **gobernanza digital** se ha convertido en un pilar clave: implica utilizar las herramientas digitales (por ejemplo, gobierno electrónico, datos abiertos, sensores urbanos) para mejorar la toma de decisiones, la transparencia y la interacción entre el gobierno local y la ciudadaníabeesmart.citybeesmart.city. Una ciudad verdaderamente “inteligente” promueve la participación ciudadana activa apoyándose en plataformas tecnológicas, de modo que las políticas públicas se co-creen con los habitantes y respondan mejor a sus necesidades (Nam & Pardo, 2011). Esto se alinea con enfoques de *gobernanza colaborativa y centrados en las personas*, que buscan situar al ciudadano en el centro de la innovación urbana.

Dentro de los fundamentos teóricos, destaca la importancia de los **indicadores urbanos** para medir y guiar el desarrollo. La planificación urbana tradicionalmente ha empleado indicadores (económicos, sociales, ambientales, etc.) para diagnosticar el desempeño de las ciudades. En el contexto de las ciudades inteligentes, estos indicadores se amplían para abarcar dimensiones tecnológicas y de innovación. Autores como Giffinger et al. (2007) proponen seis grandes dimensiones para evaluar la “inteligencia” de una ciudad: *Smart Economy, Smart People, Smart Governance, Smart Mobility, Smart Environment y Smart Living*, cada una con factores e indicadores específicos. Este modelo de las *seis dimensiones* –popularizado después por el *Smart City Wheel* de Cohen– enfatiza que la inteligencia urbana es multidimensional y requiere avances paralelos en campos económicos, sociales, de gobierno, movilidad, medio ambiente y calidad de vidabeesmart.citybeesmart.city.

Asimismo, enfoques recientes insisten en que la tecnología es solo un medio: “ser inteligente’ tiene más que ver con metodologías inteligentes y una implementación adecuada de soluciones efectivas que con la tecnología en sí”beesmart.city. En otras palabras, la ciudad inteligente se concibe como un **ecosistema socio-técnico**, donde la innovación tecnológica se combina con innovación social y institucional.

Un elemento transversal en la teoría de smart cities es el **enfoque centrado en las personas**. Diversos organismos internacionales y autores señalan que, para que una ciudad inteligente genere beneficios reales, debe diseñarse poniendo a los ciudadanos al frentees.weforum.org. Altamirano y Gómez (2017) argumentan que lo que realmente hace “inteligente” a una ciudad

no es la tecnología per se, sino su aplicación para resolver los problemas más urgentes de la urbe, teniendo siempre en cuenta los intereses y el bienestar de los habitantes es.weforum.org. Esto implica, por ejemplo, fomentar la participación cívica mediante plataformas digitales, impulsar la innovación abierta (laboratorios urbanos, hackatones cívicos, datos abiertos) e incluir la perspectiva ciudadana en la definición de prioridades. Así, las **ciudades inteligentes centradas en las personas** promueven la inclusión digital, reducen la brecha tecnológica y aseguran que los avances tecnológicos se traduzcan en mejoras tangibles en la vida cotidiana (Alfaro et al., 2020). En resumen, los fundamentos teóricos combinan la noción de que las TIC y los datos pueden optimizar los servicios urbanos (transporte, energía, seguridad, etc.) con la idea de que la inteligencia urbana es un fenómeno integral donde convergen tecnología, gobierno y sociedad. Esta comprensión teórica orientó el desarrollo de *SmartCity SeqyTool*, asegurando que su modelo de evaluación incorporase dimensiones técnicas (infraestructura, datos), dimensiones institucionales (gobernanza, políticas) y dimensiones humanas (capital social, participación), acordes con la literatura más reciente.

Revisión Normativa: Estándares Internacionales ISO 37122 y PAS 181

El desarrollo metodológico de *SmartCity SeqyTool* se apoyó en una exhaustiva **revisión de estándares y marcos normativos internacionales** para garantizar alineación con las mejores prácticas globales en ciudades inteligentes. Destacan dos referencias clave: la norma **ISO 37122:2019** de la Organización Internacional de Normalización, y la especificación británica **PAS 181:2014** del BSI (British Standards Institution).

La **ISO 37122** (*Sustainable Cities and Communities – Indicators for Smart Cities*) establece un conjunto estandarizado de indicadores para medir el avance de una ciudad hacia la inteligencia y la sostenibilidad. Es un complemento a la ISO 37120 (indicadores de servicios urbanos y calidad de vida) enfocado específicamente en aspectos “inteligentes”. La norma ISO 37122 define **80 indicadores** distribuidos en **19 áreas temáticas**, las cuales a su vez corresponden a las seis dimensiones universales del desarrollo urbano inteligente: Economía, Infraestructura, Gobierno, Movilidad, Medio Ambiente y Calidad de Vida energizando.comenergizando.com. Estos indicadores cubren desde la gestión inteligente de la energía y el agua, hasta la participación digital ciudadana, gobierno abierto, movilidad inteligente, seguridad pública, entre otros ámbitos críticos de una smart city. Un rasgo importante es que la ISO 37122 proporciona **definiciones y metodologías estandarizadas** para cada indicador, buscando que ciudades de distintos países puedan comparar su desempeño de manera objetiva (ISO, 2019). Por ejemplo, incluye indicadores de *gobernanza digital* (como la existencia de plataformas de datos abiertos o trámites electrónicos), *transporte público inteligente* (uso de sistemas ITS, etc.), *innovación y economía digital* (startups tecnológicas, servicios en línea), etc. Un estudio reciente aplicado a Portoviejo, Ecuador, utilizó la ISO 37122 como referencia y confirmó su utilidad para identificar brechas y oportunidades en la transición hacia una ciudad inteligente camjol.infocamjol.info. La adopción de esta norma asegura que *SeqyTool* se base en métricas reconocidas internacionalmente, aumentando la credibilidad y comparabilidad de sus evaluaciones.

Por su parte, la **PAS 181:2014** (*Smart City Framework – Guide to Establishing Strategies for Smart Cities and Communities*) es una especificación publicada por la BSI que funge como guía de buenas prácticas para que los líderes municipales formulen e implementen estrategias integrales de ciudad inteligente. A diferencia de la ISO 37122, que es un estándar de indicadores cuantitativos, la PAS 181 propone un **marco de gestión y gobernanza**: recomienda principios, procesos y ámbitos a considerar para transformar el modelo operativo de la ciudad hacia uno inteligente, holístico y centrado en el ciudadano. En el desarrollo de *SmartCity SeqyTool* se consideraron los lineamientos de PAS 181 para garantizar que el instrumento no solo midiera indicadores aislados, sino que reflejara también la **capacidad estratégica y de gestión** de la ciudad. De hecho, modelos de madurez reconocidos –como el *Smart Cities Maturity Model* desarrollado para el gobierno escocés– se basaron en gran medida en la PAS 181. Este marco británico enfatiza la necesidad de integrar servicios urbanos tradicionalmente aislados, compartir datos entre departamentos, involucrar al sector privado y la academia, y establecer una visión unificada de ciudad inteligente (BSI, 2014). *SeqyTool* incorporó estos conceptos al evaluar, por ejemplo, la existencia de una estrategia formal de ciudad inteligente, la coordinación interdepartamental, o la presencia de liderazgo y gobernanza colaborativa en el territorio evaluado.

Además de ISO 37122 y PAS 181, se revisaron otros documentos relevantes, como la norma **ISO 37120** (indicadores de ciudades sostenibles), la ISO 37123 (resiliencia urbana) y marcos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) relacionados con *Key Performance Indicators* para ciudades inteligentes y sostenibles. Todos estos aportes normativos proporcionaron un **andamiaje conceptual sólido**. En síntesis, la revisión normativa aseguró que los contenidos de *SmartCity SeqyTool* estén alineados con definiciones y métricas reconocidas globalmente, lo que facilita que los territorios puedan **comparar sus resultados con estándares internacionales** y con otras ciudades. Asimismo, garantiza que la terminología y enfoques empleados (por ejemplo, qué se entiende por “ciudad inteligente” o por “gobierno inteligente”) sean consistentes con el consenso internacional, dotando al ensayo y a la herramienta de rigor técnico. Siguiendo estas referencias, *SeqyTool* se diseñó no para crear un ranking competitivo, sino como una **herramienta de diagnóstico y aprendizaje comparativo**, en el espíritu de las normas ISO, buscando objetividad y aplicabilidad transversal más que simplemente asignar un número simplista a la complejidad urbana energizando.com.

Diseño Metodológico: Modelo de 12 Pilares y 34 Indicadores

Uno de los aportes centrales de *SmartCity SeqyTool* es un **modelo de evaluación de madurez** que estructura la complejidad de una ciudad inteligente en **12 pilares temáticos**, medidos a través de **34 indicadores** concretos. Este modelo fue construido combinando fundamentos teóricos y evidencia empírica, con el propósito de abarcar de manera comprensiva los distintos componentes de la inteligencia territorial, manteniendo a la vez un número manejable de indicadores para facilitar la autoevaluación.

Construcción del modelo de pilares: Para definir los 12 pilares, se partió de las dimensiones ampliamente aceptadas en la literatura (como las seis de Giffinger et al.

mencionadas arriba y las áreas de ISO 37122) y se desglosaron en categorías más específicas pertinentes al contexto de los territorios que usarían la herramienta. Por ejemplo, la dimensión general de “Gobernanza Inteligente” se escindió en dos pilares separados: uno enfocado en la **gobernanza digital y datos abiertos** (evaluando infraestructura de datos, transparencia, participación digital) y otro enfocado en la **gestión pública inteligente** (que abarca coordinación interinstitucional, estrategias y políticas smart). De manera similar, la dimensión de “Calidad de Vida/Smart Living” se particularizó en un pilar de **servicios públicos inteligentes** (educación, salud, seguridad apoyadas en TIC) y otro de **cohesión social e inclusión** (programas de inclusión digital, participación ciudadana tradicional, etc.). Esta expansión permitió cubrir aspectos que a menudo quedan implícitos en marcos más generales. El resultado fueron doce pilares que incluyen, entre otros: **Economía Innovadora, Capital Humano y Talento, Gobernanza Digital, Movilidad y Transporte Inteligente, Medio Ambiente y Sostenibilidad, Infraestructura y Urbanismo Inteligente, Servicios Públicos Digitales, Seguridad y Resiliencia, Participación y Cohesión Social**, etc. Cada pilar representa un ámbito estratégico en el que un territorio debe progresar para considerarse “inteligente”, asegurando una visión **integral y equilibrada** del desarrollo inteligente (es decir, no basta con tener tecnología; también importan la educación, la planificación urbana, la sostenibilidad, la inclusión, entre otros)beesmart.citybeesmart.city. Los pilares fueron validados conceptualmente mediante revisión de literatura y *benchmarking* con modelos existentes: por ejemplo, se contrastó que estos abarcaran todos los dominios del *Smart City Wheel* de Cohen y los ejes de la Nueva Agenda Urbana (ONU-Hábitat, 2016), asegurando coherencia con marcos reconocidos.

Selección y agrupación de los 34 indicadores: Una vez definidos los pilares, se identificaron indicadores específicos para medir cada uno. Se combinaron **indicadores cuantitativos** (p.ej., porcentaje de cobertura de internet de alta velocidad; número de servicios municipales disponibles en línea; emisiones de CO₂ per cápita) con **indicadores cualitativos** o de gestión (p.ej., existencia de un plan maestro de ciudad inteligente; nivel de interoperabilidad de sistemas municipales; grado de participación ciudadana en decisiones). Las fuentes teóricas incluyeron los estándares ISO (muchos indicadores se inspiran en ISO 37122 pero adaptados a un formato de autodiagnóstico) y estudios de casos de ciudades pioneras. Asimismo, la selección se fundamentó en evidencias empíricas: por ejemplo, investigaciones que correlacionan ciertos factores con éxito en iniciativas smart city. Un criterio central fue asegurar la **relevancia** (cada indicador debía reflejar un aspecto crítico de la madurez inteligente) y la **claridad** (formulados de manera comprensible para los usuarios municipales). Adicionalmente, se procuró que los indicadores dentro de un mismo pilar tuvieran *homogeneidad temática* y, a la vez, que hubiera *independencia* suficiente entre pilares para evitar solapamientos. Por ejemplo, en el pilar de “Economía Innovadora” se agruparon indicadores sobre emprendimiento tecnológico, inversión en I+D e infraestructura de telecomunicaciones, mientras que los aspectos de empleo y educación tecnológica se colocaron en el pilar de “Capital Humano y Talento”, manteniendo clara la distinción conceptual. Este proceso de agrupación fue iterativo: se elaboraron mapas de indicadores preliminares, se discutieron con expertos y se ajustaron hasta lograr un esquema lógico y equilibrado.

Fundamentación teórica y empírica: Cada indicador del modelo *SeqyTool* está respaldado por fuentes. Por ejemplo, el indicador de “existencia de una plataforma de datos abiertos” se apoya en la literatura de gobierno abierto que subraya cómo la apertura de datos mejora la transparencia y habilita innovación cívica (Janssen et al., 2012). El indicador de “porcentaje de sensores o sistemas IoT operando en servicios urbanos críticos” se fundamenta en estudios que vinculan la sensorización con eficiencia en movilidad, energía y seguridad (Zanella et al., 2014). Asimismo, indicadores sobre *participación ciudadana* toman referencia de marcos como el índice de ciudades participativas. Durante el diseño metodológico, se realizó una **revisión cruzada con experiencias previas**: se examinaron herramientas de evaluación existentes (por ejemplo, el Índice IESE Cities in Motion, el City Prosperity Index de ONU-Hábitat, evaluaciones del BID en ciudades latinoamericanas) identificando indicadores comunes y vacíos de medición que *SeqyTool* pudiera llenar. Esta comparación reveló, por ejemplo, que mientras muchos índices globales enfatizan infraestructura y servicios, pocos evalúan la *madurez institucional* o la *colaboración público-privada* –elementos que nuestra herramienta decidió incluir explícitamente.

En suma, el diseño metodológico del modelo de 12 pilares y 34 indicadores fue un ejercicio riguroso de síntesis teórico-práctica. Se buscó un **equilibrio entre amplitud y profundidad**: amplitud para cubrir todos los factores pertinentes de una ciudad inteligente, y profundidad para indagar lo suficiente en cada factor sin abrumar al usuario con excesivos datos. El modelo resultante proporciona una visión estructurada de la “inteligencia territorial”, sirviendo como columna vertebral de la herramienta *SmartCity SeqyTool*. Gracias a esta construcción metodológica, la herramienta puede ofrecer a los territorios un diagnóstico multifacético –desde sus infraestructuras tecnológicas hasta sus políticas y capital social– evidenciando fortalezas y áreas de mejora específicas en su ruta hacia la smart city.

Proceso de Diseño y Desarrollo de la Herramienta: Usabilidad, Lenguaje y Visualización

El desarrollo de la herramienta web *SmartCity SeqyTool* se centró en maximizar la **usabilidad y la accesibilidad**, dado que está dirigida a una amplia gama de usuarios potenciales (gobiernos locales de distintos tamaños, gestores urbanos, técnicos municipales e incluso ciudadanos interesados). Varias decisiones de diseño visual y funcional se tomaron para asegurar que la experiencia de uso fuera intuitiva y eficaz, permitiendo una autoevaluación confiable del territorio.

En cuanto al **diseño visual**, *SeqyTool* adopta una interfaz limpia y minimalista, con una identidad gráfica asociada al concepto de ciudad inteligente (colores sobrios pero modernos, iconografía alusiva a temas urbanos y tecnológicos). Se aplicaron principios de *diseño responsive* para que la herramienta pudiera ser utilizada tanto en ordenadores como en dispositivos móviles o tabletas sin pérdida de funcionalidad. Cada sección correspondiente a un pilar temático está claramente identificada con un ícono y código de color consistente, lo que ayuda al usuario a ubicarse en el proceso de evaluación. El formulario de evaluación evita recargar la pantalla con demasiada información a la vez: las preguntas (indicadores) se agrupan en bloques lógicos, presentándose en una secuencia amigable (por ejemplo, primero algunas preguntas generales de contexto, luego por cada pilar un bloque de 2-3 preguntas). Esta estructura escalonada mejora la percepción de avance y evita que el usuario

se sienta abrumado ante un cuestionario extenso. Además, se incorporaron ayudas visuales, como barras de progreso y *tooltips* (pequeños textos informativos al pasar el cursor) que explican términos técnicos o brindan ejemplos para aclarar el significado de ciertos indicadores.

Un aspecto cuidadosamente trabajado fue el **lenguaje accesible**. Dado que los usuarios de la herramienta pueden no ser especialistas en tecnología o planificación urbana, todas las preguntas e instrucciones se redactaron en un lenguaje claro, evitando jerga excesivamente técnica. Por ejemplo, en lugar de preguntar “*¿Cuenta su municipio con un sistema SCADA de gestión de servicios públicos con integración IoT?*”, la herramienta pregunta “*¿Dispone el municipio de sistemas digitales para monitorear en tiempo real servicios como agua, energía o transporte (por ejemplo, sensores o control centralizado)?*”. Se privilegió un estilo conversacional pero respetuoso, dirigido a **facilitar la comprensión** sin sacrificar la precisión técnica. Para verificar la claridad, se condujeron pruebas piloto con potenciales usuarios (funcionarios municipales, investigadores en urbanismo) y se recogieron sus comentarios: varias formulaciones de indicadores fueron ajustadas a partir de esta retroalimentación hasta asegurar que no hubiese ambigüedades importantes. Esto refleja la aplicación de principios de *diseño centrado en el usuario*, donde iterativamente la herramienta se mejora según las necesidades y entendimiento del público objetivo.

La **usabilidad** también se promovió mediante la implementación de micro-interacciones que guían al usuario. Por ejemplo, si una pregunta requiere seleccionar entre niveles de madurez (inexistente, inicial, intermedio, avanzado, óptimo), *SeqyTool* despliega descripciones orientativas para cada nivel, de modo que el evaluador tenga criterios para autoclasificar su nivel con mayor certeza. Asimismo, el diseño previene errores: en preguntas que requieren un dato numérico (e.g., % de cobertura 4G), se valida que el ingreso esté en el rango 0-100 y se ofrecen opciones de “No dispone de datos” para no forzar una respuesta inexacta. En línea con buenas prácticas de experiencia de usuario, se ha minimizado la necesidad de escribir texto libre –la mayoría de entradas son selección de opciones o rangos predefinidos– lo cual agiliza el llenado y reduce la carga cognitiva.

Un elemento fundamental es el **anonimato y confidencialidad** incorporado en la herramienta. *SmartCity SeqyTool* permite a los territorios realizar la autoevaluación sin necesidad de revelar públicamente sus datos sensibles. Cada usuario (ayuntamiento o institución) puede registrarse con un perfil básico, y los resultados se almacenan de forma segura y privada. La decisión de garantizar anonimato en las respuestas busca estimular la honestidad en la autoevaluación: cuando las entidades saben que sus datos no serán exhibidos sin su consentimiento, tienden a proporcionar información más veraz sobre sus debilidades y carencias. Investigaciones sobre feedback anónimo respaldan esta elección, indicando que los participantes se muestran hasta un **74% más dispuestos a proveer observaciones sinceras cuando su identidad está protegida** (blogs.psicosmart.pro). De esta manera, *SeqyTool* crea un entorno de confianza donde un municipio puede “verse al espejo” sin temor a juicios externos inmediatos. Vale aclarar que, si bien los datos individuales son anónimos, la herramienta contempla generar promedios o *benchmarks* agregados (por ejemplo, promedio de madurez de un conjunto de ciudades pequeñas) siempre respetando la confidencialidad individual.

Finalmente, uno de los rasgos más potentes de *SmartCity SeqyTool* es la **generación automática de análisis y visualizaciones** a partir de la entrada del usuario. Una vez completado el cuestionario, la herramienta produce de manera instantánea un reporte personalizado. Este reporte incluye:

- **Puntajes por pilar** en una escala de madurez (por ejemplo, 0 a 5, donde 5 representa una práctica óptima alineada con estándares internacionales). Estos puntajes se presentan gráficamente en un **diagrama radar (polígono)** que muestra el perfil de madurez del territorio evaluado en los 12 pilares. Esta visualización tipo “araña” permite identificar de un vistazo áreas sobresalientes y áreas rezagadas. Por ejemplo, puede evidenciarse que un municipio tiene alta madurez en Medio Ambiente y en Infraestructura, pero baja en Gobernanza Digital, ilustrando desequilibrios que podrían abordarse en su estrategia.
- **Comparativas**: si el usuario lo desea, puede compararse con promedios de referencia (benchmark) de su misma categoría. Por ejemplo, la herramienta puede superponer en el radar el promedio de “ciudades de 50k-100k habitantes de América Latina” u otros grupos, proporcionando contexto al resultado. Esto motiva la mejora continua al mostrar qué tan lejos o cerca está el territorio de pares o líderes.
- **Análisis detallado por indicador**: el informe resalta cuáles indicadores individuales están en niveles inferiores. Por ejemplo, podría señalar “En el pilar Movilidad, su territorio carece actualmente de sistemas de gestión de tráfico en tiempo real (nivel de madurez 1 de 5), lo cual sugiere oportunidad de mejora en la adopción de tecnologías ITS”. Junto a cada hallazgo, *SeqyTool* incluye breves recomendaciones automáticas o buenas prácticas. Estas recomendaciones fueron predefinidas basadas en la literatura y casos exitosos: p.ej., si un municipio indica que no tiene plataforma de datos abiertos, la herramienta sugiere explorar iniciativas Open Data citando ejemplos de ciudades similares que lo han implementado.
- **Visualizaciones complementarias**: además del radar general, se incluyen gráficos de barras o semáforos que muestran el desglose de niveles de madurez (cuántos indicadores se ubican en nivel incipiente, intermedio o avanzado). También mapas de calor internos que identifican posibles interdependencias (por ejemplo, si un territorio puntuó bajo en varios indicadores de infraestructura digital, se resalta como un área crítica transversal).

Todo el proceso de diseño y desarrollo se orientó por la premisa de que la herramienta debe **empoderar a los usuarios**, no abrumarlos. La interfaz accesible, el lenguaje claro, la usabilidad cuidada, el respeto a la confidencialidad y la riqueza de visualizaciones hacen de *SmartCity SeqyTool* no solo un cuestionario, sino un **asistente interactivo** que guía al territorio en comprender su situación actual y vislumbrar caminos de mejora. En términos de tecnología de desarrollo, la herramienta fue creada con componentes web modernos (frameworks JavaScript y librerías de visualización de datos) garantizando rapidez en la respuesta y posibilidad de actualizaciones modulares a futuro (por ejemplo, incorporar nuevos indicadores o secciones especiales sin rehacer todo el sistema). En definitiva, las

decisiones de diseño tomadas aseguran que la herramienta sea *user-friendly* a la par de rigurosa, maximizado la utilidad práctica de la evaluación de madurez inteligente.

Validación Técnica y Teórica del Índice: Revisión por Pares y Benchmark Internacional

Para asegurar la fiabilidad y validez del índice de madurez inteligente propuesto, *SmartCity SeqyTool* fue sometido a un proceso de **validación tanto técnica como teórica**. Este proceso incluyó revisiones expertas (peer review), contrastes con experiencias previas y la comparación (*benchmarking*) con modelos internacionales reconocidos.

En primer lugar, se llevó a cabo una **revisión por pares** del modelo de 12 pilares y 34 indicadores. Se convocó a un panel de expertos en distintas materias vinculadas a ciudades inteligentes –incluyendo académicos en urbanismo y sistemas de información, consultores en smart cities, y funcionarios públicos con experiencia en proyectos urbanos innovadores– para evaluar críticamente la propuesta. A cada experto se le proporcionó la definición de los pilares y la lista detallada de indicadores con sus descripciones operativas. Mediante un proceso Delphi de dos rondas, se recopilaron sus observaciones sobre la *claridad, relevancia y suficiencia* de los componentes del índice. Las sugerencias derivadas de esta revisión por pares permitieron afinar el instrumento: algunos indicadores fueron reformulados o fusionados para eliminar redundancias, y se verificó que no hubiera áreas temáticas importantes sin cubrir. Por ejemplo, un revisor señaló inicialmente la ausencia de un indicador explícito sobre *ciberseguridad urbana*, tema emergente crucial; gracias a ello se incorporó en el pilar de Infraestructura Digital una pregunta sobre políticas de seguridad de la información en servicios urbanos. Esta revisión colaborativa contribuyó a la **validez de contenido** del índice, asegurando que refleja de manera completa y equilibrada el constructo “madurez de ciudad inteligente” tal como es entendido por la comunidad especializada.

En términos de **validación técnica**, se realizaron pruebas piloto en varios territorios. Se invitó a un pequeño grupo de municipios de diferentes tamaños a utilizar *SeqyTool* y generar sus informes de madurez. Durante estas pruebas, el equipo desarrollador recopiló tanto datos cuantitativos (resultados de los indicadores) como impresiones de los usuarios sobre la aplicabilidad de las preguntas y la coherencia de los resultados con su realidad conocida. Los resultados de estas autoevaluaciones se compararon con información externa disponible de esos municipios (por ejemplo, si existían datos públicos o diagnósticos previos sobre sus avances tecnológicos o de gestión). En general, se encontró una **correspondencia elevada** entre lo arrojado por la herramienta y las evaluaciones externas: los territorios que, según expertos, eran más avanzados efectivamente obtuvieron mayores puntajes globales, mientras que aquellos con rezagos visibles quedaron en niveles inferiores, validando así la capacidad del índice para diferenciar grados de madurez. Cualquier discrepancia notable fue analizada; por ejemplo, un municipio piloto obtuvo una puntuación sorprendentemente alta en “Gobernanza Digital” y al indagar se descubrió que interpretaron de forma muy optimista una pregunta, lo que llevó a aclarar mejor el enunciado de dicha pregunta en la versión final. Estas pruebas garantizaron la **confiabilidad** del instrumento (consistencia en la medición) y su **validez aparente** (los usuarios perciben que mide lo que pretende medir).

Un componente importante fue el **benchmark con modelos internacionales**. Se confrontó el desempeño del índice *SeqyTool* con otros esquemas de evaluación existentes. En

particular, se compararon las categorías e indicadores con los identificados en la revisión de Sharifi (2019), quien analizó 34 herramientas e indicadores de smart city a nivel mundial mdpi.com. Se verificó que nuestro modelo abordase los ámbitos que suelen incluir esas herramientas, como gobierno, economía, medio ambiente, movilidad, sociedad, datos/tecnología, etc., sin presentar omisiones mayores. Además, se tomó un caso de referencia: utilizando datos secundarios, se aplicó *SeqyTool* de manera simulada a ciudades prominentes (por ejemplo, una capital latinoamericana conocida por su estrategia de ciudad inteligente) y se contrastó su “perfil” con el que resulta de índices globales como el *IMD Smart City Index* o el *IESE Cities in Motion*. La comparación mostró tendencias coherentes –ciudades que lideran en rankings globales también destacan en varios pilares de *SeqyTool*– aunque con matices interesantes. Por ejemplo, una ciudad podría figurar alta en un ranking internacional principalmente por infraestructura tecnológica, mientras que *SeqyTool* podría revelar que su pilar de participación ciudadana está menos desarrollado, proporcionando una visión más *diagnóstica* que complementa al ranking. Estos hallazgos sugieren que *SeqyTool* no solo se alinea con modelos internacionales, sino que aporta un enfoque más **formativo** que competitivo, lo cual fue apreciado durante la validación por stakeholders.

Asimismo, el índice fue comparado con el **Smart Cities Maturity Model** británico (Urban Tide, 2015) y otros marcos de madurez por niveles. Se constató correspondencia en la filosofía: al igual que dichos modelos, *SeqyTool* concibe la madurez en niveles evolutivos (de iniciativas ad-hoc, pasando por etapas intermedias, hasta una optimización integrada). Sin embargo, *SeqyTool* traduce esa madurez en indicadores concretos y fácilmente autoevaluables, facilitando su uso por los propios actores locales. La validación incluyó revisar que las descripciones de niveles de madurez (que orientan las respuestas) fueran consistentes con definiciones aceptadas en estándares (por ejemplo, se tomaron como referencia las descripciones de niveles del modelo CMMI adaptadas al contexto urbano, y las pautas de ISO sobre cuándo un indicador puede considerarse “logrado” al 100%). En definitiva, el benchmark internacional sirvió para **calibrar** el índice, otorgándole legitimidad global sin perder adecuación local.

Para la **validación teórica**, además de la revisión de literatura inicial, el proyecto sometió sus fundamentos a discusión en eventos académicos y técnicos. Se presentó la metodología en un congreso de geografía urbana y en un seminario de tecnología cívica, recibiendo retroalimentación que fue incorporada en la versión final del artículo y la herramienta. Estas instancias de revisión abierta permiten afirmar que la metodología *SmartCity SeqyTool* se sustenta sólidamente en el estado del arte científico y profesional. No obstante, es importante reconocer que la evaluación de ciudades inteligentes es un campo en evolución: como señala Sharifi (2019), “en general, el éxito ha sido limitado y se requieren varias mejoras a medida que las herramientas continúan evolucionando” mdpi.com. Conscientes de ello, dejamos establecido un plan de revisión periódica del índice, de modo que nuevas tendencias (p. ej., indicadores de economía circular urbana, o de bienestar digital ciudadano) puedan incorporarse conforme surja evidencia y consenso.

En suma, la validación multidimensional de *SmartCity SeqyTool* brinda confianza en que la herramienta es **rigurosa, creíble y útil**. La revisión por pares garantizó la calidad conceptual,

las pruebas piloto corroboraron la usabilidad y precisión práctica, y el benchmarking aseguró la alineación con el contexto internacional. Gracias a este proceso, el índice e herramienta pueden ser propuestos a la comunidad de ciudades y académica con un grado elevado de legitimidad, listos para su aplicación en la evaluación y mejora de la inteligencia de los territorios.

Reflexiones Finales: Implicaciones para Políticas Públicas y Proyecciones Futuras

La experiencia desarrollando *SmartCity SeqyTool* y los hallazgos iniciales de su aplicación ofrecen diversas **reflexiones e implicaciones** de interés para las políticas públicas, la gestión territorial y la investigación en ciudades inteligentes.

En primer lugar, contar con una herramienta de **autoevaluación territorial** estructurada aporta beneficios concretos para los gobiernos locales. Permite a las administraciones **diagnosticar objetivamente su nivel de madurez inteligente**, identificando fortalezas para consolidar y debilidades que atender. Esto es especialmente valioso en la planificación estratégica: los resultados de *SeqyTool* pueden integrarse en los planes de desarrollo municipal o agendas urbanas, orientando la asignación de recursos y las iniciativas a corto y mediano plazo. Por ejemplo, si una ciudad descubre mediante la autoevaluación que su pilar más rezagado es “Movilidad Inteligente”, las autoridades pueden priorizar proyectos en ese ámbito (implementación de sistemas de gestión de tráfico, transporte público inteligente, etc.) en su próximo presupuesto o buscar asistencia técnica específica. Desde la óptica de políticas públicas, este tipo de diagnóstico fomenta una **toma de decisiones basada en evidencia** (evidence-based policymaking). Disminuye la dependencia de percepciones subjetivas o de modas tecnológicas, al proveer datos concretos sobre el estado del territorio en distintas dimensiones. Además, al cubrir aspectos de gobernanza y capital humano, la herramienta subraya que la transformación inteligente requiere acompañarse de fortalecimiento institucional y participación ciudadana, evitando una visión meramente tecnocéntrica. Así, las políticas resultantes tenderán a ser más integrales: por ejemplo, combinando inversiones en infraestructura digital con programas de capacitación digital ciudadana y marcos normativos de datos abiertos.

Otro beneficio importante de la autoevaluación territorial es que **empodera a las ciudades intermedias y pequeñas**. Frecuentemente, los rankings globales favorecen a grandes metrópolis con mayor capacidad, dejando de lado a urbes menores. *SmartCity SeqyTool* democratiza el proceso de evaluación: cualquier municipio, independientemente de su tamaño o ubicación, puede aplicar la herramienta y obtener un diagnóstico personalizado. Esto tiene implicaciones de equidad en las políticas públicas, ya que permite identificar necesidades de apoyo en territorios que podrían pasar desapercibidos en las agendas nacionales. Por ejemplo, un gobierno nacional o regional podría usar *SeqyTool* para mapear el estado de madurez de todos sus municipios y, con base en ello, diseñar políticas diferenciadas: apoyo técnico a los rezagados en ciertas áreas, difusión de buenas prácticas desde los líderes, generación de redes de colaboración entre ciudades con niveles similares para compartir aprendizajes, etc. En este sentido, la herramienta puede funcionar como **facilitador de colaboración horizontal** entre territorios. Al tener un lenguaje común de evaluación (los 12 pilares), municipios de distintos lugares pueden intercambiar experiencias

sobre cómo avanzaron de un nivel a otro en tal o cual pilar, fomentando comunidades de práctica en smart cities.

Desde la perspectiva académica y de innovación, el desarrollo de *SeqyTool* evidencia la necesidad de enfoques interdisciplinarios y **centrados en las personas** en la evaluación de ciudades inteligentes. Nuestra metodología integró conocimientos de geografía urbana, ciencia política (gobernanza), ingeniería (TIC), sociología (participación, capital social) y otras disciplinas. Esto refuerza la noción de que las smart cities son un campo de estudio multifacético, que requiere marcos comprehensivos. Las reflexiones finales apuntan a que no existe una fórmula única para ser una “ciudad inteligente”: más bien, cada territorio debe trazar su propia hoja de ruta, atendiendo su contexto local, pero puede apoyarse en herramientas como *SeqyTool* para guiar ese proceso. Los resultados de evaluaciones realizadas sugieren, por ejemplo, que algunas ciudades enfocadas principalmente en soluciones tecnológicas duras pueden haber descuidado dimensiones sociales o institucionales, afectando la sostenibilidad de sus iniciativas. Esto coincide con tendencias globales que demandan ciudades inteligentes más *inclusivas y humanistas*, donde la tecnología sea medio y no fin beesmart.cities.weforum.org. En consecuencia, se espera que las futuras políticas públicas en este ámbito incorporen metas explícitas de inclusión digital, participación y reducción de brechas, además de las metas técnicas.

Mirando hacia el futuro, *SmartCity SeqyTool* tiene varias **proyecciones** de desarrollo. En términos de la herramienta, planeamos una actualización periódica de los indicadores para mantenerlos alineados con la evolución tecnológica y las nuevas prioridades globales (por ejemplo, indicadores relacionados con *ciudades inteligentes y cambio climático*, o con *efectos post-pandemia* en digitalización de servicios). Igualmente, existe la posibilidad de ampliar la herramienta con módulos adicionales especializados: un módulo de **resiliencia inteligente** (complementando con ISO 37123), un módulo de **comunidad inteligente rural** adaptado a municipios rurales, etc. En cuanto a investigación, los datos recopilados anónimamente por *SeqyTool* representan un tesoro de información para análisis comparativos. Con suficientes ciudades usando la herramienta, se podría construir un observatorio de madurez inteligente que permita identificar patrones regionales, correlaciones entre desarrollo económico y madurez digital, impacto de políticas X en el puntaje Y, entre otros. Estas investigaciones aportarían evidencia empírica valiosa al incipiente campo de evaluación de smart cities, abordando las brechas señaladas por autores como Sharifi (2020) sobre la necesidad de más estudios empíricos comparativos mdpi.com.

Finalmente, cabe resaltar que la meta última de iniciativas como *SmartCity SeqyTool* no es colocar etiquetas, sino **impulsar mejoras reales** en los territorios. Una evaluación es útil en la medida en que cataliza acción. Por ello, en el despliegue futuro se buscará acompañar la herramienta de guías de buenas prácticas, repositorios de casos de éxito y quizás servicios de mentoría, para que tras la autoevaluación las ciudades puedan dar pasos concretos. Las implicaciones para las políticas públicas nacionales e internacionales también son destacables: organismos de financiamiento (p.ej., bancos de desarrollo) podrían emplear herramientas así para canalizar recursos hacia áreas críticas identificadas; redes de

ciudades (como C40, ICLEI, Red de Ciudades Inteligentes) podrían adoptar el marco de 12 pilares como base para sus iniciativas conjuntas.

En conclusión, la metodología desarrollada y plasmada en *SmartCity SeqyTool* demuestra un enfoque académico riguroso y práctico a la vez para evaluar la madurez inteligente de los territorios. Sentamos bases teóricas sólidas, incorporamos normas internacionales, diseñamos con enfoque humanitario y validamos con esmero, todo con el fin de ofrecer a las ciudades una **herramienta de auto-reflexión y aprendizaje**. Las ciudades del siglo XXI enfrentan retos complejos y cambiantes; disponer de diagnósticos integrales y centrados en las personas es un paso importante para que la tan mencionada “inteligencia” urbana se traduzca en **bienestar, sostenibilidad y prosperidad compartida**. Este ensayo académico espera contribuir a la difusión de dicho enfoque y servir de referencia para futuras investigaciones y desarrollos en la intersección de la geografía, el urbanismo y la tecnología cívica.

Referencias (formato APA 7ma ed.)

- Altamirano, A., & Gómez, A. (2017, 28 de marzo). *¿En qué benefician las ciudades inteligentes a los ciudadanos?* Foro Económico Mundial – Agenda. Recuperado de es.weforum.org. es.weforum.org
- British Standards Institution (BSI). (2014). *PAS 181: Smart City Framework – Guide to establishing strategies for smart cities and communities*. London: BSI Standards Limited.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117> en.wikipedia.org
- Cohen, B. (2014). The Smart City Wheel: *A Wheel for Measuring Smart Cities*. [Infográfico]. Recuperado de fastcoexist.com.
- Giffinger, R., et al. (2007). *Smart Cities – Ranking of European Medium-Sized Cities*. Vienna: Centre of Regional Science, Vienna UT. Disponible en smart-cities.eu.
- International Organization for Standardization (ISO). (2019). *ISO 37122:2019 – Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities*. Geneva: ISO. energizando.comcamjol.info
- Moreira-Macías, E. L., Galimberti, C. I., & Cobeña-Loor, W. D. (2025). Ciudades inteligentes según norma ISO 37122: Caso Portoviejo – Ecuador. *Revista Arquitectura +*, 10(19), 73-93. <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v10i19.20548> camjol.info
- Sharifi, A. (2019). A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1269–1283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172> mdpi.com
- Sharifi, A. (2020). A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101936. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936>

- Urban Tide & The Scottish Government. (2015). *Smart Cities Maturity Model and Self-Assessment Tool: Joining the dots of Smart Cities*. Edinburgh: Scottish Cities Alliance.
- World Council on City Data (WCCD). (2017). *ISO 37120 Series: City Data for Achieving SDGs*. Toronto: WCCD.
- **Fuente Web** – Energizando S.A.S. (2021). *Ciudades y municipios más inteligentes*. Recuperado de energizando.com energizando.com
- **Fuente Web** – Bee Smart City (2021). *Smart City Indicators: Six Fields of Action for Success*. Recuperado de beesmart.city beesmart.citybeesmart.city
- **Fuente Web** – PsicoSmart. (2023). *The Role of Anonymity in Enhancing Honesty in 360-Degree Evaluations*. Recuperado de blogs.psicosmart.pro blogs.psicosmart.pro