



**FRAMEWORK DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA
CIUDADES INTELIGENTES: CASO COLOMBIANO**

TESIS DOCTORAL

MsC. GINA PAOLA MAESTRE GONGORA

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
BARRANQUILLA
2017**



**FRAMEWORK DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PARA
CIUDADES INTELIGENTES: CASO COLOMBIANO**

MsC. GINA PAOLA MAESTRE GÓNGORA

**Trabajo de grado para optar al título de Doctora en Ingeniería de Sistemas y
Computación**

**Director
Wilson Nieto Bernal
Doctor en Tecnologías de Información**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
BARRANQUILLA
2017**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

*A mis padres Gladys y Luis Carlos y mi hermano por su amor
y apoyo incondicional durante estos años.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a la Universidad del Norte, especialmente al profesor Wilson Nieto por su apoyo, guía y orientación en el desarrollo de este trabajo de grado.

Así mismo al Prof. Hernán Astudillo por recibirme durante la pasantía, experiencia de la cual tengo aprendizajes maravillosos. Igualmente, al profesor Gastón Concha por compartir toda su experiencia y conocimiento en el desarrollo de la tesis.

Al profesor Hugo Andrade, por ser un motivador constante en este reto, por seguir siendo mi guía y porque sus enseñanzas han sido fundamentales para lograr culminar esta labor.

A mis estudiantes de posgrados: Jhon Jairo, Yaneth, José Carlos, Milena por permitirme socializar cada uno de los resultados de las tesis desde su experiencia como funcionarios en las administraciones públicas, lo cual permitió conocer las dinámicas y realidades de las secretarías TIC en el país.

A COLCIENCIAS y la Universidad Técnica Federico Santa María en Chile, por la financiación y apoyo para el desarrollo de la tesis.

Finalmente, a mis amigos: Giovanni, Juan Camilo, Jair, Maru, Heidy, Florencia y Walter, quienes me acompañaron con su amistad incondicional en este reto que me trace hace cuatro años.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN..... | 13 |
| CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA TESIS | 15 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.3 OBJETIVOS | 17 |
| 1.3.1 General | 17 |
| 1.3.2 Específicos | 17 |
| 1.4 METODOLOGÍA | 18 |
| 1.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 1.5.1 Pregunta de investigación | 20 |
| 1.5.2 Hipótesis | 20 |
| 1.6 JUSTIFICACIÓN | 20 |
| CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL | 23 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN | 23 |
| 2.2 GENERALIDADES DE LA REVISIÓN DE LITERATURA | 23 |
| 2.2.1 Condiciones de la revisión de literatura | 23 |
| 2.2.2 Alcance de la revisión | 24 |
| 2.2.3 Conceptualización | 25 |
| 2.2.4 Búsqueda de literatura..... | 26 |
| 2.2.5 Análisis y Síntesis..... | 26 |
| 2.3 CIUDADES INTELIGENTES: UNA PERSPECTIVA CENTRADA EN LAS TIC | 26 |
| 2.3.1 Conceptualizando a las ciudades inteligentes..... | 26 |
| 2.3.2 Papel de la TI en las ciudades inteligentes | 32 |
| 2.3.3 Antecedentes internacionales y nacionales..... | 33 |
| 2.4 EVALUACIÓN DE CIUDADES INTELIGENTES..... | 38 |
| 2.4.1 Modelos de Evaluación de Ciudades inteligentes | 38 |
| 2.4.2 Modelos de Madurez para Ciudades Inteligentes | 41 |
| 2.5 GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN EN ADMINISTRACIONES PÚBLICAS | 45 |
| 2.5.1 Gobierno inteligente y arquitecturas empresariales | 45 |
| 2.5.2 Antecedentes de arquitecturas empresariales de gobierno | 47 |
| 2.5.3 Arquectura empresarial para ciudades ineligentes..... | 49 |
| 2.5.4 Análisis del rol de la AEG para ciudades inteligentes. | 51 |
| 2.6 FACTORES CLAVE EN LA GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN PARA CIUDADES INTELIGENTES..... | 54 |
| 2.6.1 Desafíos en la gestión de Tecnología de Información..... | 55 |
| 2.6.2 Factores claves para la gestión de tecnología de información en ciudades inteligentes | 56 |
| CAPÍTULO 3. PROPUESTA FRAMEWORK DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN PARA CIUDADES INTELIGENTES- FGETICI | 60 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN..... | 60 |
| 3.2 GENERALIDADES DEL FRAMEWORK PROPUESTO | 60 |
| 3.3 MODELO CONCEPTUAL..... | 63 |
| 3.3.1 Definición de ciudad o territorio inteligente..... | 63 |
| 3.3.2 Componentes estructurales de ciudad o territorio inteligente..... | 64 |

| | | |
|--|---|------------|
| 3.3.3 | Propósito..... | 67 |
| 3.3.4 | Usuarios potenciales | 67 |
| 3.3.5 | Modelo Conceptual versión 1 | 68 |
| 3.3.6 | Modelo Conceptual Versión 2..... | 74 |
| 3.3.7 | Representación Dinámica de los dominios del modelo..... | 80 |
| 3.3.8 | Arquitectura del modelo conceptual | 81 |
| 3.4 | MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD PARA EL FRAMEWORK | 84 |
| 3.4.1 | Generalidades | 84 |
| 3.4.2 | Alcance | 85 |
| 3.4.3 | Dominios (D), Áreas Clave de Dominio (ACD) y Variables Críticas (VC)..... | 85 |
| 3.4.4 | Definición Niveles de Madurez para ciudades inteligentes | 89 |
| 3.4.5 | Metodología aplicación | 95 |
| 3.4.6 | Socialización del framework en ciudades..... | 96 |
| CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DEL FRAMEWORK Y SU MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD (SCIAMM) CLUSTER DE CIUDADES COLOMBIANAS | | 99 |
| 4.1 | INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO..... | 99 |
| 4.2 | DELIMITACIÓN DEL CONTEXTO DE APLICACIÓN | 99 |
| 4.3 | RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 101 |
| 4.4 | RESULTADOS..... | 110 |
| 4.5 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 121 |
| 4.6 | PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LAS CIUDADES | 127 |
| 4.7 | LIMITACIONES EN EL CASO DE APLICACIÓN | 128 |
| CAPÍTULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 129 |
| 5.1 | PRODUCTOS DE NUEVO CONOCIMIENTO | 129 |
| 5.2 | APROPIACIÓN SOCIAL DE CONOCIMIENTO | 130 |
| 5.3 | FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO | 131 |
| 5.4 | PRODUCTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN | 132 |
| CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 133 |
| 6.1 | CONCLUSIONES..... | 133 |
| 6.2 | RECOMENDACIONES | 135 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Taxonomía Revisión Literatura | 25 |
| Tabla 2. Preguntas de la revisión de literatura | 25 |
| Tabla 3. Fuentes Primarias seleccionadas para la revisión concepto y características | 27 |
| Tabla 4. Concepto de Ciudad Inteligente | 28 |
| Tabla 5. Elementos comunes del concepto de ciudad inteligente | 30 |
| Tabla 6. Ciudad inteligente desde la perspectiva de las TI | 32 |
| Tabla 7. Experiencias Innovadoras soportadas en TI en ciudades inteligentes | 34 |
| Tabla 8. Tendencias TI en Colombia | 36 |
| Tabla 9. Caracterización Modelos de Medición Ciudades Inteligentes | 38 |
| Tabla 10. Concepto Modelo de Madurez | 41 |
| Tabla 11. Modelos de Madurez de ciudades inteligentes existentes | 43 |
| Tabla 12. Experiencias de Arquitectura Empresarial de Gobierno (AEG) | 47 |
| Tabla 13. Relación característica y factores de gobierno Inteligente e índices seleccionados | 51 |
| Tabla 14. Medición gobierno inteligente según índices internacionales 2014-2016 | 51 |
| Tabla 15. Medición gobierno inteligente países latinoamericanos 2014-2015 | 52 |
| Tabla 16. Descripción factores clave en gestión de TI de gobierno inteligente | 58 |
| Tabla 17. Usuarios Potenciales | 68 |
| Tabla 18. Dimensiones del Modelo Conceptual V1 | 69 |
| Tabla 19. Diseño cuestionario aplicado | 71 |
| Tabla 20. Resumen Matriz relevancia dimensiones y factores de evaluación | 72 |
| Tabla 21. Modelos de referencia para la selección de dominios | 75 |
| Tabla 22. Análisis de Dominios de Gestión de TI en la literatura | 76 |
| Tabla 23. Descripción Dominios Modelo Conceptual | 79 |
| Tabla 24. Operacionalización del modelo propuesto | 82 |
| Tabla 25. Alcance del modelo de madurez propuesto | 85 |
| Tabla 26. Descripción de Áreas Clave de Dominio | 86 |
| Tabla 27. Descripción Nivel de Capacidad | 92 |
| Tabla 28. Funcionarios que participaron en la socialización Modelo Conceptual | 96 |
| Tabla 29. Funcionarios que participaron en la socialización Modelo de Madurez | 96 |
| Tabla 30. Resultados encuesta pesos por ACD | 97 |
| Tabla 31. Caracterización ciudades grupo 1 | 100 |
| Tabla 32. Caracterización ciudades grupo 2 | 100 |
| Tabla 33. Fuentes para la recolección de los datos | 101 |
| Tabla 34. Mapeo Indicadores para la valoración del Modelo de Madurez | 102 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 35.Recolección Datos Bogotá (BOG), Medellín (MED), Cali (CAL), Bucaramanga (BUC), Manizales (MAN), Barrancabermeja (BCA) y Popayán (POP) | 105 |
| Tabla 36. Recolección Datos Barranquilla (BAQ), Cartagena (CG), Santa Marta (STM), Sincelejo (SIN), Montería (MON) y Valledupar (VLL) | 107 |
| Tabla 37. Resumen Niveles de Capacidad _Clúster 1 Ciudades | 110 |
| Tabla 38.Avance en los ACD según LB y LA Ciudades Grandes | 110 |
| Tabla 39.Descripción Perfil de Capacidad actual por ACD (PC-ACD) - Bogotá | 113 |
| Tabla 40.Resumen Niveles de Capacidad _Clúster 2 Ciudades | 116 |
| Tabla 41 . Avance en los ACD según LB y LA Región Caribe | 116 |
| Tabla 42. Descripción Perfil de Capacidad actual por ACD (PC-ACD) - Barranquilla | 118 |
| Tabla 43. Porcentaje Avance y retroceso ACD de 2015 a 2016 | 121 |
| Tabla 44.Delta Nivel de Capacidad de 2015 a 2016 | 121 |
| Tabla 45.Cambio de Nivel de Capacidad de 2015 a 2016 | 123 |
| Tabla 46.Porcentaje por Nivel de Capacidad alcanzado | 123 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Ciclo Investigación-Acción según Checkland | 18 |
| Figura 2. Metodología propuesta para la investigación..... | 19 |
| Figura 3. Metodología revisión literatura según Brocke | 24 |
| Figura 4. Características ciudades inteligentes..... | 32 |
| Figura 5. Factores y características del gobierno inteligente | 46 |
| Figura 6. Arquetipo sistémico gestión de TI | 56 |
| Figura 7. Factores y estrategias para la gestión de TI en gobierno inteligente..... | 57 |
| Figura 8. Elementos del Framework de Gestión de TI para Ciudades Inteligentes | 62 |
| Figura 9. Aplicación del Framework | 63 |
| Figura 10. Componentes de una ciudad inteligente | 64 |
| Figura 11. Modelo Conceptual Versión 1 | 69 |
| Figura 13. Área de experticia | 71 |
| Figura 14. Prioridad de las dimensiones | 74 |
| Figura 15. Identificación Dominios de Gestión de TI en la literatura | 76 |
| Figura 16. Iteración de Dominios y Áreas Clave del Modelo Conceptual | 79 |
| Figura 17. Diagrama Causal Dominios del Framework..... | 80 |
| Figura 18. Arquitectura del modelo conceptual..... | 82 |
| Figura 19. Metodología desarrollo modelo de madurez..... | 84 |
| Figura 20: Dominios y Áreas Clave de Dominio del modelo de madurez | 86 |
| Figura 21. Variables Críticas del Dominio Estrategia..... | 87 |
| Figura 22. Variables Críticas del Dominio Innovación Pública..... | 88 |
| Figura 23. Variables Críticas Dominio Servicios de TI | 88 |
| Figura 24. Variables Críticas Dominio Gestión de Datos | 88 |
| Figura 25. Variables Críticas Dominio Infraestructura de TI | 89 |
| Figura 26. Características Niveles de Madurez Ciudad Inteligente | 90 |
| Figura 27. Nivel de madurez genérico en función de ACD | 91 |
| Figura 28. Perfiles Nivel de Madurez de la ciudad | 92 |
| Figura 29. Niveles de Madurez Gestión TI Ciudad Inteligente | 94 |
| Figura 30. Modelo BPMN aplicación del framework | 95 |
| Figura 31. Comparación Niveles de Capacidad Ciudades Grandes | 113 |
| Figura 32. Perfil Nivel de Madurez Actual de Bogotá..... | 115 |
| Figura 33. Comparación Niveles de Capacidades Región Caribe | 118 |
| Figura 34. Perfil Nivel de Madurez Actual Barranquilla | 120 |
| Figura 36. Niveles de Capacidad por Dominios 2016 | 124 |
| Figura 37. Proyectos y estrategias de Mejoramiento para un ACD | 127 |
| Figura 38. Niveles de Capacidad Actuales y Deseados | 128 |

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario y Resultados de Validación inicial del Modelo Conceptual

ANEXO 2. Modelo en Dinámica de Sistemas del Modelo Conceptual

ANEXO 3. Descripción niveles de capacidad por Áreas Clave de Dominio y Variable Crítica

ANEXO 4. Diagnóstico entendimiento y direccionamiento estratégico en secretarías TIC

ANEXO 5. Resultados Encuestas Socialización Modelo de Madurez

ANEXO 6. Perfiles de Madurez(PM) y descripción niveles de capacidad (NC) de las ciudades del caso de aplicación

ANEXO 7. Guía de Mejoramiento por Áreas Clave de Dominio

ABREVIATURAS

| | |
|--------|---|
| ACD | Áreas Clave de Dominio |
| AE | Arquitectura Empresarial |
| AEG | Arquitectura Empresarial de Gobierno |
| CI | Ciudad Inteligente |
| CMM | Capability Maturity Model |
| D | Dominio |
| EGDIE | Índice de Desarrollo de E-Gobierno |
| EPI | E-Participation Index |
| GEL | Estrategia de gobierno electrónico |
| GDAT | Gestión de Datos |
| GII | Índice de Innovación Global |
| IGO | Índice WJP Gobierno Abierto |
| IPTI | Innovación pública con TI |
| ITI | Infraestructura de TI |
| MinTIC | Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación de Colombia |
| MM | Modelo de Madurez |
| NC | Nivel de Capacidad |
| NCA | Nivel de Capacidad Actual |
| NCD | Nivel de Capacidad Deseado |
| PM | Perfil de Madurez |
| TI | Tecnologías de Información |
| SC | Smart City |
| STI | Servicios de TI |
| VC | Variables Críticas |

RESUMEN

El concepto de Smart City (SC) o Ciudades Inteligentes (CI) ha ido tomando importancia y gran relevancia a la hora de trazar e implementar políticas públicas a nivel mundial dado el desarrollo y crecimiento poblacional de los centros urbanos. La idea de ciudad inteligente es relativamente nueva, pero ha ido tomando fuerza en la última década, por ello, está en evolución y se caracteriza por ser un concepto amplio ya que de manera general está conformada por una compleja combinación e interacción de factores sociales, políticos, tecnológicos y económicos. La aplicación del concepto de ciudad inteligente, por lo tanto, sigue caminos muy variados dependiendo de políticas específicas, objetivos, financiación y alcance de cada ciudad de acuerdo a su contexto particular.

Las tecnologías de información (TI) son un elemento clave para el éxito de iniciativas de ciudades inteligentes como se expone en la literatura y los antecedentes encontrados, pero no se puede asegurar una alta inteligencia y capacidad de solución a los problemas a menos que las TI estén integradas a una arquitectura amplia de coordinación entre espacios físicos, institucionales y digitales del entorno social en el que se consideren factores más allá de los tecnológicos, en el que se pueda dar respuesta a las necesidades propias de las ciudades. Una ciudad debe ser capaz de establecer relaciones entre la tecnología, la información y los objetivos del gobierno hacia iniciativas sostenibles de las ciudades a través de gobiernos inteligentes y la gestión de tecnología puede ayudar en este desafío involucrando tanto aspectos tecnológicos, así como estratégicos y de innovación.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo identificar y analizar el papel de las tecnologías de información en el desarrollo e implementación de iniciativas de ciudades inteligentes. Para ello se propone un framework, aplicado al contexto colombiano, mediante el cual las ciudades puedan comprender y valorar la capacidad de gestión de tecnologías de información, como un elemento habilitador de ciudades inteligentes y a través del cual puedan establecer rutas o planes de mejoramiento de capacidades y madurez que faciliten la transición de ciudades convencionales a ciudades inteligentes.

El framework propuesto se compone de *un modelo conceptual* centrado en cinco dominios: Estrategia de gobierno electrónico (EGL), Innovación pública con TI (IPTI), Servicios de TI (STI), Infraestructura de TI (ITI), Gestión de Datos (GDAT), que proporciona un marco referencial que define el alcance, usuarios y arquitectura del mismo, donde su objetivo es permitir la comprensión y análisis de los dominios propuestos como los elementos centrales del framework; por otra parte *el modelo de aplicación* se centra en la definición de un modelo de madurez en el que partiendo de los cinco dominios del modelo conceptual se proponen 15 Áreas Clave de Dominio (ACD) y 39 Variables Críticas (VC) a través de las cuales se realizará la valoración de la capacidad de gestión de TI con el cual se busca establecer líneas base en las ciudades y mediante guías de mejoramiento evolucionar a través de un proceso de desarrollo o crecimiento en la dirección de una madurez objetivo más avanzada.

Este documento ha sido estructurado en cinco capítulos en el que se da cuenta del desarrollo de la investigación y de los objetivos propuestos. En el capítulo uno se presenta los aspectos generales de la investigación acerca la descripción del problema, objetivos, la metodología, pregunta de investigación e hipótesis y la justificación.

En el capítulo dos se consolida una revisión de literatura y estado del arte orientada a proponer un marco conceptual y referencial que dé respuestas a tres temas principales: a. Concepto de ciudades inteligentes centrado en las TI y los modelos de evaluación para ciudades inteligentes; b. El rol de la gestión de TI mediante el enfoque de arquitectura empresarial para la administración pública desde la experiencia internacional y c. Factores clave para la gestión de TI en el contexto de ciudades inteligentes.

En el capítulo tres se expone el diseño del framework de gestión de tecnologías para ciudades inteligentes en el que se presenta en detalle el modelo conceptual y modelo de aplicación. El modelo conceptual presenta los lineamientos y bases teóricas de framework, explica las relaciones de los dominios propuestos y propone preguntas orientadoras para la aplicación del mismo; el modelo conceptual permite a las administraciones públicas comprender el rol y la importancia de las tecnologías de información para el desarrollo de ciudades inteligentes. El modelo de aplicación es un modelo madurez que permite valorar mediante el uso de datos abiertos o instrumentos de autoevaluación, la capacidad de gestión de TI en las ciudades teniendo en cuenta niveles de capacidad y madurez en cada uno de los dominios, áreas clave de dominio y variables críticas con el fin de proponer rutas de mejoramiento de las capacidades y madurez en la gestión de TI.

El cuarto capítulo presenta el caso de aplicación en 13 ciudades colombianas, donde se presentan los resultados y conclusiones partir de la recolección de datos de datos abiertos del Ministerio de Tecnologías e Información y Comunicación principalmente; tomando una línea base de 2015 y una línea actual a 2016 con el fin de evidenciar los cambios entre un año y otro. Se realizó un análisis por ciudad hallando su perfil de madurez, la descripción de los niveles de capacidad, y a su vez se hace un análisis de los hallazgos en las ciudades colombianas identificando las tendencias en dominios y áreas claves y evidenciando algunas limitaciones particulares del caso de aplicación.

El quinto capítulo presenta los resultados obtenidos a lo largo de la investigación como productos de nuevo conocimiento, formación de recurso humano, apropiación social de conocimiento y productos de tecnología e innovación. Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones a partir del trabajo de investigación y los trabajos futuros que se derivan a partir del mismo.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA TESIS

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta las generalidades del trabajo de investigación donde se expone la situación de interés que motiva el desarrollo de este trabajo, presentando algunos antecedentes y las oportunidades de aportar al campo de conocimiento de la gestión de TI en ciudades inteligentes. Posteriormente se presentan los objetivos y la metodología propuesta, así como el diseño de la investigación, relacionando la pregunta de investigación y la hipótesis propuesta, se finaliza con la justificación del presente trabajo.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La gestión de tecnología en el contexto de las ciudades inteligentes debe facilitar y promover el acceso a la información y servicios como un elemento clave en su desarrollo. La modernización de la administración pública mediante el fortalecimiento de la papel de las Tecnologías de Información(TI), nuevos modelos institucionales y de organización, incluida la innovación social, etc.; es una de las piedras angulares de la estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Eglé Gaulé, Jurgita, & Jolanta, 2015)

(Mishra, 2013) afirma que las aplicaciones y tecnologías de gobierno deben ser capaces de responder a las preguntas fundamentales de cómo funcionan las ciudades, la forma en que se organizan y cómo se puede hacer para trabajar de manera más inteligente para los ciudadanos; para ello una ciudad debe ser capaz de establecer relaciones entre la tecnología, la información y los objetivos del gobierno hacia iniciativas sostenibles de ciudades y gobiernos inteligentes. Según (Neirotti, De Marco, Cagliano, Mangano, & Scorrano, 2014) las TI son una tecnología de uso general que es complementaria al capital humano y organizacional; cuyo uso está conformado por las decisiones políticas y por el ecosistema urbano de los ciudadanos, proveedores de tecnología y las autoridades locales, en función de las necesidades y hábitos de la ciudad. Las TI son un elemento fundamental para ofrecer infraestructura, plataformas y soluciones a las ciudades, sin embargo no se puede asegurar una alta inteligencia y capacidad de solución a los problemas a menos que estén integradas a una arquitectura amplia de coordinación entre espacios físicos, institucionales y digitales del entorno social.

En concordancia con lo anterior, podemos identificar a la tecnología de información como pilar fundamental en el concepto de ciudades inteligentes, y al respecto es de resaltar que:

- Las ciudades inteligentes requieren tecnologías habilitadoras o transformadoras; Sin embargo, esta dimensión viene después de que el plan estratégico y los resultados de la transformación de la ciudad son claros. La tecnología mejora la habitabilidad, pero la tecnología no debe ser una meta sino un medio (Ben Letaifa, 2015)
- El nivel de desarrollo o adopción de las TI en la actualidad sólo puede ser visto como un facilitador de éxito de ciudades inteligentes. Las TI permiten una mayor participación de los individuos en el diseño, la producción y la prestación de servicios, potenciando así a los ciudadanos, tomando decisiones más inteligentes

en la vida cotidiana, haciendo que los gobiernos y las administraciones de las ciudades sean más transparentes, responsables y confiables.

- Lo más importante de las TI no es su capacidad para crear ciudades inteligentes, sino la posibilidad que ofrece para que sean parte integral de un desarrollo social, económico y cultural mucho más amplio. Por ello, (Allwinkle & Cruickshank, 2011), (Manan S & Bhavsar, 2016), (Perboli, De Marco, Perfetti, & Marone, 2014) y (Kogan & Lee, 2014) en sus documentos relacionados con los factores de éxito de las ciudades inteligentes, incluyen las TI como uno de estos factores.

Por otra parte, (Archibugi & Coco, 2005) expone que tanto los analistas políticos como investigadores académicos necesitan nuevas y mejores medidas de las capacidades tecnológicas en el desempeño de las ciudades para comprender las transformaciones económicas y sociales que van surgiendo gracias al contexto tecnológico de las mismas. Los gobiernos requieren constantemente la información sobre el desempeño de su propio país, las empresas deben tomar decisiones en el ámbito geográfico de sus inversiones, el comercio, entre otros. Pero medir las capacidades asociadas a las tecnologías, es más complicado que medir otros indicadores económicos y sociales. La propia naturaleza de la tecnología hace que sea difícil de contemplar sus aspectos y componentes heterogéneos en un único indicador significativo, que dependerá en últimas del contexto propio de las ciudades, los objetivos de las valoraciones y mediciones propuestas, en el que se deben contemplar aspectos tecnológicos, sociales y políticos.

Desarrollar e incorporar modelos de valoración o evaluación de gestión de tecnología no es tarea fácil porque implica trabajar desde varios ámbitos : técnicos , procesos , productos y la cultura particular de cada organización (Bianchi, 2001). En las organizaciones públicas que son las que direccionan las ciudades existe el reto de la particularidad que emergen de estas: regulaciones cambiantes, presupuestos limitados, capital humano inestable, ciudadanos con necesidades dinámicas, entre otras, además de superar el hecho que las estrategias y proyectos de ciudades inteligentes se limitan en su mayoría en la dotación de infraestructura tecnológica (redes, internet, acceso a dispositivos, etc.). La Economist Intelligence Unit, (Unit, 2010), afirma que si bien las TI tiene el poder para hacer frente a los desafíos de la gobernanza de las ciudades -y con ello mejorar la calidad de vida de los residentes de la ciudad- el uso exitoso de las TI es mucho más que sólo la inversión en hardware y software; en tal sentido (Manville et al., 2014) expone que una ciudad inteligente es una ciudad que busca abordar los asuntos públicos a través de soluciones basadas en las TI sobre la base múltiples partes interesadas en asociación.

En particular desde el Estado colombiano se ha identificado la necesidad de organizar, normalizar y orientar a las agencias públicas hacia la construcción ciudades inteligentes en el que los organismos públicos desde las ciudades puedan trabajar juntos para el cumplimiento de sus objetivos y sus metas sectoriales, regionales y nacionales a través de una adecuada gestión de TI (Moreno & Paez, 2013). Para llevar a cabo esta necesidad, el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación (MinTIC) de Colombia ha desarrollado el marco de referencia de arquitectura empresarial para la gestión de TI (Morales, Torres, Parra, & Campos, 2014) donde uno de los objetivos es *“que las mediciones se conviertan en guías de la visión estratégica de TI en Colombia con el fin de contribuir a la construcción de un estado abierto, más eficiente, transparente, participativo y que preste mejores servicios con la colaboración de toda la sociedad, lo cual facilitará la implementación*

y el desarrollo de ciudades inteligentes”. Las ciudades colombianas no cuentan con un modelo integral que permita valorar la capacidad de gestión de las TI para direccionar de una mejor manera iniciativas inteligentes.

Si bien hay avances significativos gracias a la política pública de TI de Colombia, la mayoría de las ciudades colombianas carecen de una hoja de ruta definida o proyectada que le permita optimizar sus recursos y capacidades tecnológicas, humanas o financieras para el desarrollo e implementación de iniciativas de ciudades inteligentes. Si bien existen estudios o modelos a nivel internacional (Europa, principalmente y muy escasos para Latinoamérica) cuyo análisis podrían derivar en un conjunto de mejores prácticas que se pueden implementar las ciudades que tienen una brecha significativa tanto en la adopción como gestión de TI, hay algunos inconvenientes con la disponibilidad o recopilación de datos que redundan en falta de un conjunto de indicadores adecuados para valoración de este tipo de ciudades y que sean pertinente a la realidad y contexto colombiano.

Las ciudades colombianas deben entonces, desarrollar estrategias para ser más inteligentes desde varias dimensiones, ya que servicios tecnológicos adecuados, cuando están respaldados por sólidas políticas gubernamentales, procesos de innovación e infraestructuras y tecnologías emergentes, puede aportar un enorme valor a las ciudades, es decir una concepción integral y holística de las tecnologías de información como habilitador de ciudades inteligentes, por esta razón, es necesario explorar las opciones disponibles para evaluar las capacidades y la madurez en el contexto tecnológico, aplicado a ciudades inteligentes, que proporcione información sobre el estado actual de la ciudad bajo criterios específicos, identificando las diferencias y las acciones que se requieren para alcanzar un nivel de madurez deseado; y, al mismo tiempo, facilitar una evaluación comparativa con otras ciudades.

Dada la tendencia creciente de las ciudades colombianas de adoptar visiones de ciudades inteligentes, un modelo para analizar y valorar la capacidad de gestión de TI, permitiría a las ciudades entender mejor cómo están evolucionando desde la tecnología y cuáles son sus logros y debilidades. Esto ayudaría a los tomadores de decisiones a visualizar mejor su estado actual respecto a la gestión de tecnología en las ciudades y les ayudaría en el proceso de toma de decisiones en la construcción de hojas de rutas para la transformación de las ciudades convencionales a ciudades inteligentes centradas en las tecnologías de información.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Formular un framework que permita valorar la capacidad de gestión de tecnología de información en ciudades inteligentes colombianas para orientar rutas de mejoramiento evolutivo en las estrategias y proyectos soportados en tecnologías de información.

1.3.2 Específicos

1. Elaborar una revisión de literatura sobre ciudades inteligentes y gestión de tecnologías de información en administraciones públicas, con el fin de identificar elementos y características claves que sean pertinentes para el diseño del framework propuesto.

2. Proponer un modelo conceptual centrado en el aspecto tecnológico de las ciudades que permita identificar, definir y describir las relaciones de los elementos claves del framework usando un enfoque dinámico- sistémico.
3. Desarrollar un modelo de madurez basado en el modelo conceptual propuesto que permita valorar la capacidad de gestión de Tecnologías de Información en el contexto de iniciativas de ciudades inteligentes.
4. Aplicar el modelo de madurez mediante un caso de aplicación en ciudades colombianas, con el fin de establecer rutas de mejoramiento en las capacidades de gestión de tecnologías de la ciudad.

1.4 METODOLOGÍA

Esta investigación es guiada por la metodología de investigación- acción en la cual en este proceso, el investigador afronta una situación del mundo real, busca mejorarla y adquirir conocimiento a través de acciones y herramientas formuladas (Checkland & Holwell, 1998).

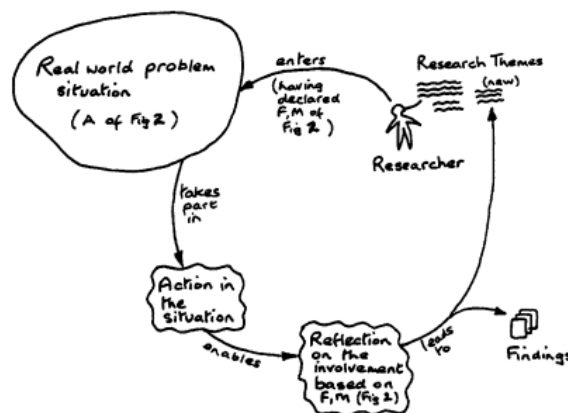


Figura 1. Ciclo Investigación-Acción según Checkland

Fuente: (Checkland & Holwell, 1998).

El método elegido para esta investigación fue el inductivo, ya que se pretende formular un marco de referencia que parte de la investigación bibliográfica alrededor de los temas relevantes de la investigación. Para efectos de analogía entre Gestión de Tecnologías de Información y Ciudades inteligentes, se utilizan procedimientos técnicos como la revisión de la literatura y casos de estudios desde la arquitectura empresarial, modelos de evaluación y madurez de ciudades inteligentes, principalmente a partir de libros, monografías, disertaciones, tesis, artículos de revistas y materiales disponibles bases de datos científicas, adicionalmente se asumen metodologías para la formulación de modelos conceptuales y de madurez, y se aplican la estrategias de casos de estudio para la aplicación de los modelos propuestos.

La presente investigación teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, tiene rasgos de investigación exploratoria, descriptiva y empírica como se muestra en la Figura 2.

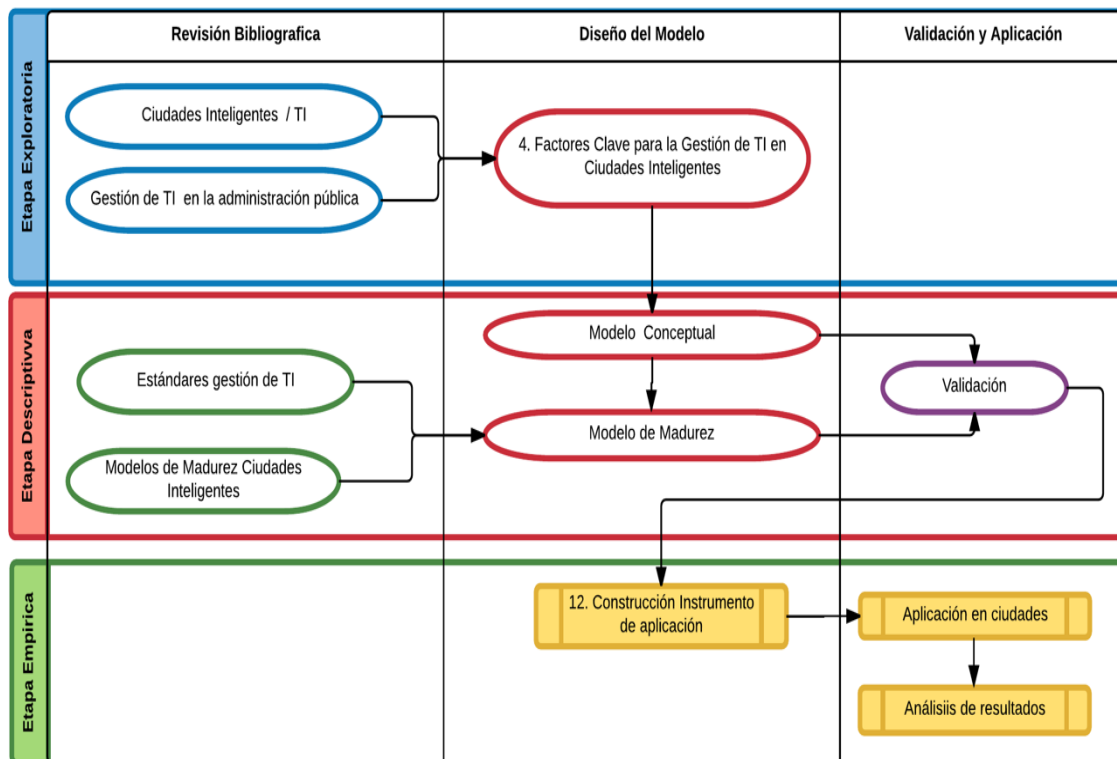


Figura 2. Metodología propuesta para la investigación

Fuente: Elaboración Propia

La etapa exploratoria permitirá realizar la conceptualización de las teorías fundamentales que se abordaran desde el modelo como ciudades inteligentes y gestión de TI en gobiernos y administración pública, mediante revisiones de literatura, búsquedas bibliográficas y análisis de experiencias en estos temas. Para orientar la revisión de literatura se asume la metodología propuesta por (Brocke et al., 2009).

A partir de los hallazgos de la revisión se desarrollarán los lineamientos conceptuales e identificación inicial de variables que soportarán el modelo conceptual donde se describirán cada uno de los elementos que lo componen: propósito, usuarios, características, dimensiones y variables y se realizará validación con expertos para su ajuste posterior es decir un proceso iterativo e incremental, en esta etapa se asumen los supuestos desde la metodología investigación- acción (Checkland & Holwell, 1998) y dinámica de sistemas (Andrade et al., 2001) para soportar el enfoque dinámico-sistémico del modelo. A partir de lo anterior se elaborará un modelo de madurez, teniendo en cuenta la propuesta de diseño de (Becker, Knackstedt, & Pöppelbuß, 2009; Mettler, 2011) y (Mettler, 2011) a través del cual se valorará la capacidad de gestión de tecnología en las ciudades.

Finalmente se realizará al menos un caso de estudio aplicando el modelo de madurez a un grupo de ciudades en Colombia, donde mediante el análisis de brechas y clustering se realizan los análisis de los perfiles de madurez.

1.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Pregunta de investigación

El problema de investigación que motiva este trabajo está principalmente relacionado con los desafíos en la valoración de un dominio nuevo, amplio y multidisciplinar: La gestión de Tecnología de Información en ciudades inteligentes. Esta investigación pretende explorar este desafío como una oportunidad para indagar el paradigma de la gestión tecnológica en las ciudades y su aporte al campo emergente de la informática o computación urbana que se centra en el uso de la tecnología en ambientes públicos como las ciudades, parques, barrios y otros espacios.

Supuestos conceptuales:

- La TI como habilitador de ciudades inteligentes, son elementos fundamentales y un factor crítico de éxito para el desarrollo de estas iniciativas.
- Existe una necesidad de gestionar la TI en las ciudades para evaluar el valor agregado y su rol dentro de las ciudades inteligentes superando la visión de la infraestructura tecnológica.
- Las ciudades colombianas no cuentan con un modelo que permita valorar la capacidad de gestión de las TI que orienten estrategias y proyectos asociados a ciudades inteligentes.

En relación a lo anterior, surge la **pregunta de investigación** ¿Cómo valorar la capacidad de gestión de tecnología de información con el fin generar contextos tecnológicos favorables para iniciativas de ciudades inteligentes?

1.5.2 Hipótesis

| |
|--------------------------|
| Hipótesis General |
|--------------------------|

El análisis y valoración de la capacidad de gestión de tecnologías de información como un elemento habilitador puede facilitar la ruta de transformación de una ciudad convencional a una ciudad inteligente.

| |
|------------------------------|
| Hipótesis Específicas |
|------------------------------|

H1: *Un modelo conceptual será un instrumento para la comprensión para las administraciones públicas del rol de las tecnologías de información en el desarrollo de ciudades inteligentes desde un enfoque multidimensional, dinámico y sistémico.*

H2: *Un modelo de madurez permitirá valorar la capacidad de gestión de tecnología de información actual de una ciudad y sugerir metas y objetivos para mejorar sus niveles de madurez que faciliten iniciativas de ciudades inteligentes.*

1.6 JUSTIFICACIÓN

La dinámica actual de las ciudades caracterizada por diversidad de problemas complejos y el aumento de las expectativas hacia un gobierno eficiente establece nuevos retos para los sistemas de gobernanza pública. Un desafío clave para el gobierno es encontrar nuevas

formas de operación y la colaboración soportado en las TI con el fin de lograr un crecimiento sostenible de manera eficaz y eficiente garantizando la integridad y la construcción de confianza en las ciudades, mejorando las relaciones y la interacción de los ciudadanos con las diferentes entidades y funcionarios.

Es innegable la atención hacia las iniciativas y proyectos de ciudades inteligentes en todo el mundo, es así como en Europa y Asia pioneras en estas iniciativas han avanzado de manera significativa y recientemente Latinoamérica ha comenzado a liderar este tipo de proyectos.

Diversos proyectos principalmente en Europa han sido los pioneros en ejecutar este tipo de proyectos entre los cuales se destacan: European Smart City,; ERA-NET Smart Cities and Communities y el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes de España. Por su parte en Latinoamérica se comienzan a promover este tipo de iniciativas mediante proyectos como: Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (Banco Interamericano de Desarrollo); Iniciativa Ciudades Sostenibles, Biodiversidad y Gestión Sostenible del Suelo (OEA); Plataforma Urbana (Chile) y Ciudad Creativa Digital (CCD) Guadalajara, México. En el ámbito colombiano Medellín con su programa MDE Ciudad Inteligente, Proyecto Diamante Caribe- Santander y Bogotá PiensaTIC, son las iniciativas más importantes y que están direccionando al país hacia este tipo de proyectos. Hay casos de estudio en varias ciudades alrededor del mundo como el presentado por (Ergazakis, Ergazakis, Askounis, & Charalabidis, 2011), de las ciudades de: Seoul, Singapore, Hong Kong, New York, San Francisco, Tokyo y el de (Bouskela, Casseb, Bassi, De Luca, & Facchina, 2016) del Banco Interamericano de Desarrollo que expone los casos exitosos de: Anyang, Namyangju, Orlando, Pango, , Santander, Songdo y Tel Aviv.

En particular, en Colombia se destaca el trabajo realizado por el Departamento Nacional de Planeación en el proyecto Sistema de Ciudades, que se ha concentrado en la conectividad entre ciudades, la sostenibilidad ambiental, la productividad e innovación. También se adelantó el proyecto Innovando Ciudades, desarrollado en conjunto por el Banco Mundial y Ministerio de Tecnologías de Información (MinTIC), en el que se construyó, mediante innovación abierta, una hoja de ruta a mediano y largo plazo mediante las cuales se ha llegado al desarrollo de soluciones de ciudad. Findeter (Fondo para el desarrollo territorial) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) adelantan el proyecto de Ciudades Sostenibles siguiendo la metodología de ciudades emergentes y sostenibles, mediante el que se han establecido planes de acción particulares para las ciudades participantes, desarrollando intervenciones estratégicas en los sectores considerados más relevantes. El proyecto Diamante del Caribe, en el que participa la Fundación Metrópoli (España) y Findeter, busca potenciar el rol de las ciudades como activos económicos que atraen talento y crean industria, aprovechando las complementariedades de las ciudades y cuidando la “excelencia” en lo económico, lo social y ambiental.

En el anterior contexto, se ha desarrollado el borrador de política de TIC para Ciudades y/o Territorios Inteligentes (MinTIC, 2014) y en su construcción se convocó la participación de las entidades de Gobierno Nacional y Territorial, la academia, la industria y organizaciones de la sociedad civil. La iniciativa de formular una política de TIC para ciudades y/ territorios inteligentes en Colombia surgió en el año 2013 luego que el MinTIC desarrollara en conjunto con el Banco Mundial, unos ejercicios de innovación abierta en ciudades colombianas, que pusieron de relieve la necesidad de abordar el tema desde una política pública.

A partir de estos ejercicios y de la política pública de TIC (Maestre G, 2014), denominada VIVE DIGITAL y del Centro de Innovación Pública Digital, se vienen adelantando diferentes estrategias o programas que apuntan a generar contextos más favorables para las ciudades desde el ámbito tecnológico, dado que “Es necesario actuar en múltiples dimensiones o ejes para que una ciudad se convierta en una *Smart City*, pero el elemento común que permite desarrollar cada uno de esos ejes es el uso y aplicación de las TIC es por ello que, necesariamente, el sector de las TIC ha de jugar un papel protagonista en el avance hacia este nuevo modelo de ciudad, ya que estas tecnologías constituyen el principal elemento facilitador, *enabler*, para el desarrollo de las *Smart Cities*”.¹

¹Smart Cities 2012. AMETIC. Foro TIC para la Sostenibilidad

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL Y REFERENCIAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo dos se presenta una revisión de literatura basado en la metodología de (Brocke et al., 2009) orientada a consolidar el marco teórico, conceptual y referencial que dé respuestas a tres temas principales:

- a. Concepto de ciudades inteligentes centrado en las TI y los modelos de evaluación para ciudades inteligentes;
- b. El rol de la gestión de TI mediante el enfoque de arquitectura empresarial para la administración pública desde la experiencia internacional y
- c. Factores clave para la gestión de TI en el contexto de ciudades inteligentes.

Estas preguntas orientadoras serán el insumo para la propuesta del framework, en el cual se recogen los elementos clave teniendo en cuenta la revisión del estado del arte, los antecedentes, experiencias y una propuesta inicial de los elementos clave que se consideraran en los modelos conceptual y de aplicación propuestos en el siguiente capítulo.

2.2 GENERALIDADES DE LA REVISIÓN DE LITERATURA

A continuación se presenta una revisión de literatura que busca recopilar y analizar los aspectos más significativos en cuanto al concepto de ciudades inteligentes de manera general para hacer una caracterización de las definiciones presentes en la literatura, además se hace un énfasis importante en el elemento de las tecnologías de información como un elemento fundamental en la concepción e implementación de proyectos e iniciativas que involucran a las ciudades inteligentes, posteriormente se analiza el papel de la gestión de TI en los contextos de ciudades y gobiernos inteligentes para identificar los factores clave de la gestión de tecnología en este contexto.

2.2.1 Condiciones de la revisión de literatura

Una revisión de la literatura se puede definir como "un resumen de un campo que apoya la identificación de preguntas de investigación específicas" (Rowley & Slack, 2004). Para este trabajo se asume el enfoque de revisión sistemática de literatura científica, la cual se caracteriza por estudios detallados y selectivos que tienen como objetivo la búsqueda y análisis de información de teorías, metodologías y prácticas alrededor de un tema de investigación específico, en este caso las ciudades inteligentes centradas en TIC, con el fin de obtener conclusiones sobre la situación actual y tendencias futuras.

La revisión sistemática se caracteriza por seguir una guía metodológica rigurosa y estructurada en el proceso de recolección, análisis, evaluación y síntesis de la información relacionada con el tema objeto de estudio, en la cual todo el proceso seguido es documentado con evidencias (Brocke et al., 2009). Para la revisión de literatura presentada

en este trabajo se asume la guía metodológica planteada por (Brocke et al., 2009) que se resume en la Figura 3

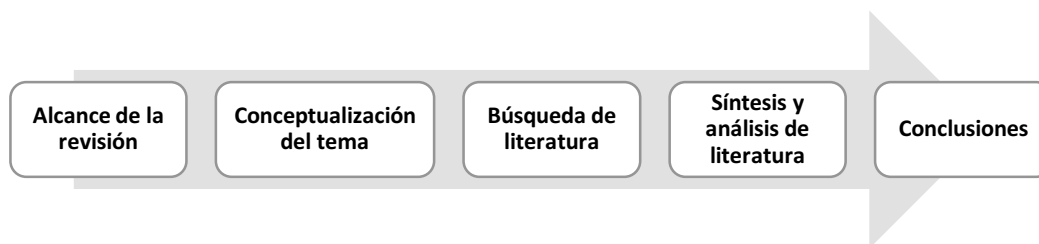


Figura 3. Metodología revisión literatura según Brocke

Fuente: Adaptado de (Brocke et al., 2009)

1. Alcance: Con el fin de definir con claridad el alcance de la revisión, se propone recurrir a una taxonomía establecida para las revisiones bibliográficas presentadas por (Cooper, 1988) en el que se definen el objetivo, organización de la información, perspectiva asumida, audiencia y cobertura de la revisión.
2. Conceptualización: las definiciones de trabajo y términos clave deben ser proporcionados en este punto (Zorn & Campbell, 2006). Se consultan las fuentes más probables y que contienen un resumen o descripción global de las cuestiones fundamentales y pertinentes a un tema. Una manera razonable para identificar los conceptos clave es representado por los mapas conceptuales, que también ofrece la oportunidad de descubrir los términos de búsqueda relevantes.
3. Búsqueda de literatura: Se establecen los criterios de búsqueda y los ámbitos en que se hará el proceso. Se definen las bases de datos, los tipos de fuentes a buscar (artículos, libros, capítulos de libros, sitios web, reportes, entre otros.)
4. Análisis y Síntesis: En esta etapa se definen los criterios de análisis, selección y organización de la información, para a partir de ello hacer síntesis mediante gráficas o tablas de las ideas más relevantes.
5. Conclusiones: ofrece las bases con el fin de extender la revisión para mantener al día y orienta la revisión a posterior.

2.2.2 Alcance de la revisión

Esta revisión asumirá los aspectos teóricos de las ciudades inteligentes; centrandó la atención en su concepto y el papel de las TI para las mismas. Las preguntas centrales asociadas a la revisión de literatura son:

1. *¿Cuál es el papel de las TI en el concepto de ciudad inteligente?*
2. *¿Cuáles son los antecedentes de gestión de tecnología en el contexto de administraciones públicas?*
3. *¿Cuáles son los factores clave que pueden incidir en un modelo de gestión de tecnología para ciudades inteligentes?*

En este orden, el objetivo de la revisión será la integración de conceptos y la identificación de los problemas centrales en su concepto y en particular sobre las arquitecturas de gestión de TI propuestas en la literatura. Se tendrá en cuenta una organización de la información principalmente por aspectos conceptuales comunes, asumiendo una perspectiva neutral debido a la exploración inicial en el tema por lo que los autores no tiene sesgo o postura predominante sobre el mismo. La audiencia y el tema esta revisión se enfocará a público general e interesados en el tema de ciudades inteligentes. Para ilustrar las características de la revisión se presenta la Tabla 1

Tabla 1. Taxonomía Revisión Literatura

| Características | Categorías | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
| | Énfasis | Resultados | Métodos de Investigación | Teorías |
| Objetivo | Integración | Critico | | Problemas centrales |
| Organización | Cronológico | Conceptual | | Metodológico |
| Perspectiva | Representación Neutral | | Adoptar posición | |
| Audiencia | Especializada | General | Practicantes/políticos | General |
| Cobertura | Exhaustiva | Exhaustiva y Selectiva | Representativa | Central |
| Escogidas para la revisión | | | | |

Fuente: Adaptada de (Cooper, 1988).

2.2.3 Conceptualización

Aunque existe ambigüedad en la literatura sobre un conceso del significado del término ciudad inteligente ya que existen otros términos similares como ciudad digital, ciudad ubicua , ciudad del conocimiento, entre otros; para la investigación se definen las palabras clave que son más similares y permiten no dispersar la búsqueda y obtener mejores resultados, así mismo se define el alcance cronológico para una búsqueda más precisa, donde se priorizan documentos recientes dado que este tema aún está en construcción y evolución a a partir de experiencias de proyectos e iniciativas en desarrollo. A continuación, se presentan las palabras clave usadas para las búsquedas asociadas a cada una de las preguntas que orientan la revisión:

Tabla 2. Preguntas de la revisión de literatura

| Pregunta | Palabras Clave | Prioridad de Búsqueda |
|---|--|--|
| ¿Cuál es el papel de las TIC en el concepto de ciudad inteligente? | Smart City, Digital City, Smart / Digital City and ICT/IT y ICT | Bases conceptuales Teorías Caracterización CI Desafíos en CI |
| ¿Cuáles son los antecedentes de gestión de tecnología en el contexto de administraciones públicas? | Enterprise Architecture, IT Management public administration, public innovation, management smart cities, smart government | Experiencias Casos de Estudios Modelos de referencia Estándares |
| ¿Cuáles son los factores clave que pueden incidir en un modelo de gestión de tecnología para ciudades inteligentes? | Smart Government, Smart Cities factors successful, management IT public administration, challenges smart cities | Modelos de referencias Caracterización Casos de éxito Desafíos |

| Pregunta | Palabras Clave | Prioridad de Búsqueda |
|----------|----------------|-----------------------|
| | | |

Fuente: Elaboración Propia

Para cada pregunta se fue *priorizando la búsqueda de palabras claves en títulos de las publicaciones y abstracts durante los últimos 15 años*. Una vez definidos las palabras clave se delimitan los aspectos más relevantes que se tendrán en cuenta para la selección de fuentes haciendo énfasis en las bases de datos digitales y libros que aborden cada una de las preguntas planteadas.

2.2.4 Búsqueda de literatura.

Después de las consideraciones anteriores se selecciona las bases de datos a explorar: Google Scholar, SCOPUS, IEEE Explore, ACM, Science Direct, así mismo se tendrán en cuenta fuentes principalmente en inglés ya que es donde se encuentra mayor literatura sobre el tema y seguidamente en idioma español. Por otra parte, los tipos de fuentes seleccionados son: artículos de revista, libros, capítulos de libro, conferencias y reportes de entidades vinculadas a iniciativas y proyectos de ciudades inteligentes. De igual manera se tendrá en cuenta el número de citas de los documentos, así como el rango cronológico definido.

2.2.5 Análisis y Síntesis

El análisis busca claridad y asumir algunos supuestos conceptuales de ciudades inteligentes centrando la atención en su gestión de tecnología de información, por tanto, busca dar respuesta a las preguntas planteadas en el alcance la revisión en cada una de las secciones que siguen.

2.3 CIUDADES INTELIGENTES: UNA PERSPECTIVA CENTRADA EN LAS TIC²

2.3.1 Conceptualizando a las ciudades inteligentes

Ciudad Inteligente es un concepto que por su reciente auge y complejidad aún se encuentra en construcción y no hay consenso alrededor del mismo. En el proceso inicial de selección se han identificado algunos documentos primarios que aportan al significado del concepto de ciudad inteligente desde su concepción más amplia tal como lo exponen (Cocchia, 2014), (Chourabi, Nam, Walker, Gil-Garcia, Mellouli, et al., 2012), (Neirotti et al., 2014), (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011), (CINTEL, 2012), (Dameri, 2013), (Harrison et al., 2010), (Washburn & Sindhu, 2009), (Batty et al., 2012) y (Allwinkle & Cruickshank, 2011) en los cuales se hace mención de los aspectos tecnológicos, sociales y gubernamentales en

²Artículo Publicado:Maestre, G. P. (2015). Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Una perspectiva centrada en las TIC. *Ingeniare*(19), 137-149. Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Una perspectiva centrada en las TIC. *Ingeniare*(19), 137-149.

su conjunto y donde se destaca como propósito principal el mejoramiento de la calidad de vida y la eficiencia de los servicios para los ciudadanos.

Igualmente (Unit, 2010), (Nam & Pardo, 2011a), (Nam & Pardo, 2011b), (Manville et al., 2014), (Schaffers, Komninos, et al., 2012; Schaffers et al., 2011) (Schaffers et al., 2011), (Schaffers, Komninos, et al., 2012), (Komninos, Schaffers, & Pallot, 2011), (Mishra, 2013) y (Lombardi, Giordano, Farouh, & Yousef, 2012) hacen énfasis en las diversas manifestaciones de las tecnologías principalmente las TIC como componente central y fundamental para facilitar la comunicación de los diversos actores además de apoyar el acceso a los diversos servicios por parte de la comunidad mediado por estas tecnologías.

En la última década se ha desarrollado una tendencia hacia la generación de la literatura en este campo, y a continuación se presentan algunos conceptos en los que se relaciona directamente el concepto de innovación y tecnologías de información para identificar la importancia de las mismas, para el desarrollo de estas iniciativas.

En la Tabla 3 se presenta el detalle de las fuentes primarias seleccionadas, las cuales se amplía en el desarrollo de cada una de las preguntas propuestas de la revisión:

Tabla 3. Fuentes Primarias seleccionadas para la revisión concepto y características

| Autor(año) | Año | Título | Tipo | Título publicación |
|---|------------|---|--------------------|--|
| Cocchia, A. | 2014 | Smart and Digital City A Systematic Literature Review | Chapter Book | How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space |
| H Chourabi, T. N., S Walker, JR Gil-Garcia, S Mellouli. | 2012 | Understanding Smart Cities: An Integrative Framework | Conference | 45th Hawaii International Conference on System Sciences |
| Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. | 2011 | Smart cities in Europe. | Article | Journal of urban technology |
| Toppeta, D. | 2010 | The Smart City vision: How Innovation and ICT can build smart, "liveable", sustainable cities. | Article electronic | The Innovation Knowledge Foundation. |
| Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, | 2014 | Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. | Article Journal | Cities |
| Damieri | 2013 | Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. International Journal of Computers & Technology, | Article Journal | International Journal of Computers & Technology, |
| Washburn, Doug Forrester Research, Inc | 2009 | Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives | Article Journal | Growth |
| M. Batty | 2012 | Smart cities of the future | Article Journal | European Physical Journal-Special Topic |
| Harrison, Colin | 2011 | Foundations for Smarter Cities | Article Journal | IBM Journal of Research and Development |
| Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., & Oliveira, A. | 2011 | Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation | Chapter Book | The Future Internet. Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises (pp. 431-446). |

| Autor(año) | Año | Título | Tipo | Título publicación |
|---|-------|--|-----------------|---|
| Nam, T., & Pardo, T. A. | 2011a | Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions | Conferenc e | 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times. |
| Nam, T., & Pardo, T. A.. | 2011b | Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. | Conferenc e | Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. |
| Mishra, Mukesh Kumar, | 2013 | Role of Technology in Smart Governance: 'Smart City, Safe City' | WebSite | Social Science Research Network http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2310465 |
| Economist Intelligence Unit, | 2010 | ICT for City Management | Report | http://www.economistinsights.com/sites/default/files/Siemens_Reports_2010_FINAL%20TO%20PRINT.pdf |
| Manville, C., Cochrane, G., Cave, J. European Parliament,. | 2014 | Mapping Smart Cities in the EU, | Report | http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf |
| Instituto para la diversificación y ahorro de la energía | 2012 | Mapa tecnológico “ciudades Inteligentes” | Report | http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Borrador_Smart_Cities_18_Abril_2012_b97f8b15.pdf |
| Robert Hollands | 2008 | R. G. Hollands, “Will the real smart city please stand up?” | Article Journal | City, vol. 12, no. 3, pp. 303–320, 2008. |
| L. Leydesdorff and M. Deakin, | 2011 | “The Triple-Helix Model of Smart Cities: A Neo-Evolutionary Perspective.,” | Article Journal | Journal of Urban Technology, vol. 18, no. 2, pp. 53–63, Apr. 2011 |
| Patrizia Lombardi , Silvia Giordano , Hend Farouh & Wael Yousef | 2012 | Modelling the smart city performance, Innovation: | Article Journal | The European Journal of Social Science Research, 25:2, 137-149, |
| Deakin, Mark | 2011 | From intelligent to smart cities | Article Journal | Intelligent Buildings Internationa 3(3), 140-152. |
| Allwinkle, Sam | 2014 | Creating Smart-er Cities: An Overview | Article Journal | Journal of Urban Technology 8(2), 1-16 |

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la

Tabla 4 se exponen algunos conceptos teniendo en cuenta la selección de las fuentes primarias presentadas en la sección anterior, posteriormente se hará un análisis individual de cada fuente en la cual se identifican los términos más representativos de la definición para luego hacer una síntesis de los aspectos y características presentes en el conjunto de conceptos presentados.

Tabla 4. Concepto de Ciudad Inteligente

| Autor(año) | Título | Concepto |
|------------------|---|---|
| Cocchia, A. 2014 | Smart and Digital City A Systematic Literature Review In S. International | Ciudad Digital es una tendencia libre que emerge del uso diario de los dispositivos inteligentes y digitales de los ciudadanos, y que incita a los gobiernos locales para suministrar servicios electrónicos, es decir, para transformar gradualmente a la ciudad; La ciudad inteligente es una tendencia política, impulsada por las instituciones internacionales, para |

| Autor(año) | Titulo | Concepto |
|--|--|--|
| | | implementar iniciativas adecuadas para mejorar la calidad ambiental de las ciudades. |
| H Hourabi, 2012 | <i>Understanding Smart Cities: An Integrative Framework</i> | La nueva inteligencia de las ciudades, entonces, reside en la combinación cada vez más eficaz de las redes digitales de telecomunicaciones (los nervios), la inteligencia integrada de forma ubicua (los cerebros), sensores y etiquetas (los órganos sensoriales) y el software (el conocimiento y la competencia cognitiva). |
| <i>Caragliu, A., Del Bo, P. 2011.</i> | <i>Smart cities in Europe.</i> | En una ciudad inteligente las inversiones en capital humano, en capital social y en las tradicionales (transporte) y modernas (TIC) infraestructuras de comunicación son el combustible sostenible del crecimiento económico y de una alta calidad de vida, con una inteligente gestión de los recursos naturales a través de la gestión participativa. |
| <i>Toppeta, D. 2010</i> | <i>The Smart City vision: How Innovation and ICT can build smart, "liveable", sustainable cities.</i> | Las ciudades inteligentes son los que se combina las TIC y la tecnología Web 2.0 con otros esfuerzos de organización, diseño y planificación de desmaterializarse y acelerar los procesos burocráticos y ayudar a identificar nuevas e innovadoras soluciones a la complejidad de gestión de la ciudad, con el fin de mejorar la sostenibilidad y la "habitabilidad". |
| <i>Neirotti, P., 2014.</i> | <i>Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts.</i> | El adjetivo "inteligente" también se refiere al gobierno de una ciudad y su capacidad de generar innovación en los servicios de vías y la comunicación se entregan a la población local (González y Rossi, 2011) |
| <i>Damieri 2013</i> | <i>Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. International</i> | Una ciudad inteligente es un área geográfica bien definida, en la que las altas tecnologías, como las TIC, logística, producción de energía, y así sucesivamente, cooperan para crear beneficios para los ciudadanos en términos de bienestar, la inclusión y la participación, la calidad ambiental, el desarrollo inteligente ; que se rige por un conjunto bien definido de sujetos, capaces de establecer las normas y políticas para el gobierno de la ciudad y el desarrollo |
| <i>IBM 2010</i> | <i>Smarter thinking for a smarter planet</i> | Inteligente ciudad se define por IBM como el uso de información y tecnología de comunicación para detectar, analizar e integrar la información clave de los sistemas centrales de las ciudades en funcionamiento |
| <i>Forrester Research, Inc 2011</i> | <i>Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives</i> | Una ciudad que usa computación inteligente para hacer más inteligentes, interconectados y eficientes los componentes críticos de la infraestructura y de los servicios de la misma: gobernanza, educación, salud, seguridad pública, bienes raíces, transporte y servicios públicos. |
| <i>M. Batty 2012</i> | <i>Smart cities of the future</i> | Ciudades sin embargo, sólo puede ser inteligente si hay funciones de inteligencia que son capaces de integrar y sintetizar estos datos para algún propósito, la forma de mejorar la eficiencia, la equidad, la sostenibilidad y la calidad de vida en las ciudades. |
| <i>Harrison, Colin 2011</i> | <i>Foundations for Smarter Cities IBM Journal of Research and Development</i> | Una ciudad- conectando la infraestructura física, la infraestructura de TI, la infraestructura social y la infraestructura empresarial para aprovechar la inteligencia colectiva de la ciudad. |
| <i>Schaffers, H., Kominos, (2011).</i> | <i>Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation (pp. 431-446).</i> | Se basa implícitamente en el papel de Internet y la Web 2.0 como posibles facilitadores de la creación de bienestar urbano a través de la participación social, para afrontar retos sociales , como la eficiencia energética, el medio ambiente y la salud. |

| Autor(año) | Título | Concepto |
|---|--|--|
| <i>Instituto para la diversificación y ahorro de la energía</i> | <i>Mapa tecnológico “ciudades Inteligentes</i> | Una “Smart City” es un “sistema de sistemas”, complejo y multidimensional; en el que las condiciones culturales, económicas, sociales y geográficas de cada ciudad son únicas; por lo que es necesaria una aproximación analítica y holística para describir una Smart City. |
| The British Standards Institution 2014 | <i>Smart cities – Vocabulary</i> | La integración efectiva de los sistemas físicos, digitales y humanos en el entorno construido para ofrecer un futuro sostenible, próspero e inclusivo para sus ciudadanos |

Fuente: Elaboración Propia

Expone (Cocchia, 2014) que la dificultad para encontrar un significado estándar aceptado por académicos, empresarios e instituciones en cuanto a ciudad inteligente se debe a:

- El adjetivo inteligente, puede tener diversos significados, es por ello que fácilmente en la literatura se asocian términos similares como: Ciudades Conectadas, Sostenibles, Virtuales, Digitales, Ciberciudades, entre otras.
- La etiqueta de “ciudad inteligente”, es un concepto difuso y es usado por las ciudades de diversas formas, por ejemplo, hay muchas ciudades que se definen como “Smart City” cuando identifican algunas características propias como "inteligentes", pero sin acogerse a un significado estándar o integral.

De manera general podemos asumir que una ciudad inteligente es un territorio caracterizado por el uso intensivo de las tecnologías, principalmente de información y comunicación, para promover la colaboración, la innovación y la eficiencia para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y la sostenibilidad de las ciudades a través del mejoramiento de los servicios hacia los ciudadanos (G. P. Maestre, 2015). En consecuencia de lo descrito anteriormente, se hizo un análisis de los conceptos para identificar términos e ideas comunes en las diversas fuentes de información seleccionadas como se aprecia en la Tabla 5:

Tabla 5. Elementos comunes del concepto de ciudad inteligente

| Autor | Tecnología | TI/TIC | Calidad de Vida | Desarrollo sostenible | Gobierno | Ciudadano | Otros |
|-----------------------------|-------------------|---------------|------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|
| (Cocchia, 2014) | x | x | | | x | x | Calidad ambiental |
| (Chourabi et al., 2012) | | x | | | | | Conocimiento y competencia cognitiva |
| (Caragliu et al., 2011) | | x | x | x | x | x | Crecimiento económico sostenible |
| (Toppeta, 2010) | | x | x | x | x | | |
| (Neirotti et al., 2014) | x | x | | | x | x | Generación de innovación. |
| (Dameri, 2013) | x | x | x | x | x | x | |
| (C. Harrison et al., 2010) | | x | | | x | | |
| (Washburn & Sindhu, 2009) | x | x | | | x | | Interconexión e inteligencia |
| (M. Batty et al., 2012) | | | | x | x | | Eficiencia y Equidad |
| (Harrison & Donnelly, 2011) | | x | | | | x | Inteligencia colectiva |
| (Schaffers et al., 2011) | | x | | | | x | |

| Autor | Tecnología | TI/TIC | Calidad de Vida | Desarrollo sostenible | Gobierno | Ciudadano | Otros |
|-------------|------------|--------|-----------------|-----------------------|----------|-----------|-------|
| (BSI, 2014) | | X | | X | X | X | |

Fuente: Elaboración Propia

De la clasificación anterior se concluye que en la mayoría de las definiciones se evidencia explícitamente que actores como el gobierno están presente de una u otra forma, por otra parte, la mención a los ciudadanos también es bastante representativa, en cuanto empresarios y otros interesados no es tan notoria como los anteriores, pero de igual forma se convierten en actores importantes dentro de la concepción de una ciudad inteligente. Además, es de anotar que la presencia del término tecnología de manera general está inmersa en las definiciones, en las cuales en la mayoría se hace énfasis en las TIC/TI o sus diversas expresiones o manifestaciones (hardware, software o telecomunicaciones).

De igual manera se aprecia que los propósitos de las ciudades inteligentes están orientados básicamente a dos ideas generales: mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo sostenible de las ciudades, aunque también se presentan por los autores ideas como: calidad ambiental, conocimiento y competencia cognitiva, crecimiento económico sostenible, generación de innovación, interconexión e inteligencia, eficiencia, equidad o inteligencia colectiva.

En cuanto a enfoques para la concepción de ciudades inteligentes algunos autores la presentan desde el enfoque de innovación abierta-OI- (Schaffers et al., 2011) y (Paskaleva, 2011) o el de sistema de sistemas-SoS- (Naphade, Banavar, Harrison, Paraszczak, & Morris, 2011). Una definición simple de OI es un proceso de apertura de los límites para compartir e intercambiar conocimientos e información, es el modo de transformar colaborativamente para mejorar u obtener un nuevo producto o servicio, donde a partir de la confianza, se buscan y se comparten las soluciones. Por otra parte, un SoS se caracteriza por un conjunto o arreglos de sistemas independientes unidos entre sí de varias maneras para proporcionar capacidades. Los sistemas se pueden adaptar para proporcionar capacidades deseadas, dependiendo de la situación. Una ciudad inteligente constituye un "sistema de sistemas" - un conjunto de sistemas públicos y privados interdependientes que la ciudad puede integrar y optimizar para lograr un nuevo nivel de eficacia y eficiencia. (Naphade et al., 2011).

En la Figura 4 se sintetizan las ideas y características más relevantes presentes en las ciudades inteligentes.



Figura 4. Características ciudades inteligentes

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2 Papel de la TI en las ciudades inteligentes

Es de destacar la presencia de las TI en los conceptos presentados por lo que se convierten en un elemento fundamental y angular en el concepto de ciudad inteligente. Se presenta en la Tabla 6 algunos autores que exponen de manera particular cual es rol de las TI dentro de las ciudades inteligentes.

Tabla 6. Ciudad inteligente desde la perspectiva de las TI

| Autor | Supuestos sobre TI en CI |
|--------------------------|---|
| (Nam & Pardo, 2011a) | Una comunidad conectada que combina infraestructura de comunicaciones de banda ancha; una infraestructura informática flexible, orientada a servicios basada en estándares abiertos de la industria; y, servicios innovadores para satisfacer las necesidades de los gobiernos y de sus empleados, ciudadanos y las empresas |
| (Nam & Pardo, 2011b) | La tecnología es, obviamente, una condición necesaria para una ciudad inteligente, pero la comprensión del concepto de la ciudadanía es sobre el desarrollo de la sociedad urbana para la mejor calidad de vida. |
| (Mishra, 2013) | El papel de las TI en cuatro ámbitos esenciales para una gobernanza eficaz de la ciudad: la competitividad, la infraestructura física, el medio ambiente natural y la administración pública debe educar e informar a los interesados acerca de las tecnologías eficaces. |
| (Unit, 2010) | Las TI se está convirtiendo en una herramienta vital en la gobernanza balanceados con elementos como edificios, redes de transporte y los sistemas de servicios públicos. Ciudades emergentes están integrando las TIC en su nueva infraestructura, mientras que las ciudades maduras pueden hacer uso de las TIC para prolongar la vida de los sistemas existente. |
| (Manville et al., 2014), | Smart City está habilitada esencialmente por el uso de las tecnologías (especialmente TIC) para mejorar la competitividad y asegurar un futuro más sostenible por la vinculación simbiótica de redes de personas, empresas, tecnologías, infraestructuras, consumo, energía y espacios |

| Autor | Supuestos sobre TI en CI |
|--------------------------|---|
| (Schaffers et al., 2011) | Se centra en los últimos avances en la computación móvil y omnipresente, redes inalámbricas, middleware y tecnologías de agentes a medida que se incrustan en los espacios físicos de las ciudades. |

Fuente: Elaboración Propia

Para (Nam & Pardo, 2011a) el objetivo de las ciudades inteligentes es crear un entorno para el intercambio de información, la colaboración, la interoperabilidad y experiencias perfectas para todos los habitantes de cualquier parte de la ciudad asumiendo en (Nam & Pardo, 2011b) la innovación tecnológica como un mecanismo para cambiar y mejorar las herramientas tecnológicas para mejorar los servicios y crear condiciones donde las herramientas pueden ser mejor utilizados. De igual manera (Mishra, 2013) expone que las aplicaciones y tecnologías de gobierno electrónico deben ser capaces de responder a las preguntas fundamentales de cómo funcionan las ciudades, la forma en que se organizan y cómo se puede hacer para trabajar de maneras más inteligentes para ciudadanos y empresas. Una ciudad inteligente será capaz de reunir a la tecnología, la información, y la visión política en un programa coherente de mejora urbana y de servicios.

(Unit, 2010) afirma que si bien las TIC tiene el poder para hacer frente a los desafíos de la gobernanza de las ciudades -y con ello mejorar la calidad de vida de los residentes de la ciudad- el uso exitoso de las TIC es mucho más que sólo la inversión en hardware y software; en tal sentido (Manville et al., 2014) expone que una ciudad inteligente es una ciudad que busca abordar los asuntos públicos a través de soluciones basadas en las TIC sobre la base múltiples partes interesadas en asociación, (Schaffers et al., 2011) plantea que hasta ahora el papel de las ciudades y regiones en la innovación basada en las TIC en su mayoría centrado en el despliegue de infraestructura de banda ancha, la estimulación de las aplicaciones basadas en las TIC que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos se está convirtiendo en una prioridad clave.

Si bien las TIC son un elemento fundamental también se puede afirmar que las ciudades se enfrentan a retos difíciles como mantener y mejorar las infraestructuras de las TIC y las políticas de innovación (Komninos et al., 2011) lo que permite trazar unas líneas de trabajo e investigación hacia la gestión de la TIC en contextos de las ciudades inteligentes, desarrollo de aplicaciones hardware y software para el mejoramiento de servicios al ciudadano y la medición de impacto de estas iniciativas.

2.3.3 Antecedentes internacionales y nacionales

Diversos proyectos principalmente en Europa han sido los pioneros en ejecutar este tipo de iniciativas entre las cuales se destacan: European Smart City,; ERA-NET Smart Cities and Communities y el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes de España.

Por su parte en Latinoamérica se comienzan a promover este tipo de iniciativas mediante proyectos como: Programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (Banco Interamericano de Desarrollo); Iniciativa Ciudades Sostenibles, Biodiversidad y Gestión Sostenible del Suelo (OEA); Plataforma Urbana (Chile) y Ciudad Creativa Digital (CCD) Guadalajara, México. En el ámbito colombiano Medellín con su programa MDE Ciudad Inteligente, Proyecto Diamante Caribe- Santander y Bogotá PiensaTIC, son las iniciativas más importantes y que están direccionando al país hacia este tipo de proyectos.

Hay casos de estudio en varias ciudades alrededor del mundo como el presentado por (Ergazakis, Ergazakis, Askounis, & Charalabidis, 2011) de las ciudades de: *Seoul, Singapore, Hong Kong, New York, San Francisco, Tokyo* y el de (Bouskela, Casseb, Bassi, De Luca, & Facchina, 2016) del Banco Interamericano de Desarrollo que expone los casos exitosos de: Anyang, Namyangju, Orlando, Pangyo, , Santander, Songdo y Tel Aviv. En estos casos la adopción de tecnologías de la información es un aspecto fundamental y crítico, ya que la tecnología es la infraestructura que soporta transversalmente a todos los involucrados en el diseño de las dimensiones de ciudad inteligente (educación, economía, gobierno, salud y otros), con el objetivo de la mejora la calidad de vida de los ciudadanos y la participación de ciudadanos en la toma de decisiones del gobierno local a través de los canales que proporciona dicha infraestructura tecnológica.

A continuación se muestran algunos desafíos que han afrontado las ciudades y ejemplos de soluciones y estrategias innovadoras soportadas por Tecnología de Información, que según la literatura son ejemplos claros de soluciones propias ciudades inteligentes:

Tabla 7. Experiencias Innovadoras soportadas en TI en ciudades inteligentes

| Reto | Ciudad | Soluciones |
|--|-------------------------|--|
| Seguridad Ciudadana | Buenos Aires, Argentina | Modernización de la policía e integración de los sistemas de emergencias |
| Seguridad Ciudadana | Medellín, Colombia | Integración de las acciones de Seguridad y Emergencias |
| Seguridad Ciudadana | Niteroi, Brasil | Alertas para las fuerzas de seguridad por medio del uso de botones de pánico |
| Movilidad urbana | Bogotá, Colombia | Sistema integrado de transporte público colectivo |
| Movilidad urbana | Medellín, Colombia | Sistema inteligente de movilidad urbana |
| Movilidad urbana | Santander, España | Uso de sensores en la gestión del tráfico urbano |
| Gestión de riesgos, prevención y respuesta a desastres | Japón, Tokio | Puntos de control para prever y alertar sobre movimientos sísmicos. Redes inteligentes de energía, gas y agua, y de los bunkers de supervivencia, equipados con víveres, teléfonos inteligentes y bicicletas eléctricas. |
| Eficiencia energética | San Diego, USA | Sistema de iluminación pública inteligente |
| Gestión hídrica | Singapur | Reutilización de agua y Desalinización |
| Gestión hídrica inteligente | Nassau, Las Bahamas | Detección y gestión de Pérdidas de agua |
| Gestión hídrica | Las Vegas, USA | Red de agua inteligente |

Fuente: Adaptado de (Bouskela et al., 2016).

En particular, en Colombia se destaca el trabajo realizado por el Departamento Nacional de Planeación en el proyecto Sistema de Ciudades, que se ha concentrado en la conectividad entre ciudades, la sostenibilidad ambiental, la productividad e innovación. También se adelantó el proyecto Innovando Ciudades, desarrollado en conjunto por el Banco Mundial y Ministerio de Tecnologías de Información (MinTIC), en el que se construyó, mediante innovación abierta, una hoja de ruta a mediano y largo plazo mediante las cuales se ha llegado al desarrollo de soluciones de ciudad. Findeter (Fondo para el desarrollo territorial) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) adelantan el proyecto de Ciudades Sostenibles siguiendo la metodología de ciudades emergentes y sostenibles, mediante el que se han establecido planes de acción particulares para las ciudades participantes, desarrollando intervenciones estratégicas en los sectores considerados más relevantes. El

proyecto Diamante del Caribe, en el que participa la Fundación Metrópoli (España) y Findeter, busca potenciar el rol de las ciudades como activos económicos que atraen talento y crean industria, aprovechando las complementariedades de las ciudades y cuidando la “excelencia” en lo económico, lo social y ambiental.

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, según la Ley 1341, es la entidad que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia. Dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a sus beneficios. Vive Digital, es el plan de tecnología Colombia, que basado en el Plan Nacional de TIC formulado, procura que el país dé un gran salto tecnológico mediante la masificación de Internet y el desarrollo del ecosistema digital nacional principalmente. El Plan responde al reto del gobierno de alcanzar la prosperidad democrática gracias a la apropiación y el uso de la tecnología.

Como parte de este plan se han desarrollado el borrador de la política de TIC para Ciudades y/o Territorios Inteligentes (MinTIC, 2014) y en su construcción se convocó la participación de las entidades de Gobierno Nacional y Territorial, la academia, la industria y organizaciones de la sociedad civil. La iniciativa de formular una política de TIC para ciudades y/ territorios inteligentes en Colombia surgió en el año 2013 luego que el MinTIC desarrollara en conjunto con el Banco Mundial, unos ejercicios de innovación abierta en ciudades colombianas, que pusieron de relieve la necesidad de abordar el tema desde una política pública.

A partir de estos ejercicios y de la política pública de TIC³ (Gina Paola Maestre G, 2014), denominada VIVE DIGITAL y del Centro de Innovación Pública Digital, se vienen adelantando diferentes estrategias o programas que apuntan a generar contextos más favorables para las ciudades desde el ámbito tecnológico, dado que “Es necesario actuar en múltiples dimensiones o ejes para que una ciudad se convierta en una *Smart City*, pero el elemento común que permite desarrollar cada uno de esos ejes es el uso y aplicación de las TIC es por ello que, necesariamente, el sector de las TIC ha de jugar un papel protagonista en el avance hacia este nuevo modelo de ciudad, ya que estas tecnologías constituyen el principal elemento facilitador, *habilitador*, para el desarrollo de las *Smart Cities*”.⁴

A continuación, en la Tabla 8 se presentan las estrategias que a nivel nacional y desde el MinTIC principalmente se vienen desarrollando como orientaciones que siguen todas las ciudades del país para dinamizar el desarrollo de ciudades inteligentes, enmarcadas en las tendencias de tecnologías de información, de las cuales se han obtenido los siguientes resultados:

³ Maestre G, G. P. (2014). Public Policy on Information Technology in Colombia: Bet on the future for the use and ownership of IT in society. Paper presented at the Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American. (IEEE) Montevideo- Uruguay

⁴Smart Cities 2012. AMETIC. Foro TIC para la Sostenibilidad

Tabla 8. Tendencias TI en Colombia

| Tendencias | Estrategia | Objetivo | Resultados |
|--------------------|--|--|---|
| Datos Abiertos | Portal Datos Abierto Colombia | Portal web en donde se las entidades del estados y las ciudades (municipios y gobernaciones) publican sus dataset encuentran disponibles en www.datos.gov.co | Colombia es # 1 en Latinoamérica y # 4 según el Global Open Data Index 2015 , en el Open Data Barometer está en el 28. A febrero de 2107, Hay cerca de 3900 conjuntos de datos abiertos de Gobierno, de 600 entidades públicas del país |
| Datos Abiertos | Emprende con Datos | Busca apoyar el desarrollo de soluciones e ideas de negocio basada en datos abiertos. http://emprendecondatos.gov.co/ | Acompañamiento a 120 equipos de emprendedores de todo el país. |
| Analítica de Datos | Centro de Excelencia y Apropriación - CEA en Big Data y Data Analytics | Creación, montaje y operación de un CEA para generar soluciones innovadoras apalancadas en TIC y el análisis, la ciencia y la ingeniería de los datos que agreguen valor a los sectores estratégicos del país. | En desarrollo, actualmente un grupo de universidades está implementando esta iniciativa. |

| Tendencias | Estrategia | Objetivo | Resultados |
|-------------------|----------------------|--|--|
| Apps Móviles | Apps.co | La iniciativa Apps.co es un programa para fortalecer el emprendimiento TIC. Busca promover y potenciar la generación, creación y consolidación de negocios a partir del uso de las TIC, haciendo especial énfasis en el desarrollo de aplicaciones móviles, software y contenidos. | Entre 2015 y 2016 se tienen los siguientes resultados: 312 equipos en etapa temprana validaron su idea hacia un negocio sostenible. 73 equipos y empresas fueron beneficiarios del acompañamiento de 20 semanas en la etapa crecimiento y consolidación. |
| Aplicaciones | Contenidos Digitales | Propende por el fortalecimiento de la industria TI a través del apoyo a emprendimientos enfocados en industrias creativas (animación, videojuegos, realidad virtual, etc.). Con este fin se ha creado una red de escenarios para el desarrollo de toda clase de contenidos digitales llamados Puntos Vive Digital Lab. | Certificación de 2.800 estudiantes en 11 ciudades en diplomado de Contenidos Convergentes y Publicidad Digital En 2015 se capacitaron 704 personas en fortalecimiento de capacidades en videojuegos. |

| Tendencias | Estrategia | Objetivo | Resultados |
|-------------------|--|--|--|
| Conectividad | Servicios de Internet – Reducción de la brecha digital | Determinar las velocidades que deberán ser definidas de acuerdo a las condiciones geográficas y demográficas del país, y al despliegue de diferentes tecnologías por parte de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST). | Suscriptores a Internet fijo dedicado y móvil 3G y 4G por suscripción (12.824.454) cerca del 30% de la población del país. |

| Tendencias | Estrategia | Objetivo | Resultados |
|--------------|---|--|--|
| Conectividad | Internet en Zonas rurales | Instalar centros de acceso comunitario a Internet que permitan que los habitantes de zonas rurales del país interactúen con las Tecnologías de la Información y la Comunicaciones (TIC), accediendo a servicios de telefonía e Internet y a capacitaciones básicas en uso productivo de las TIC. | Hay actualmente con 5.524 Kioscos Vive Digital, los cuales se encuentran localizados en 31 de 32 departamentos del país. |
| Conectividad | Acceso a Internet / Puntos Vive Digital | Instalar centros de acceso comunitario a Internet en zonas urbanas de estratos 1, 2 y 3, que brinden oportunidades colectivas de acceso a servicios TIC tales como el servicio de Internet, opciones alternativas de entretenimiento y la formación en competencias digitales; esto con el fin de contribuir al desarrollo social y económico de la población y al mejoramiento de la calidad de vida de cada Colombiano | 872 Puntos Vive Digital distribuidos en 26 departamentos del país. |
| Conectividad | Zonas WiFi gratis para la gente | Promoción de las TIC a través de Zonas WiFi el cual busca promover el uso y masificación de las TIC en las zonas urbanas públicas de mayor concurrencia de la población (parques principales, plazas de mercado, terminales de transporte y sitios emblemáticos). | A 2018, se proyectan 1000 Zonas WiFi en los 32 departamentos del país. A 2016, 160 Zonas están en funcionamiento. |

| Tendencias | Estrategia | Objetivo | Resultados |
|--------------------|-------------------|---|---|
| Servicios en Línea | Carpeta ciudadana | Permitirá a cada colombiano tener un espacio propio en la nube que hará más fácil y eficiente su interacción con el Estado. En este espacio los ciudadanos podrán tener alojados, los documentos más importantes que usualmente les son necesarios al momento de interactuar con el Estado y que les son generados por las entidades durante sus vidas. | En desarrollo, A 2018, se espera que al menos 800.000 ciudadanos y empresas estén haciendo uso de esta carpeta digital. |
| Servicios en Línea | SiVirtual | Una versión renovada, ágil y efectiva del Portal del Estado Colombiano que permite realizar en un sólo punto trámites y servicios en línea. www.sivirtual.gov.co | En el último año se han realizado 97.629 transacciones |

Fuente: Adaptado de (MinTIC, 2016)

De todo lo anterior podemos concluir, que evolucionar hacia una ciudad inteligente significa no perder de vista que el contexto particular de cada ciudad (tamaño, economía, cultura, recursos disponibles, ubicación, etcétera) y una combinación en el buen desempeño en algunas características como: Smart Economy, Smart Mobility, Smart Environment, Smart

People, Smart Living, Smart Governance, que están presentes en la mayoría de modelos de ciudades inteligentes.

2.4 EVALUACIÓN DE CIUDADES INTELIGENTES

2.4.1 Modelos de Evaluación de Ciudades inteligentes

Una preocupación de las iniciativas de ciudades inteligentes está alrededor del tema de la evaluación de las ciudades con respecto a algunas características o dimensiones. Al revisar modelos de evaluación existe gran variedad en cuanto a las dimensiones evaluadas, las metodologías, el número de indicadores y los propósitos de los mismos.

Cada modelo tiene su particularidad, pero podemos afirmar que existen algunas dimensiones que son comunes en cada uno de estos modelos. Es por ello que el objetivo de la estandarización o decidir cuál es el mejor resulta complicado. No obstante, existe una distribución que es la más aceptada y que cuenta con un nivel de expansión mayor que el resto, esta es la adoptada por (Giffinger et al., 2007), en las que las seis características: economía, personas, habitabilidad, gobernanza, medio ambiente y movilidad, son recurrentes en los demás modelos. Se encontraron alrededor de 16 modelos que son asociados a la evaluación de aspectos relacionados con ciudades inteligentes entre índices, rankings, análisis y modelos de madurez.

En este capítulo nos centraremos en los modelos de evaluación que explícitamente son creados para ciudades inteligentes, como se muestra en la en la Tabla 9.

Tabla 9. Caracterización Modelos de Medición Ciudades Inteligentes

| Modelo | Objetivo | Dimensiones | Indicadores | Fuente | Resultado | Aplicación |
|--|--|--|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------|
| Smart cities Ranking of European medium-sized cities. (Giffinger et al., 2007) | evaluar y comparar Ciudades Inteligentes de tamaño medio | Smart economy ;Smart people; Smart governance; Smart mobility ; Smart Environment; Smart Living | 90 | Bases de Datos y estadísticas | Ranking | Europa |
| Smart Cities in Europe (Caragliu et al., 2011)) | Correlación entre alguno de los pilares de la Ciudad Inteligente y la riqueza en términos de PIB/cápita y el desarrollo económico. | e-gobierno, PIB, sueldos, población, densidad urbana, empleo, capital humano, administración local, turismo y cultura, ocio. | 250 | Bases de Datos y estadísticas | Correlaciones de variables | |
| Coverage Index | Procesos de implantación de Ciudades Inteligentes en el ámbito global | Redes de energía, iluminación pública, recursos naturales y gestión del agua, Gestión de residuos, Ambiente Transporte, | 27 | Bases de Datos y estadísticas | Correlaciones de variables | Mundial |

| Modelo | Objetivo | Dimensiones | Indicadores | Fuente | Resultado | Aplicación |
|--|--|--|--------------------|---|------------------|--------------|
| (Neirotti et al., 2014) | | movilidad y logística, Edificios de oficinas y residenciales, Cuidado de la salud, Seguridad Pública, Educación y cultura, Inclusión social y bienestar Público, Administración y gobierno electrónico, Economía | | | | |
| Mapping Smart Citties in the UE (Manville et al., 2014) | Identificar las líneas de investigación necesarias, a escala europea, para conducir con éxito la transformación de las ciudades. | Smart economy ;Smart people; Smart governance; Smart mobility ; Smart Environment; Smart Living | 8 | Sitios web ciudades y bases de datos | Nivel de madurez | Europa |
| Índice IESE cities in motion. (Estrategia, 2015) | se enfoca hacia la innovación urbana, tanto innovación tecnológica como en los procesos y en la organización | Capital humano; Cohesión social; <i>Gobernanza</i> ; Economía; Gestión pública; Movilidad y transporte; Medio Ambiente; Planificación urbana; Proyección internacional; Tecnología | 72 | Bases de Datos y estadísticas | Ranking | Mundial |
| The smartest cities (Cohen, 2012) | Evaluación, específica para Smart Cities, basada orientada a ciudades globales, en general y grandes ciudades con proyección internacional | Smart economy ;Smart people; Smart governance; Smart mobility ; Smart Environment; Smart Living | 62 | Información pública y datos directamente recogidos por el autor | Ranking | Mundial |
| Getting Smart about Smart Cities Recommendations for Smart City Stakeholders (Alcatel, 2012) | Identificar buenas prácticas y recomendaciones basadas en experiencias reales | Administración de la ciudad, Salud, Educación, seguridad, transporte | Cualitativo | Sin información | Análisis | Mundial |
| Assesing Smart City Initiatives for the Mediterranean Region (ASCIMER) | identificar las iniciativas y, dentro de cada una, los proyectos de Smart City para ser analizados y valorados. | Movilidad, Medio Ambiente, Gobernanza, Desarrollo Económico; Calidad de Vida, Capital Intelectual | Cualitativo | Sin Información | Análisis | Mediterráneo |

| Modelo | Objetivo | Dimensiones | Indicadores | Fuente | Resultado | Aplicación |
|---|---|---|-------------|-------------------------------|-----------|------------|
| Smart City Playbook (NOKIA) | Estudio de Nokia que identifica las mejores prácticas de 22 ciudades inteligentes de todo el mundo en base a su nivel de desarrollo de aplicaciones TIC y de tecnología IoT | Inteligencia y seguridad sostenibilidad. | 9 | Bases de Datos y estadísticas | Análisis | Mundial |
| Modelo de evaluación de ciudades basado En el concepto de ciudad inteligente (SMART CITY) (Moreno Alonso, 2016) | Formulación y aplicación de un modelo de evaluación, basado en el concepto holístico de Ciudad Inteligente y desde la perspectiva del ciudadano. | Gobernanza Movilidad Sostenibilidad ambiental Desarrollo económico Capital Intelectual Calidad de Vida | 18 | Bases de Datos y sitios web | Ranking | España |
| Metodología de estudio para Ciudades Inteligentes (Branchi, Matias, & Fernandez, 2013) | El trabajo propone una herramienta metodológica que permite contrastar, clasificar y calificar las diferentes tecnologías y sistemas de aplicación en entornos urbanos | Ciudadano Entorno Social Entorno urbano Medioambiente Req. Económicos Req. Energéticos | 3 | Bases de Datos y sitios web | Análisis | Europa |

Fuente: Elaboración Propia

De los modelos anteriores podemos identificar que sus objetivos son muy variados, que cada modelo propone unas dimensiones o características sobre las cuales evaluar y las metodologías pueden ser cuantitativas o cualitativas. Los resultados casi siempre están orientados ya sea a la elaboración de rankings y la comparación entre ciudades, para establecer algunas líneas base e identificar fortalezas y debilidades en cada uno de los aspectos evaluados. Es de destacar que, si bien no hay un ranking para Latinoamérica, en el Índice IESE Cities in Motion, The Smarter Cities, Smart City Playbook, evalúan algunas ciudades latinoamericanas como Medellín, Bogotá, Cali, Santiago, Buenos Aires, Sao Paulo, Curitiba, México D.F, entre otras.

También se identifican otros modelos de medición relacionados, que evalúan alguna característica o varias de las ciudades inteligentes y pueden ser complementarios a los modelos expuestos anteriormente, entre los cuales se encuentran:

- *Agile Cities*: La evaluación tiene por finalidad entender cómo las ciudades: Identifican y comunican sus retos, Identifican las soluciones a los mismos, Las barreras que deben superar para implementar las soluciones

- *Innovation City Index*: Modelo basado en tres factores: la disponibilidad de mercados conectados, la infraestructura humana y las infraestructuras culturales relacionadas con la creatividad.
- *Cities of Opportunity*: Es un trabajo de enfoque más cualitativo para llevar un seguimiento sobre el comportamiento ante la creciente urbanización y los cambios demográficos.
- *Green Cities Index*: Tiene como objetivo comparar las principales ciudades en términos de su desempeño ambiental y políticas y ayudar a entender las fortalezas y debilidades de cada ciudad y su desempeño frente a sus pares
- *Future Urban Mobility*: Evalúa la gestión de la movilidad en las ciudades a partir de alternativas para que cada ciudad, en función de sus características, planteen su estrategia de movilidad.
- *Digital City Ranking*: Examina la situación de las ciudades estadounidenses en relación con las TIC.

2.4.2 Modelos de Madurez para Ciudades Inteligentes

El mejoramiento continuo en una organización está relacionado con la valoración y evaluación de sus capacidades y la calidad de sus productos y servicios. En particular para medir capacidades de TI se requieren herramientas de apoyo para evaluar el estado en que está la situación de una empresa, derivar y dar prioridad a las medidas de mejora y, posteriormente, controlar el avance de su ejecución y los modelos de madurez son herramientas útiles para abordar estas cuestiones (De Bruin, Freeze, Kaulkarni, & Rosemann, 2005)

Los modelos de madurez se basan en la premisa de que las personas, las organizaciones, las áreas funcionales, procesos, etc., evolucionan a través de un proceso de desarrollo o crecimiento en la dirección de una madurez más avanzada, pasando distintos número de niveles (Goksen, Cevik, & Avunduk, 2015). Un modelo de madurez sirve de escala para la valorar estado actual de un proceso o servicio evaluado en la ruta evolutiva del mismo como se puede apreciar en la Tabla 10 en la definición de varios autores.

Tabla 10. Concepto Modelo de Madurez

| Autor | Concepto |
|---|--|
| (Poeppelbuss, Niehaves, Simons, & Becker, 2011) | Los modelos de madurez son modelos conceptuales que describen patrones, procesos o dominios típicos en el desarrollo de capacidades de organización |
| (Becker et al., 2009) | Por lo general muestran una secuencia de etapas que en su conjunto construyen una ruta anticipada, deseada, o lógica desde un estado de madurez inicial a uno de destino, ya sea para entidades individuales o en relación con un conjunto completo de capacidades de organización. |
| (Andersen & Henriksen, 2006) | El término madurez menudo se usa para caracterizar el estado de un nivel determinado en un proceso continuo. En el campo de los sistemas de información (IS) es familiar en el contexto de las etapas del modelo de crecimiento. Las etapas del modelo de crecimiento ilustra la fase organizacional en un proceso de desarrollo donde se mide el uso de la TI en la organización. |

| Autor | Concepto |
|-------------------------|--|
| (De Bruin et al., 2005) | Un modelo de madurez consiste en una secuencia de niveles de madurez de una clase de objetos. Representa una ruta anticipada, deseada, o la ruta típica evolución esperada de estos objetos en forma de etapas discretas. Por lo general, estos objetos son organizaciones o procesos. |

Fuente: Elaboración Propia

Estos modelos se utilizan como una evaluación y base comparativa para la mejora y con el fin de obtener desde un enfoque conceptual el aumento de la capacidad de un área específica dentro de una organización. Para ello se proponen criterios y características que deben cumplirse para alcanzar un nivel de madurez particular.

El objetivo es cuantificar las actividades y procesos llevados a cabo en la organización, que sean medibles y que se realicen desde el enfoque de ser madurados con el tiempo. (Scott, 2007) afirma que las organizaciones deben cada vez más adoptar modelos de madurez para estimular y guiar el desarrollo de sus capacidades de SI/TI. (Mettler, 2011) expone que la necesidad de nuevos modelos de madurez no va a disminuir, ya que son herramientas valiosas para ayudar a los tomadores de decisiones en la práctica. Desde la academia, los investigadores también han considerado el tema desarrollando modelos que describen las etapas de las organizaciones se mueven a través de la adopción y la gestión de TI, cubriendo una amplia gama de áreas de aplicación en las que se destacan: gobierno electrónico, e-business, la gestión de procesos de negocio, la ingeniería de software, gobierno de TI o ingeniería de conocimiento. Existen modelos de madurez muy reconocidos en el cuerpo de conocimiento de las TI en particular el más aceptado en la literatura es del CMMI, orientado al desarrollo de software, pero buenas prácticas de gestión de TI como ITIL, PMI, COBIT y TOGAF tienen implícitos algún tipo de modelo de madurez.

En el caso de Smart Cities, la adopción y gestión de tecnologías de la información es un aspecto fundamental y crítico, ya que la tecnología es la infraestructura que soporta transversalmente a todos los involucrados en el diseño de las dimensiones inteligentes de la ciudad (educación, economía, gobierno, salud y otros), para mejorar el espíritu empresarial y la innovación, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y permitirles participar en la toma de decisiones del gobierno local, a través de los canales que proporciona dicha infraestructura tecnológica.

A continuación, se presenta en detalle el análisis específicamente de los modelos de madurez de ciudades inteligentes encontrados en la literatura:

- *Smart Cities Maturity Model and Self-assessment tool (Escocia)*
- *Smart City Maturity Model-Assessment and Action on the Path to Maturity(España)*
- *Modelo de Maduridade Tecnológica para Cidades Inteligente (Brazil)*
- *Smart city framework – Guide customer service to establishing strategies for smart cities and communities (Reino Unido)*
- *Deloitte Capability Framework and Maturity Model*
- *Smart Cities Maturity Model. (India)*

En la literatura se han propuesto varios modelos de madurez para ciudades inteligentes, con diferentes grados de profundidad y enfoque. Básicamente, podemos identificar tres enfoques en los dominios o dimensiones propuestos de estos modelos:

1. *Orientado a los problemas de la sociedad*: optimizar el uso y la explotación de recursos compartidos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos con apoyo en TIC (por ejemplo, infraestructuras de transporte, redes de distribución de energía, recursos naturales como agua, Medio ambiente, vida): (Afonso, dos Santos Brito, do Nascimento, Garcia, & Álvaro, 2015), (Gama, Alvaro, & Peixoto, 2012) y (SBLF & Forum, 2014)
2. *Tecnológico*: La adopción de TI para aprovechar el procesamiento captura de información como un medio para mejorar la comunicación y las relaciones entre el gobierno y los ciudadanos, y facilitar la toma de decisiones como objetivo: (Mani & Banerjee, 2015), (BSI, 2014), (Scottish Government, 2015) y (Yesner & Brooks, 2015). Este enfoque muestra una preocupación por crear capacidades tecnológicas (donde la tecnología es un medio, pero no el fin) desde el cual se facilita la implementación de proyectos a cada uno de los recursos compartidos (medio ambiente, economía, vida, Gobernanza).
3. *La ciudad automática*: Los costos de energía asociados con el comercio de combustibles fósiles, que alimentan las plantas de energía para el sector industrial, para los sectores residenciales, el consumo de combustible para los vehículos privados (alrededor de 1,2 trillones de coches hoy circulan según Forbes y en 2035 Espera unos 2 mil millones de coches), también repiensen modelos de ciudades con fuentes de energía renovables, tomando como fuente el sol, el viento, la biomasa y el agua, como generadores de energía, incorporando micro-redes que integradas con sistemas embebidos pueden suministrar datos de sensores para la toma de decisiones (Townsend, 2013)

Los modelos estudiados se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11. Modelos de Madurez de ciudades inteligentes existentes

| Modelo de Madurez | Enfoque | Dominios | Niveles de Madurez |
|---|-------------|---|--|
| Smart Cities Maturity Model and Self-assessment tool | Tecnológico | Intención estratégica Datos Tecnología Gobernabilidad y Modelos de entrega de servicios Compromiso ciudadano y empresas | 1. Ad hoc 2. Oportunista 3. Con propósito y repetible 4. Operacionalizado 5. Optimizad |
| Smart City Maturity Model-Assessment and Action on the Path to Maturity | Tecnológico | Visión Cultura Procesos Tecnología Datos | 1. Ad Hoc 2. Oportunista 3. Repetible 4. Administrado 5. Optimizado |

| Modelo de Madurez | Enfoque | Dominios | Niveles de Madurez |
|---|--------------------------|---|---|
| Capability Framework and Maturity Model DELOITTE | Tecnológico | Visión y Estrategia Datos Tecnología Habilidades y Competencias Cultura de Innovación Ecosistemas Público-Privado Atractivo para negocios y talento | 1. Inicial 2. Intencional 3. Integral 4. Transformado |
| Smart city framework – Guide customer service to establishing strategies for smart cities and communities - BSI (UK) | Tecnológico | Usuarios Tecnologías e Infraestructura Datos Gestión de Servicios Gestión del negocio Gestión y evaluación Tecnológico | 1. Inicial 2. Entregado 3. Consolidado 4. Transformado |
| Brazilian Smart Cities: Using a Maturity Model to Measure and Compare Inequality in Cities- 2015 | Problemas de la sociedad | Water Education Energy Governance Housing Environment Health Security Technology Transport | 1. Level S (Simplified): 2. Level M (Managed): 3. Level A (Applied): 4. Level R (Measured): 5. Level T (Turned): |
| Em Direção a um Modelo de Maturidade Tecnológica para Cidades Inteligente-2013 | Problemas de la sociedad | Gobierno Salud Energía Transporte Educación | 1. Caótico 2. Inicial 3. Gerenciado 4. Integrado 5. Optimizado |
| Conceptualising a Maturity Model for Smart Cities- Sustainable Business Leadership Forum (SBLF) – 2014 (India) | Problemas de la sociedad | Transport Spatial Planning Water Supply Sewerage & Sanitation Solid Waste Storm Water Drainage Energy & Electricity ICT & Systems Intelligence Environment Economy & Finance | 1. Access 2. Efficiency 3. Behaviour 4. Systems Focus |
| Smart Cities Maturity Model (SCMM)- ISB Insight-2015 | Tecnológico | Technology Operating model Process standardisation Data integration Citizen participation, | 1. Information Dissemination 2. Services Optimisation 3. Services Replication 4. Services Integration 5. Connected Services |
| Cities Maturity Model (Townsend, 2013)) | Ciudad Automática | Instrumentation, sensors, renewable energy, big data, information systems, autonomy vehicles. | |

Fuente: Elaboración Propia

La complejidad de estos marcos se relaciona con el hecho de que la infraestructura de una ciudad inteligente responde a dimensiones arquitectónicas heterogéneas, que son los

principios fundamentales que permiten la convergencia de las tecnologías y los datos de forma transversal, la prestación de servicios orientados a los ciudadanos y también para las entidades públicas y privadas, que están interactuando en este ecosistema. De este modo, se genera un diálogo a través de dimensiones tales como la energía, la salud, el transporte, los servicios financieros, las telecomunicaciones, la tecnología, entre otros; que promueve el intercambio de información de fuentes altamente integradas y cohesionadas y añade valor a la distribución de servicios a través de diversos canales de manera expedita.

Estos modelos de madurez están diseñados con un bajo nivel de granularidad en relación con el detalle de cada dimensión, un inconveniente importante en el análisis de las dimensiones que tienen componentes de TI; una de las dimensiones más críticas en cuanto a su aplicación, gestión y mantenimiento (está presente en todos los modelos estudiados); ya que soporta la infraestructura de las ciudades, por esto, es particularmente importante, diseñar un modelo de madurez de capacidad que se refiere específicamente tanto de nivel superior y la dimensión tecnológica que sea aplicable a contextos de las ciudades en particular a las ciudades colombianas.

2.5 GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN EN ADMINISTRACIONES PÚBLICAS⁵

Los gobiernos de todo el mundo cada día reconocen la importancia de las arquitecturas empresariales (AE) como una tendencia importante para mejorar los servicios que ofrecen a la ciudadanía y optimizar los procesos soportados en TI de las oficinas públicas. Los esfuerzos actuales en cuanto a gobierno electrónico están orientados al desarrollo de iniciativas que faciliten la transición hacia gobiernos inteligentes para lo cual se hace necesaria la gestión y coordinación de los diferentes proyectos de TI mediante marcos de referencia y arquitecturas como base de las relaciones existentes entre los proyectos, las personas y las entidades. La administración pública a menudo es concebida como una colección de un gran número de organizaciones independientes y heterogéneas que tienen diferentes procesos de negocio y sistemas de información pero con necesidades de compartir información, interoperabilidad y datos abiertos entre otras características propias de los gobiernos inteligentes (Gina Paola. Maestre G & Nieto, 2017) (Gina Paola. Maestre G & Nieto, 2017).

Por ello el futuro de las AE en programas de gobierno debe proporcionar una visión integral y coherente en todo negocio, información y tecnología; no sólo para guiar el diseño de sistemas sino para entregar y gestionar el cambio hacia una gobernanza inteligente apoyado en las TI. (Hjort-Madsen & Pries-Heje, 2009).

2.5.1 Gobierno inteligente y arquitecturas empresariales

El Gobierno Inteligente se presenta como un aspecto fundamental para el éxito de iniciativas y proyectos de ciudades inteligente, esto se evidencia porque esta característica o dimensión está presente en diversos índices y modelos de medición como puede

⁵ Artículo Publicado: Maestre, G. P., & Nieto, W. "Gestión de tecnología de información para gobiernos inteligentes: un enfoque de arquitectura empresarial". Revista Espacios. v.38 fasc.42 p.14 - 24 ,2017.

observarse en: (Giffinger et al., 2007), (Yesner & Brooks, 2015), (Estrategia, 2015). Expone (Eglé Gaulé et al., 2015) que la gestión pública inteligente se define como la gobernanza que permite a un sistema social y sus sujetos operar eficazmente en un entorno dinámico y complejo utilizando racionalmente sus recursos internos y externos, la toma de decisiones adecuadas/pragmáticas y avanzadas relacionadas con las circunstancias específicas con el fin de crear valor compartido, de esta manera (Gil-Garcia, Helbig, & Ojo, 2014) plantea que un gobierno más inteligente parece requerir tener un enfoque con visión de futuro para el uso e integración de la información, la tecnología y la innovación en las actividades de gobierno.

Algunos autores como (E Gaulé, Šiugždinienė, & Buškevičiūtė, 2014), (Nam & Pardo, 2014), (Scholl & Scholl, 2014), (Gil-Garcia, 2012) y (Correia, 2011) han descrito e identificado algunas características propias de gobiernos inteligentes, adicionalmente desde la experiencias de ciudades y gobiernos inteligentes se han identificado factores que resultan determinantes en el momento de implementar iniciativas de este tipo como se muestra a continuación:



Figura 5. Factores y características del gobierno inteligente

Fuente: Elaboración Propia

Es de anotar que los factores claves se pueden concebir como los habilitadores del gobierno inteligentes (G. P. Maestre & Nieto, 2015), que se convierten en las estrategias (que en la práctica son flexibles y dinámicas) para lograr que las características (que son más estáticas) sean desarrolladas plenamente y en su conjunto, ya que el logro de cada una de las características pueden contribuir a medir los niveles de madurez de los gobiernos inteligentes. Es de interés de este artículo centrar su atención en el factor de arquitecturas empresariales y su rol en el éxito de iniciativas de gobierno inteligente.

Según (ANSI/IEEE, 2000) arquitectura se define como “La organización fundamental de un sistema, representada en sus componentes, sus relaciones con otros y su entorno, y los principios que gobiernan y rigen su diseño y evolución”. De igual forma TOGAF acoge y extiende la definición anterior, asumiendo la arquitectura empresarial como “La descripción formal de un sistema, o un plan detallado del sistema a nivel de componentes para guiar su aplicación. La estructura de componentes, sus inter-relaciones, y los principios y directrices que gobiernan su diseño y evaluación a lo largo del tiempo”. El alcance de la arquitectura

empresarial (AE) incluye a las personas, los procesos, la información y la tecnología de la organización, sus relaciones entre sí y con el ambiente externo.

La definición de arquitectura empresarial de TI tiene su principal función en promover y garantizar la alineación estratégica del negocio con la infraestructura de TI disponible, a través de un conjunto de políticas, estrategias y prácticas que establecen relación entre las aplicaciones, datos, procesos y tecnologías de la organización desde una perspectiva holista, es decir como un todo. El principal desafío que enfrentan los arquitectos de hoy es establecer una EA capaz de coordinar cambios sostenibles en toda la empresa, en pocas palabras, la EA es una función de planificación robusta que ayuda a las organizaciones a comprender el proceso por el cual las estrategias empresariales se convierten en realidad operativa. Por lo tanto, el establecimiento de una metodología estándar para la realización de la planificación y la implementación de la arquitectura es vital (Saha, 2010).

Para facilitar el desarrollo de AE se han creado diversos frameworks o modelos de referencia los cuales presentan una estructura y definen artefactos arquitectónicos, cómo estos artefactos están relacionados entre sí, y proporcionan definiciones genéricas de lo que esos artefactos pueden hacer. Existen diversos modelos para la gestión de AE, hay algunos que, son más comúnmente aceptados y tienen reconocimiento como modelos de referencia que, aunque difieren en algunos aspectos y características conservan el enfoque y objetivos de las AE.

El framework del Open Group (TOGAF) (The Open Group, 2009) , Zachman (Zachman, 1987) y Gartner (Bittler & Kreizmann, 2005) son probablemente los modelos de mayor reconocimiento dentro de la comunidad académica y de practicantes en especial para entornos organizacionales empresariales. Así mismo el sector público también ha contribuido en el desarrollo de modelos de arquitectura empresarial mediante frameworks como: DoDAF (Department of Defense, 2009) and FEAF (Coincil, 1999)

2.5.2 Antecedentes de arquitecturas empresariales de gobierno

La evolución de los gobiernos hacia gobiernos electrónicos y estos hacia gobiernos inteligentes se ha convertido en una estrategia fundamental para promover la eficiencia en la prestación de servicios a los ciudadanos, la mejora en los procesos de las oficinas públicas y la disponibilidad de la información. Esta transición ha generado la necesidad de organizar y gestionar de una mejor manera las infraestructuras de TI que soportan los procesos y actividades del gobierno con el fin de superar retos asociados a la independencia de las organizaciones públicas hacia la construcción de gobiernos conectados, integrados e inteligentes.

Una de las tendencias para superar estos desafíos es el diseño e implementación de las arquitecturas empresariales como la práctica de vanguardia para proveer mejores servicios en las oficinas del gobierno; por ello en varios países, esto ha dado lugar a una gran cantidad de proyectos orientados a la construcción de Arquitecturas Empresariales Gubernamentales (EAG). Si bien algunos países han iniciado con iniciativas de gobiernos locales otros países avanzados están haciendo un esfuerzo para desarrollar AEG a nivel nacional para proporcionar una visión integrada y holista de las agencias en todo el país. A continuación, se presentan algunas experiencias de gobierno relacionadas con AEG.

Tabla 12. Experiencias de Arquitectura Empresarial de Gobierno (AEG)

| País | Objetivo | Modelo referencia | Desafíos y retos |
|------|----------|-------------------|------------------|
|------|----------|-------------------|------------------|

| | | | |
|--|---|---|---|
| <p>Korea</p> <p>(Young-Joo, Young-II, Shinae, & Eun-Ju, 2013)</p> | <p>Gestionar de manera eficiente los complejos y vastos recursos de información en el sector público e inducir enfoque metódico para la planificación de tecnología de la información. Eliminar interferencias entre las agencias, la duplicación de los sistemas de información y recursos relacionados, así como para mejorar los servicios para los ciudadanos y aumentar la eficiencia de los proyectos de TI nacionales.</p> | <p>Plan Maestro: US Federal EA (FEA)</p> <p>MetaModelo: Zachman model,</p> <p>TEAF(Treasure Enterprise Architecture Framework),</p> <p>DODAF(Department of Interior) in the United States</p> | <p>Sistemas duplicados y desarrollados por diferentes agencias.</p> <p>Inversión en TI planeada por cada agencia y no alineado a nivel gobierno</p> |
| <p>Finlandia</p> <p>(Valtonen, Mantynen, Leppanen, & Pulkkinen, 2011)</p> | <p>Mejorar la eficiencia de las actividades de la administración pública y para mejorar los servicios públicos y su disponibilidad por el que se establecen disposiciones relativas a la gobernanza gestión de la información en la administración pública y en la promoción y la garantía de la interoperabilidad de los sistemas de información.</p> | <p>TOGAF</p> | <p>La adquisición de las soluciones TIC comunes a veces es difícil debido a la legislación.</p> <p>No hay interoperabilidad semántica general: el contenido de la información depende del proceso de negocio. Por lo tanto, la interoperabilidad semántica es gobernada por leyes específicas, no por la ley general.</p> |
| <p>Singapore</p> <p>(Saha, 2009)</p> | <p>Service-Wide Technical Architecture (SWTA), tuvo como objetivo establecer una infraestructura técnica común y estándar en todo el territorio de gobierno. Incluida la interoperabilidad, las economías de escala y colaboración interinstitucional entre sistemas y aplicaciones.</p> | <p>No hay información</p> | <p>El programa GEA está deliberadamente orientado al negocio. Además de los modelos referencia, cada agencia utiliza la metodología MAGENTA y desarrolla su propia EA.</p> |
| <p>Bangladesh</p> <p>(Azad, Khan, & Alam, 2008)</p> | <p>La infraestructura de TIC en Bangladesh es muy pobre. Hay poca o ninguna conciencia sobre la importancia y el uso de la arquitectura empresarial dentro de la función de TI del gobierno. Últimamente, la atención o el enfoque del gobierno han pasado a desarrollar dicha arquitectura.</p> | <p>US Federal EA (FEA)</p> | <p>La mayoría de las agencias gubernamentales desarrollaron su infraestructura de TIC de forma individual, ya que no había Arquitectura Empresarial o estándares para proporcionar directrices de todo el gobierno. No hay integración entre ellos</p> |
| <p>Denmark</p> <p>(Janssen & Hjort-Madsen, 2007)</p> | <p>Arquitectura Empresarial Nacional es creada para la planificación de los sistemas de TI del sector público, garantizar la interoperabilidad y esfuerzo concertado para conocimiento compartido entre las agencias.</p> | <p>El modelo NEA se basa en el marco Zachman, pero se centra principalmente en la dimensión de proceso de planificación</p> | <p>Muchas de las iniciativas de la NAE, se basan en procesos de adopción ad-hoc y no hacia una visión arquitectónica nacional. Además, iniciativas como el marco de interoperabilidad y de contratación pública solamente se integran</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | | ligeramente con los modelos propuestos en la NEA. |
| Netherlands (Janssen & Hjort-Madsen, 2007) | Arquitectura Empresarial Nacional busca reducir la burocracia para tener efectos positivos a largo plazo en el crecimiento económico, el empleo e ingresos | Se utiliza una versión simplificada del modelo de Zachman para estructurar los principios de la arquitectura. | No hay coordinación general, a veces las agencias son abrumadas por el gran número de iniciativas. El proceso de transformación deja de lado a las agencias locales. Varios ministerios no tienen presupuesto asignado para crear "equipos de apoyo para ayudar a implementar la arquitectura |
| Colombia (Morales et al., 2014) | Establece las bases para la generación de dinámicas de mejoramiento continuo, en los que los procesos de excelencia y mediciones se conviertan en guías de la gestión estratégica de TI en Colombia. | TOGAF, ZACHMAN | Desarrollar el plan de implementación en todas las entidades del estado a 2025. |

Fuente: Elaboración propia

Aunque en la tabla anterior se detallan algunas experiencias, especialmente en Asia y Europa, de la cual se ha encontrado documentación y referencias en la literatura, es de resaltar que también existen otras más experiencias desarrolladas en países como Reino Unido (H. Government, 2012); Australia (Government, 2011) y Estados Unidos (U. S. Government, 2012) que han sido los pioneros en el tema de AEG, así mismo se aprecia que aunque en Latinoamérica de la misma manera existen algunas iniciativas como en México, Chile y Colombia es un tema que se encuentra en un desarrollo inicial, en donde se ha avanzado en términos de promover políticas públicas de TI asociadas a la formulación de AEG.

Los modelos o estándares más usados para guiar el desarrollo e implementación de AE de los casos presentados son Zachman, TOGAF y FEA donde estos modelos son reconocidos y usados por practicantes y académicos no obstante dada la naturaleza del sector público (política, regulaciones, usuarios) en este contexto son usados como referencia ya que en la mayoría de los casos estos han sido modificados o adaptados para ajustarse al entorno de aplicación, en consecuencia cada país desarrolla arquitecturas empresariales propias para dar prioridad a los aspectos más relevantes en su gobierno.

Por otra parte uno de los retos a los que se enfrentan los gobiernos al momento de trazar proyectos de AEG están relacionados con problemas de interoperabilidad, duplicación de información, independencias e incompatibilidad de infraestructura y aplicaciones para compartir información, aspectos legales, regulatorios y económicos.

2.5.3 Arquitectura empresarial para ciudades inelicientes

Para analizar el rol de las arquitecturas empresariales y la gestión de TI como habilitador hacia la construcción de ciudades inteligentes se propone evaluar a países que cuentan con proyectos y avances de AEG, teniendo en cuenta los factores y características expuestas en la sección anterior. Para ello se han seleccionado mediciones e índices internacionales

que representen algunas de estas características de tal manera que se pueda valorar y analizar los avances de los países de una manera cuantitativa y relacionar el rol de la arquitectura empresarial con estos criterios como referencias en el tema de gobierno inteligente.

Se seleccionaron cinco índices relevantes que contribuyen de cierta manera a evaluar y analizar algunos factores y características asociadas al gobierno inteligente:

- *Índice de Desarrollo de E-Gobierno (EGDIE)*: Se encarga de evaluar el grado de desarrollo de los gobiernos electrónicos, es decir la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) para proveer información y mejorar la prestación de los servicios públicos. A su vez el estudio permite identificar las fortalezas y desafíos que deberá enfrentar cada país, así como se constituye en una ayuda para guiar políticas y estrategias en términos de gobierno electrónico. Este índice tiene en cuenta a su vez tres subíndices: el índice de servicios online (OSI), el índice de infraestructura de las telecomunicaciones (TII) y el índice de capital humano (HCI) que proporciona el EGDIE.
- *E-Participation Index (EPI)*: Está sustentado en la disponibilidad de de información vía Internet, la participación en la toma de decisiones y en las consultas online. Es útil para visualizar la tendencia de los gobiernos en el proceso de incluir a los ciudadanos mediante las TICS en políticas y toma de decisiones para hacer la administración pública participativa, inclusiva y colaborativa, identificando las necesidades y preferencias existentes respecto a los servicios y políticas públicas. Se tienen en cuenta índices de uso de servicios en línea para facilitar el suministro de información de gobierno a ciudadanos (e-información"), la interacción con las partes interesadas (e-consulta), y la participación en la toma de decisiones procesos (e- toma de decisión").
- *El Índice Global de datos abiertos*: recoge y presenta información sobre el estado actual de la liberación de datos en todo el mundo. Así mismo evalúa la disponibilidad de los datos para ciudadanos, medios de comunicación y la sociedad civil. El Índice responde preguntas técnicas asociada a la existencia de datos, existencia en formato digital, disponibilidad en internet o si está en un formato que puede ser estructurado por un computador y preguntas legales como disponibilidad pública de la información, disponibilidad libre y con licencia abierta.
- *Índice de Innovación Global (GII)*: pretende recoger los aspectos multidimensionales de la innovación y proporcionar las herramientas que pueden ayudar en la adaptación de las políticas para promover el crecimiento a largo plazo la producción, mejora de la productividad y el crecimiento del empleo. A pesar que el GII no es un índice que recoge datos relacionados con el gobierno si permite evaluar la importancia y la disponibilidad de un país hacia procesos de innovación, característica fundamental de un gobierno inteligente. Evalúa aspectos relacionados con: Instituciones (políticas y regulación, Capital Humano, Infraestructura (TIC), mercado, conocimiento y tecnología, entre otros.
- *Índice WJP Gobierno Abierto (IGO)*: proporciona puntuaciones y la clasificación en cuatro dimensiones de la apertura del gobierno: (1) leyes públicas y los datos del

gobierno, (2) derecho a información, (3) la participación ciudadana, y (4) mecanismos de denuncia. Estas dimensiones pretenden reflejar cómo las personas experimentan diversos grados de apertura en su interacción diaria con los funcionarios del gobierno.

Luego teniendo en cuenta el objetivo de cada uno de los índices se hace un mapeo entre el índice y las características de los gobiernos inteligentes como se muestra en la Tabla 13, para identificar la pertinencia de cada índice y como puede representar de una u otra manera cada característica según la descripción y objetivo del mismo. Es de señalar que estos índices se toman como una referencia en un principio cualitativa más no nos centraremos en el análisis de cada una de las variables e indicadores, sino que a partir de un estudio general de cada uno se pueda inferir como pueden ser útiles para identificar que la presencia y desarrollo de arquitecturas empresariales puede potenciar y facilitar el desarrollo de iniciativas de gobierno inteligentes teniendo en cuenta las características y factores asociados a estos.

Tabla 13. Relación característica y factores de gobierno Inteligente e índices seleccionados

| Características / Índice | EGDIE | EPI | OpenData | GII | IGO |
|--------------------------|-------|-----|----------|-----|-----|
| Información abierta | | | X | | X |
| Interoperabilidad | | | X | | |
| Transparencia | X | X | | | |
| Estandarización | | | X | | |
| Datos compartidos | | | X | | X |
| Gobierno electrónico | X | | | | |
| Colaboración | X | X | | X | X |
| Innovación | | | | X | |

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificado los índices de medición se escogen los países teniendo en cuenta experiencias relacionadas con AEG, descritas en la sección de antecedentes, de estos países se tienen referencias y existe literatura sobre el desarrollo de arquitecturas empresariales. Adicionalmente se escogerán algunos países de Latinoamérica que formalmente no tienen o están etapas muy iniciales de proyectos de arquitectura empresarial para hacer contraste de estos dos grupos de países y como se ubican en los diferentes índices.

Para finalizar se realizarán comparaciones y análisis para responder preguntas asociadas a los avances de los países en cada una de estas características, identificar tendencias y el papel que puede tener las AEG en estas mediciones.

2.5.4 Análisis del rol de la AEG para ciudades inteligentes.

En la Tabla 14 se presenta el listado de países seleccionados asignando según cada índice el lugar (ranking) que ocupan respecto a los demás países, donde 1 es el mejor lugar o el resultado del índice más sobresaliente para cada una de las mediciones.

Tabla 14. Medición gobierno inteligente según índices internacionales 2014-2016

| País | EGDIE | EPI | OpenData | GII | OGI |
|---------------|-------|-----|----------|-----|-----|
| Corea del Sur | 1 | 28 | 1 | 16 | 10 |
| Australia | 2 | 5 | 7 | 17 | 9 |
| Singapur | 3 | 63 | 10 | 7 | 25 |
| Francia | 4 | 3 | 4 | 22 | 17 |
| Holanda | 5 | 16 | 1 | 5 | 5 |
| EEUU | 7 | 8 | 9 | 6 | 11 |
| Reino Unido | 8 | 1 | 4 | 2 | 8 |
| Nueva Zelanda | 9 | 6 | 19 | 18 | 2 |
| Dinamarca | 16 | 2 | 54 | 8 | 4 |
| Finlandia | 10 | 4 | 25 | 4 | 6 |

Fuente: Elaboración propia

Es de anotar que la búsqueda de antecedentes presentados en este artículo, se hizo de manera independiente al resultado obtenido de los índices. Como primer hallazgo se observa que las experiencias más documentadas y referenciadas respecto a arquitectura empresariales de gobierno coinciden con los primeros lugares (10 primeros) del EGDIE a excepción de Dinamarca y Bangladesh, de lo cual se puede inferir que el desarrollo de gobierno electrónico está directamente relacionado con la existencia de AEG.

Así mismo asumiendo que el gobierno inteligente está asociado con aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación para proveer información y mejorar la prestación de los servicios públicos se evidencia que la infraestructura tecnológica disponible no es suficiente para promover y acceder a la participación ciudadana a través de las TIC, esto es evidente en la diferencia significativa entre los índices EGDIE y EPI, de los cuales se esperaría una mejor correlación entre estos índices; se destacan EEUU, Australia, Finlandia y Reino Unido, llamando la atención que países como Corea del Sur y Singapur que están en el top 3 del EGDIE tiene lugares en el EPI muy alejados del top 20 (28 y 63 respectivamente) resultados posiblemente asociados a sus sistemas políticos, es decir cuentan con una excelente infraestructura de TI pero el acceso de los ciudadanos es limitada teniendo en cuenta la disponibilidad de servicios.

Tabla 15. Medición gobierno inteligente países latinoamericanos 2014-2015

| País | EGDIE | EPI | OpenData | GII | GOI |
|------------|-------|-----|----------|-----|-----|
| Uruguay | 26 | 3 | 12 | 68 | 21 |
| Chile | 33 | 8 | 19 | 42 | 18 |
| Argentina | 46 | 54 | 48 | 72 | 44 |
| Colombia | 50 | 11 | 12 | 67 | 39 |
| Brasil | 57 | 24 | 26 | 70 | 38 |
| México | 63 | 46 | 28 | 57 | 42 |
| Costa Rica | 54 | 15 | 54 | 51 | 19 |

Fuente: Elaboración propia

En el caso de países latinoamericanos Tabla 15 donde es evidente que las arquitecturas empresariales de gobierno son incipientes o están en estado de formulación, se observa que el primer país latinoamericano en el EGDIE es Uruguay en el puesto 26, seguido de Chile, Argentina y Colombia en el top 50, al respecto estos países cuentan con políticas de gobierno en línea que han avanzado significativamente en los últimos años, centrando sus esfuerzos en proveer el acceso a internet en estratos bajos y el desarrollo de servicios en

línea para los ciudadanos. Sorprende Uruguay que en el EPI se sitúa en el lugar 3, Chile en el 8, Colombia en el 11 y Costa Rica en el 15 dentro del top 20, cuando en el top 20 del EIGD no se encuentra ningún país latinoamericano, lo que se infiere que aunque estos países no tienen lugares destacados en EGI por la limitada disponibilidad de infraestructura de TI y acceso a internet, dado que son países en vía de desarrollo con limitaciones económicas importantes, si se está consolidando desde estos países políticas y estrategias orientadas al aprovechamiento, uso y participación de los ciudadanos a través de los servicios de TI disponibles desde las oficinas del gobierno.

Los índices de EGDIE y Open Data tienen una correlación más cercana, por ejemplo, en ambos Corea conserva el primer lugar, y 7 de los 10 países en ambos índices están ubicados dentro del top 10. Es importante observar que el gobierno electrónico facilita la disponibilidad y acceso de la información, pero es de resaltar que si bien la existencia de gobierno electrónico desarrollado mejora las posibilidades de información abierta por la disponibilidad de la infraestructura y de la información que puede ser extraída de los diversos sistemas de información que soportan los servicios electrónicos. La importancia de los datos abiertos es que permite el acceso a los datos del gobierno para los ciudadanos en general de tal manera que se puedan hacer investigaciones, aplicaciones o el uso de estas bases de datos en sistemas usando datos confiables y disponibles en formatos de fácil acceso para su posterior uso. En cuanto a la relación entre EPI y Open Data, 4 de los 10 países se ubican en el top 10 de ambos índices, es decir la correlación de estos dos índices es media. En Latinoamérica Colombia, Uruguay y Chile se ubican dentro del top 20 del Open Data, donde estos países están también en el top 20 de EPI y en los últimos años han escalado lugares importantes en el índice.

Analizando por regiones se aprecia que Europa llevan ventaja pues sus países están mejores ubicados en cada uno de los índices, Asia y América están muy cercanos, pero es de resaltar que América en gran medida está jalonada por los puestos destacados de EEUU y Canadá, y los países latinoamericanos han venido avanzando significativamente en los últimos años, aún las limitaciones propias de países y economías emergentes.

Como es conocido es importante tener en cuenta que en Europa y Asia se encuentran las mayorías de iniciativas consolidadas de ciudades inteligentes, lo que puede que como parte de estas iniciativas y teniendo en cuenta que la AEG es un habilitador de gobiernos inteligentes, estas iniciativas han creado y han generado la necesidad consolidar y desarrollar la AEG. En Latinoamérica apenas están surgiendo estas iniciativas y de allí se ha visto la necesidad de empezar a concebir arquitecturas empresariales como un factor clave en la consolidación de gobiernos inteligentes. Por otra parte, de los países Latinoamericanos solamente de Colombia se encontró documentación asociada a AEG, la cual apenas se inicia su implementación en las entidades de gobierno en 2015 con una meta a 2025, de los demás países existen planes, guías e información consolidada relacionadas con diferentes políticas de TIC, asociadas principalmente a gobierno en línea o gobierno electrónico y datos abiertos.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, la incorporación de la TI en la administración pública como factor clave hacia la inteligencia de las ciudades hace relevante el uso de arquitecturas empresariales en contextos de gobernanza pública porque:

Desde los gobiernos con el fin de mejorar y garantizar que las inversiones en tecnología y servicios para los ciudadanos y la mejora de los procesos de las entidades públicas y la

construcción de gobiernos inteligentes se han comenzado a usar arquitecturas empresariales que actúan como una especie de hoja de ruta para el diseño, desarrollo y adquisición de sistemas de información complejos que den soporte a los objetivos misionales de los gobiernos. Hay países que ya han aplicado con éxito arquitecturas de gestión de TI, y han desarrollado sus propios Marcos de arquitectura empresarial para el gobierno.

Una razón del creciente auge y uso de Arquitecturas Empresariales en el Gobierno (AEG) como base para la gestión e implementación de tecnología en el gobierno es su asociación con las metas de transformación de los gobiernos teniendo en cuenta los informes e índices en los que se aprecia que muchos de los países líderes tienen iniciativas de AEG (Ojo, Janowski, & Estevez, 2012).

Los gobiernos de todo el mundo confían cada vez más en Internet sus servicios para llevar a cabo sus funciones misionales y establecer relación con los ciudadanos, la industria y otros gobiernos. Diseños eficaces y rentables para estas funciones de gobierno electrónico requieren un enfoque robusto y escalable a EA que integra decisiones estratégicas con los requerimientos del negocio y soluciones tecnológicas.

Se requiere un conjunto básico de principios para guiar la dirección futura de las sostenibilidad urbana con el fin de involucrar a los diferentes interesados que tienen diversas perspectivas y prioridades como infraestructura, manejo de datos, aplicaciones y administración (Wenge, Zhang, Dave, Chao, & Hao, 2014).

2.6 FACTORES CLAVE EN LA GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN PARA CIUDADES INTELIGENTES⁶.

En lo que se refiere a los propósitos de los gobiernos inteligentes (Nam & Pardo, 2014) supone que se espera aumentar la eficiencia, eficacia y transparencia en la gestión organizacional y entrega de servicios, promover la colaboración entre los departamentos de la ciudad con otras organizaciones externas y ciudadanos, facilitando así la participación de entidades no gubernamentales en la toma de decisiones y el seguimiento la prestación de servicios. De la misma forma (Eglé Gaulé et al., 2015) expone que la gestión pública inteligente se define como la gobernanza que permite a un sistema social y sus sujetos operar eficazmente en un entorno dinámico y complejo utilizando racionalmente sus recursos internos y externos, la toma de decisiones adecuadas/pragmáticas y avanzadas relacionadas con las circunstancias específicas con el fin de crear valor compartido. Y en un concepto más conciso pero poderoso (Gil-García et al., 2014) plantea que un gobierno más inteligente parece requerir tener un enfoque con visión de futuro para el uso e integración de la información, la tecnología y la innovación en las actividades de gobierno.

Como resultado de las anteriores definiciones emergen características que pueden determinar la inteligencia en los sistemas de gobierno, tales como:

- Flexible, colaborativo, innovador, pragmático, dinámico, participativo y la creación de redes (E Gaulé et al., 2014)

⁶ Artículo en Revista; Maestre, G. P., & Nieto, W. (2015). "Factores Clave en la Gestión de Tecnología de Información para Sistemas de Gobierno Inteligente. *Journal of technology management & innovation*", 10(4), 109-117.

- La eficiencia, la eficacia, la transparencia y la colaboración (Nam & Pardo, 2014)
- Información abierta, participación de los interesados y la colaboración, y mejora en las operaciones del gobierno (Scholl & Scholl, 2014)
- La colaboración entre organizaciones, intercambio de información, la integración (Gil-García, 2012)
- Normalización, la interoperabilidad, la integración, los datos abiertos y los datos compartidos (Correia, 2011)

2.6.1 Desafíos en la gestión de Tecnología de Información

Según (Neirotti et al., 2014) las TI son una tecnología de uso general complementaria al capital humano y organizacional y cuyo uso está conformado por las decisiones políticas y por el ecosistema urbano de los ciudadanos, proveedores de tecnología y las autoridades locales, en función de las necesidades y hábitos de la ciudad. Algunos de los desafíos a los que se enfrentan los territorios inteligentes desde el componente del gobierno son:

- Enfocar la idea de la tecnología para que esté orientada a las necesidades concretas del ser humano, poniéndolo como punto de partida a él y sus necesidades, a un ciudadano con necesidades cambiantes, informado que requerirá nuevas soluciones y mecanismos para obtener más información y soluciones en tiempo real. (Branchi et al., 2013)
- Elaborar las prioridades con respecto a la sociedad y aplicaciones económicamente deseables, basados en los objetivos estratégicos en materia de desarrollo económico y social de las zonas de la ciudad (Schaffers et al., 2011)
- Conectar los problemas y cuestiones reales y a los movimientos de base con el objetivo de empoderar a los ciudadanos y empresarios. (Schaffers, Ratti, & Komninos, 2012)
- Las decisiones son impulsadas por el presupuesto que dirigidas por la estrategia. La tecnología puede habilitar o bloquear iniciativas inteligentes. La gestión de portafolios, la estrategia de articulación digital y la comunicación directa y la colaboración entre las empresas y la TI son requeridas. También la posición de la TI en relación con la ambición de ciudad inteligente debe aclararse.

Del mismo modo (Schaffers, Komninos, et al., 2012) identifica algunos cambios emergentes en el dominio de las ciudades inteligentes y sus ecosistemas de innovación tales como:

- Incremento en el despliegue en la infraestructura de banda ancha y creación de redes abiertas y repositorios abiertos.
- Participación creciente y empoderamiento de los ciudadanos en cuestiones sociales, usando social media y datos abiertos a una escala más amplia.
- Interés creciente para probar a gran escala servicios y soluciones p.e. eficiencia energética, salud, monitoreo medio ambiente, movilidad.
- Diversidad de tecnologías para aplicaciones están disponibles rápidamente (móviles, computación en la nube, datos abiertos y dispositivos inteligentes).
- Usuarios orientados a la innovación abierta.

Como resultado de lo anterior se evidencia una necesidad de gestionar de manera eficiente los recursos e infraestructura tecnológica de tal manera que esta se encuentre alineada a los objetivos estratégicos de los gobiernos y puedan administrarse de mejor manera los desafíos y cambios emergentes descritos anteriormente. De acuerdo a (Chourabi, Nam, Walker, Gil-Garcia, & Mellouli, 2012) la gestión y la organización de un gobierno de la ciudad y su gobernabilidad con otros actores son factores clave en el éxito de iniciativas de ciudades o territorios inteligentes. Por ello la gestión de TI se entiende como el alineamiento estratégico de TI con la organización tal que obtenga valor agregado por medio del desarrollo y mantenimiento de un control y responsabilidades efectivas, gestión de desempeño y de riesgos. Desde la gestión de TI para el gobierno se busca establecer las estrategias para alcanzar los objetivos institucionales del gobierno centrado en el uso de las TI orientado a satisfacer las necesidades de los ciudadanos en los territorios inteligentes.

2.6.2 Factores claves para la gestión de tecnología de información en ciudades inteligentes

Para que una ciudad o un territorio y en particular un gobierno pueda alcanzar la condición de inteligente no dependerá única y exclusivamente de superar el factor tecnológico o de infraestructura, sino que el éxito de estas iniciativas por lo general es el resultado de una combinación compleja de otros factores: sociales, políticos, económicos, humanos y organizacionales.

En particular para afrontar el tema de gestión de tecnología en esos contextos todos los factores mencionados anteriormente son relevantes, pero en este trabajo se partirá de una situación de interés que se concibe desde el concepto de arquetipo sistémico mediante el cual se ilustra cómo algunos factores emergen y sus relaciones pueden ser claves para comprender los problemas asociados la gestión de TI en un gobierno inteligente (Figura 6).

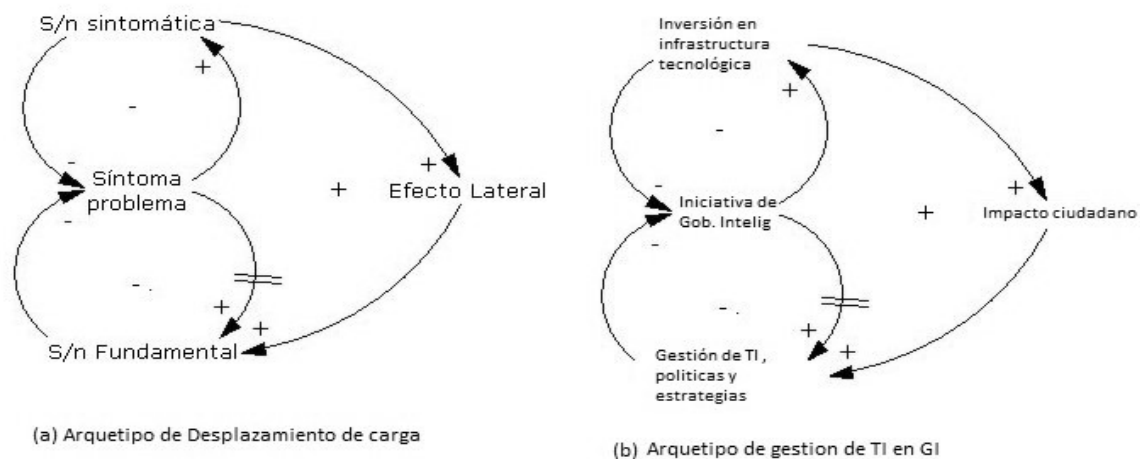


Figura 6. Arquetipo sistémico gestión de TI

Fuente: Elaboración propia

Un arquetipo describe patrones de comportamiento de un sistema, son situaciones que se repiten permanentemente, generando errores en el comportamiento de una organización (Senge, 2005). El arquetipo de desplazamiento de carga suele comenzar con un síntoma que insta a alguien a intervenir para resolverlo, en este caso asumiremos el síntoma como las diversas iniciativas de gobierno inteligente para ello se plantea una solución sintomática que es evidente e inmediata, y que pronto elimina el síntoma, como lo es la inversión en infraestructura tecnológica, la cual por lo general es desmedida, no planeada y centrada en los artefactos tecnológicos. Esta es una solución de corto plazo para corregir el problema, con resultados inmediatos aparentemente positivos, entre más infraestructura tecnológica disponible para mejorar la gobernanza, se asume la condición de gobierno inteligente.

Esta solución desvía la atención respecto del problema real o fundamental, que sería una estrategia de gestión de tecnología guiada por una política pública que pueda orientar mejor el logro de objetivos de un gobierno inteligente, esta solución fundamental a menudo se debilita cuando se le presta menos atención y se cree que la solución inmediata en este caso la infraestructura es la que puede resolver definitivamente el síntoma, porque a medida que esta solución se refuerza positivamente, las fundamentales se aplican menos y con el tiempo se crea dependencia respecto a la solución sintomática. Las anteriores soluciones necesariamente conllevan a efectos laterales que en este caso es el impacto en los ciudadanos. Además, es importante considerar los retardos presentes en cada uno de los ciclos en los cuales es evidente que la demoras en el ciclo de la inversión de tecnología, es menor que la de gestión de TI y la mayor demora se evidencia en el impacto en el ciudadano, es decir la velocidad en que cada uno los ciclos se van ejecutando, es una característica que afecta considerablemente la estabilidad del sistema.

Partiendo de la situación anterior se asumen en particular tres factores claves y algunas estrategias para la gestión de TI en gobierno inteligente como se aprecia en la Figura 7

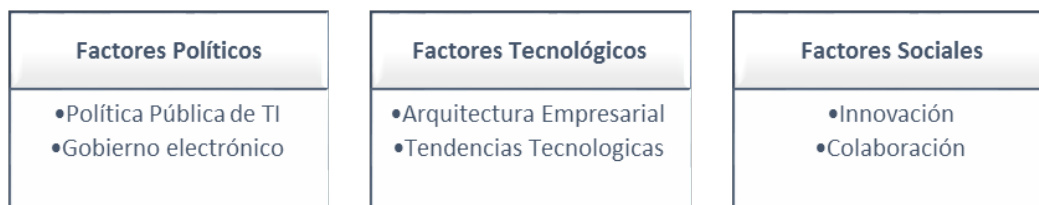


Figura 7. Factores y estrategias para la gestión de TI en gobierno inteligente

Fuente: Elaboración propia

El *factor político* el cual puede impulsar mediante la formulación de políticas públicas de TI y gobierno electrónico la planeación y sostenibilidad del gobierno inteligente a largo plazo, el *factor tecnológico* orientado no hacia los artefactos o tendencias tecnológicas únicamente sino hacia la implementación de arquitecturas empresariales de TI que posibilitan la implementación de estos artefactos y tendencias tecnológicas, cambiantes y dinámicas, en el marco de una política pública alineada con el marco legal y operativo que rige a las entidades del sector público para disminuir el riesgo de fracaso de los proyectos de TI del gobierno. Por último, el *factor social* en el cual teniendo en cuenta que el objetivo de la gobernanza inteligente es la eficiencia y eficacia en los servicios del gobierno también lo es el mejoramiento de la relación con los ciudadanos y la satisfacción en la interacción con el

gobierno; por ello en este factor se contemplan las estrategias de innovación y colaboración para promover y motivar nuevas relaciones ciudadano- gobierno. A continuación en la Tabla 16 se describen las estrategias asociadas a cada uno de los factores.

Tabla 16. Descripción factores clave en gestión de TI de gobierno inteligente

| Factor | Estrategia | Descripción |
|-------------|--------------------------|--|
| Político | Política pública de TI | Las políticas públicas de TI son un ingrediente fundamental para el éxito de un gobierno inteligente. El cierre de la brecha digital y el aumento significativo en el acceso de las TI plantea un desafío importante en materia de políticas públicas, por su carácter dinámico, que obliga a un constante ajuste de sus objetivos, en la medida que surgen nuevas tecnologías. Las agendas de política digitales son necesarias pues se constituyen en una plataforma de coordinación de esfuerzos a largo plazo, por lo general dispersos. Puesto que los sectores económicos y sociales incorporan las TIC de forma asincrónica y diferente, es posible que se desarrollen iniciativas y proyectos con iguales objetivos en distintos sectores, lo cual genera focos de ineficiencia que se traducen en duplicación de tareas y derroche de recursos (Guerra & Jordán, 2010) |
| | Gobierno Electrónico | El gobierno electrónico se entiende como la entrega de servicios mediante el uso de las TI para facilitar transformar y promover de relación entre el estado y los ciudadanos, además de aumentar la eficiencia, transparencia, accesibilidad y capacidad de respuesta a los ciudadanos en la gestión interna del sector público. Para (Criado & Gil-García, 2013) las repercusiones o beneficios del e-gobierno no son la consecuencia exclusiva de la utilización de tecnologías de información. El e-gobierno también implica una construcción política y organizacional que requiere una atención a factores muy diversos ya que la interacción entre tecnologías y administraciones públicas es compleja por ello la necesidad de entender esta complejidad en los procesos de adopción y uso de las TI implica considerar cuestiones que normalmente no se tienen en cuenta a la hora de aproximarse al e-gobierno. Es de anotar que un desarrollo significativo en gobierno electrónico es importante para la implementación de iniciativas de gobernanza inteligente, su implementación por sí sola no se traduce en gobiernos inteligentes. |
| Tecnológico | Arquitectura Empresarial | Con el fin de mejorar y garantizar que las inversiones en tecnología y servicios para los ciudadanos y la mejora de los procesos de las entidades públicas y la construcción de gobiernos inteligentes se han comenzado a usar arquitecturas empresariales que actúan como una especie de hoja de ruta para el diseño, desarrollo y adquisición de sistemas de información complejos que den soporte a los objetivos misionales de los gobiernos. El futuro de EA en programas de gobierno debe proporcionar una visión integral y coherente en todo negocio, información y tecnología; no sólo para guiar el diseño de sistemas de TI sino para entregar el cambio del negocio apoyado y facilitado por las TI (Hjort-Madsen & Pries-Heje, 2009). Los esfuerzos actuales en cuanto a gobierno electrónico es que sean orientados a gobiernos inteligentes para lo cual es necesario la gestión y coordinación de los proyectos y proporcionar marco de referencia para explicar las relaciones entre los proyectos y la gestión de cambio dentro de la administración pública la cual es vista como visto como una colección de un gran número de organizaciones heterogéneas que tienen diferentes procesos de negocio y sistemas de información pero con necesidades de |

| Factor | Estrategia | Descripción |
|--------|-------------------------|---|
| | | compartir información, interoperabilidad y datos abiertos entre otras características propias de los gobiernos inteligentes. |
| | Tendencias Tecnológicas | La dinámica de desarrollo y avance de las tecnologías de información facilitan la emergencia de características que deben estar presentes en el contexto de gobierno inteligentes: interoperabilidad, datos compartidos, disponibilidad, innovación son algunas de las más importantes y que sin estas no podríamos considerar un gobierno inteligente. Por ello las tendencias tecnológicas actuales que el gobierno y las organizaciones deben tener en cuenta para los procesos de planificación estratégica y el desarrollo de las ciudades y gobiernos inteligentes y que facilitan la presencia de estas características desde el componente tecnológico son: Big Data, IoT (Internet de las cosas), los datos abiertos, Apps (aplicaciones móviles) entre otras. |
| Social | Innovación | La innovación en el gobierno está relacionada con ideas novedosas para prestar servicio, generalmente orientada a cambios organizacionales y en generación de nuevas políticas para proveer servicios pertinentes, accesibles, eficientes y oportunos a los ciudadanos. La innovación desde los gobiernos inteligentes puede ser: servicios nuevos o mejorados, nuevas estrategias y procesos en la prestación y entrega de los servicios, innovación organizacional, entre otras. |
| | Colaboración | El objetivo de la colaboración es el intercambio de información para generar y capitalizar sinergias entre las partes interesadas facilitando la construcción de soluciones conjuntas e innovadoras. Una capacidad de colaborar permite a la administración pública ser más consciente y sensible a las necesidades del gobierno y del ciudadano. |

CAPÍTULO 3. PROPUESTA FRAMEWORK DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN PARA CIUDADES INTELIGENTES- FGETICI

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la propuesta del framework de gestión de tecnologías de información para ciudades inteligentes, entendido como un marco de trabajo el cual define una estandarización de conceptos, prácticas y criterios para dar un enfoque particular a un tipo de problemática en específico, la cual puede servir como referencia para resolver problemas de una índole similar. Se expone el propósito general del mismo, así como cada uno de los elementos que lo integran: Modelo Conceptual y Modelo de Madurez y el papel de cada uno dentro de la dinámica general de aplicación del mismo. Del modelo conceptual se describe su propósito, metodología de diseño (dos iteraciones), validación, componentes del mismo en términos de la descripción de los cinco dominios que lo componen y preguntas relacionadas a estos dominios, que le dan sentido a la arquitectura del framework que se propone, explicados mediante un modelo causal de dinámica de sistemas. El modelo de madurez se desarrolla siguiendo la metodología de (De Bruin et al., 2005) y se presenta el alcance, las etapas del diseño, la selección de las Áreas Clave de Dominio (ACD) y Variables Críticas(VC), para finalizar se propone la metodología de aplicación en el contexto de ciudades inteligentes o con intenciones de serlo.

3.2 GENERALIDADES DEL FRAMEWORK PROPUESTO

La gestión de tecnología desde el contexto de las ciudades inteligentes debe facilitar la ejecución de un direccionamiento estratégico de infraestructuras, servicios, datos, información, procesos y canales entrega en el contexto de los espacios urbanos y rurales en el mejor de los casos, orientada a unos stakeholders (ciudadanos en general) con el objeto de promover el acceso a la información y servicios para su desarrollo. La modernización de la administración pública mediante el fortalecimiento del papel de las Tecnologías de Información, nuevos modelos institucionales y de organización, incluida la innovación; es una de las piedras angulares de la estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador de las ciudades. (Eglé Gaulé et al., 2015).

El Framework FGETECI para la gestión de TI en ciudades inteligentes, se propone como un escenario para gestionar recursos de tecnología informática en contextos sociales abiertos con el fin de abordar procesos de planificación, desarrollo, control y monitoreo de proyectos que apoyan iniciativas para desarrollar modelos de ciudades y territorios inteligentes; así mismo busca desarrollar las acciones conducentes a promover el desarrollo tecnológico, la innovación y la integración de los ciudadanos en entornos digitales.

Desde la valoración de la capacidad de gestión de TI por parte de los actores responsables (directores de TI, organismos de desarrollo municipal y departamental) a través de su uso

efectivo, eficiente y apropiado, se busca proveer un contexto tecnológico adecuado para dinamizar las iniciativas de ciudades inteligentes. Es un modelo de referencia para las administraciones públicas que desean valorar y orientar estrategias inteligentes desde la perspectiva de la gestión de tecnologías de información.

El diseño ha sido propuesto conceptualmente desde la revisión de literatura, los modelos existentes, los aspectos conceptuales y el estado del arte, expuesta en el capítulo anterior, así como desde la experiencia de funcionarios de las administraciones públicas en Colombia y Chile. El FGETICI se concibe desde las ideas principales de: tecnología e innovación, pensamiento sistémico, arquitectura empresarial, los principios de la gestión de tecnología, modelos de madurez y modelos de medición de ciudades inteligentes. Estos son los insumos conceptuales para el diseño del framework y hacen parte de las teorías y antecedentes que lo soportan.

El Framework para la gestión de tecnologías de información en ciudades inteligentes se compone de dos modelos como se muestra en la Figura 8:

- **Modelo Conceptual:** Este modelo proporciona un marco de referencia estructurado en el cual se explican los conceptos y teorías relevantes que se tienen en cuenta en el diseño del Framework, así como los dominios que soportan su arquitectura en general. Se define el ámbito de aplicación, la descripción de los dominios y se pretende explicar y analizar en términos de la relación entre los dominios entre sí usando el enfoque de modelado con dinámica de sistemas y las preguntas asociadas a cada uno de los dominios propuestos.
- **Modelo de aplicación:** A través de un modelo de madurez se busca valorar la capacidad de TI en términos de los dominios y áreas clave de dominio y variables críticas a partir del modelo conceptual, con el cual se busca establecer líneas base en las ciudades y mediante una guía de mejoramiento evolucionar a través de un proceso de desarrollo o crecimiento en la dirección de una madurez más avanzada.

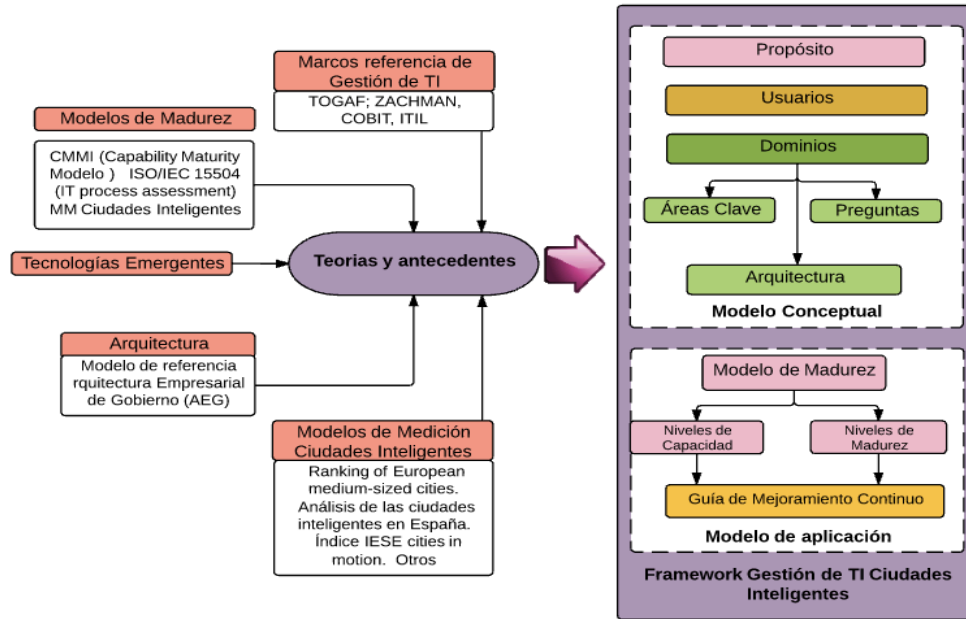


Figura 8. Elementos del Framework de Gestión de TI para Ciudades Inteligentes

A continuación se describe el papel de cada uno de los elementos del framework (modelo conceptual y de aplicación) y cómo se relacionan entre sí y el contexto en el que se espera sea usado (Figura 9.)

El proceso del diseño del Framework se concibe desde las ideas del pensamiento sistémicos, orientado al cambio y en una dinámica de investigación-acción; es decir, como un proceso de aprendizaje. Como una primera aproximación a la definición de la Investigación-Acción se asume la realizada por (Checkland & Scholes, 1990) donde expone que es una investigación orientada por la necesidad de generar conocimiento específico (modelo conceptual) que permita actuar en una situación humana determinada (modelo de aplicación).

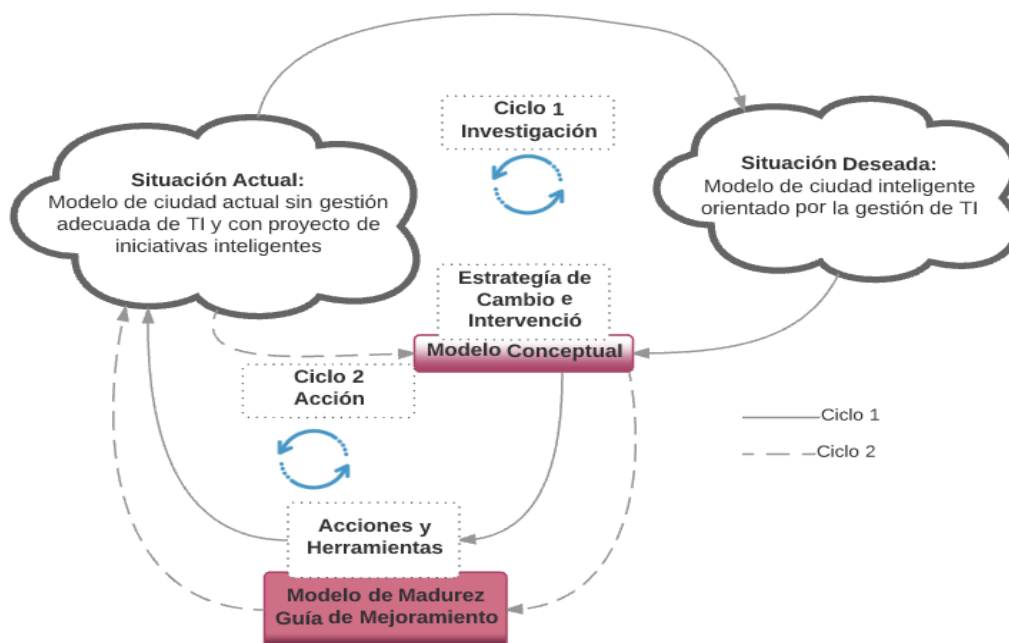


Figura 9. Aplicación del Framework

Fuente: Elaboración propia

La propuesta de Framework tiene presente que el cambio se concibe de manera continua, construido a partir del presente (ciudad actual) y guiado por un futuro deseable (ciudad inteligente); la situación actual así como la situación deseable, aportan elementos que orientan la definición de la estrategia de cambio, orientada por el estudio del estado del arte, de la situación problema y el modelo conceptual formulado para la framework, y a la luz de la estrategia (modelo de madurez) se definen las acciones y las herramientas para su aplicación (guía de mejoramiento).

La intervención en las ciudades, y sobre todo la reflexión sobre la misma y sus logros, así como el aporte crítico de las administraciones posibilitan un aprendizaje sobre la situación misma, para que se continúe con ello una reformulación de las ideas, que aportaran a las estrategias, acciones y herramientas como acuerdos, para repetir los dos ciclos de aprendizaje (investigación y acción). Los dos ciclos presentan velocidades de viables posibles para generar la dinámica de cambio, es de esperarse que el ciclo dos (2) se desarrolle a mayor velocidad, pues las estrategias, acciones y herramientas cambian más que la definición de la situación deseable definida en la dinámica del ciclo uno (1).

3.3 MODELO CONCEPTUAL

3.3.1 Definición de ciudad o territorio inteligente

La dinámica actual de las ciudades caracterizada por diversidad de problemas complejos y el aumento de las expectativas hacia un gobierno eficiente establece nuevos retos para los sistemas de gobernanza pública. Un desafío clave para el gobierno es encontrar nuevas formas de operación y la colaboración en las ciudades con el fin de lograr un crecimiento sostenible de manera eficaz y eficiente garantizando la integridad y la construcción de

confianza en el gobierno mejorando las relaciones y la interacción de los ciudadanos con las diferentes entidades y funcionarios.

En la última década se ha desarrollado una tendencia hacia la generación de la literatura en este campo como presenta la revisión de literatura del capítulo anterior, pero dada la diversidad de enfoques, en este trabajo se asume una ciudad inteligente como *un territorio geográfico caracterizado por el uso intensivo de las tecnologías, principalmente de información y comunicación, con el fin de promover la colaboración, la innovación y la eficiencia para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y la sostenibilidad de las ciudades* (G. P. Maestre, 2015), donde las tecnologías son un facilitador para crear un nuevo tipo de entorno innovador, que requiere el desarrollo integral y equilibrado de habilidades creativas, instituciones orientadas a la innovación, redes y espacios virtuales (Komninos, 2009).

3.3.2 Componentes estructurales de ciudad o territorio inteligente

La idea de la ciudad Inteligente es relativamente nueva ha ido tomando fuerza en la última década, por ello, está en evolución y se caracteriza por ser un concepto amplio ya que de manera general está conformada por una compleja combinación e interacción de factores sociales, institucionales y tecnológicos. Para el modelo se consideran a manera general seis componentes estructurales como se muestra en la Figura 10:

Figura 10. Componentes de una ciudad inteligente



Fuente: Elaboración propia

3.3.2.1 Tecnologías Emergentes:

Por lo general se aprecia que las ciudades han aprovechado la disponibilidad de sus recursos tecnológicos para avanzar en estrategias que claramente apuntan a un sector o servicio público (movilidad, Salud, seguridad, ambiente, etc.). Para ello se identifican algunas de las tendencias tecnológicas emergentes que soportan el desarrollo de ciudades inteligentes:

Analítica de Datos

Se refiere al conjunto de técnicas predictivas y prescriptivas utilizadas para analizar y transformar grandes volúmenes de datos en información con el objeto de mejorar la toma de decisiones en la ciudad. Este nuevo enfoque habilita la toma de decisiones inteligente a

través del descubrimiento de activos de información, relaciones y nivel de influencia entre nuevas fuentes de datos. Se destacan como parte de esta tendencia: Big Data, Análisis de Redes Sociales, Inteligencia de Negocios o Tableros de Control (DashBoard).

Datos Abiertos

Datos Abiertos se refiere en general a la información que es accesible y está disponible, leíble por máquinas, disponible en línea, sin costo y sin límites en su reutilización y redistribución. Específicamente, el concepto de Open Government Data (OGD) es una filosofía de trabajo para empoderar a los ciudadanos y otorgarles acceso y licencia de uso de los datos generados por entidades públicas, de tal manera que los puedan usar, almacenar, redistribuir e integrar con otras fuentes de datos. Esta apertura de los datos se justifica tanto por favorecer la participación ciudadana, fortaleciendo la democracia, como por ser un motor de innovación al permitir la creación de nuevas empresas o aplicaciones y servicios con estos datos⁷.

Instrumentación

Se refiere a los diferentes dispositivos que son capaces de capturar diferentes señales del medioambiente, convertirlas en datos y los transmiten por las redes a computadoras de los centros de control y gestión de las ciudades. Algunos ejemplos de estos dispositivos son: Sensores inteligentes de iluminación que encienden y apagan automáticamente las lámparas, sistemas digitales inteligentes permiten que el ciudadano haga el seguimiento del consumo individual de agua y lo controle, semáforos controlados remotamente permiten cambiar el tiempo de cierre y apertura de acuerdo con el flujo de vehículos, evitando congestiones o dispositivos de GPS en los vehículos de emergencia permiten localizarlos y, utilizando cámaras y semáforos inteligentes, dirigirlos a las mejores rutas.. (Bouskela et al., 2016).

Conectividad Pública

Es importante para las ciudades contar con la existencia (o el desarrollo) de redes de banda ancha que puedan soportar aplicaciones digitales y garantizar que dicha conectividad esté presente en toda la ciudad y para todos los ciudadanos. Esa infraestructura de comunicación, es vital para las ciudades y puede ser una combinación de diferentes tecnologías de red de datos que utilicen transmisión vía cables, fibra óptica y redes inalámbricas (Wi-Fi, 3G, 4G o radio) (Bouskela et al., 2016). Así mismo la difusión y penetración de los teléfonos inteligentes en la población ha incrementado el acceso a internet móvil y las ciudades han comenzado la implementación de zonas WI-FI gratuitas en los sitios públicos de las ciudades por lo que cada día más los usuarios están más conectados.

Apps Móviles

El incremento del uso de los móviles y la facilidad de acceso que cada día tienen los ciudadanos, hacen de las aplicaciones móviles un recurso importante que cada vez se vuelve más cotidiano en el día a día de los ciudadanos. El desarrollo de apps móviles pertinentes e innovadoras puede contribuir significativamente a las ciudades inteligentes.

⁷ <http://datos-abiertos.oui-iohe.org/el-proyecto>

Ciudadanos conectados, generando y compartiendo información y datos, demandando necesidades específicas, y trabajando colaborativamente con el gobierno, son las características necesarias de este tipo de aplicaciones. Aplicaciones que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos, que le ayudan a tomar mejores decisiones por ejemplo en temas de movilidad (ruta más eficiente), mejora en los consumos de servicios públicos como agua, energía o gas, de alerta temprana o emergencias son las que pueden incidir significativamente en el comienzo de grandes iniciativas de ciudades inteligentes.

3.3.2.2 Bienes y Servicios Digitales

Son los mecanismos de comunicación e interacción mediados por las TI entre las administraciones y los ciudadanos a través de los cuales se ofrecen la posibilidad de acceder a servicios y procesos en línea, la realización de transacciones y la consulta de información relacionada con la ciudad. Este es quizás una de las tendencias más desarrolladas en las ciudades, es evidente que hay un aumento en la creación y disponibilidad de trámites en línea que le permiten al ciudadano optimizar los tiempos por que se evita la presencia en las oficinas públicas, la reducción de costos de traslados y las administraciones cuentan con información actualizada y disponible. Pago de impuestos, citas en línea, obtención de documentos y certificados son algunos ejemplos, sin embargo, existe un reto en la actualización de las tecnologías que soportan estos servicios, por ejemplo, la migración o ampliación de los canales de acceso no solo web sino a aplicaciones móviles.

3.3.2.3 Territorio

Es el espacio físico, social y cultural en el que se busca generar procesos de transformación a través del uso y apropiación de las tecnologías de información. Este territorio se caracteriza por promover la generación de sinergias entre el estado, sector productivo, la academia y la sociedad civil con el fin de diseñar e implementar estrategias de desarrollo social y económico haciendo uso de estas tecnologías, estrategias soportadas en políticas públicas, normas, regulaciones que generan contextos más favorables para la sostenibilidad a largo plazo de estas iniciativas.

3.3.2.4 Escenario social

Abordar el tema de las personas y las comunidades como parte de las ciudades inteligentes son crítico porque los proyectos de ciudades inteligentes tienen un impacto en la calidad de vida de los ciudadanos y busca responder a deseos y necesidades propias de estas comunidades. Las ciudades inteligentes permiten a los miembros de la ciudad participar en la gobernanza y la gestión de la ciudad, por ello son agentes de cambio en la sociedad y en gran medida son actores clave que pueden influir significativamente en su éxito o un fracaso.

3.3.2.5 Economía Digital

Constituida por la infraestructura de telecomunicaciones, las industrias TIC (software, hardware y servicios TIC) y la red de actividades económicas y sociales facilitadas por Internet, la computación en la nube y las redes móviles, las sociales y de sensores remotos.

La economía digital es un facilitador cuyo desarrollo y despliegue se produce en un ecosistema caracterizado por la creciente y acelerada convergencia entre diversas tecnologías, como lo es el contexto de las ciudades inteligentes en el que se generan impactos en los ámbitos económico y social. En el primero, se consideran su efecto en la productividad, el crecimiento económico y el empleo. En el segundo, destacan los impactos en la educación, la salud, el acceso a la información, los servicios públicos, la transparencia y la participación.

3.3.2.6 El ciudadano en el contexto digital

El ciudadano juega un rol importante en el contexto de los entornos inteligentes, ya que debe ser capaz de adaptarse a las nuevas dinámicas y al cambio cultural y social que se promueven desde estas iniciativas, donde la colaboración y la asociación entre ciudadanos y gobiernos es la base de las estrategias que las soportan.

Así mismo es de resaltar su inclusión social en infraestructuras blandas (redes de conocimientos, Organizaciones, entornos libres de delitos), la diversidad urbana y Mezcla cultural, capital social y humano y su participación en generación de conocimiento a través de instituciones educativas y de generación capacidades de I + D (Nam & Pardo, 2011a)

Si bien cada uno de los componentes expuestos es importante, este trabajo se centrará en los componentes tecnológicos: Tecnologías Emergentes y Bienes y Servicios y en los institucionales: Territorio, principalmente.

3.3.3 Propósito

En general desde la gestión de tecnología en iniciativas de ciudades inteligentes permite entre otros aspectos:

- Generar valor a las instituciones y por ende a los ciudadanos en general, haciendo las inversiones de TI, dentro de un marco de planeación estratégica adecuada, por ejemplo, alcanzando metas estratégicas y generando beneficios a través de un uso de las TI de forma eficaz e innovadora.
- Mantener información de calidad para soportar las decisiones de las organizaciones públicas asociadas a los territorios inteligentes.
- Contribuir a alcanzar la excelencia operacional a través de una aplicación de la tecnología fiable y eficiente en los procesos y servicios del estado.
- Cumplir con las leyes, regulaciones, acuerdos contractuales y políticas aplicables.

3.3.4 Usuarios potenciales

El Framework ha sido diseñado para ser aplicado en contextos de ciudades con iniciativas o expectativas de proyectos en ciudades inteligentes. Los usuarios potenciales se han dividido en tres grupos como se detalla en la Tabla 17

Tabla 17. Usuarios Potenciales

| Tipo de usuario | Usuarios directos | Descripción |
|-----------------------------|--|---|
| POBLACIÓN OBJETIVO | Ciudades administraciones públicas. Y | Inicialmente ciudades colombianas o latinoamericanas con contextos similares, donde se propone y promueve este framework, mediante la valoración de las capacidades de gestión de TI y con interés de proyectos e iniciativas de ciudades inteligentes. |
| POBLACIÓN PROMOTORA | Grupos y Centros de Investigación (Universidades) | Formulan y reformulan la propuesta con aportes desde la academia y la investigación. Diseñan los lineamientos para su implementación, seguimiento y evaluación de la misma. |
| | Empresarios | Se colocan a consideración los planteamientos formulados en el framework para con el fin de facilitar las estrategias y acciones mediante productos y servicios, a pro del mejoramiento e implementación del framework. |
| POBLACIÓN INTERESADA | Ministerio de las Tecnologías de la Información y la comunicación (MinTIC) | Desde sus políticas públicas de TI, se demandan necesidades y proyectos en los que puede ser viable la aplicación de la propuesta y aportar a la consecución de estos objetivos y la consolidación de estas políticas. |
| | Alcaldías, Gobernaciones y secretarías TIC | Promueven las políticas generales del MinTIC, haciendo viable y respaldando la implementación del framework |
| | Entidades gubernamentales y gubernamentales. No | Se refiere a diversas entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales que promueven el desarrollo y avance de los temas en ciudades inteligentes. A través de diversos programas, convocatorias, proyectos e iniciativas buscan la consolidación de ciudades inteligentes, lo que genera un contexto adecuado para la implementación de la propuesta. |

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Modelo Conceptual versión 1

3.3.5.1 Generalidades

De manera general se asume las TI como un elemento fundamental, necesario e imprescindible en las iniciativas de ciudades inteligentes por ello se asumirán como el centro del modelo: Dominios (D) y Áreas Clave de Dominio (ACD) relacionados con la gestión de TI, que serán orientadores y los pilares fundamentales con el fin de direccionar, planear y evaluar diversos proyectos de ciudades inteligentes.

Este modelo se desarrolló de forma iterativa en la cual se realizaron dos iteraciones representadas en dos versiones del modelo conceptual, el cual a partir de la primera versión evolucionó hacia una versión final mejorada como se muestra a continuación.

3.3.5.2 Selección de Dominios

Para la versión 1 se definen siete dominios (inicialmente llamadas dimensiones para la V1) y 32 ACD (inicialmente llamadas factores a evaluar para la V1) en total. Esta propuesta surge principalmente de la revisión de la literatura presentada en el capítulo anterior y los frameworks como ZACHMAN, TOGAF, ITIL Y COBIT como referentes en gestión y gobierno de TI, y busca responder a la pregunta cuales son los factores claves que se deben tener en cuenta para gestionar TI en contexto de ciudades inteligentes como se muestra en la Figura 11.

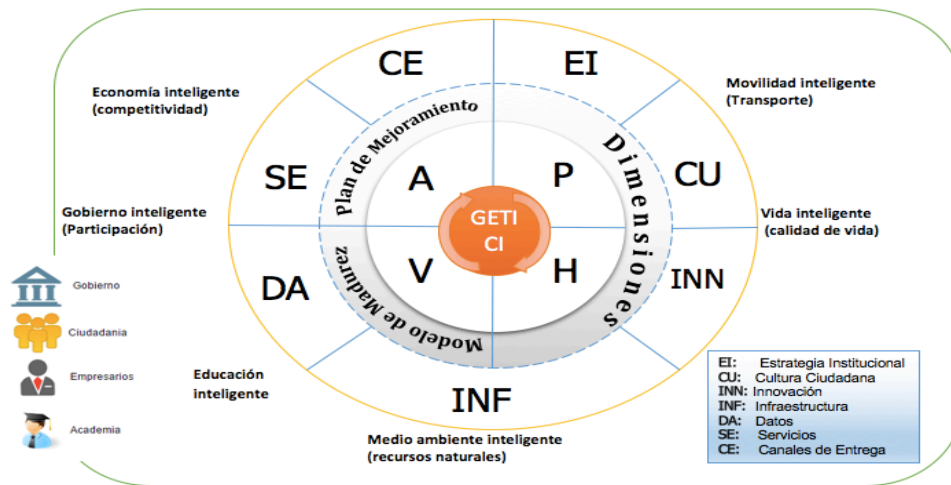


Figura 11. Modelo Conceptual Versión 1

Fuente: Elaboración propia

Así mismo cada una de estas dimensiones tendrá asociado un conjunto de factores a evaluar que en su conjunto describen la dimensión como se muestra a continuación:

Tabla 18. Dimensiones del Modelo Conceptual V1

| Dimensión | Descripción | Factores a evaluar |
|--------------------------|--|--|
| Estrategia institucional | Contempla la información referida a cual es objetivo de las TI y los servicios que brindan el estado y su articulación con los marcos legales o regulatorios. | Objetivos institucionales de la ciudad |
| | | Estrategias |
| | | Portafolio (oferta de proyectos TIC) |
| | | Políticas públicas (TIC) |
| | | Capacidad organizativa |
| Servicios tecnológicos | Gestión de los servicios prestados por las entidades del sector público a los ciudadanos a través de la infraestructura tecnológica disponible | Acceso |
| | | Masificación |
| | | Disponibilidad |
| | | Plataformas Disponibles |
| | | Usabilidad |
| Cultura | Aspectos asociados a las estrategias que facilitan y promueven un contexto pertinente para el uso y apropiación de las TI | Alineación con la estrategia TI |
| | | Pedagogía ciudadana |
| | | Participación ciudadana |
| Infraestructura | Se refiere a la infraestructura hardware y software y sus instalaciones que permiten el almacenamiento, procesamiento y aseguramiento de las aplicaciones y los datos. | Formación ciudadana |
| | | Gestión |
| | | Acceso |
| | | Disponibilidad |
| | | Tecnologías Emergentes |
| | | Disponibilidad |

| Dimensión | Descripción | Factores a evaluar |
|----------------------------------|--|--|
| Datos-información- contenidos | Conjunto de procesos para la adquisición, procesamiento, almacenamiento, gestión y análisis de grandes volúmenes de datos. | Acceso |
| | | Datos Abiertos |
| | | Privacidad |
| | | Actualización |
| | | Seguridad |
| Canales de Entrega | Mecanismos de comunicación entre el estado y los ciudadanos es decir cómo se entregan los diversos servicios. | Variedad |
| | | Volumen |
| | | Velocidad |
| | | Contenido |
| | | Diversificación |
| Innovación | Aplicación de métodos, políticas, productos y servicios que aportan de una manera novedosa, eficiente y abierta a los procesos del estado. | Actividades Ciencia, Tecnología e Innovación |
| | | Capital Humano |
| | | Inversión en I+D+I |

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se consideraron otros elementos:

Características:

Conjunto de enunciados transversales que guían y orientan el diseño, desarrollo e implementación del framework.

- Centrado en el ciudadano
- Basado en la colaboración
- Orientado por la tecnología de información

Principios:

Conjunto cualidades expresados en forma de reglas de alto nivel, que guían y permiten tomar decisiones sobre una las estrategias, actividades y procesos de gestión de TI en ciudades inteligentes.

- Independencia
- Universalidad
- Estandarizado
- Agrega valor
- Medible

3.3.5.3 Validación por método Delphi

La validación conceptual de esta versión se ha utilizado el método Delphi, que consiste en un método general de prospectiva basado en la consulta a expertos (Campos, Navarro, & Sanchis, 2014), en este caso representados por académicos del área de gestión de tecnología a nivel nacional e iberoamericano. Se considera que la aplicación de este método resulta de utilidad en un estudio de carácter exploratorio como el que aquí se presenta, ya que no existen antecedentes en el campo emergente de la gestión tecnológica en ciudades inteligentes y el objetivo es acercarse al consenso mediante el conocimiento de un grupo de expertos con base en el análisis y la reflexión del modelo propuesto.

A continuación, se detalla el proceso y algunos resultados. La descripción de los perfiles de los expertos, los cuestionarios y los resultados de la validación⁸ se encuentran en detalle el ANEXO 1 y en (Gina Paola Maestre G & Nieto B, 2016).

Propósito

Valorar la pertinencia y relevancia de las dimensiones y factores a evaluar propuestos como base para la formulación de un modelo de gestión de Tecnología de Información (TI) aplicable a ciudades inteligentes colombianas.

Muestra y perfil de los expertos

La muestra se seleccionó por muestreo no probabilístico por conveniencia donde los sujetos son seleccionados dada la accesibilidad y experticia específica de las personas para la investigación como se muestra en la Figura 12. Se envió el cuestionario a una población de 25 personas con experticia en el tema ya que el objetivo es obtener apreciaciones y aportes significativos que pueden incidir en ajustes futuros y reformulación del modelo si es necesario. Finalmente se obtuvo una muestra de 20 cuestionarios totalmente diligenciados.

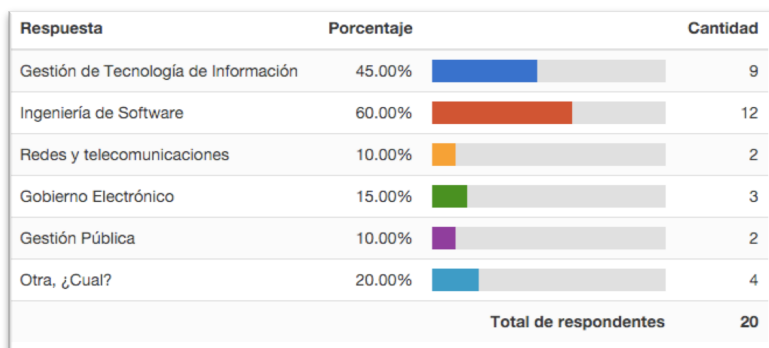


Figura 12. Área de experticia

Diseño del cuestionario

La recolección de información se realizó mediante la construcción de un cuestionario en línea en la plataforma e- encuesta estructurado en 7 secciones constituido por preguntas abiertas, de selección múltiple, asignación de valoraciones y preguntas cerradas, relacionadas con los elementos presentados en el modelo y en los cuales los expertos van iterando sobre un tema en la medida que se va profundizando en la arquitectura del modelo. A continuación en la Tabla 19 se presenta la estructura del cuestionario.

Tabla 19. Diseño cuestionario aplicado

| |
|--|
| Sección 1. Introducción |
| Se presenta el objetivo de la encuesta y una breve introducción acerca de ciudades inteligentes y la arquitectura del framework. |
| Sección 2. Identificación |

⁸ Ponencia Validación arquitectura para la gestión de tecnología de información en ciudades inteligentes. Presentada en Congreso Iberoamericano de Sistemas y Tecnologías de Información. 2016, España

| |
|--|
| Se hace la caracterización de los encuestados en cuanto a su nivel de formación, área de experticia, entidad y cargo. |
| Sección 3. Sobre las dimensiones |
| 1. Se valora sobre la pertinencia de las dimensiones propuestas 2. Se evalúa la prioridad de las mismas y la posibilidad de inclusión de otras dimensiones no contempladas. 3. Se evalúa la relevancia de cada uno de los factores de evaluación asociados a cada dimensión. |
| Sección 4. Sobre los principios |
| 1. Se valora sobre la pertinencia de los principios propuestos 2. Se evalúa la prioridad de los mismos según los expertos para identificar su importancia y la posibilidad de inclusión de otros principios no contemplados. |
| Sección 5. Sobre las características |
| 1. Se valora sobre la pertinencia de las características propuestas, 2. Se evalúa la prioridad de las mismas y la posibilidad de inclusión de otras características no contempladas. |
| Sección 6. Comentarios adicionales |
| Aquí los expertos pueden expresar algunos aportes adicionales sobre el modelo presentado |
| Sección 7. Agradecimientos |
| Fuente: Elaboración propia |

Resultados

Para valorar la pertinencia de las dimensiones (dominios), cada experto evaluó cualitativamente cada una de las dimensiones propuestas. Por otra parte, a cada dimensión se le asocian factores de evaluación que describen en su conjunto la dimensión. El encuestado puede valorar la pertinencia al seleccionar todos, algunos o ningún factor asociado en cada dimensión. Se proponen 32 factores de evaluación asociados a siete dimensiones. A continuación en la se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 20.

Tabla 20. Resumen Matriz relevancia dimensiones y factores de evaluación

| Dimensión | Pertinencia | | | | | Factores a evaluar | Relevancia |
|--------------------------|-------------|-------|-------|------|---------|--|------------|
| | Muy Alta | Alta | Media | Baja | Ninguna | | |
| Estrategia institucional | 60,0% | 30,0% | 10,0% | 0,0% | 0,0% | Objetivos institucionales de la ciudad | 85,0% |
| | | | | | | Políticas públicas (TIC) | 80,0% |
| | | | | | | Estrategias | 65,0% |
| | | | | | | Capacidad organizativa | 50,0% |
| | | | | | | Portafolio (oferta de proyectos TIC) | 35,0% |
| Servicios tecnológicos | 45,0% | 50,0% | 5,0% | 0,0% | 0,0% | Disponibilidad | 75,0% |
| | | | | | | Usabilidad | 75,0% |
| | | | | | | Acceso | 65,0% |
| | | | | | | Plataformas Disponibles | 65,0% |
| | | | | | | Alineación con la estrategia | 65,0% |
| | | | | | | Masificación | 30,0% |
| Cultura | 30,0% | 60,0% | 5,0% | 5,0% | 0,0% | Formación ciudadana | 80,0% |
| | | | | | | Pedagogía ciudadana | 65,0% |
| | | | | | | Participación ciudadana | 65,0% |
| Infraestructura | 65,0% | 15,0% | 20,0% | 0,0% | 0,0% | Tecnologías Emergentes | 85,0% |
| | | | | | | Disponibilidad | 80,0% |
| | | | | | | Acceso | 70,0% |
| | | | | | | Gestión | 60,0% |
| Datos | 55,0% | 30,0% | 15,0% | 0,0% | 0,0% | Disponibilidad | 90,0% |
| | | | | | | Seguridad | 80,0% |
| | | | | | | Privacidad | 60,0% |

| | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|------|------|-------------------------------|-------|
| | | | | | | Acceso | 55,0% |
| | | | | | | Actualización | 55,0% |
| | | | | | | Datos Abiertos | 50,0% |
| Canales de Entrega | 35,0% | 45,0% | 15,0% | 5,0% | 0,0% | Velocidad | 75,0% |
| | | | | | | Contenido | 65,0% |
| | | | | | | Variedad | 50,0% |
| | | | | | | Diversificación | 45,0% |
| | | | | | | Volumen | 35,0% |
| Innovación | 50,0% | 20,0% | 25,0% | 5,0% | 0,0% | Inversión en I+D+I | 90,0% |
| | | | | | | Capital Humano | 85,0% |
| | | | | | | Actividades CTI | 70,0% |
| | | | | | | Regulación y Política Pública | 65,0% |

Fuente: Elaboración propia

Es de anotar que todas las dimensiones tuvieron su mejor valoración en las categorías muy alta y alta; por lo que se verifica la pertinencia de cada una de las dimensiones propuestas en el modelo. De las siete dimensiones, tres obtuvieron algún porcentaje en la categoría baja (cultura ciudadana, innovación y canales de entrega). Además, todos los porcentajes máximos por dimensión tienen un valor superior al 50% por lo que podemos afirmar que la mayoría coincidió con la apreciación de la pertinencia de cada una de las dimensiones propuestas.

En color amarillo se resaltan los factores que tienen una minoría que se asume como los resultados menores que 51%, en rosado el consenso que se asume como mayor al 75% en las respuestas y en blanco la mayoría que asume los valores que oscilan entre 51% y 74%. Como factores que no parecen pertinentes asumiendo como minoría, se encuentran siete factores en las categorías de canales de entrega, datos, servicios tecnológicos y estrategia institucional. Como factores muy pertinentes asumiendo el consenso en esta pregunta hay 12 factores de los cuales hay al menos un factor muy pertinente en cada dimensión.

De lo anterior se concluye que, de los 32 factores, el 78% son pertinentes para evaluar las dimensiones propuestas y de las siete dimensiones cuatro son valoradas con pertinencia muy alta y tres en alta como se resume en la tabla anterior.

Así mismo, el experto organiza por nivel de importancia cada una de las dimensiones sin repetir asignación. Valorada de 1 a 7 donde a cada dimensión se le asigna una prioridad: 1 es la prioridad más alta en importancia y 7 es la más baja.

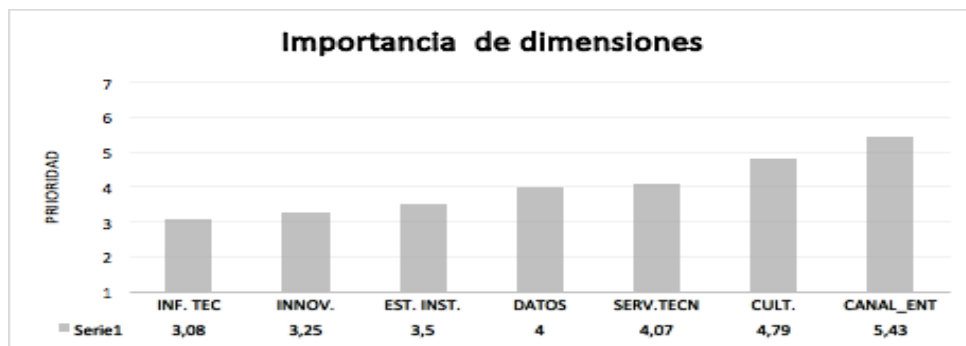


Figura 13. Prioridad de las dimensiones

Fuente: Elaboración propia

Es de anotar que las dimensiones cultura ciudadana y canales de entrega tienen la menor importancia para los encuestados, son las que tienen un porcentaje más alto en esta valoración (35% y 40%) y en la tabla anterior tienen alguna valoración en la categoría pertinencia baja, es decir en las dos preguntas asociadas a las dimensiones estas tienen una menor aceptación por los encuestados. Por su parte las de mayor importancia infraestructura y estrategia institucional son las que tienen mayor aceptación en la categoría alta de la tabla anterior, por lo que las respuestas en ambas preguntas arrojan resultados consistentes sobre la importancia y pertinencia de las dimensiones.

Adicionalmente dentro de la validación se obtuvo información al respecto de nuevas categorías en dimensiones y factores que pueden ser considerados para una versión futura de la siguiente manera como por ejemplo: Seguridad, Gestión tecnológica, Auditoría, Ciberseguridad, emprendimiento tecnológico, Industria TIC, aspectos económicos.

3.3.6 Modelo Conceptual Versión 2

3.3.6.1 Generalidades

Para la versión dos se tienen en cuenta los resultados de la validación del modelo versión 1, se busca en esta nueva versión reducir la complejidad del modelo en términos del número de dominios y áreas clave consideradas inicialmente asumiendo dominios y áreas claves más pertinentes para el contexto de ciudades inteligentes.

Para reformular y ajustar los dominios y sus áreas clave para esta versión se tienen en cuenta un número ampliado de fuentes y referencias relacionadas con la gestión de tecnología de información en particular en administraciones públicas y modelos de madurez para ciudades inteligentes, que contempla buenas prácticas, estándares, experiencias y casos de aplicación.

3.3.6.2 Redefinición y Selección de Dominios

Para el ajuste y selección de los dominios propuestos se hace una revisión detallada la literatura tomando **13 marcos de referencias distribuidos** en mejores prácticas de gestión de TI, Experiencias de Arquitecturas empresariales de gobierno y modelos de madurez de

ciudades inteligentes como lo referencia la Tabla 21 , con el fin de hacer ajustes más pertinentes teniendo en cuenta el contexto de aplicación del framework.

Tabla 21. Modelos de referencia para la selección de dominios

| Tipo de Modelo de Referencia | Nombre del Modelo |
|--|--|
| Buenas Prácticas de Gestión de TI | ITIL- Information Technology Infrastructure Library |
| | TOGAF: The Open Group Architecture Framework--- (The Open Group, 2009) |
| | ZACHMAN Framework--- (Zachman, 1987) |
| Arquitecturas Empresariales de Gobierno (AEG) | AEG- Australian Government Architecture Reference Models---(Government, 2011) |
| | AEG_Reino Unido UK Government Reference Architecture---(H. Government, 2012) |
| | AEG - USA The Common Approach to Federal Enterprise Architecture---(U. S. Government, 2012) |
| | AEG-Colombia The Colombian Government Enterprise Architecture Framework--- (Morales et al., 2014) |
| | AEG. Nueva Zelanda |
| Modelos de Madurez Ciudades Inteligentes (MM) | MM-Escocia: Smart Cities Maturity Model and Self-assessment tool --- (Scottish Government, 2015) |
| | MM- IDC: Smart City Maturity Model-Assessment and Action on the Path to Maturity - --(IDC, 2011) |
| | MM- BSI Smart city framework – Guide customer service to establishing strategies for smart cities and communities--- (BSI, 2014) |
| | MM DELOITTE Capability Framework and Maturity Model---(Deloitte, 2015) |
| | MM-India Smart Cities Maturity Model (SCMM)- (Mani & Banerjee, 2015) |

Fuente: Elaboración propia

De los anteriores modelos se identificaron cuatro grandes dominios que se abordan en general desde la gestión de TI, aunque cada modelo tiene enfoques, propósitos y nombres particulares, estos son recurrentes en las buenas prácticas, estándares y modelos de madurez estudiados, adicionalmente se incluyen otros dominios que no están representados en los cuatro inicialmente identificados como lo muestra la figura:

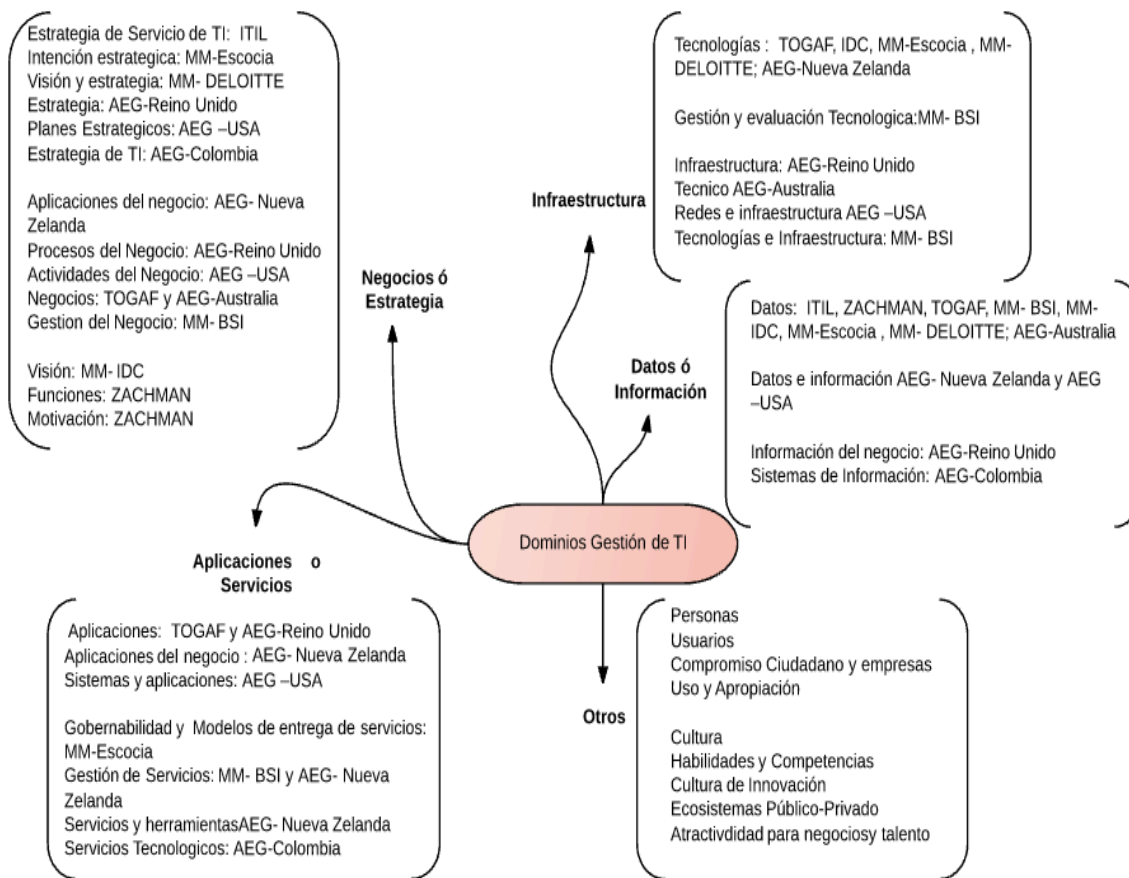


Figura 14. Identificación Dominios de Gestión de TI en la literatura
Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente para complementar la síntesis anterior, cada uno de dominios se analizó de manera particular teniendo en cuenta dos perspectivas para evaluar la presencia en general de estos en los modelos de referencia:

- Las factores propuestos por (Nam & Pardo, 2011a) y (Chourabi, Nam, Walker, Gil-Garcia, & Mellouli, 2012), que son un conjunto fundamental de componentes conceptuales los cuales deben ser contemplados en una ciudad inteligentes según la literatura. Los autores identifican y exponen estos componentes se sintetizan en 3 categorías: tecnológicos (infraestructuras de hardware y software), Humanos (creatividad, diversidad y educación), e institucionales (gobernanza y políticas).
- Los dominios asociados a la gestión de tecnologías de información en entornos organizacionales, modelos de madurez y administraciones públicas agrupados en 5 categorías: Estrategia, Datos, Aplicaciones, Infraestructura y Otros.

Tabla 22. Análisis de Dominios de Gestión de TI en la literatura

| Fuente | Dominios o Dimensiones | Humanos | Tecnológicos | Institucionales | Estrategia | Datos | Aplicaciones | Infraestructura | Otros |
|--------|------------------------------|---------|--------------|-----------------|------------|-------|--------------|-----------------|-------|
| ITIL | Estrategia de Servicio de TI | | | X | ✓ | | | | |
| | Diseño del servicio de TI | | X | | | | | | • |

| Fuente | Dominios o Dimensiones | Humanos | Tecnológicos | Institucionales | Estrategia | Datos | Aplicaciones | Infraestructura | Otros |
|----------------|--|---------|--------------|-----------------|------------|-------|--------------|-----------------|-------|
| | Transición del Servicio de TI | | X | | | | | | • |
| | Operación del Servicio de TI | | X | | | | | • | |
| | Mejoramiento Continuo de servicio de TI | | | X | | | | | • |
| ZACHMAN | Datos | | X | | | | | | |
| | Funciones | | | X | • | | | | |
| | Redes | | X | | | | | • | |
| | Personas | X | | | | | | | • |
| | Tiempo | | | X | | | | | • |
| | Motivación | | | X | • | | | | |
| TOGAF | Negocios | | | X | • | | | | |
| | Datos | | X | | | • | | | |
| | Aplicaciones | | X | | | | • | | |
| | Tecnologías | | X | | | | | • | |
| MM BSI | Usuarios | X | | | | | | | • |
| | Tecnologías e Infraestructura | | X | | | | | • | |
| | Datos | | X | | | • | | | |
| | Gestión de Servicios | | X | | | | • | | |
| | Gestión del negocio | | | X | • | | | | |
| | Gestión y evaluación Tecnológica | | X | | | | | • | |
| MM ESCOCIA | Intención estratégica | | | | • | | | | |
| | Datos | | | | | • | | | |
| | Tecnología | | | | | | | • | |
| | Gobernabilidad y Modelos de entrega de servicios | | | | | | • | | |
| | Compromiso Ciudadano y empresas | | | | | | | | • |
| MM IDC | Visión | | | X | • | | | | |
| | Cultura | X | | | | | | | • |
| | Procesos | | | X | | | • | | |
| | Tecnologías | | X | | | | | • | |
| | Datos | | X | | | • | | | |
| MM DELOITTE | Visión y Estrategia | | | X | • | | | | |
| | Datos | | X | | | • | | | |
| | Tecnología | | X | | | | | • | |
| | Habilidades y Competencias | X | | | | | | | • |
| | Cultura de Innovación | X | | | | | | | • |
| | Ecosistemas Público-Privado | | | X | | | | | • |
| | Atractividad para negocios y talento | | | X | | | | | • |
| AEG NEW ZELAND | Aplicaciones | | X | | | | • | | |
| | Gestión de Servicios | | | X | • | | • | | |
| | Usuario Final | X | | | • | | | | |
| | Datos e Información | | X | | | | | | |
| | Identificación Y acceso | | X | | | | • | | |
| | Seguridad Servicios | | X | | | | | • | |

| Fuente | Dominios o Dimensiones | Humanos | Tecnológicos | Institucionales | Estrategia | Datos | Aplicaciones | Infraestructura | Otros |
|---------------|--------------------------|------------|--------------|-----------------|------------|------------|--------------|-----------------|------------|
| | Componentes TIC | | X | | | | | • | |
| | Servicios y Herramientas | | X | | | | | • | |
| | Interfaces e Integración | | | | | | | | • |
| | Aplicación del Negocio | | | X | | | • | | |
| AEG UK EA | Estrategia | | | X | • | | | | |
| | Canales | | | X | | | | | • |
| | Procesos de Negocio | | | X | • | | | | |
| | Información del negocio | | X | | | • | | | |
| | Aplicaciones | | X | | | | • | | |
| | Infraestructura | | X | | | | | • | |
| AEG Australia | Negocios | | | X | • | | | | |
| | Servicios | | X | | | | | | |
| | Técnico | | X | | | | | • | |
| | Datos | | X | | | • | | | |
| | Rendimiento | | | X | | | | | • |
| AEG Colombia | Estrategia De TI | | | X | • | | | | |
| | Gobierno de TI | | X | | • | | | | • |
| | Sistemas de Información | | X | | | | | | |
| | Información | | X | | | • | | | |
| | Servicios Tecnológicos | | X | | | | • | | |
| | Uso y Apropriación | X | | | | | | | • |
| AEG USA | Planes estratégicos | | | X | • | | | | |
| | Actividades del negocio | | | X | • | | | | |
| | Datos e información | | X | | | • | | | |
| | Sistemas y aplicaciones | | X | | | | • | | |
| | Redes e infraestructura | | X | | | | | • | |
| | Totales | 11% | 55% | 34% | 31% | 14% | 15% | 18% | 22% |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la validación inicial de la versión 1 y el análisis detallado de la literatura y la experiencia a través de entrevistas y socialización de funcionarios públicos de dos secretarías TIC (Barrancabermeja y Atlántico), se hace la siguiente iteración para formular la versión 2, en la cuales se ajustan los dominios y se reducen las áreas claves; así mismo se proponen nombres más pertinentes para el contexto particular de aplicación del framework como se aprecia en la Figura 15.

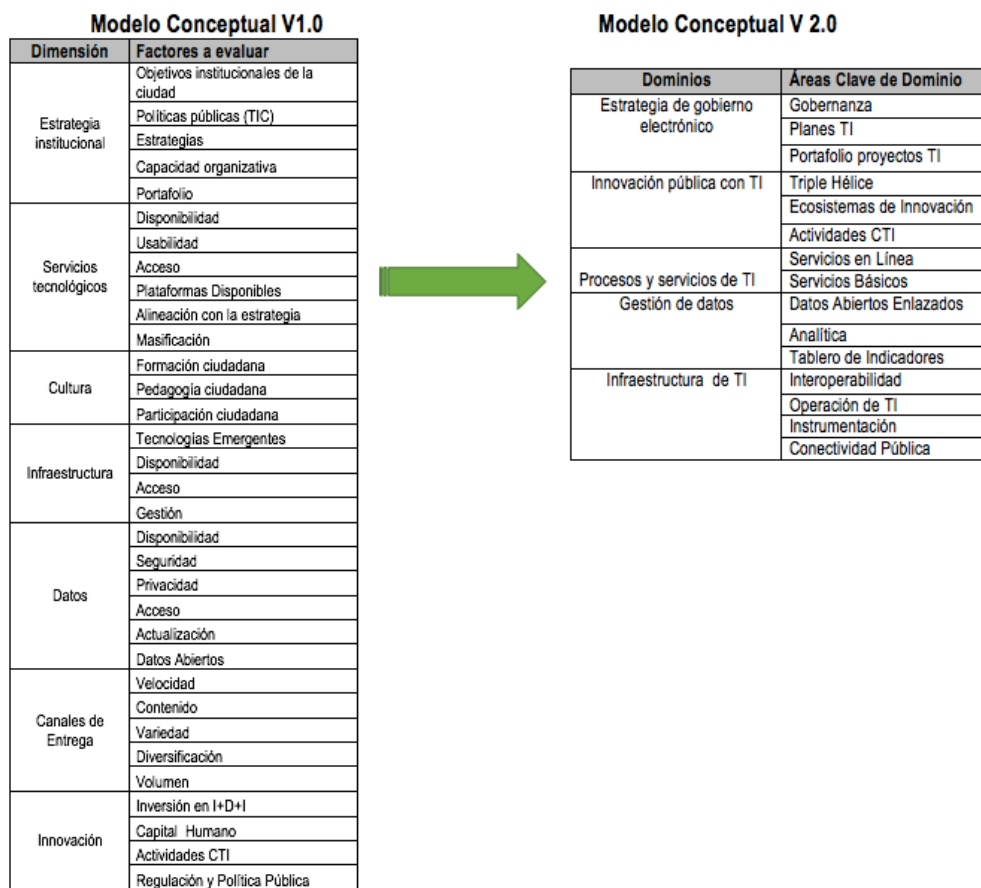


Figura 15. Iteración de Dominios y Áreas Clave del Modelo Conceptual
Fuente: Elaboración propia

De esta manera entonces el modelo conceptual está compuesto de cinco Dominios descritos en la Tabla 23 y 15 Áreas Clave de Dominio que se detallan en la siguiente sección.

Tabla 23. Descripción Dominios Modelo Conceptual

| Dominios | Descripción | Áreas Clave de Dominio |
|------------------------------------|---|---------------------------|
| Estrategia de gobierno electrónico | Contempla la información referida a cual es objetivo de las TI y los servicios información que brinda el estado y su articulación con los marcos legales o regulatorios, la identificación de los actores de los procesos y sus respectivas necesidades y/o expectativas. | Gobernanza |
| | | Planes TI |
| | | Portafolio proyectos TI |
| Innovación pública con TI | Entendida como la aplicación de métodos, políticas, productos y servicios que aportan de una manera novedosa a los procesos del estado, facilitando la relación de los ciudadanos con las entidades del sector público. | Triple Hélice |
| | | Ecosistemas de Innovación |
| | | Actividades CTI |
| Procesos y servicios de TI | Son los procesos y servicios disponibles al ciudadano que soportan el desarrollo de trámites, solicitudes, consultas y acceso a los datos, información y conocimiento de interés público | Servicios en Línea |
| | | Servicios Básicos |
| Gestión de datos | Se refiere al conjunto de procesos para la adquisición, procesamiento, almacenamiento, gestión y análisis de grandes volúmenes de datos de todo tipo: estructurados y no estructurados que permitirán tomar decisiones estratégicas para la ciudad. | Datos Abiertos Enlazados |
| | | Analítica |
| | | Tablero de Indicadores |
| | | Interoperabilidad |

| | | |
|-----------------------|--|----------------------|
| Infraestructura de TI | Se refiere a la infraestructura hardware y software y sus instalaciones que permiten el almacenamiento, procesamiento y aseguramiento de las aplicaciones y los datos. | Operación de TI |
| | | Instrumentación |
| | | Conectividad Pública |

Fuente: Elaboración propia

3.3.7 Representación Dinámica de los dominios del modelo⁹

Para explicar la relación de los dominios como un todo se presenta un diagrama causal en el que claramente se expresan las relaciones de influencia y los ciclos de realimentación, que explican la dinámica general. La visión que ofrece un modelo expresado como diagrama de influencias tiene cualidades didácticas porque permite comunicar y discutir con sencillez las hipótesis de influencias o causales con diferentes tipos de públicos.

Desde la revisión de la literatura y la experiencia se han propuesto un modelo dinámico sistémico (G. Maestre & Andrade S, 2017) presentado en el ANEXO 2, donde usando la metodología de dinámica de sistemas, se representan los dominios descritos para expresar las relaciones y analizar la dinámica cualitativa de los dominios propuestos, con el fin de explicar la relación y dependencia de los mismos como se muestra en la Figura 16.

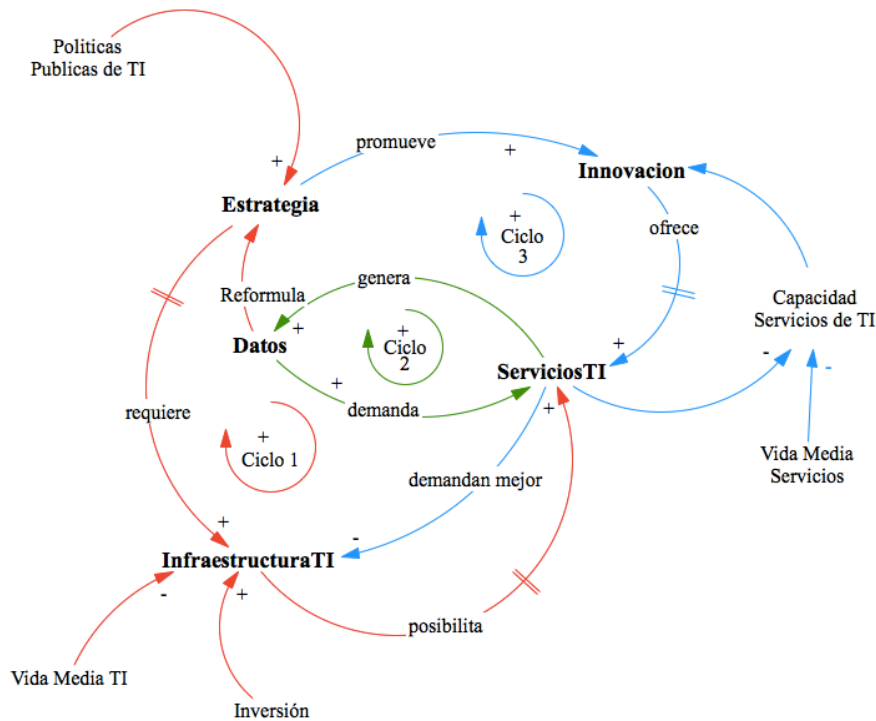


Figura 16. Diagrama Causal Dominios del Framework

⁹ Ponencia: Maestre G, G. P, Andrade H. Modelo para considerar el papel de las tecnologías de información en iniciativas de Ciudades Inteligentes. XV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas 2017. Santiago de Chile

Ciclo 1: Estrategia-Infraestructura-Servicios y Datos

La *estrategia* de Gobierno Electrónico, mediante la formulación de políticas públicas de TI brindando las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades inteligentes. Como elemento fundamental se encuentra la tecnología la cual estará disponible en la medida que las acciones institucionales, económicas y físicas de una ciudad habilite la *infraestructura* requerida, la capacidad de la infraestructura puede afectarse, por la obsolescencia de la misma(vida media de TI) o por la escases de inversión, para llevar a cabo la estrategia se requiere más infraestructura, que a su vez soportará más *servicios de TI* de la ciudad(como tramites en línea, solicitudes, etc.) de tal manera que los ciudadanos acceden más fácil y mejor a estos servicios. Así mismo con un uso de los servicios de TI se van generando más *datos* sobre cada una de las transacciones y servicios que se usan, donde el análisis de estos datos permitirá facilitar la toma de decisiones y así reformular la estrategia a medida que sea necesario.

Ciclo 2: Datos- Servicios

Además, la cantidad de *datos* generados puede demandar más o mejores *servicios de TI* con el fin de facilitar el análisis de los mismos. Este ciclo tiene una mayor velocidad que los otros dos ciclos.

Ciclo 3: Estrategia-Servicios-Innovación

La *estrategia* además de infraestructura requiere que esta opere mediante *servicios de TI*, que a que pueden empezar a perder capacidad en la medida, que se usen masivamente por los ciudadanos acelerando su vida media o afectada también sino se mantiene una inversión para mantenerlos. Esa pérdida de capacidad puede compensarse si se promueve la *innovación* pública en las cuales mediante nuevos, mejores y novedosos servicios se pueda ir superando la pérdida de capacidad de servicios o suplir la demanda de nuevas y mejores infraestructuras de TI.

3.3.8 Arquitectura del modelo conceptual

En general el framework agrupa las capacidades estratégicas, tecnológicas, operativas y de innovación de la ciudad alrededor de las tecnologías de la información expresadas en sus dominios y áreas claves que determinan el modelo conceptual como se presenta en la Figura 17.

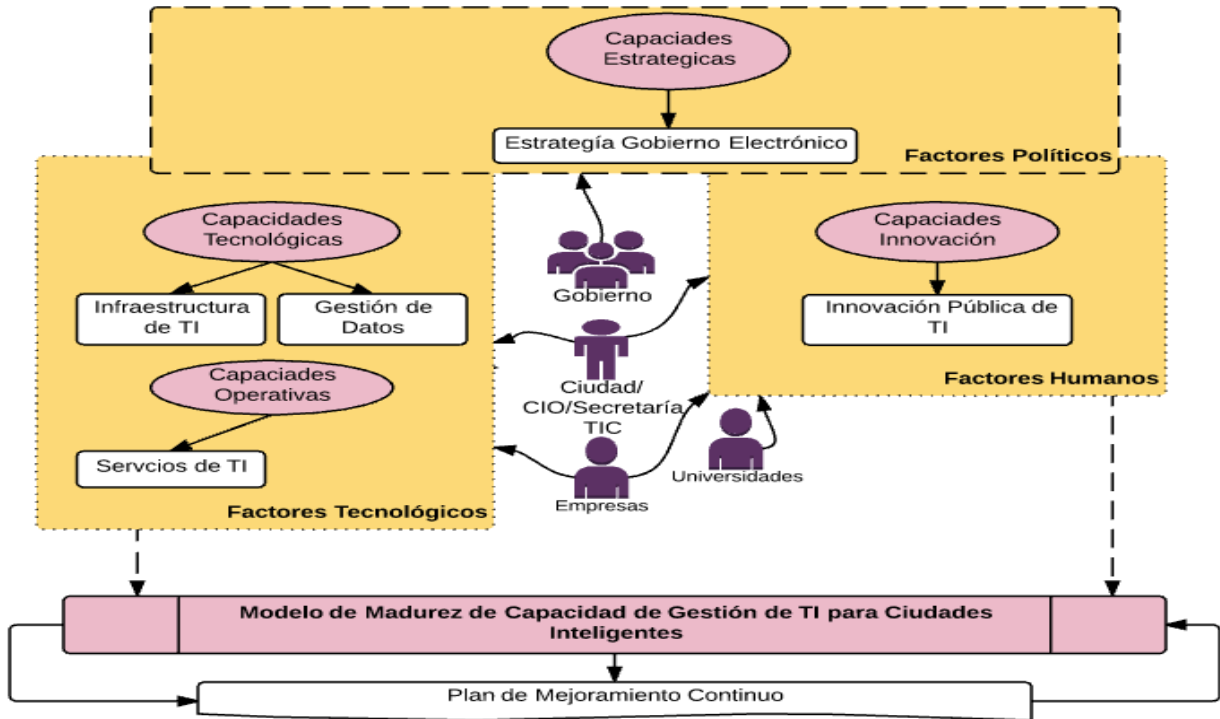


Figura 17.Arquitectura del modelo conceptual
Fuente: Elaboración propia

A partir de su conceptualización de cada una de las capacidades propuestas se generan los objetivos, las preguntas y áreas clave por cada dominio que le dan sentido al framework como un todo y que serán el insumo para el diseño del modelo de madurez y las guías de mejoramiento para las ciudades como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24.Operacionalización del modelo propuesto

| Constructo Teórico: | | |
|---|--|--|
| Evaluación de las capacidades de gestión de tecnología en el contexto de ciudades inteligentes mediante la formulación de un modelo en el que se integren factores políticos, sociales y tecnológicos con el fin de valorar mediante niveles de madurez, que sirva de guía para planear, implementar, valorar y adelantar las acciones necesarias desde los aspectos tecnológicos para cumplir con los objetivos de una ciudad inteligente de manera evolutiva a través del tiempo. | | |
| Variable latente | | |
| Capacidad de Gestión de tecnologías de Información en Ciudades Inteligentes | | |
| CAPACIDADES ESTRATEGICAS | | |
| Dominios/ Áreas Clave | Descripción | Pregunta |
| Estrategia de Gobierno Electrónico | Capacidad de la ciudad para organizar una visión coherente de gobierno electrónico, coordinar a las partes interesadas y asegurar que los planes y los portafolios de proyectos de TIC se alinean con sus necesidades. Por otra parte, es importante disponer de una institucionalización clara para que los cambios que implican la participación electrónica y la colaboración de los interesados. | ¿La ciudad cuenta con una estrategia de TI alineada con las estrategias sectoriales, el Plan Nacional de Desarrollo y los planes estratégicos institucionales? |
| Áreas Clave de Dominio: Gobernanza Planes TI Portafolio proyectos TI | | ¿La definición de políticas de TI de la ciudad establece las pautas para lograr los objetivos propuestos en la estrategia TI? |
| | | ¿La ciudad cuenta con el recurso humano pertinente para apalancar proyectos de TI en la ciudad? |
| | | ¿La estrategia de TI formulada está alineada con los objetivos institucionales de la ciudad? |
| | | ¿El portafolio de Proyectos de TI definido ejecuta las tácticas y estrategias para el desarrollo de las ciudades inteligentes? |

| CAPACIDADES DE INNOVACIÓN | | |
|---|---|---|
| TI para Innovación Pública | Capacidad de crear, generar y adoptar nuevas tecnologías con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, por lo que el capital humano (ya sea desde el gobierno, las universidades y las empresas) deben está bien preparados para generar condiciones favorables para instalar un verdadero ecosistema de la innovación abierta para agregar valor público a los servicios de la ciudad. | ¿Existen normativas que faciliten la relación universidad-empresa-estado? |
| Áreas Clave de Dominio: | | ¿Tiene la ciudad el capital humano para generar innovaciones que aporten a ciudades inteligentes? |
| Triple Hélice Sistemas de Innovación Actividades CTI | | ¿Se incentivan las actividades de CTI mediante políticas y regulaciones claras? |
| | | ¿Existe articulación real de la universidad- empresa-estado? |
| CAPACIDADES OPERATIVAS | | |
| Servicios y Procesos de TI | Capacidad de ofrecer a sus ciudadanos novedosos servicios en línea basados en las tecnologías y procesos TIC. Estas tecnologías están incorporadas a servicios clave de la ciudad para los ciudadanos, como: transporte, salud, educación, medio ambiente, el empleo, los servicios públicos y la seguridad | ¿Los servicios tecnológicos están alineados con la estrategia de ciudad inteligente? |
| Áreas Clave de Dominio: | | ¿Se garantiza el acceso a los ciudadanos mediante los servicios tecnológicos disponibles? |
| Servicios en Línea | | ¿Existen mecanismos para garantizar la disponibilidad de los servicios tecnológicos? |
| | | ¿Se evalúa el uso y eficiencia de los servicios tecnológicos disponibles? |
| CAPACIDADES TECNOLÓGICAS | | |
| Gestión de Datos | Capacidad de disponibilidad y uso de datos públicos por parte de los ciudadanos y organizaciones (Linked Open Data) para producir información de valor. También incluye todos los datos capturados de dispositivos y sensores que organizan la información útil para la ciudad y del tablero de instrumentos y modelos analíticos de negocios, para permitir mejores y oportunas decisiones. | ¿Los datos están disponibles para los usuarios de la ciudad? |
| Áreas Clave de Dominio: | | ¿Hay estrategias de actualización de los datos de la ciudad? |
| Datos Abiertos Enlazados Analítica Tablero de Indicadores | | ¿Existen estrategias claras para el desarrollo de políticas de datos abiertos en la ciudad? |
| | | ¿Mediante el análisis de los datos generados se puede facilitar la toma de decisiones para la ciudad? |
| Infraestructura de TI | Capacidad de disponer de hardware y software para acceder a los servicios web, las conexiones de WiFi públicas (hotspots), hosting y todos los recursos necesarios para proporcionar procesamiento de datos, que permiten el almacenamiento, la interoperabilidad, la captura de datos, etc., para cumplir con los estándares internacionales. | ¿Cuenta la ciudad con la infraestructura necesaria para ofrecer servicios que demanda la estrategia de TI? |
| Áreas Clave de Dominio: | | ¿Puede asegurarse la disponibilidad y correcto funcionamiento de la prestación de los servicios a los ciudadanos? |
| Interoperabilidad Operación de TI Instrumentación Conectividad Pública | | ¿Se incorporan tecnologías emergentes para soportar la infraestructura tecnológica en proyectos de ciudades inteligentes? |

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar en el contexto de ciudades el modelo a partir de estas variables se espera que se desarrollen capacidades de mejoramiento tales como:

- Incremento capacidad organizacional
- Uso de la información como un activo estratégico
- Mejoramiento del acceso a datos e información
- Institucionalización de la gestión de datos, información y Conocimiento
- Promoción de una cultura de acceso digital
- Mejora del desempeño organizacional y percepción
- Innovación a través de la tecnología de la Información

3.4 MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD PARA EL FRAMEWORK

La adopción de tecnología es un proceso con muchos retos que deben abordarse. Por ejemplo, la desigualdad de acceso a Internet, todavía sigue siendo un problema fundamental en las ciudades, sin embargo, la complejidad del procesamiento de enormes volúmenes de datos requiere los servicios públicos digitales con habilidades para buscar, obtener y evaluar información utilizando diferentes herramientas. Por otra parte, la creación de la asociación a través de límites jurisdiccionales requiere un comportamiento cooperativo y la capacidad de coordinar; de hecho, muchas de las ventajas de Internet proceden de la construcción de la red entre organizaciones, son limitaciones más evidentes en países en vía de desarrollo. (Fountain, 2004) sostiene que "el gerente de TI de administraciones públicas, ya no puede permitirse el lujo de relegar los asuntos de tecnología al personal técnico. Muchos de los problemas que podría parecer meramente técnicos, también tiene una naturaleza política y estratégica profunda" y el desarrollo de un modelo de madurez permite el paso entre los estados transparentes (paso a paso) con una hoja de ruta hacia niveles más altos de complejidad, que implica el uso de las mejores prácticas para apoyar el proceso y la mejora continua al propósito particular de la gestión de TI en las ciudades inteligentes que aportará significativamente a la adopción de TI.

3.4.1 Generalidades

A continuación, se propone el Modelo de Madurez(MM) para gestión de tecnologías en ciudades inteligentes colombianas (SCIAMM), por la necesidad de desarrollar modelos y métodos de evaluación para identificar la situación actual de una ciudad en relación con la gestión y adopción de TI y comparar los perfiles de una ciudad a otra con el fin de apoyar el desarrollo inteligente de la misma a través de un plan de intervención y la aplicación de TI.

Por ello, es necesario evaluar las capacidades y la madurez en el contexto tecnológico, siendo de especial relevancia los modelos de madurez para ello, ya que por un lado proporcionan información sobre el estado actual de la ciudad bajo criterios específicos (dominios), Identificando las diferencias y acciones necesarias para alcanzar un nivel de madurez deseado a futuro.

Este desarrollo se basa en la metodología propuesta por (De Bruin et al., 2005) como se muestra en la Figura 18:



Figura 18. Metodología desarrollo modelo de madurez
Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Alcance

SCIAMM ha sido diseñado para capturar los aspectos clave de la gestión de las tecnologías de información con el fin de facilitar la transición de las ciudades a ciudades inteligentes desde la perspectiva tecnológica como se define en la Tabla 25. El modelo permite evaluar las capacidades para determinar su posición actual (0,1,2,3,4) dentro de la curva de madurez propuesta, para que a partir de las brechas identificadas se promuevan programas para elevar su capacidad o nivel de madurez objetivo, el gap regularmente se consolida en un portafolio de proyectos que incluyen objetivos, indicadores claves de desempeño PKI y que aprovechan las posibilidades, ventajas, servicios que desde las tecnologías de la información pueden desplegarse en los territorios para mejorar la gestión estratégica y operativa de la ciudad.

Tabla 25. Alcance del modelo de madurez propuesto

| Criterio | Característica | |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | <i>Dominio específico</i> | <i>General</i> |
| Énfasis | Tecnologías de Información | Ciudades Inteligentes |
| Interesados | Gobierno local y nacional | Empresas, Academia y ciudadanos |
| Audiencia | <i>Interna</i> | <i>Externa</i> |
| | Gobierno Nacional y Local | Empresas, Academia |
| Método de aplicación | Evaluación/ Autoevaluación | Consultorías |
| Aplicación | Ciudad / territorio | Ciudades, territorios |

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior se busca a partir de los cinco dominios relacionados con los aspectos tecnológicos definidos por el modelo conceptual (Estrategia de Gobierno Electrónico, Innovación Pública, Datos, Infraestructura y Servicios) con el fin de establecer metas y proyectos a través de los cuales desea transformarse. Inicialmente el modelo se ha desarrollado para ser aplicado al contexto colombiano, pero puede ser utilizado por otros países de realidades y contextos similares.

3.4.3 Dominios (D), Áreas Clave de Dominio (ACD) y Variables Críticas (VC)

El modelo de madurez está compuesto por tres elementos denominados: Dominios (D), las Áreas Clave de Dominio clave (ACD) y Variables Críticas (VC) que asume los supuestos del modelo conceptual propuesto y en su conjunto, permiten a las ciudades valorar los aspectos relacionados con la gestión de tecnología de información para formular o desarrollar iniciativas y proyectos de ciudades inteligentes. Se han definido 5 Dominios (Estrategia de Gobierno Electrónico, Innovación Pública, Datos, Infraestructura y Servicios), 15 ACD y 38 VC.

Los dominios se componen de las ACD y éstos a su vez de VC, es decir, se encuentran relacionados a través de una estructura jerárquica, como se muestra en la Figura 19.



Figura 19: Dominios y Áreas Clave de Dominio del modelo de madurez

A continuación se presenta la descripción de cada área clave de dominio del modelo como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Descripción de Áreas Clave de Dominio

| DOMINIO | ACD | Descripción ACD |
|------------------------------------|---------------------------|--|
| ESTRATEGIA DE GOBIERNO ELECTRÓNICO | Gobernanza | Capacidad de promover una cultura y política TI que dirija, promueva y ejecute las estrategias y objetivos de una ciudad inteligente. |
| | Planes TI | Estrategias y acciones alineadas con los objetivos institucionales de la ciudad orientada a generar valor y a contribuir al logro de los objetivos estratégicos. |
| | Portafolio proyectos TI | Proyectos tangibles organizados para dar cumplimiento a las tácticas y estrategias de TI de la ciudad |
| INNOVACIÓN PÚBLICA CON TI | Triple Hélice | Acuerdos de colaboración entre universidad, la industria y gobierno para generar nuevos formatos institucionales y sociales en la producción, la transferencia y la aplicación de productos y servicios. |
| | Ecosistemas de Innovación | Espacios con condiciones sociales, culturales, económicas favorables donde las empresas generan I+D+I basados en la colaboración para dar soluciones mediante procesos, productos o servicios innovadores a la ciudad. |
| | Actividades CTI | actividades sistemáticas que están estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en los campos de la ciencia, la tecnología y la innovación contando con Recurso humano con habilidades y competencias que favorecen los procesos de innovación pública en la ciudad. |
| PROCESOS Y SERVICIOS DE TI | Servicios en Línea | Mecanismos de comunicación e interacción mediados por las TIC entre las administraciones y los ciudadanos a través de los cuales se ofrecen la posibilidad de acceder a servicios y |

| DOMINIO | ACD | Descripción ACD |
|-----------------------|--------------------------|--|
| | | procesos en línea, la realización de transacciones y la consulta de información relacionada con la ciudad. |
| GESTIÓN DE DATOS | Datos Abiertos Enlazados | Conjunto de mejores prácticas para la publicación y la conexión de datos abiertos y estructurados en la Web que permite la exploración de nuevas relaciones entre los datos y el desarrollo de nuevas aplicaciones para la ciudad. |
| | Analítica | Técnicas predictivas y prescriptivas utilizadas para analizar y transformar grandes volúmenes de datos en información para tomar decisiones en la ciudad. |
| | Tablero de Indicadores | Cuadros de mando integrados que manejan volúmenes de información que permite el análisis en tiempo real y predictivo para soportar toma de decisiones, |
| INFRAESTRUCTURA DE TI | Interoperabilidad | Estrategia de las organizaciones gubernamentales para compartir información e integrar los procesos de información y de negocios mediante el uso de estándares comunes y mejores prácticas de trabajo |
| | Operación de TI | Configuración, integración y mantenimiento del hardware y del software de la infraestructura para proteger los recursos y garantizar su disponibilidad e integridad |
| | Instrumentación | Se refiere a los diferentes dispositivos que son capaces de capturar diferentes señales del medioambiente, convertirlas en datos y los transmiten por las redes a computadoras de los centros de control y gestión de las ciudades |
| | Conectividad Pública | Infraestructura de comunicación, que puede ser una combinación de diferentes tecnologías de red de datos que utilicen transmisión vía cables, fibra óptica y redes inalámbricas (Wi-Fi, 3G, 4G o radio) |

Los dominios representan las capacidades globales que se quieren evaluar en una ciudad inteligente, compuesto por varios ACD que reflejan el nivel específico de la capacidad en función de su estado real de las ciudades respecto a un conjunto de VC como se muestra en la Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23 y Figura 24.

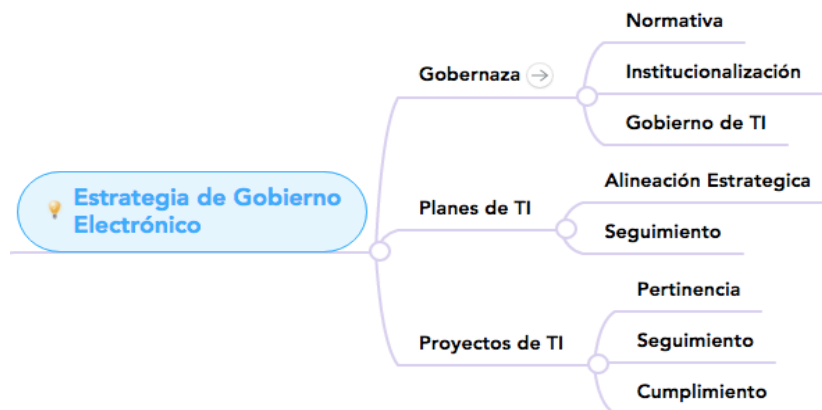


Figura 20. Variables Críticas del Dominio Estrategia
Fuente: Elaboración propia

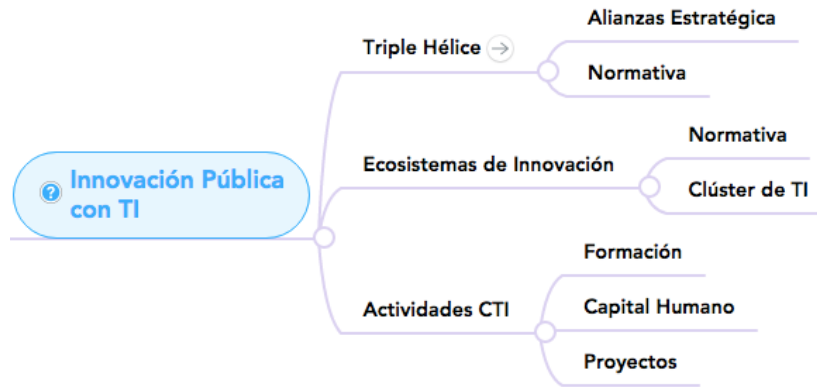


Figura 21.Variables Críticas del Dominio Innovación Pública
Fuente: Elaboración propia



Figura 22.Variables Críticas Dominio Servicios de TI
Fuente: Elaboración propia

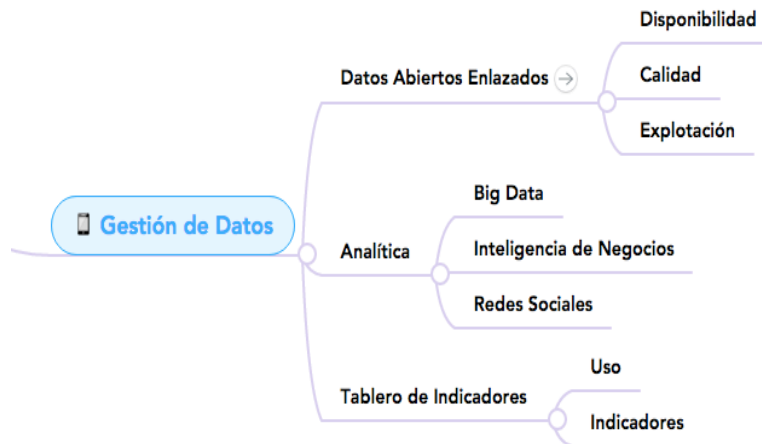


Figura 23.Variables Críticas Dominio Gestión de Datos
Fuente: Elaboración propia

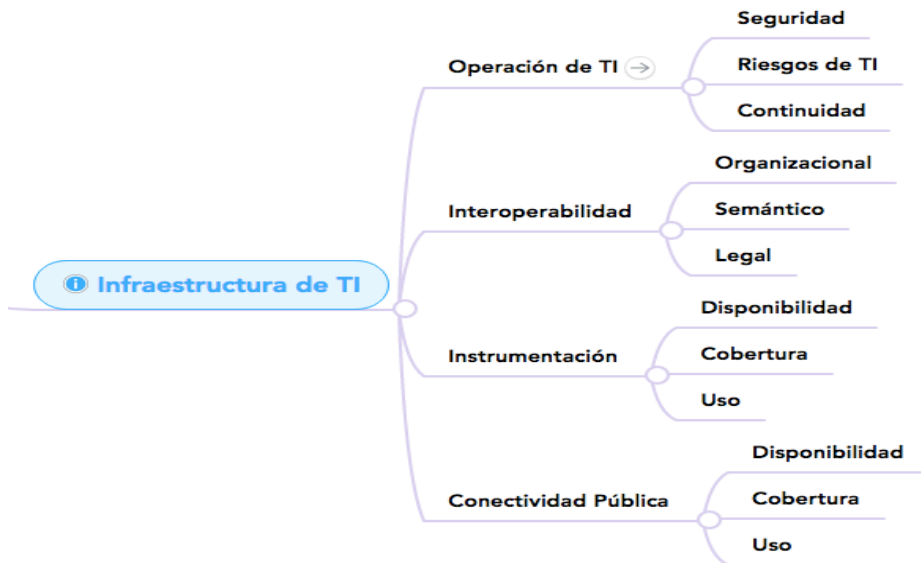


Figura 24. Variables Críticas Dominio Infraestructura de TI
Fuente: Elaboración propia

En las secciones anteriores se presentaron los elementos claves del modelo de madurez, a continuación, se presenta el esquema de los niveles propuestos para indicar el estado actual de una ciudad respecto a la gestión de tecnología, teniendo en cuenta los dominios, áreas clave y las variables críticas previamente definidas.

Los niveles de madurez se usan para describir un camino evolutivo recomendado para una ciudad en busca de diseñar planes de mejoramiento que le permita alcanzar mejores capacidades. Estos niveles son el resultado de la valoración de buenas prácticas en cada uno de los ACD mediante evaluaciones cualitativas o cuantitativas.

3.4.4 Definición Niveles de Madurez para ciudades inteligentes

Es un enfoque que utiliza conjuntos predefinidos de áreas de dominio para definir una ruta de mejora en una ciudad como un todo. Este camino permite a las organizaciones mejorar mediante el tratamiento incremental sucesivo de áreas clave de dominio teniendo en cuenta sus niveles de capacidad.

El Nivel de Madurez es una propiedad asociada con la totalidad de la organización, en este caso, la ciudad, correspondiendo cada nivel a un conjunto de ACD con un nivel de capacidad dado. El nivel de madurez provee una hoja de ruta implícita para el mejoramiento de las capacidades de los ACD propuestos en el modelo. Se proponen cinco niveles de madurez para valorar la gestión de TI en ciudades inteligentes, cada nivel debe procurar las siguientes características generales (Figura 25)



Figura 25. Características Niveles de Madurez Ciudad Inteligente
Fuente: Elaboración propia

Nivel 0: Ciudad Inicial

La gestión y adopción de TI son generalmente ad hoc y caóticos. En general no hay ninguna planeación y hay iniciativas espontaneas y esporádicas por parte de algunos funcionarios más no de estrategias definidas a nivel de la ciudad que direccionen el papel de las TI, ni hay condiciones mínimas para iniciativas de ciudades inteligentes. El uso de tecnologías de información en la ciudad, existe de una manera aislada en pocas administraciones públicas con infraestructura básica que soportan algunos servicios de TI; aunque es desarticulada y carente de una visión holística y estratégica para la ciudad, los datos generados no son la fuente primaria de las decisiones de la ciudad, porque su gestión es escasa o muy primaria.

Nivel 1: Ciudad Intencional

Hay evidencia de que la ciudad reconoce la gestión de TI, existen políticas y regulaciones que promueven esta gestión. Existen proyectos o planes de uso de TI para necesidades específicas. Soluciones y servicios de TI se comienzan a implementar de manera incipiente para satisfacer algunas políticas mediante planes de gestión de TI, se adoptan algunas prácticas y se producen algunos resultados eficientes e impactos iniciales.

Nivel 2: Ciudad Emergente

La ciudad institucionaliza las buenas prácticas de gestión de TI basados en estándares nacionales e internacionales, los procesos asociados a la gestión de TI se formalizan, son aceptados y adoptados en la mayoría de administraciones públicas de la ciudad. No hay documentados mecanismos de seguimiento o evaluación claramente definidos y los resultados son más dependientes de la voluntad o iniciativas de ciertos sectores o administraciones de la ciudad.

Nivel 3: Ciudad Adaptada

Se definen y adoptan algunos mecanismos de evaluación formales para el seguimiento mediante indicadores y métricas. Se evidencian impactos y buenos resultados a corto y mediano plazo en la ciudadanía, se definen mecanismos de seguimiento y evaluación de adopción de TI mediante proyectos y estrategias claramente definidas. Se establecen sinergias entre todos los interesados y se formulan iniciativas de colaboración y participación mediada por la TI y las decisiones de la ciudad están influenciadas por los resultados e impactos obtenidos para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Nivel 4: Ciudad Integrada

La ciudad integra sistémicamente las diferentes áreas clave de dominio. La ciudad establece una cultura organizacional de gestión del cambio y basada en el mejoramiento continuo en cada área clave asociada a la gestión de TI en la ciudad con el fin de retroalimentar la toma de decisiones por los líderes e interesados y facilitar la adopción e integración de TI a todos los sectores de la ciudad. Se proveen productos y servicios altamente innovadores a la ciudadanía a través de las administraciones públicas y los interesados trabajan sinérgicamente entre sí orientados por la colaboración y la participación. Se evidencia impacto significativo en el mejoramiento de los procesos de la ciudad y en la calidad de vida de los ciudadanos, bajo las cuales hay condiciones favorables para iniciativas de ciudades inteligentes.

Para lograr cada uno de los niveles definidos es necesario que en cada nivel propuesto se alcancen unas capacidades mínimas en las áreas clave asignados a cada nivel (Figura 26 y Figura 28) como se describe en detalle en la evaluación del nivel de madurez descrito más adelante.

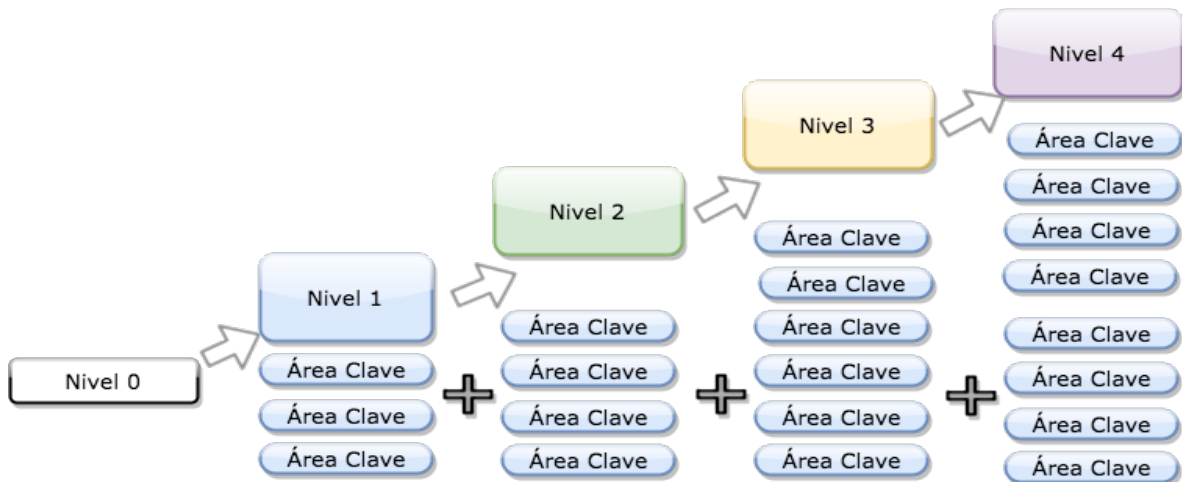


Figura 26. Nivel de madurez genérico en función de ACD
Fuente: Elaboración propia

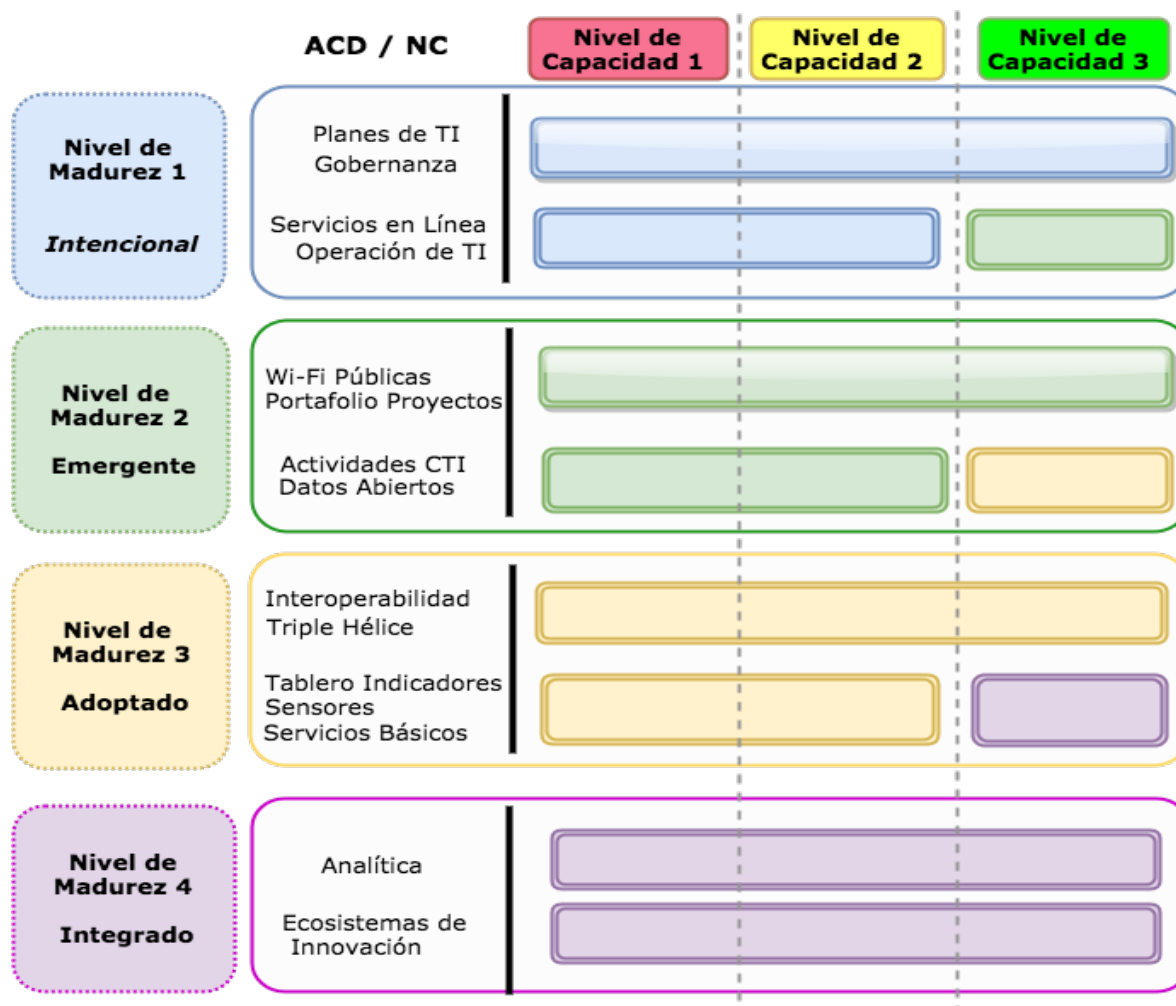


Figura 27. Perfiles Nivel de Madurez de la ciudad

Fuente: Elaboración propia

Un nivel de madurez consiste en niveles de capacidades (Tabla 27) alcanzados para un conjunto predefinido de ACD que mejoran el desempeño general de la organización. La experiencia ha demostrado que las organizaciones hacen todo lo posible cuando centran sus esfuerzos de mejora de procesos en un número manejable de áreas clave en un momento. Cada nivel de madurez madura un subconjunto importante de las áreas clave de la ciudad, preparándolo para pasar al siguiente nivel de madurez.

Tabla 27. Descripción Nivel de Capacidad

| Nivel de Capacidad | Descripción |
|---------------------------------|--|
| Nivel Capacidad 0 (NC0): | No se hacen o no existen, no se desarrollan actividades, procesos y proyectos para lograr los resultados del ACD. |
| Nivel Capacidad 1 (NC1): | Se desarrollan actividades, procesos y proyectos para lograr resultados iniciales del ACD, sin embargo, no hacen parte de una política pública o de un plan de acción permanente. Las actividades desarrollan capacidades incipientes para los dominios, procesos con posibilidad de algunos resultados iniciales. |
| Nivel Capacidad 2 (NC2): | Se desarrollan actividades, procesos y proyectos para lograr resultados iniciales del ACD, sin embargo no hacen parte de una política pública o de un plan de acción permanente, además de cuentan con niveles de automatización de procesos (orientaciones, formación, planes de |

| | |
|---------------------------------|---|
| | implementación) que representan las ACD, existen algunos mecanismos de evaluación formales y evidencias de resultados a corto plazo. |
| Nivel Capacidad 3 (NC3): | Se desarrollan actividades, procesos y proyectos para lograr resultados iniciales del ACD, sin embargo no hacen parte de una política pública o de un plan de acción permanente, además de cuentan con niveles de automatización de procesos (orientaciones, formación, planes de implementación) que representan las ACD, existen algunos mecanismos de evaluación formales y evidencias de resultados a corto plazo, Además los procesos están institucionalizados, se desarrollan planes de mejora continua, adoptan un monitoreo sistemático y se implementan acciones innovadores, |

Para valorar en qué nivel de madurez se encuentra una ciudad, se asume la madurez mediante transiciones pequeñas (ir avanzando hacia niveles de capacidad máximo a través de los niveles de madurez propuestos) y a su vez de manera transversal se avanza en cada uno de los dominios (en cada nivel de madurez (NM) se avanza en capacidades mínimas (NC) y en el siguiente se espera la capacidad máxima) como se muestra en la Figura 27.

Esta propuesta se hace teniendo en cuenta el contexto particular de las ciudades o administraciones públicas:

- Los tiempos de los gobernantes en las ciudades son cortos (2 a 4 años), por ello es necesario que el mejoramiento de las capacidades representadas en los niveles de madurez, sean alcanzables en estos tiempos y no se vean afectados por posibles cambios de administración en la ciudad y no se alcancen a proyectar los cambios.
- Los tiempos de impacto en ciudadanos y transformaciones sociales, culturales y estratégicas en el gobierno requieren mayor tiempo.
- Los procesos y proyectos en administraciones públicas que pueden estar asociados a los dominios propuestos, requieren mayor tiempo para ser implementados por regulaciones legales o normativas, limitaciones de presupuesto o intereses de desarrollo de la ciudad.
- Por lo general las administraciones públicas tienden a trabajar por objetivos con resultados tangibles y concretos, con un enfoque de logro de indicadores y proyectos que finalizan y se empiezan otros nuevos, el modelo propuesto tiene un enfoque orientado al mejoramiento continuo, administración del cambio y la colaboración, lo cual con niveles de madurez que sean alcanzables en períodos más cortos habrá mayor posibilidad de implementación.

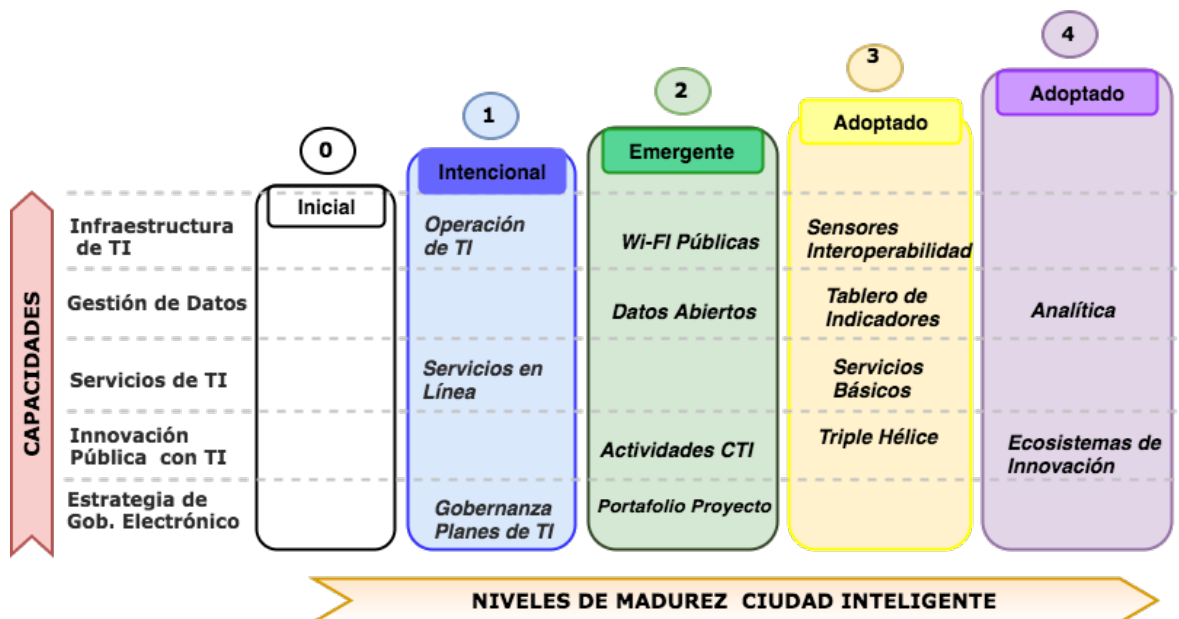


Figura 28. Niveles de Madurez Gestión TI Ciudad Inteligente

Fuente: Elaboración propia

Los perfiles de niveles de madurez para la ciudad se definen a continuación:

- **Nivel de Madurez 1: Intencional:** Para alcanzar el nivel de madurez 1, todas las áreas de clave de dominio asignadas a este nivel deben alcanzar niveles de capacidad 2 o 3 como se muestra en la tabla de perfiles.
- **Nivel de Madurez 2: Emergente:** Para alcanzar el nivel de madurez 2, todas las áreas de clave de dominio asignadas al nivel anterior deben alcanzar niveles de capacidad 3 y las áreas de clave de dominio asignadas a este nivel deben alcanzar niveles de capacidad 2 o 3 como se muestra en la tabla de perfiles.
- **Nivel de Madurez 3: Adoptado:** Para alcanzar el nivel de madurez 3, todas las áreas de clave de dominio asignadas a los niveles anteriores deben alcanzar niveles de capacidad 3 (NC3) y las áreas de clave de dominio asignadas a este nivel deben alcanzar niveles de capacidad 2 o 3 (NC2 o NC3) como se muestra en la tabla de perfiles.
- **Nivel de Madurez 4: Integrado:** Para alcanzar el nivel de madurez 4, todas las áreas de clave de dominio asignadas a los niveles anteriores y a las propias de este nivel deben alcanzar niveles de capacidad 3 (NC3).

Para cada uno de los ACD, en términos de sus VC se ha definido la descripción de las capacidades esperadas en cada uno de los niveles de capacidad (0 a 3) para facilitar la evaluación. En el Anexo 3, se encuentran las definiciones de cada una de las capacidades de todos los dominios, áreas claves y variables críticas.

3.4.5 Metodología aplicación

A continuación se presenta la metodología de aplicación que tiene tres fases: Planeación, Aplicación y Análisis de resultados, descrito en el modelo de BPMN (Modelo y Notación de Procesos de Negocio) donde se describen los procesos, tareas y actores principales en la Figura 29. Modelo BPMN aplicación del framework.

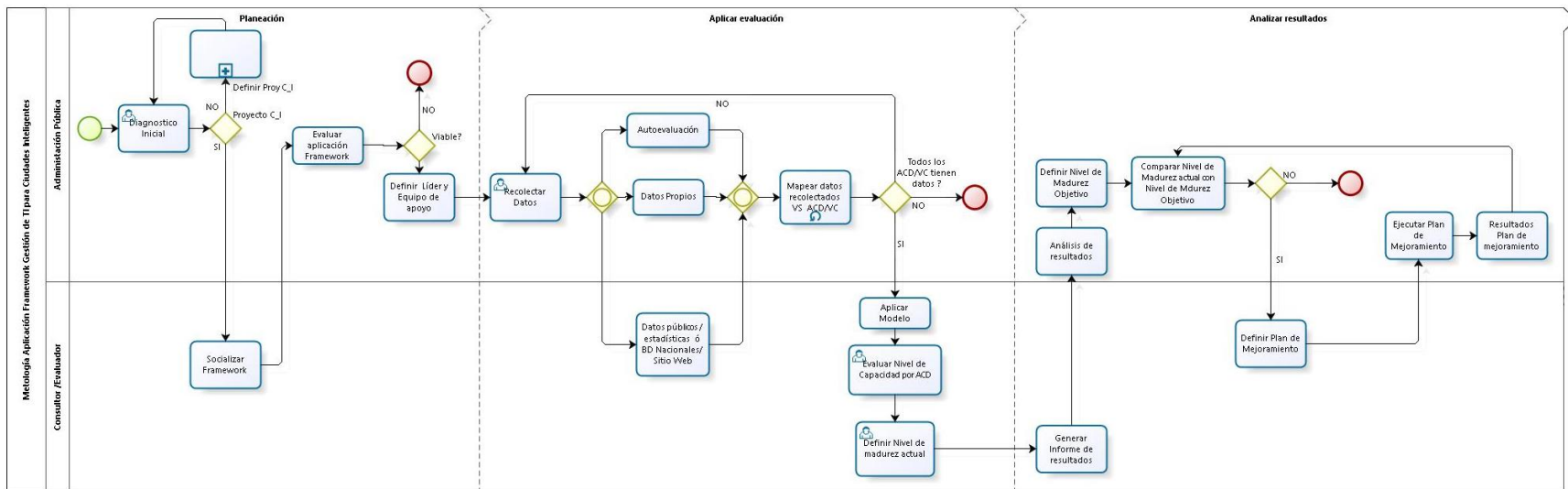


Figura 29. Modelo BPMN aplicación del framework

3.4.6 Socialización del framework en ciudades

La validación del modelo de madurez se realizó con grupo de funcionarios porque el interés es conocer las apreciaciones de los actores reales responsables por los planes y proyectos de la expansión de territorios inteligentes de algunas secretarías y oficinas TIC del país. Es de resaltar que en particular desde el inicio de la investigación se ha venido socializando el framework, desde el modelo conceptual propuesto principalmente a la Secretaría de Informática y Telecomunicaciones de la gobernación del Atlántico (2016- 2017) y la Secretaría de TIC de Barrancabermeja (2014-2015) como se muestra en la a través de la asesoría y dirección de proyectos de grado de maestría¹⁰ lo que ha permitido que el modelo sea discutido con los potenciales usuarios. Inicialmente se hizo un diagnóstico de en las secretarías a través de estos trabajos de grado con el fin de conocer las dinámicas propias de las mismas en cuanto a la estrategia de TI en estas administraciones públicas como se detalla en el Anexo 4 que aportó significativamente al desarrollo del modelo conceptual.

Tabla 28. Funcionarios que participaron en la socialización Modelo Conceptual

| Nombre | Oficina | Cargo | Ciudad o Dpto. |
|----------------------|---|-------------------|-----------------|
| Jhon Jairo Jimenez | Secretaría TIC | Secretario TIC | Barrancabermeja |
| Carlos Medoza | Secretaría TIC | Asesor Secretaría | Barrancabermeja |
| Yaneth Chaparro | Secretaria Informática y Telecomunicaciones | Profesional | Atlántico |
| Jose Carlos Guerrero | Secretaria Informática y Telecomunicaciones | Profesional | Atlántico |

Una vez formulado el modelo de madurez, se socializó explicando el modelo conceptual final y se presentó la estructura y componentes del modelo de madurez, en reuniones presenciales con los funcionarios (Tabla 29).

Tabla 29. Funcionarios que participaron en la socialización Modelo de Madurez

| ID encuesta | Nombre | Oficina | Cargo | Ciudad o Dpto. |
|-------------|-------------------------|---|----------------------------|----------------|
| E1 | Walberto Cantillo Acuña | Secretaria Informática y Telecomunicaciones | Asesor Secretario | Atlántico |
| E2 | Julio Cesar Ruíz | Secretaria Informática y Telecomunicaciones | Técnico- Gobierno en Línea | Atlántico |
| E3 | Elsa Milena Manrique | Oficina Asesora TIC | Profesional Desarrollo SW | Bucaramanga |
| E4 | Mariutsi Osorio | Alcaldía de Sabaneta | Asesora Datos Abiertos | Sabaneta |
| E5 | Adriana Gómez | Gobierno en Línea- SIT | Asesora Gobierno en Línea | Atlántico |

¹⁰Diseño de un Modelo para la Creación de Secretaría TIC en Entes Territoriales Colombianos de Categoría 1 y 2, Basado en Arquitectura Empresarial. Universidad Cooperativa de Colombia. Maestría en TIC

Posterior a la socialización se les entregó un instrumento de valoración(encuesta) en la cual los funcionarios debían asignar un peso (distribuido en un 0% y 100%) a las 39 variables críticas propuestas por cada ACD, esto con el fin de apreciar cuales eran más significativas y que podrían ser consideradas para el modelo en su versión final (ver resultados en Tabla 30) , posteriormente se proponen un conjunto de 104 métricas por cada VC, a las cuales se les asignó una valoración de pertinencia de la métrica para representar la Variable Crítica y que se encuentran en el Anexo 5 .

Algunos de los resultados obtenidos, son:

Tabla 30. Resultados encuesta pesos por ACD

| Dominio | ACD | Variable Crítica | Promedio. Pertinencia | E1 | E2 | E3 | E4 |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|------|-----|-----|-----|
| Estrategia Gobierno Electrónico | Gobernanza | Normativa | 4,25 | 30% | 40% | 50% | 50% |
| | | Institucionalización | 4,38 | 50% | 40% | 25% | 25% |
| | | Gobierno de TI | 3,81 | 20% | 20% | 25% | 25% |
| | Planes TI | Alineación Estratégica | 4,38 | 50% | 60% | 60% | 60% |
| | | Seguimiento | 4,25 | 50% | 40% | 40% | 40% |
| | Portafolio de Proyectos TI | Pertinencia | 4,67 | 30% | 20% | 50% | 50% |
| | | Seguimiento | 4,17 | 30% | 30% | 30% | 30% |
| | | Cumplimiento | 4,33 | 40% | 30% | 20% | 20% |
| | Innovación Pública con TI | Triple Hélice | Alianzas Estratégicas | 4,11 | 50% | 50% | 50% |
| Normativa | | | 4,33 | 50% | 50% | 50% | 50% |
| Ecosistemas de Innovación | | Normativa | 4,33 | 40% | 40% | 40% | 40% |
| | | Clúster de TI | 4,67 | 60% | 60% | 60% | 60% |
| Actividades CTI | | Formación | 4,78 | 30% | 30% | 40% | 40% |
| | | Capital Humano | 4,54 | 30% | 30% | 20% | 20% |
| | Inversión | 5 | 40% | 40% | 40% | 40% | |
| Infraestructura de TI | Interoperabilidad | Organizacional | 3,63 | 40% | 40% | 30% | 30% |
| | | Semántico | 3,63 | 30% | 20% | 40% | 40% |
| | | Legal | 3,75 | 30% | 40% | 30% | 30% |
| | Operación de TI | Riesgos de TI | 3,94 | 30% | 40% | 30% | 30% |
| | | Seguridad | 3,75 | 30% | 30% | 30% | 30% |
| | | Continuidad | 3,56 | 40% | 30% | 40% | 40% |
| | Sensores | Disponibilidad | 4,38 | 30% | 40% | 40% | 40% |
| | | Uso | 3,75 | 40% | 30% | 30% | 30% |
| | | Cobertura | 3,75 | 30% | 30% | 30% | 30% |
| | Conectividad Pública | Disponibilidad | 4,33 | 30% | 30% | 40% | 40% |
| | | Uso | 4,38 | 40% | 40% | 30% | 30% |
| | | Cobertura | 3,5 | 30% | 30% | 30% | 30% |

| Dominio | ACD | Variable Crítica | Promedio. Pertinencia | E1 | E2 | E3 | E4 |
|------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Gestión de Datos | Datos abiertos enlazados | Calidad | 3,25 | 40% | 40% | 40% | 40% |
| | | Disponibilidad | 3,5 | 20% | 30% | 20% | 20% |
| | | Explotación | 3,42 | 40% | 30% | 40% | 40% |
| | Analítica | Big Data | 4,38 | 40% | 40% | 35% | 35% |
| | | Social Media | 3,88 | 30% | 20% | 35% | 35% |
| | | Inteligencia de Negocios | 3,5 | 30% | 40% | 30% | 30% |
| | Tablero de Indicadores | Uso | 3,5 | 50% | 60% | 50% | 50% |
| Indicadores | | 3,5 | 50% | 40% | 50% | 50% | |
| Servicios TI | Servicios en Línea | Acceso | 3,75 | 30% | 30% | 50% | 50% |
| | | Uso | 3,83 | 40% | 40% | 30% | 30% |
| | | Niveles de Servicio | 3,38 | 30% | 30% | 20% | 20% |

Fuente: Elaboración propia

Algunas de los comentarios sobre el modelo propuesto:

- En general aprecian que el modelo contempla varios aspectos además del tecnológicos, también la inclusión de variables de temas innovadores como Big data, inteligencia de negocios y sensores, que si bien manifestaron en un futuro inmediato no son muy viables es pertinente que las ciudades empiecen a planificarlos y asumir el reto de implementarlos a mediano y largo plazo.
- Algunos manifestaron que la dificultad del modelo es que muchas veces la disponibilidad de indicadores y datos cuantitativos por parte de las entidades es muy escaso, en particular para algunas variables, por ello recomendaron que la valoración podría ser estar orientada a consultar sobre el nivel de cumplimiento de buenas prácticas de manera cualitativa, ya que muchas veces se tiene el conocimiento si algo está siendo ejecutado completamente, parcial o no está implementado, pero no está el dato en términos de porcentaje, número o evidencias concretas.
- Consideran útil el modelo propuesto ya que, si bien existen algunas mediciones por parte del Ministerio de tecnologías de Información y Comunicación, son variados en términos de propósitos y con este se facilita hacer una línea base general de la gestión de TI para las ciudades.

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DEL FRAMEWORK Y SU MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD (SCIAMM) CLUSTER DE CIUDADES COLOMBIANAS

4.1 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta un caso de aplicación del framework propuesto, según la metodología de aplicación presentada en el capítulo anterior. Para ello se han seleccionado 13 ciudades colombianas tomando como fuente de recolección datos públicos abiertos de Colombia principalmente de: Índice de Gobierno en Línea (Índice GEL), Sitios Web de las Ciudades, Informe de Gestión del Ministerio de Tecnologías de Información, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Indicadores de Ciencia Y Tecnología de Colombia. Se selecciona el uso de este tipo de datos por el acceso a la información y además permite una muestra más amplia dada la disponibilidad de los datos para el evaluador.

Se hará uso de datos del 2015 y 2016 con el fin de establecer comparaciones de un año al otro, y se hace análisis a partir de clustering (minería de datos) y análisis estadísticos de las capacidades de tecnologías de las ciudades teniendo en cuenta las 15 Áreas Clave de Dominio (ACD) agrupados en los cinco dominios propuestos del modelo conceptual. A partir de los resultados se hará el perfil de madurez para cada ciudad y se establecerá una guía para orientar el desarrollo e implementación de planes de mejoramiento.

4.2 DELIMITACIÓN DEL CONTEXTO DE APLICACIÓN

El contexto de aplicación del modelo son ciudades colombianas, capitales en su mayoría, con un número de habitantes mayor a 200.000 y que actualmente participan en proyectos asociados a iniciativas de ciudades inteligentes como Ciudades Sostenibles del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) o Proyecto Diamante Caribe-Santander de Findeter (Financiera para el desarrollo territorial) u otras.

Para el uso de datos abiertos se seleccionaron 13 ciudades, distribuidas en dos grupos:

- **Cluster1 Ciudades Grandes:** lo conforman las ciudades con mayor número de habitantes de Colombia, distribuidas geográficamente en todo el territorio colombiano, con economías importantes o con avances tecnológicos significativos en sus regiones. Ciudades: Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Manizales, Barrancabermeja y Popayán.
- **Clúster 2 Ciudades Caribe:** lo conforman ciudades de la región Caribe con condiciones económicas y características sociales, políticas, culturales y geográficas

similares. Ciudades: Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Sincelejo, Montería y Valledupar;

A continuación se hace la caracterización de cada ciudad como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Clúster 1. Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Manizales, Barrancabermeja y Popayán

Tabla 31. Caracterización ciudades grupo 1

| Ciudad | Población | % Pobreza | % Pob. Extrema | GINI | % PIB Nacional | Participación Iniciativa CI | Institucionalización TIC |
|-----------------------|-----------|-----------|----------------|-------|----------------|---|---------------------------------|
| Bucaramanga (BUC) | 521.946 | 9,1 | 1,3 | 0,407 | 8,1 | DCS-Finder ¹¹ CES-BID ¹² | Oficina Asesor TIC |
| Cali(CAL) | 2.358.253 | 16,5 | 3,4 | 0,478 | 9,5 | | Departamento Administrativo TIC |
| Barrancabermeja (BCA) | 173.417 | 28 | 14,5 | 0,52 | 8,1 | DCS-Finder | Secretaría TIC |
| Popayán (POP) | 250.103 | 30,7 | 7,8 | 0,496 | 1,7 | Popayán i | Oficina Asesor TIC |
| Medellín (MED) | 2.457.680 | 14,3 | 2,8 | 0,489 | 13,7 | MDE Inteligente | Ruta N |
| Manizales (MAN) | 369.997 | 10,4 | 1,9 | 0,489 | 1,5 | CES-BID | Secretaría TIC |
| Bogotá (BOG) | 7.963.379 | 16,5 | 3,4 | 0,478 | 25 | | Alta Consejería TIC |

Fuente: DANE

Clúster 2. Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Sincelejo, Montería y Valledupar.

Tabla 32. Caracterización ciudades grupo 2

| Ciudad | Población | % Pobreza | % Pob. Extrema | GINI | % PIB Nacional | Participación Iniciativa CI | Institucionalización TIC |
|-------------------|-----------|-----------|----------------|-------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Barranquilla (BQ) | 1.214.513 | 22,0 | 2,4 | 0,439 | 4,1 | DCS-Finder CES-BID | Gerencia TIC |
| Cartagena (CG) | 959.570 | 26,2 | 4,0 | 0,467 | 4,1 | DCS-Finder CES-BID | Oficina Asesora Informática |
| Santa Marta (SM) | 466.296 | 30,7 | 6,5 | 0,456 | 1,3 | DCS-Finder CES-BID | Consejería TIC |
| Montería (MT) | 341.331 | 25,2 | 2,1 | 0,449 | 1,7 | DCS-Finder CES-BID | Dirección TIC |
| Valledupar (VD) | 386.684 | 30,0 | 4,6 | 0,446 | 1,8 | DCS-Finder CES-BID | ----- |

¹¹Diamante Caribe-Santander (DCS-Finder)

¹²Ciudades Emergentes y Sostenibles (CES-BID)

| Ciudad | Población | % Pobreza | % Pob. Extrema | GINI | % PIB Nacional | Participación Iniciativa CI | Institucionalización TIC |
|----------------|-----------|-----------|----------------|-------|----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Sincelejo (SC) | 257.663 | 30,7 | 5,1 | 0,453 | 0,8 | DCS-Findeter | ----- |

Fuente: DANE

4.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos fueron recolectados de información pública en la web del Gobierno Colombiano como se describe a continuación:

Tabla 33. Fuentes para la recolección de los datos

| Nombre Fuente | Propietario | Descripción | Disponible en |
|--|--|---|--|
| Índice de Gobierno en Línea (Índice GEL) 2015 y 2016 | Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación | Instrumento cuantitativo que muestra el estado del avance de las entidades en la implementación de la Estrategia Gobierno en línea. | http://estrategia.gobiernoonline.gov.co/623/w3-propertyvalue-14714.html |
| Sitios Web de las Ciudades | Alcaldías Municipales | Sitio de las alcaldías con información institucional, informes y estadísticas de los municipios. | www.medellin.gov.co www.cali.gov.co www.manizales.gov.co www.barrancabermeja.gov.co www.popayan.gov.co www.bogota.gov.co www.bucaramanga.gov.co www.barranquilla.gov.co www.santamarta.gov.co www.valledupar-cesar.gov.co www.sincelejo-sucre.gov.co/ www.monteria.gov.co www.cartagena.gov.co |
| Informe de Gestión del Ministerio de Tecnologías de Información 2016 | Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación | Balance de los logros del Ministerio TIC durante los últimos años, en los que se ha venido implementando el Plan Vive Digital, | http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-570.html |
| Indicadores de ciencia y tecnología 2016 | Observatorio de Ciencia Y Tecnología de Colombia (OCyT). | Presenta las tendencias y dinámicas más actualizadas relacionadas con Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para el país | http://ocyt.org.co/indicadores2016flip/files/assets/basic-html/page-1.html# |
| Datos Estadísticos poblacionales, socio-económicos 2015-2016 | Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) | Datos Estadísticos poblacionales, socio-económicos del país 2015-2016 | www.dane.gov.co |

Fuente: Elaboración Propia

En este caso se hizo el mapeo de métricas de cada una de las fuentes disponibles y seleccionaron 48 indicadores que podían aportar a la valoración de las áreas clave de dominio, propuestas en el modelo de madurez.

Para la recolección de datos, se tomaron como fuente las métricas, más pertinentes como se muestra a continuación.

Tabla 34. Mapeo Indicadores para la valoración del Modelo de Madurez

| Dominio | Área Clave de Dominio | Métrica | Fuente |
|------------------------|--------------------------------|--|-----------------|
| Estrategia Electrónico | Gob. Portafolio de Proyecto TI | L 7.4 Nivel Cumplimiento con el catálogo de servicios de TI | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Portafolio de Proyecto TI | L 8. 3 Nivel Cumplimiento en la aplicación de buenas prácticas para la gerencia de proyectos TI. | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Portafolio de Proyecto TI | L11.1 Nivel Cumplimiento con el catálogo de servicios tecnológicos. | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Planes de TI | L 7.2 Nivel Cumplimiento del plan estratégico de TI | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Planes de TI | L 7.3 Nivel Cumplimiento con el alcance del plan estratégico | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Gobernanza | L7.6 Nivel Cumplimiento con el monitoreo y evaluación de la estrategia de TI | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Gobernanza | L 8.1 Nivel Cumplimiento con el esquema de gobierno de TI | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Gobernanza | L12.1 Cumplimiento de la estrategia de uso y apropiación | Índice GEL 2015 |
| Estrategia Electrónico | Gob. Gobernanza | L14 .1La entidad tiene conciencia de el estado actual Organizacional | Índice GEL 2015 |
| Innovación Pública | Ecosistema Innovación | R3 Número de soluciones implementadas a partir de ejercicios de innovación abierta que hacen uso de medios electrónicos | Índice GEL 2015 |
| Innovación Pública | Ecosistema Innovación | L2.1 Número Ejercicios de innovación abierta realizados | Índice GEL 2015 |
| Innovación Pública | Triple Hélice | L 8.4 Nivel Cumplimiento con la transferencia de conocimiento por parte de proveedores | Índice GEL 2015 |
| Innovación Pública | Actividades CTI | Universidades con programas de maestría y doctorado en CTI Grupos de Investigación reconocidos Colciencias Universidades Acreditadas | Informe Oct. |
| Servicios de TI | Servicios Básicos | L11.2 Nivel Cumplimiento con la arquitectura de servicios | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios Básicos | L11.4 Nivel Cumplimiento con el programa de disposición final de residuos tecnológicos | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios Básicos | L 11.5 Nivel Cumplimiento con mecanismos de monitoreo de los servicios tecnológicos | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios Básicos | L 11.7 Nivel Cumplimiento con la gestión de la calidad y seguridad de servicios tecnológicos | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 4.1 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cuentan con caracterización de los usuarios | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 4.2 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de accesibilidad | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 4.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de usabilidad | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 4.4 Porcentaje de trámites y servicios en línea que fueron promocionados | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 5.1 Cuenta con un sistema web para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 5.2 Cuenta con un sistema móvil para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 6.1 Porcentaje de certificaciones y constancias disponibles en línea | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 6.2 Porcentaje de trámites y servicios disponibles en línea | Índice GEL 2015 |
| Servicios de TI | Servicios en línea | L 6.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea integrados a alguna ventanilla única | Índice GEL 2015 |

| Dominio | Área Clave de Dominio | Métrica | Fuente |
|-----------------------|--------------------------|--|------------------------|
| Servicios de TI | Servicios en línea | R5 Nivel de Satisfacción con los trámites y servicios en línea | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | L1.4 Número Conjuntos de datos abiertos publicados, actualizados y difundidos | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | L1.5 Grado de Monitoreo de conjuntos de datos abiertos | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | R1 Porcentaje de conjuntos de datos abiertos estratégicos publicados | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | R2 Número de aplicaciones o de publicaciones generadas a partir de datos abiertos | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | L 9.2 Existencia de Catálogo de componentes de información (datos, información, servicios y flujos de información. | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Datos Abiertos Enlazados | L14.5 Nivel de estandarización en el inventario de activos de información | Índice GEL 2015 |
| Gestión de Datos | Analítica | Uso de metodologías de inteligencia de negocios big data, inteligencia artificial y otros | Sitio Web ciudad |
| Gestión de Datos | Tablero de Indicadores | Uso Sensores, Cámaras, en la ciudad | Sitio web ciudad |
| Infraestructura de TI | Interoperabilidad | L 9.3 Plataforma de Interoperabilidad. | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L 10.6 Nivel de Auditoría, seguridad, privacidad y trazabilidad de los sistemas de información | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14 .2 La entidad establece y documenta el alcance, límites y política del MSPI | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14.3La entidad establece procedimientos, roles y responsabilidades dentro del MSPI | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14.4 La entidad asigna recursos para el MSPI | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14.6La entidad genera acciones para tratar riesgos y oportunidades de seguridad de la información | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14.7 Grado de conciencia en el manejo seguro de la Información | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L15.1 Gestión de riesgos de seguridad y privacidad de la información | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Operación TI | L14 Definición del marco de seguridad y privacidad de la información y de los sistemas de información | Índice GEL 2015 |
| Infraestructura de TI | Wi-Fi Públicas | Disponibilidad de Zonas Públicas | Informe Gestión MinTIC |
| Infraestructura de TI | Sensores | Disponibilidad de Sensores | Sitio Web Ciudad |

Fuente: Elaboración Propia

Las métricas en su mayoría provienen del índice GEL, este hace la medición de cada métrica en el rango de 0 a 100 para su valoración (0 es la valoración de no cumplimiento, 100 valoración de total cumplimiento) para las demás fuentes se hizo la normalización y se estima la misma escala de valoración. Posteriormente se asigna un nivel de capacidad a cada ACD, el cual se describe por niveles de capacidad desde (SCIAMM) de la siguiente manera:

- **Nivel Capacidad 0 (0):** No se hacen o no existen capacidades para lograr los resultados del ACD.
- **Nivel Capacidad 1 (1):** Las actividades desarrollan capacidades incipientes para los dominios, procesos con posibilidad de algunos resultados iniciales.

- **Nivel Capacidad 2 (2):** Sistematización de procesos (orientaciones, formación, planes de implementación) que representan las ACD, existen algunos mecanismos de evaluación formales y evidencias de resultados a corto plazo.
- **Nivel Capacidad 3 (3):** Procesos institucionalizados e innovadores, monitoreo sistemático de los procesos, administración del cambio y planes de mejora continua.

Es de anotar que se tomó las dos últimas mediciones disponibles: 2015 para asumir la línea base y GEL 2016 para asumir la línea actual con el fin de hacer análisis y comparaciones sobre el avance de las capacidades que contempla el modelo de un año a otro.

En la Tabla 35 y Tabla 36 se muestra la recolección de los datos para las ciudades

Tabla 35.Recolección Datos Bogotá (BOG), Medellín (MED), Cali (CAL), Bucaramanga (BUC), Manizales (MAN), Barrancabermeja (BCA) y Popayán (POP)

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | BUC 2015 | BUC 2016 | CAL 2015 | CAL 2016 | BCA 2015 | BCA 2016 | POP 2015 | POP 2016 | MED 2015 | MED 2016 | MAN 2015 | MAN 2016 | BOG 2015 | BOG 2016 | |
|-------------------|-------------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| E-GOV STRATE | Portfolio | L 7.4 Cumplimiento con el catálogo de servicios de TI | 100 | 50 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 50 | |
| | | L 8. 3 Cumplimiento en la aplicación de buenas prácticas para la gerencia de proyectos TI. | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| | | Nivel de Capacidad Propuesto | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | ICT Plan | L 7.2 Cumplimiento del plan estratégico de TI | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 | 100 | 100 |
| | | L 7.3 Cumplimiento con el alcance del plan estratégico | 33 | 67 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 67 | 17 | 67 | 50 | 100 | 100 | |
| | | Nivel de Capacidad Propuesto | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | |
| | Governance | L7.6 Cumplimiento con el monitoreo y evaluación de la estrategia de TI | 100 | 30 | 0 | 30 | 100 | 60 | 0 | 0 | 100 | 30 | 0 | 60 | 100 | 100 | |
| | | L 8.1 Cumplimiento con el esquema de gobierno de TI | 40 | 83 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 83 | 100 | 100 | 60 | 83 | 100 | 100 | |
| | | L12.1 Cumplimiento de la estrategia de uso y apropiación | 50 | 60 | 50 | 90 | 100 | 100 | 100 | 10 | 100 | 80 | 100 | 70 | 100 | 100 | |
| | | L14 .1La entidad tiene conciencia de el estado actual Organizacional | 0 | 40 | 50 | 80 | 100 | 100 | 50 | 100 | 100 | 80 | 50 | 80 | 100 | 80 | |
| | Nivel de Capacidad Propuesto | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| PUBLIC INNOVATION | Ecosistema | R3 Número de soluciones implementadas a partir de ejercicios de innovación abierta que hacen uso de medios electrónicos | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | |
| | | L2.1 Ejercicios de innovación abierta realizados | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | | Nivel de Capacidad Propuesto | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| | Triple Hélice | L 8.4Cumplimiento con la transferencia de conocimiento por parte de proveedores | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | |

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | BUC 2015 | BUC 2016 | CAL 2015 | CAL 2016 | BCA 2015 | BCA 2016 | POP 2015 | POP 2016 | MED 2015 | MED 2016 | MAN 2015 | MAN 2016 | BOG 2015 | BOG 2016 | |
|-----------------|------------------|---|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| | | Nivel de Capacidad Propuesto | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | |
| SERVICIOS DE TI | Key Services | L11.2 Cumplimiento con la arquitectura de servicios | 0 | 100 | 50 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 50 | 100 | 0 | 50 | 0 | 100 | |
| | | L11.4 Cumplimiento con el programa de disposición final de residuos tecnológicos | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | |
| | | L 11.5 Cumplimiento con mecanismos de monitoreo de los servicios tecnológicos | 0 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | |
| | | L 11.7 Cumplimiento con la gestión de la calidad y seguridad de servicios tecnológicos | 29 | 33 | 71 | 50 | 100 | 100 | 86 | 83 | 100 | 50 | 43 | 0 | 100 | 100 | |
| | | | Nivel de Capacidad Propuesto | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| | On line services | L 4.1 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cuentan con caracterización de los usuarios | 50 | 0 | 0 | 100 | 88 | 100 | 20 | 0 | 100 | 100 | 36 | 75 | 100 | 100 | |
| | | L 4.2 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de accesibilidad | 63 | 0 | 86 | 50 | 88 | 100 | 30 | 100 | 100 | 100 | 86 | 100 | 93 | 100 | |
| | | L 4.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de usabilidad | 50 | 50 | 100 | 50 | 88 | 100 | 30 | 100 | 100 | 100 | 86 | 100 | 100 | 100 | |
| | | L 4.4 Porcentaje de trámites y servicios en línea que fueron promocionados | 25 | 75 | 79 | 100 | 88 | 100 | 20 | 100 | 100 | 100 | 86 | 100 | 99 | 100 | |
| | | L 5.1 Cuenta con un sistema web para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | | L 5.2 Cuenta con un sistema móvil para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | | L 6.1 Porcentaje de certificaciones y constancias disponibles en línea | 33 | 50 | 3 | 25 | 36 | 100 | 43 | 0 | 100 | 100 | 43 | 0 | 60 | 100 | |
| | | L 6.2 Porcentaje de trámites y servicios disponibles en línea | 5 | 25 | 4 | 25 | 13 | 50 | 6 | 25 | 5 | 25 | 16 | 50 | 23 | 50 | |
| | | L 6.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea integrados a alguna ventanilla única | 25 | 50 | 14 | 100 | 71 | 100 | 0 | 50 | 0 | 100 | 82 | 100 | 100 | 100 | |

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | BUC 2015 | BUC 2016 | CAL 2015 | CAL 2016 | BCA 2015 | BCA 2016 | POP 2015 | POP 2016 | MED 2015 | MED 2016 | MAN 2015 | MAN 2016 | BOG 2015 | BOG 2016 |
|---------|------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | R5 Satisfacción con los trámites y servicios en línea | 40 | 60 | 93 | 100 | 90 | 100 | 60 | 100 | 80 | 100 | 85 | 100 | 53 | 100 |
| | | R6 Porcentaje de transacciones en línea | 3 | 0 | 5 | 0 | 26 | 72 | 2 | 100 | 10 | 17 | 24 | 0 | 7 | 93 |
| | | Nivel de Capacidad Propuesto | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |

Tabla 36. Recolección Datos Barranquilla (BAQ), Cartagena (CG), Santa Marta (STM), Sincelejo (SIN), Montería (MON) y Valledupar (VLL)

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | CG 2015 | CG 2016 | VLL 2015 | VLL 2016 | MON 2015 | MON 2016 | BAQ 2015 | BAQ 2016 | SIN 2015 | SIN 2016 | STM 2015 | STM 2016 | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| E-GOV STRATEGY | Portfolio | L 7.4 Cumplimiento con el catálogo de servicios de TI | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | |
| | | L 8.3 Cumplimiento en la aplicación de buenas prácticas para la gerencia de proyectos TI. | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| | ICT Plan | L 7.2 Cumplimiento del plan estratégico de TI | 100 | 70 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | L 7.3 Cumplimiento con el alcance del plan estratégico | 33 | 17 | 0 | 0 | 100 | 0 | 67 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | |
| | Governance | L7.6 Cumplimiento con el monitoreo y evaluación de la estrategia de TI | 100 | 30 | 0 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | L 8.1 Cumplimiento con el esquema de gobierno de TI | 60 | 83 | 0 | 17 | 100 | 83 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| | | L12.1 Cumplimiento de la estrategia de uso y apropiación | 100 | 0 | 50 | 0 | 100 | 70 | 100 | 60 | 50 | 50 | 100 | 60 | |
| | | L14.1 La entidad tiene conciencia de el estado actual Organizacional | 100 | 80 | 50 | 0 | 100 | 40 | 50 | 80 | 50 | 0 | 100 | 40 | |
| Nivel de Madurez Propuesto | | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | | |
| PUBLIC INNOVATION | Ecosistema | R3 Número de soluciones implementadas a partir de ejercicios de innovación abierta que hacen uso de medios electrónicos | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | |
| | | L2.1 Ejercicios de innovación abierta realizados | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | |
| | Nivel de Madurez Propuesto | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | | |
| | Triple Hélice | L 8.4 Cumplimiento con la transferencia de conocimiento por parte de proveedores | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | |
| Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | | | |
| SERVICIOS DE TI | Key Services | L11.2 Cumplimiento con la arquitectura de servicios | 50 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 50 | 50 | 0 | 0 | 50 | 0 | |
| | | L11.4 Cumplimiento con el programa de disposición final de residuos tecnológicos | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | | L 11.5 Cumplimiento con mecanismos de monitoreo de los servicios tecnológicos | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 50 | 100 | 75 | 0 | 0 | 100 | 0 | |
| | | L 11.7 Cumplimiento con la gestión de la calidad y seguridad de servicios tecnológicos | 43 | 100 | 100 | 0 | 43 | 33 | 100 | 83 | 14 | 0 | 100 | 0 | |
| | Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | | |

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | CG 2015 | CG 2016 | VLL 2015 | VLL 2016 | MON 2015 | MON 2016 | BAQ 2015 | BAQ 2016 | SIN 2015 | SIN 2016 | STM 2015 | STM 2016 | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| | On line services | L 4.1 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cuentan con caracterización de los usuarios | 100 | 25 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | |
| | | L 4.2 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de accesibilidad | 100 | 25 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | |
| | | L 4.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea que cumplen los criterios de usabilidad | 100 | 25 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | |
| | | L 4.4 Porcentaje de trámites y servicios en línea que fueron promocionados | 100 | 25 | 50 | 100 | 100 | 75 | 100 | 100 | 67 | 0 | 0 | 0 | |
| | | L 5.1 Cuenta con un sistema web para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | |
| | | L 5.2 Cuenta con un sistema móvil para la recepción, trámite y respuesta de PQRD | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | | L 6.1 Porcentaje de certificaciones y constancias disponibles en línea | 100 | 50 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 29 | 50 | 100 | 0 | |
| | | L 6.2 Porcentaje de trámites y servicios disponibles en línea | 28 | 100 | 21 | 25 | 2 | 50 | 2 | 25 | 4 | 0 | 0 | 0 | |
| | | L 6.3 Porcentaje de trámites y servicios en línea integrados a alguna ventanilla única | 33 | 100 | 17 | 75 | 33 | 0 | 33 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | |
| | | R5 Satisfacción con los trámites y servicios en línea | 70 | 100 | 70 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 0 | 0 | 60 | 0 | |
| | | R6 Porcentaje de transacciones en línea | 25 | 100 | 26 | 100 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| Nivel de Madurez Propuesto | | | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | | |
| DATA MANAGEMENT | Open Linked Data | L1.4 Conjuntos de datos abiertos publicados, actualizados y difundidos | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | |
| | | L1.5 Monitoreo de conjuntos de datos abiertos | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | |
| | | R1 Porcentaje de conjuntos de datos abiertos estratégicos publicados | 63 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | | R2 Número de aplicaciones o de publicaciones generadas a partir de datos abiertos | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | |
| | | L 9.2 Catálogo de componentes de información (datos, información, servicios y flujos de información). | 20 | 25 | 20 | 0 | 40 | 0 | 40 | 75 | 100 | 0 | 20 | 0 | |
| | | L14.5 La entidad realiza el inventario de activos de información | 50 | 100 | 50 | 38 | 0 | 38 | 0 | 38 | 88 | 0 | 50 | 38 | |
| | Nivel de Madurez Propuesto | | | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | |
| | Analítica de datos | Uso de metodologías de inteligencia de negocios big data, inteligencia artificial y otros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| | | Dashboard | Centros de mandos integrales | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | |
| | Nivel de Madurez Propuesto | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| CTURE INFRASTRU IT | Interoperabilidad | L 9.3 Plataforma de Interoperabilidad. | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 | | |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | | | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | |

| DOMINIO | ÁREA CLAVE | INDICADOR | CG 2015 | CG 2016 | VLL 2015 | VLL 2016 | MON 2015 | MON 2016 | BAQ 2015 | BAQ 2016 | SIN 2015 | SIN 2016 | STM 2015 | STM 2016 |
|---------|-------------------|---|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | WI-FI públicas | Zonas Publicas WIFI disponibles | 30 | 60 | 30 | 60 | 30 | 60 | 30 | 90 | 30 | 60 | 30 | 30 |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | Sensores | Uso Sensores, Cámaras, en la ciudad | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | IT Operation | L 10.6 Auditoría, seguridad, privacidad y trazabilidad de los sistemas de información | 50 | 50 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 50 | 100 | 0 | 50 | 100 |
| | | L14 .2 La entidad establece y documenta el alcance, limites y política del MSPÍ | 88 | 58 | 0 | 42 | 50 | 0 | 50 | 100 | 31 | 8 | 6 | 50 |
| | | L14.3La entidad establece procedimientos, roles y responsabilidades dentro del MSPÍ | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | L14.6La entidad genera acciones para tratar riesgos y oportunidades de seguridad de la información | 20 | 17 | 0 | 33 | 0 | 0 | 0 | 50 | 60 | 0 | 20 | 29 |
| | | L14.7 Toma de conciencia en el manejo seguro de la Información | 13 | 46 | 0 | 27 | 0 | 8 | 0 | 50 | 0 | 1 | 50 | 26 |
| | | L15.1 Gestión de riesgos de seguridad y privacidad de la información | 67 | 50 | 67 | 25 | 33 | 0 | 33 | 50 | 33 | 0 | 33 | 0 |
| | | L14 Definición del marco de seguridad y privacidad de la información y de los sistemas de información | 67 | 83 | 14 | 15 | 29 | 17 | 40 | 40 | 25 | 0 | 21 | 40 |
| | | Nivel de Madurez Propuesto | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

4.4 RESULTADOS

Clúster 1 Ciudades Grandes

El cluster 1 fue definido para analizar las ciudades de mayor población, con mayores dinámicas económicas y que se asumen con mejores capacidades de tecnologías de información en el país, adicionalmente este grupo de ciudades tiene una representatividad geográfica distribuido en la mayoría del territorio colombiano.

A partir de los datos obtenidos en la sección anterior y una vez valorados los niveles de capacidad de 0 a 3 para cada ACD, se muestran en la Tabla 37 y la Figura 30 el resumen de los niveles de capacidad para **Clúster 1** (Bucaramanga, Cali, Barrancabermeja, Popayán, Medellín, Manizales y Bogotá) por ACD y se identifica para cada ciudad los ACD que mejoraron y desmejoraron de 2015 a 2016 como lo describe la Tabla 38, mientras que Figura 30 muestra la comparación de las Línea Base (LB) y la Línea Actual (LA) por cada ciudad.

Tabla 37. Resumen Niveles de Capacidad _Clúster 1 Ciudades

| Niveles de Capacidad por ACD-LINEA BASE A 2015 | | | | | | | | Niveles de Capacidad por ACD-LINEA AVANCE 2016 | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DATOS 2015 | BUC | CAL | BCA | POP | MED | MAN | BOG | DATOS 2016 | BUC | CAL | BCA | POP | MED | MAN | BOG |
| Operación TI | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | Online Services | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Online Services | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | Zonas wifi | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Planes IT | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | Gobernanza | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Gobernanza | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | Operación TI | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| Portafolio | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | Datos Abiertos | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| Actividades CTI | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | Planes IT | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 3 |
| Servicios Básicos | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | Triple Hélice | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ecosistemas Inn | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | Actividades CTI | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| Triple Hélice | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | Servicios Básicos | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 |
| Datos Abiertos | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | Portafolio | 2 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| Sensores | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | Ecosistemas Inn | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tablero Indicador | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | Interoperabilidad | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Zonas wifi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Sensores | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| Interoperabilidad | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | Tablero Indicador | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Analítica | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | Analítica | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

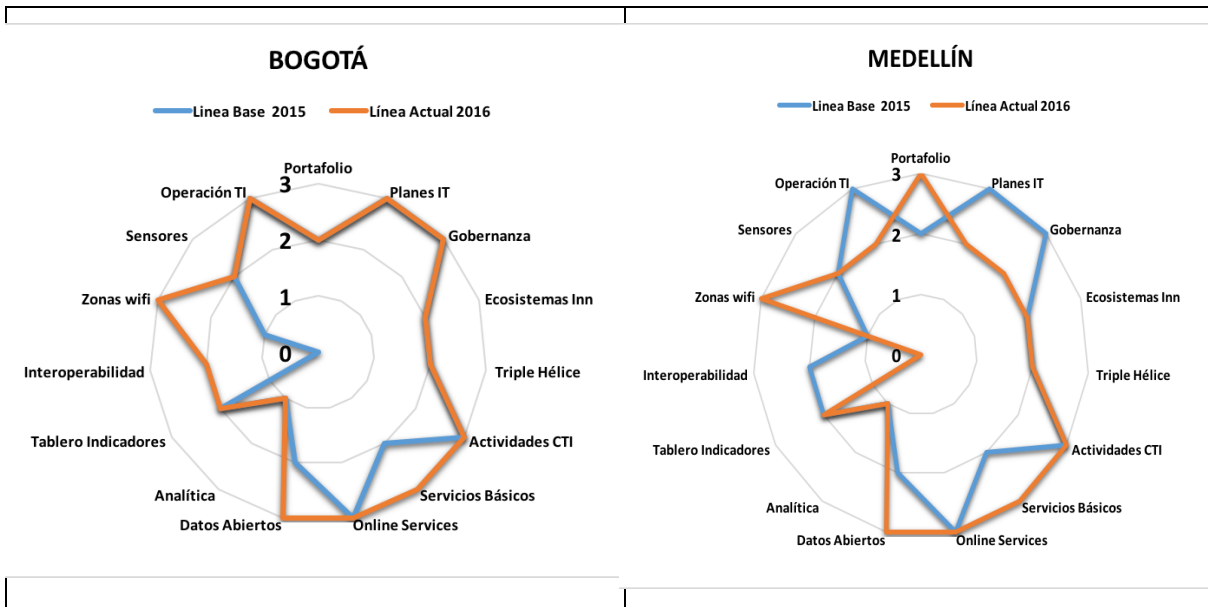
Fuente: Elaboración Propia

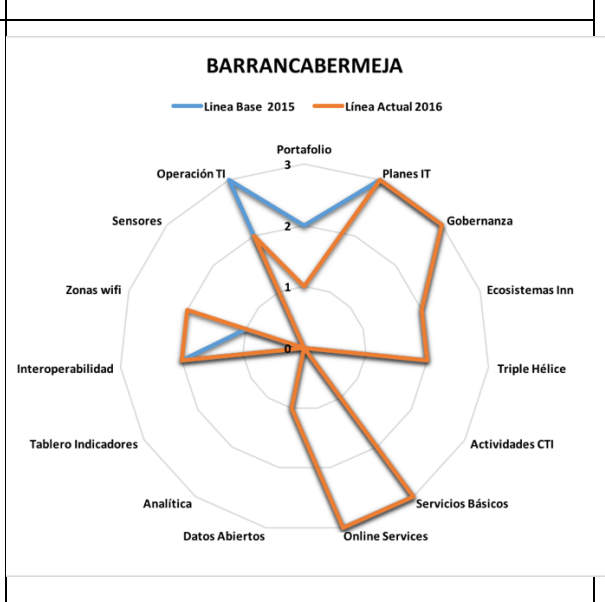
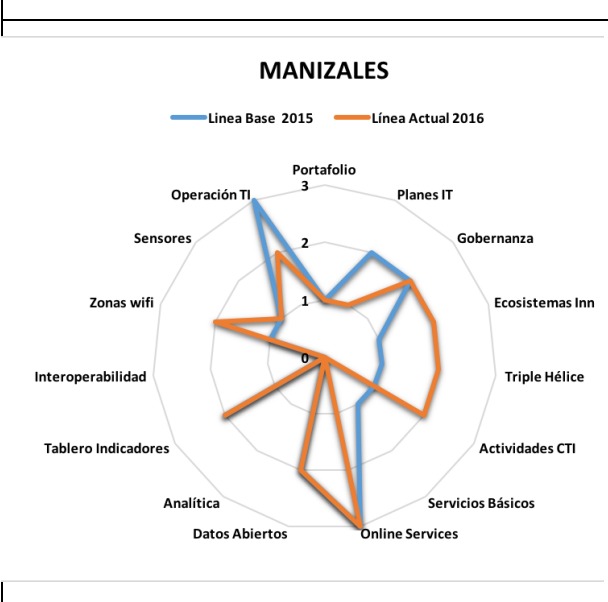
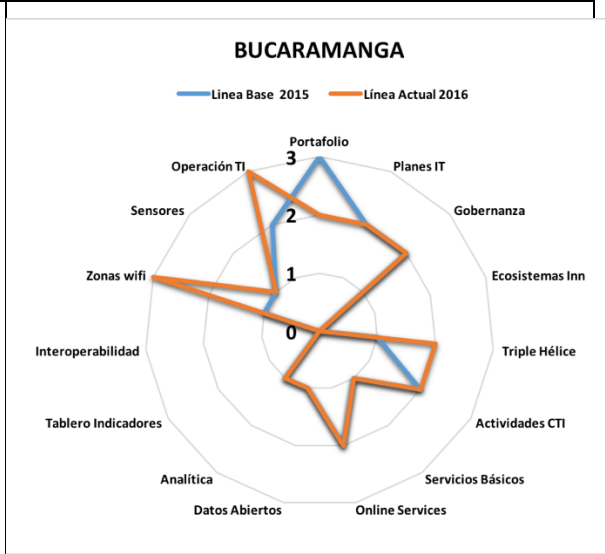
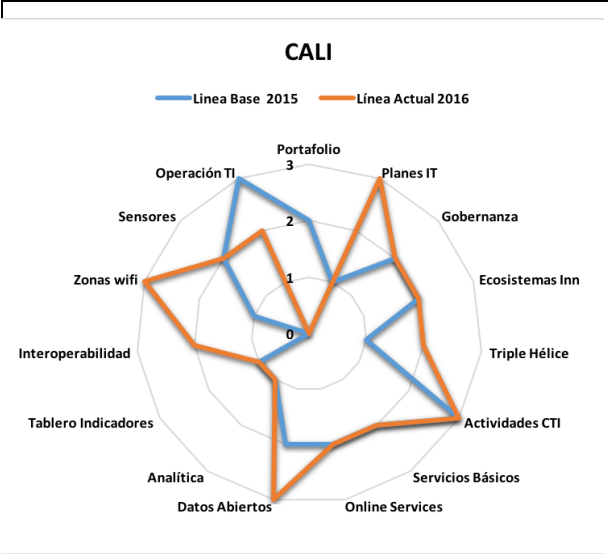
Tabla 38. Avance en los ACD según LB y LA Ciudades Grandes

| Ciudad | ACD que mejoraron de LB 2015 a LA 2016 | ACD que desmejoraron de LB 2015 a LA 2016 |
|-------------|--|---|
| Bucaramanga | Planes IT Triple Hélice Zonas wifi | Ninguna |

| | | |
|-----------------|---|--|
| | Operación TI | |
| Cali | Planes IT Triple Hélice Datos Abiertos Interoperabilidad Zonas wifi | Portafolio Operación TI |
| Barrancabermeja | Zonas wifi | Portafolio Operación TI |
| Popayán | Portafolio Datos Abiertos Zonas wifi | Planes TI |
| Medellín | Portafolio Servicios Básicos Datos Abiertos Zonas wifi | Planes IT Gobernanza Interoperabilidad Operación TI |
| Manizales | Ecosistemas Inn Triple Hélice Actividades CTI Zonas wifi | Planes IT Servicios Básicos Operación TI |
| Bogotá | Servicios Básicos Datos Abiertos Interoperabilidad Zonas wifi | Ninguna |

Fuente: Elaboración Propia





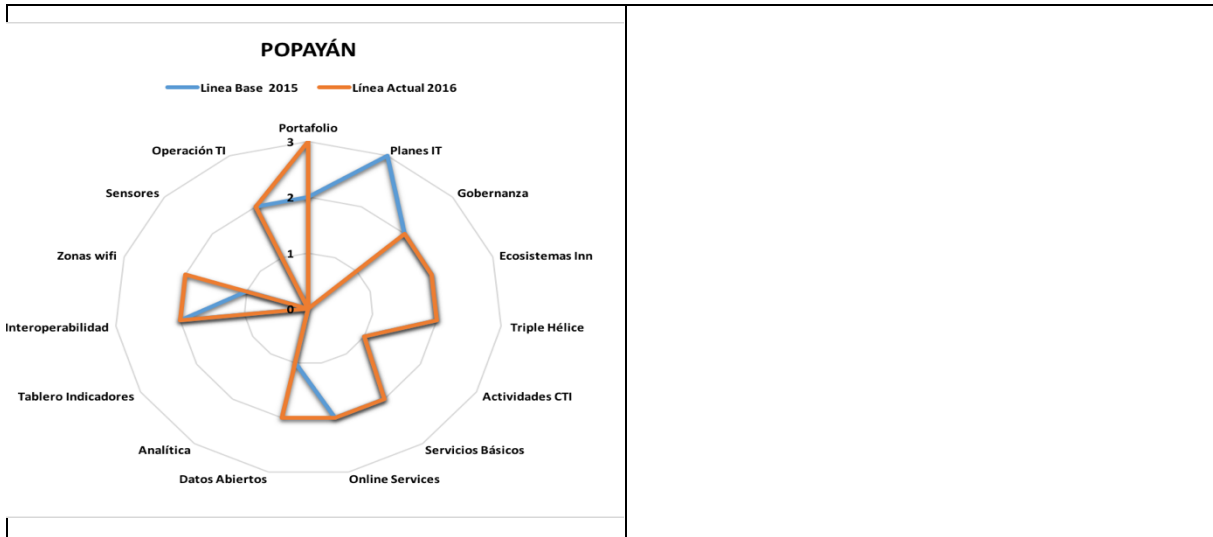


Figura 30. Comparación Niveles de Capacidad Ciudades Grandes

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los resultados anteriores se hace el perfil de capacidades por cada ACD a partir de la línea actual de la ciudad, que consiste en una descripción de fortalezas o debilidades correspondiente a cada nivel de capacidad identificado en la evaluación como se muestra continuación en la Tabla 39 tomando como ejemplo a la ciudad de Bogotá.

Tabla 39. Descripción Perfil de Capacidad actual por ACD (PC-ACD) - Bogotá

| ACD | NC | Descripción |
|-----------------|----|--|
| Gobernanza | 3 | Se implementan sistemáticamente políticas públicas en las administraciones públicas de la ciudad, hay evaluaciones sistemáticas y seguimiento a su implementación. Existen oficinas que direccionan y son responsables la cultura organizacional de TI en la ciudad, cuentan con capacidad organizativa (física, humana y financiera) ejecutando los planes y estrategias de TI definidas para la ciudad. Existe un entendimiento avanzado de los temas y soluciones del gobierno de TI. |
| Planes TI | 3 | El plan de TI es la guía para todos los proyectos de TI de la ciudad. Es completamente acorde a las políticas públicas y es un proceso continuo y documentado. Son planes a largo plazo y se actualiza de manera recurrente con la participación de los interesados. La medición y seguimiento son procesos completamente implantados como parte de la cultura organizacional. |
| Proyectos de TI | 2 | Están surgiendo mecanismos y procedimientos de seguimiento estructurado y estandarizado que se vienen desarrollando parcialmente. Hay algunos resultados de medición y seguimiento, pero no de la totalidad del plan. Se está instaurando la cultura de seguimiento y medición mediante la formación y entrenamiento. Hay algunas métricas e indicadores. |

| ACD | NC | Descripción |
|----------------------------|----|--|
| Triple Hélice | 2 | Se proyectan y promueven iniciativas de UEG. Se generan algunos proyectos para necesidades específicas. Están surgiendo algunas colaboraciones espontáneas, pero consolidadas. La ciudad adopta parcialmente la política y algunas normas mediante planes y proyectos para su implementación. Existen algunos indicadores para evaluar de manera general el avance en su implementación. |
| Ecosistemas Innovación | 2 | La ciudad adopta parcialmente la política y algunas normas mediante planes y proyectos para su implementación. Existen algunos indicadores para evaluar de manera general el avance en su implementación. Algunas acciones para la formalización de iniciativas de clúster en la ciudad. Pequeñas colaboraciones entre los interesados y proyectos para generar productos y servicios para la ciudad. |
| Servicios en Línea | 3 | Los requerimientos de servicios surgen de procesos de participación y colaboración de la ciudadanía. Acceso a los servicios en línea de manera integrada y transparente. Actualización y mejoramiento de los servicios en línea para el mejorar la interacción de los ciudadanos con los servicios mediante la incorporación de novedosas y mejores tecnologías. La información de los todos los servicios en línea está disponible y tiene un impacto alto en términos de uso por los ciudadanos. |
| Datos Abiertos Enlazados | 3 | Se muestran conjuntos de datos disponibles y exportables para diferentes oficinas de la administración pública. Los datos abiertos cumplen con todas estas características: público, libre, en línea, leible por máquina, licencia abierta. El portal facilita herramientas para mejorar la visualización y analizar la información contenida en los conjuntos de datos. Hay alta demanda de datos abiertos, mediante la consulta o descarga de los mismos. Existen prácticas por parte resultado de reutilización de datos que desarrollan o emplean productos y servicios que hacen uso de los datos abiertos. El portal permite integrar distintos conjuntos de datos y otros elementos (como gráficos) para exportarlos de manera combinada con el fin de ser analizados desde otras herramientas. |
| Analítica | 1 | La analítica se limita a describir lo que ha ocurrido. Se utiliza para informar a los tomadores de decisiones por qué algo en el negocio ha sucedido. |
| Tablero de Indicadores | 2 | La ciudad está introduciendo soluciones de cuadros de mando personalizados para cada grupo de usuarios. Estos paneles incluyen indicadores clave de rendimiento (KPI). Hay algunos lineamientos para el uso y actualización de indicadores de acuerdo a las necesidades. |
| Conectividad Pública | 3 | La ciudad cuenta con un número suficiente de zonas wi-fi. Se mantiene la infraestructura de manera sistemática para garantizar el acceso y disponibilidad |
| Interoperabilidad | 2 | Se presta o consume servicios de intercambio de información, de acuerdo con el tipo de servicio de intercambio de información. Evalúa los resultados de la prestación de servicios de intercambio de información y el cumplimiento de los niveles de servicio acordados. Consume y provee servicios de intercambio de información, de acuerdo con los estándares y recomendaciones propuestos en la normativa. La entidad usa los elementos provistos por el lenguaje común para el intercambio de información, en algunos servicios de intercambio de información. Desarrolla o adopta los mecanismos legales para la prestación y consumo de servicios de intercambio de Información. |
| Instrumentación (Sensores) | 2 | Hay algunos procedimientos para el uso de los dispositivos, su uso es frecuente y se obtiene información y datos a partir de estos, aunque no es sistemático su análisis y esporádicamente se usa para la toma de decisiones |
| Operación TI | 3 | La gestión de riesgos de TI es un proceso sistemático e implantado en las administraciones públicas. La gestión de riesgos de TI está altamente integrada en las operaciones de TI, está bien aceptada, y abarca a los usuarios de servicios de TI. Se evalúa las estrategias de mitigación de riesgos de manera continua. La seguridad en TI es una responsabilidad conjunta del negocio y de la gerencia de TI y está integrada con los objetivos de seguridad del negocio en la corporación. Los requerimientos de seguridad están definidos de forma clara, optimizados e incluidos en un plan de seguridad aprobado. Los procesos de seguridad y la tecnología están integrados a los procesos y servicios de TI. Se realizan evaluaciones de |

| ACD | NC | Descripción |
|-----|----|--|
| | | forma periódica para evaluar la efectividad de la implementación del plan de seguridad. Documentación estructurada sobre la continuidad en los servicio. |

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se hace el perfil de madurez (PM) de la ciudad de acuerdo al modelo de madurez propuesto como se muestra en la Figura 31 , se presenta como ejemplo el perfil de la ciudad de Bogotá de acuerdo a los resultados obtenidos.

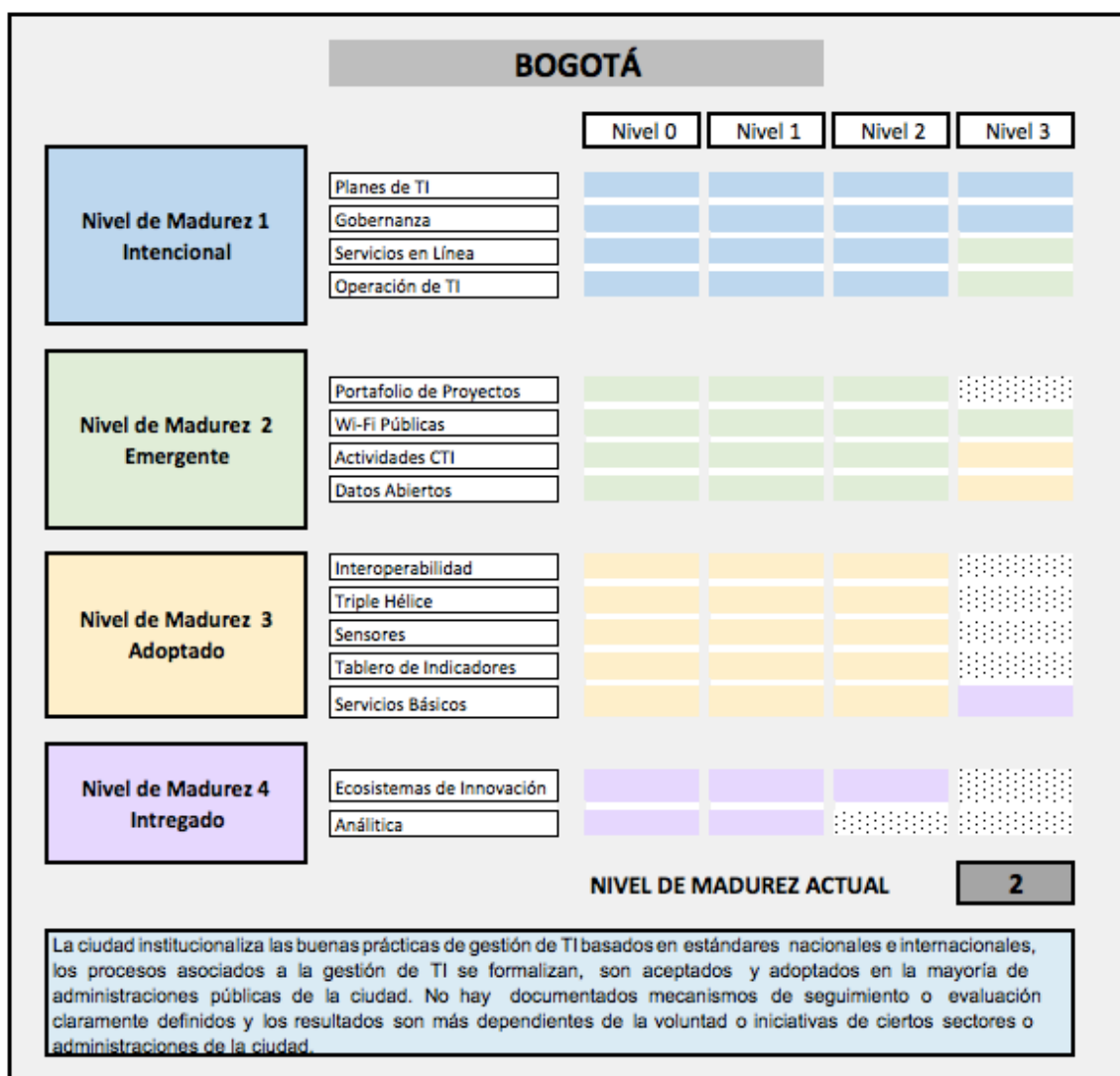


Figura 31. Perfil Nivel de Madurez Actual de Bogotá

Fuente: Elaboración Propia

Clúster 2 Ciudades Región Caribe

El cluster 2 fue definido para analizar las ciudades de la región del caribe colombiano. Este grupo de ciudades tiene características socio- económicas similares y geográficamente se encuentran muy cercanas.

A partir de los datos obtenidos en la sección anterior y una vez valorados los niveles de capacidad de 0 a 3, de acuerdo al modelo de madurez, para cada ACD se muestran en la

Tabla 40 y la Figura 32 el resumen del grupo 2 (Cartagena, Valledupar, Barranquilla, Sincelejo, Santa Marta) por cada ACD. Se identifica para cada ciudad los ACD que mejoraron y desmejoraron de 2015 a 2016 como lo describe la Tabla 41, mientras que la Figura 32 muestra la comparación de la Línea Base (LB) y la Línea Actual (LA) por cada ciudad.

Tabla 40. Resumen Niveles de Capacidad _Clúster 2 Ciudades

| Niveles de Capacidad por ACD-LINEA BASE A 2015 | | | | | | | Niveles de Capacidad por ACD-LINEA AVANCE 2016 | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | CG | VLL | MON | BAQ | SIN | STM | | CG | VLL | MON | BAQ | SIN | STM |
| Gobernanza | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | Triple Hélice | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Triple Hélice | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | Zonas wifi | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| Online Services | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | Gobernanza | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Interoperabilidad | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | Datos Abiertos | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| Portafolio | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | Portafolio | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Planes IT | 2 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | Online Services | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| Servicios Básicos | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | Ecosistemas Inn | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Datos Abiertos | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | Servicios Básicos | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| Ecosistemas Inn | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | Actividades CTI | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| Operación TI | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Operación TI | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Zonas wifi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | Tablero Indicadores | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Actividades CTI | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | Sensores | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Sensores | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | Planes IT | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Analítica | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Interoperabilidad | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tablero Indicadores | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Analítica | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

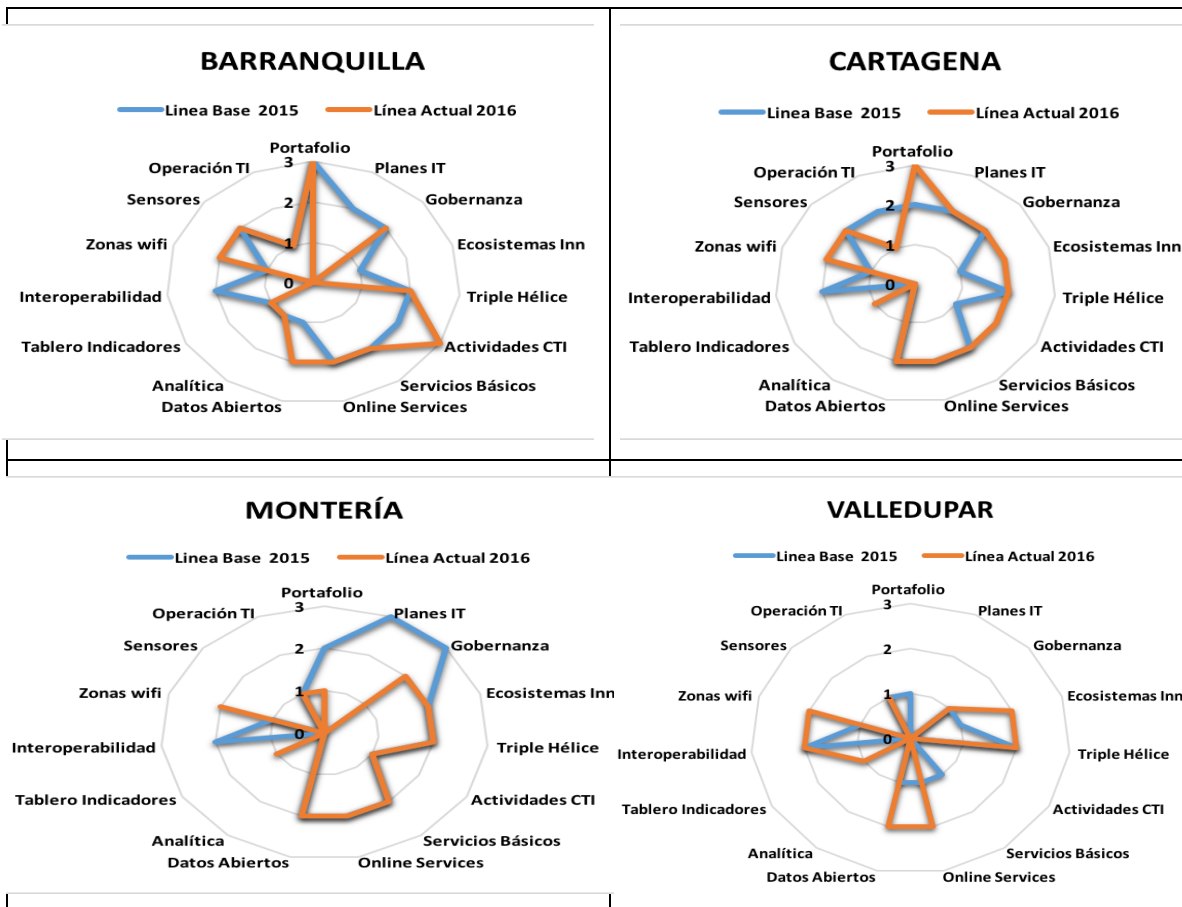
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 . Avance en los ACD según LB y LA Región Caribe

| Ciudad | ACD que mejoraron de LB 2015 a LA 2016 | ACD que desmejoraron de LB 2015 a LA 2016 |
|-----------|--|---|
| Cartagena | Portafolio Ecosistemas Innovación Actividades CTI Tablero Indicadores Zonas wifi | Interoperabilidad Operación TI |

| | | |
|--------------|--|---|
| Valledupar | Ecosistemas Innovación Online Services Datos Abiertos Tablero Indicadores Zonas wifi | Portafolio Servicios Básicos |
| Montería | Tablero Indicadores Zonas wifi | Portafolio Planes IT Gobernanza Interoperabilidad |
| Barranquilla | Actividades CTI Datos Abiertos Zonas wifi | Planes IT Ecosistemas Innovación Interoperabilidad |
| Sincelejo | Portafolio Triple Hélice Zonas wifi | Planes IT Online Services Datos Abiertos Interoperabilidad Operación TI |
| Santa Marta | Datos Abiertos | Servicios Básicos Online Services |

Fuente: Elaboración Propia



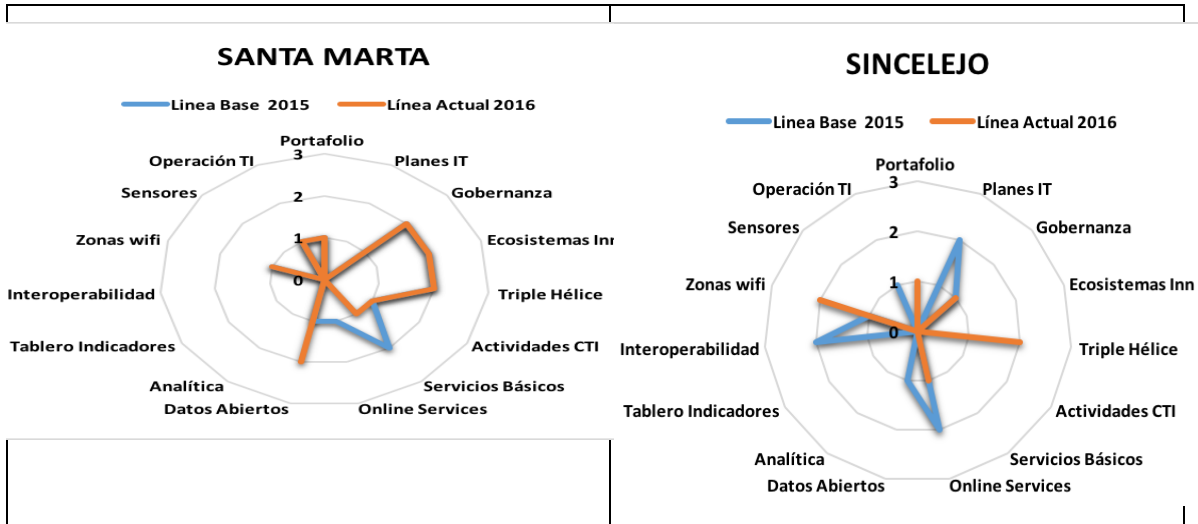


Figura 32. Comparación Niveles de Capacidades Región Caribe

Fuente: Elaboración Propia

A continuación en la Tabla 42 y Figura 33 se presentan como ejemplo el perfil de la ciudad de Barranquilla.

Tabla 42. Descripción Perfil de Capacidad actual por ACD (PC-ACD) - Barranquilla

| ACD | NC | Descripción |
|----------------------------|----|---|
| Gobernanza | 2 | La ciudad adopta parcialmente la política y algunas normas de gobierno electrónico mediante planes y proyectos para su implementación. La ciudad considera la TI de manera integral y holística como clave para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos mediante planes y estrategias definidas, se está conformando una capacidad organizativa para afrontar a largo plazo los Portafolio Proyectos de TI de la ciudad. Los procesos de TI y el gobierno de TI están alineados e integrados con la estrategia institucional de TI. |
| Planes TI | 0 | No hay capacidades o no hay información |
| Portafolio Proyectos de TI | 3 | La medición y seguimiento son procesos completamente implantados como parte de la cultura organizacional. Son procesos sistemáticos desarrollados cada cierto período de tiempo previamente establecido. Se generan estrategias de mejoramiento continuo. Existen métricas e indicadores definidos para cada proyecto definido |
| Triple Hélice | 2 | Se proyectan y promueven iniciativas de UEG. Se generan algunos proyectos para necesidades específicas. Están surgiendo algunas colaboraciones espontáneas pero consolidadas. La ciudad adopta parcialmente la política y algunas normas mediante planes y proyectos para su implementación. Existen algunos indicadores para evaluar de manera general el avance en su implementación |
| Ecosistemas Innovación | 0 | No hay capacidades o no hay información |

| ACD | NC | Descripción |
|--------------------------|----|--|
| Servicios en Línea | 2 | Se identifican los servicios de una manera más consiente teniendo en cuenta las necesidades de la ciudad desde el interior del gobierno. Las transacciones son orientadas a realizar algunos trámites, acceder y descargar información a través de portales institucionales. Los ciudadanos pueden hacer trámites, consultas a través de portales institucionales, apps móviles y de tecnologías emergentes. Los servicios tienen mínimas garantías de calidad, disponibilidad y seguridad. Existen varios servicios en línea disponibles, que son usados por los ciudadanos de manera sistemática |
| Datos Abiertos Enlazados | 1 | Existen pocos o ningún datasets disponibles. Los datasets no cumplen con las características de público, libre, en línea, leible por máquina, licencia abierta. Los formatos no son estructurados o son de difícil acceso y descubrimiento. Existen los datos abiertos, pero no hay evidencia uso o explotación, en el ámbito académico o empresarial. No existen incentivos para su uso y hay un desconocimiento de la posibilidad que estos ofrecen. |
| Analítica | 1 | La analítica se limita a describir lo que ha ocurrido. Se utiliza para informar a los tomadores de decisiones por qué algo en el negocio ha sucedido. |
| Interoperabilidad | 2 | Se presta o consume servicios de intercambio de información, de acuerdo con el tipo de servicio de intercambio de información. Evalúa los resultados de la prestación de servicios de intercambio de información y el cumplimiento de los niveles de servicio acordados Consume y provee servicios de intercambio de información, de acuerdo con los estándares y recomendaciones propuestos en la normativa. La entidad usa los elementos provistos por el lenguaje común para el intercambio de información, en algunos servicios de intercambio de información. Desarrolla o adopta los mecanismos legales para la prestación y consumo de servicios de intercambio de Información. |
| Tablero de Indicadores | 1 | Se reconoce la importancia de los cuadros de mando para la recolección y centralización de la información pero no se hacen uso de ellos para la toma de decisiones o no existen. |
| Conectividad Pública | 3 | La ciudad cuenta con un número suficiente de zonas wi-fi. Se mantiene la infraestructura de manera sistemática para garantizar el acceso y disponibilidad |
| Sensores | 3 | Están definidos los procedimientos para el uso de los dispositivos disponibles en la ciudad. Es una prioridad su mantenimiento y regularmente son fuente primaria para la toma de decisiones en la ciudad. |
| Operación TI | 1 | Existe un enfoque de evaluación de riesgos en desarrollo y se implementa a discreción de los gerentes de proyectos de TI. La administración de riesgos se da por lo general a alto nivel y se aplica solo a proyectos grandes o como respuesta a problemas. Los procedimientos de seguridad de TI están poco definidos y no alineados con la política de seguridad de TI. No hay un plan de continuidad de TI documentado formalmente |

Fuente: Elaboración Propia

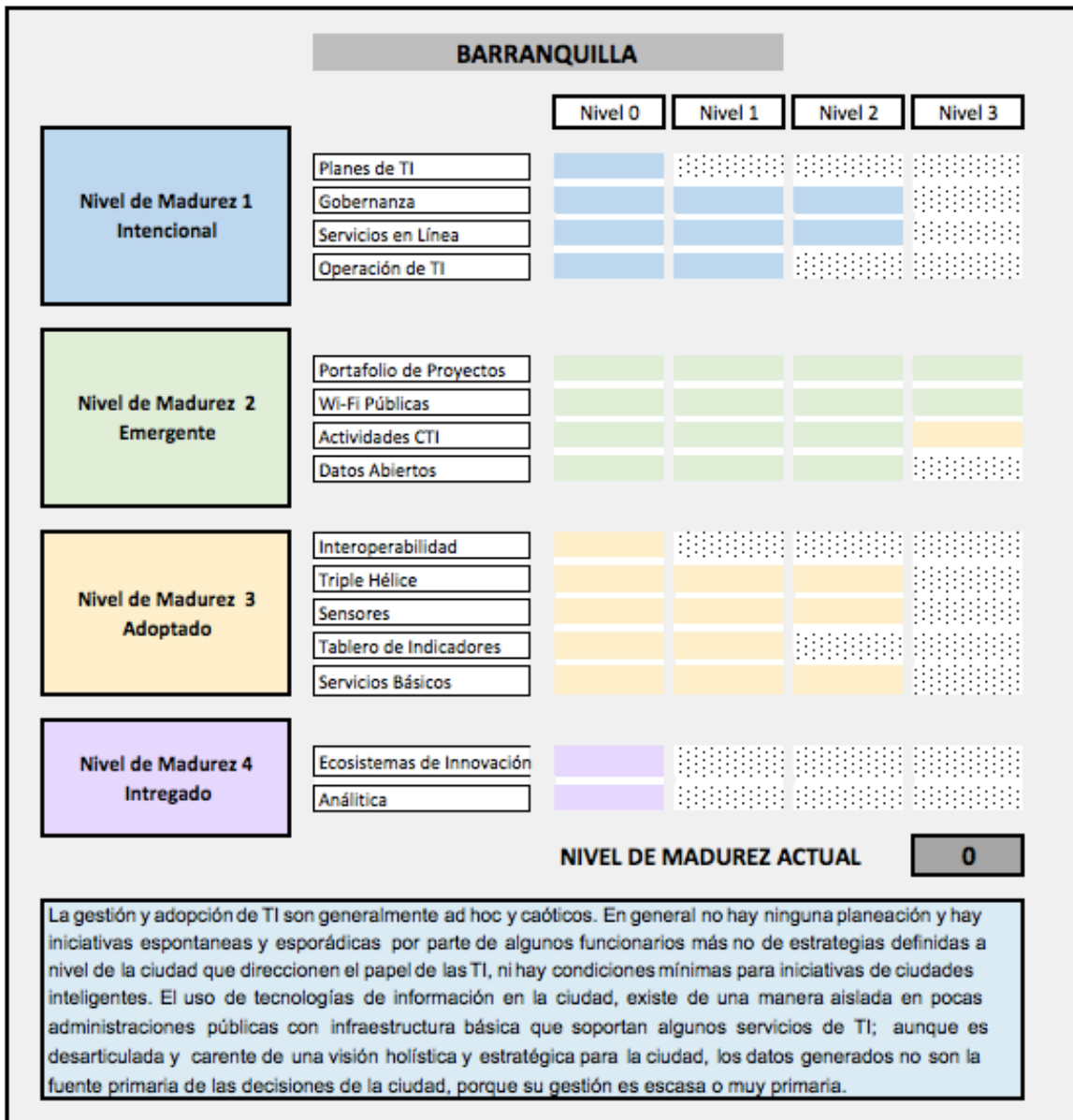


Figura 33. Perfil Nivel de Madurez Actual Barranquilla

Fuente: Elaboración Propia

Los perfiles de madurez y la descripción de los niveles de capacidad de cada una de las ciudades se encuentran detallados en el anexo 6

4.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez realizado el perfil de cada ciudad para cada uno de los Clúster se analizan los resultados para evidenciar las tendencias más predominantes en los conjuntos de ciudades identificando fortalezas y debilidades en general.

A continuación se presenta la Tabla 43. Porcentaje Avance y retroceso ACD de 2015 a 2016, en las ciudades se evidencia que las capacidades asociadas a los ACD, tienden en su mayoría a mantenerse o al mejoramiento de capacidades, donde por lo general el % de mejoramiento es mayor o igual al % de retroceso de las capacidades. Lo que evidencia que hay un interés de las ciudades en mantener o mejorar estas capacidades tecnológicas para la construcción de ciudades inteligentes.

Tabla 43. Porcentaje Avance y retroceso ACD de 2015 a 2016

| | % ACD mejor | % ACD Igual | %ACD Retroceso |
|-----|-------------|-------------|----------------|
| CG | 33% | 53% | 13% |
| VLL | 33% | 53% | 13% |
| MON | 13% | 60% | 27% |
| BAQ | 27% | 53% | 20% |
| SIN | 20% | 47% | 33% |
| STM | 7% | 80% | 13% |
| BUC | 27% | 73% | 0% |
| CAL | 33% | 53% | 13% |
| BCA | 7% | 80% | 13% |
| POP | 20% | 73% | 7% |
| MED | 27% | 47% | 27% |
| MAN | 27% | 53% | 20% |
| BOG | 27% | 73% | 0% |

Fuente: Elaboración Propia

Los ACD que mostraron mejor tendencia a mejorar los niveles de capacidad son: Ecosistemas Innovación, Triple Hélice, Actividades CTI, Datos Abiertos, Tablero Indicadores y Zonas wifi; por otra parte los que muestran tendencia en un retroceso en el nivel de capacidades son: Planes IT, Gobernanza, Interoperabilidad y Operación TI como se muestra en la Tabla 38 y la Tabla 41.

De los resultados anteriores se puede afirmar que en todas las ciudades estudiadas la mayor parte del ACD mantuvo sus niveles de capacidad y en ningún caso los porcentajes de ACD que se deterioraron fueron mayores que los que mejoraron, al menos son los mismos en el caso de Medellín. Por otra parte, cabe señalar que ciudades como Bucaramanga y Bogotá no mostraron ningún deterioro en ningún ACD, manteniendo una tendencia a la estabilidad o mejorando sus capacidades como se muestra en la Tabla 44

Tabla 44. Delta Nivel de Capacidad de 2015 a 2016

| | BUC | CAL | BCA | POP | MED | MAN | BOG |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|----|----|---|
| Gobernanza | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 |
| Planes de TI | 0 | 2 | 0 | -3 | -1 | -1 | 0 |
| Portafolio | 0 | -2 | -2 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Actividades CTI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Ecosistemas de Innov | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Triple hélice | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Servicios en línea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Servicios Básicos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1 | 1 |
| Analítica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Datos abiertos | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Tablero indicadores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Interoperabilidad | 0 | 2 | 0 | 0 | -2 | 0 | 2 |
| Operación de TI | 1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | 0 |
| Sensores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Conectividad pública (Wi-Fi) | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |

En el mismo sentido se han identificado los ACD en todas las ciudades como Wi-Fi Pública y Datos Abiertos son aquellos que tienen una tendencia a mejorar significativamente las capacidades, explicadas por la estrategia del gobierno nacional y municipios Wi-Fi gratuito para la gente para la provisión de infraestructura gratuita de Internet en lugares públicos. Colombia de 2015 a 2016 pasó a tener alrededor de 800 zonas Wi-Fi distribuidas en todo el país que no existían, se proyecta tener un área de 1000 en todo el país en 2018, por ejemplo, para Bogotá se espera que tengan 55 Wi-Fi zonas.

Por otro lado, en el caso de datos abiertos, Colombia, como parte de la iniciativa de Gobierno Abierto, ha centrado sus esfuerzos en mejorar el acceso y el uso para abrir datos. Así se han desarrollado una serie de estrategias, tales como "emprendimiento de datos" para el desarrollo de aplicaciones con datos abiertos de ciudades y entidades estatales. Concurso "Datos a la U", con el objetivo de sensibilizar a la academia al uso de datos abiertos, diseñar programas de alfabetización y capacitación para fomentar el desarrollo de productos. Además, la renovación del portal abierto de datos del país en el que actualmente hay más de 4000 conjuntos de datos disponibles que han sido actualizados y puestos a disposición por las diferentes administraciones y entidades locales han contribuido significativamente a la mejora de las capacidades de este ACD.

Se observa que los ACD que más disminuyeron son los asociados con el dominio estratégico: Gobernabilidad y planes de TI. Una explicación puede ser que entre 2015 y 2016 hubo cambios de gobiernos en todas las ciudades, lo que implica nuevo capital humano y reorientación de las estrategias de los planes de desarrollo de las ciudades que podrían ser tanto en la estrategia de gobierno electrónico como en el funcionamiento de TI; estos ACD son muy dependientes del capital humano y en este contexto de cambio, la probabilidad de rotación del personal es alta.

En cuanto al análisis de los niveles de capacidad de las ciudades, se observa en la Tabla 44 que la mayoría de las ciudades tienen el 60% de su capacidad entre 2 y 3 en 2015 y para el

2016 aumentan al 70%. El nivel de capacidad 1 muestra una disminución significativa en comparación con los otros y el nivel cero presenta un ligero aumento. Es decir, los niveles de capacidades en el KDA tienden a moverse hacia niveles superiores

Además, la mayoría de las capacidades de un año a otro permanecieron constantes (diagonal) y las que aumentaron las más movidas de NC1 a CL2 (9); de NC2 a NC3 (8) y de NC1 a NC3 (5), la mayoría son aquellos pasados de NC2 a NC3 (6).

Tabla 45. Cambio de Nivel de Capacidad de 2015 a 2016

| | NC 0 | NC 1 | NC 2 | NC 3 |
|------|------|------|------|------|
| NC 0 | 13 | 0 | 2 | 0 |
| NC 1 | 2 | 14 | 9 | 5 |
| NC 2 | 1 | 1 | 38 | 8 |
| NC 3 | 1 | 1 | 6 | 14 |

Es de anotar que en general los ACD se encuentran en su mayoría en NC2, independiente del grupo de ciudades analizado como se muestra en Tabla 46, pero la diferencia es más notoria en cuanto a que las ciudades grandes tienen mayores capacidades en N3 (21%) mientras que en las ciudades de la región Caribe solo el 2,2% tienen NC3, por lo que es evidente que las ciudades grandes tienen mejor potencial de convertirse en ciudades inteligentes que las ciudades pequeñas según el modelo propuesto ya que el primer grupo de ciudades avanza y mantiene los niveles de capacidades alcanzados mientras que el grupo de la región Caribe si bien se mantienen en gran porcentaje los niveles de capacidades hay un desmejoramiento de los mismos mucho mayor. En ambos grupos las capacidades de las ciudades están en su mayoría en NC2, 50,5% para las ciudades grandes y 41,1 para la región Caribe.

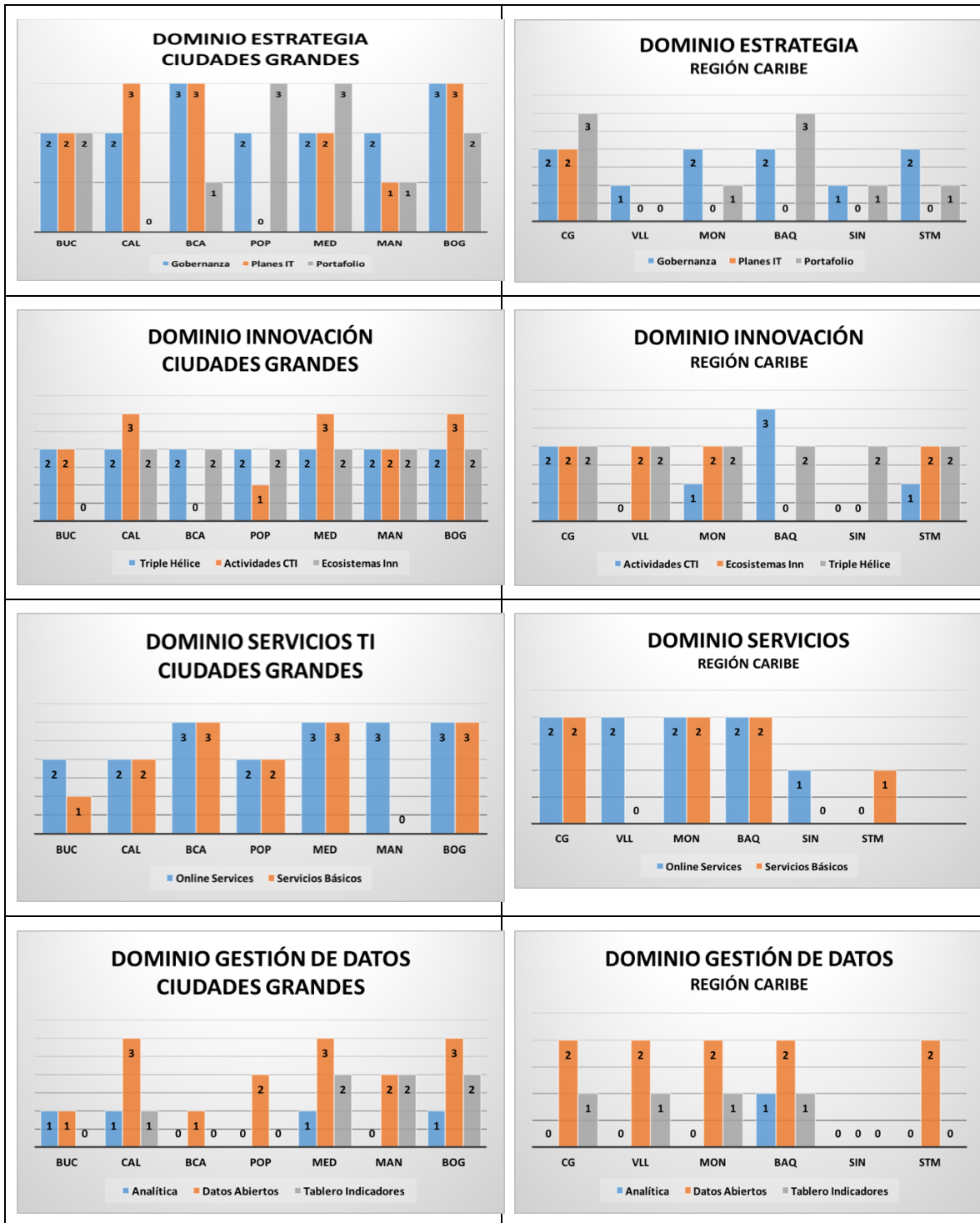
Tabla 46. Porcentaje por Nivel de Capacidad alcanzado

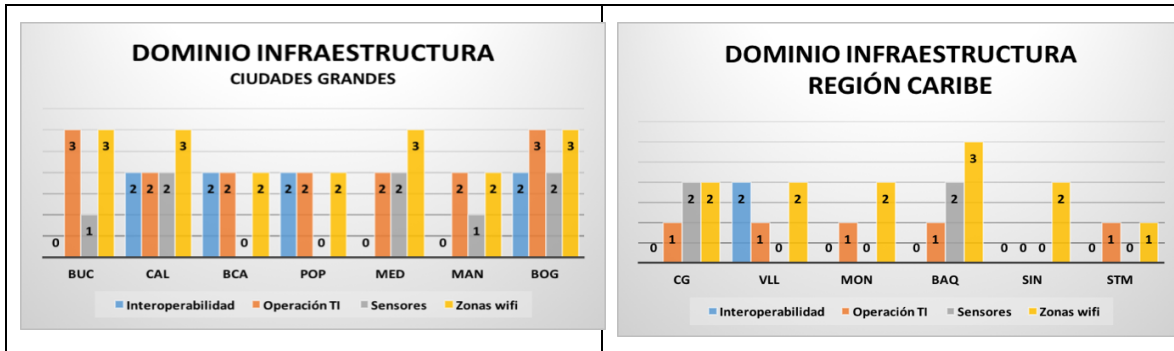
| | NC0 2015 | NC0 2016 | NC1 2015 | NC1 2016 | NC2 2015 | NC2 2016 | NC3 2015 | NC3 2016 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ciudades Grandes | 13,3% | 15,2% | 25,7% | 13,3% | 42,9% | 50,5% | 18,1% | 21,0% |
| Región Caribe | 25,6% | 34,4% | 33,3% | 22,2% | 37,8% | 41,1% | 3,3% | 2,2% |

Fuente: Elaboración Propia

Para analizar las tendencias a nivel de dominios se presentan comparativos de las ciudades respecto a los ACD como se muestra en la Figura 34, con el fin de apreciar cómo van avanzando los dominios en el conjunto de ciudades de la muestra, identificando las fortalezas y debilidades a nivel nacional y buscar posibles explicaciones de los resultados expuestos.

Figura 34. Niveles de Capacidad por Dominios 2016





Fuente: Elaboración Propia

Es de esperarse que las ciudades más pobladas y desarrolladas sean las que lideren y tengan mejores capacidades para convertirse en ciudades inteligentes, es así como Medellín, Bogotá, Barranquilla y Cali, muestran mejores resultados en el conjunto de los dominios. Estas ciudades se caracterizan por contar una infraestructura tecnológica suficiente, el mejor capital humano y la necesidad generada por su gran población en hacer uso de las TI para prestar mejores servicios al ciudadano, automatizar algunos servicios y procesos y contar con datos e información actualizada que le permita tomar mejores decisiones.

Por otra parte, sorprende en cada uno de los grupos ciudades como Bucaramanga y Santa Marta, de las cuales se esperaría un mejor resultado por ser ciudades referentes en sus regiones. En particular Santa Marta si bien es la tercera ciudad en importancia en la región Caribe, es de notar que las debilidades en el dominio de estrategia impactan en los demás dominios, sus condiciones socio-económicas pueden ser un factor que limita el avance tecnológico. Por otra parte, Bucaramanga es la quinta ciudad más grande del país, pero los resultados no muestran que se destaque en algún aspecto particular y mantiene unas capacidades promedio.

A partir de los resultados obtenidos se puede apreciar en general que el dominio de estrategia de gobierno electrónico es de los que se destaca, mostrando buenas capacidades, independiente del grupo de ciudades evaluados, esto se explica en gran medida por el esfuerzo del MinTIC en promover la política pública de TI mediante estrategias de Gobierno en Línea¹³, Implementación de Arquitectura Empresarial en las entidades¹⁴ lo que ha ejercido una presión por parte de las ciudades para desarrollar y fortalecer la estrategia de TI y se ha visto una necesidad importante de institucionalizar las TI a través de Secretarías TIC, Oficinas Asesoras o altas Consejerías que le han dado una visibilidad a nivel político. También es de resaltar que las ciudades que tienen mejores capacidades en el dominio de Estrategia (Medellín, Bogotá, Barrancabermeja, Barranquilla, Cartagena y Montería) son las que tienen los mejores resultados a nivel general; es decir

¹³ <http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/w3-channel.html>

¹⁴ <http://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/w3-channel.html>

unas capacidades suficientes en este dominio pueden impactar significativamente en los otros y en el resultado general.

En cuanto al dominio que mantiene resultados más homogéneos es el de Infraestructura Tecnológica y Servicios de TI, casi todas las ciudades muestran avances en las áreas de Zonas Wifi gracias a la estrategia de “Wifi Gratis para la Gente”, programa del MinTIC que ha comenzado la implementación de estas zonas y actualmente el país cuenta con 800 puntos y la meta a 2018 es de 1000 puntos distribuidos en todas las ciudades.

Por otra parte, Sensores, tiene niveles de capacidad bajo por lo general, esto se debe a apenas las ciudades están comenzado a dotarse de estas tecnologías, pero se está avanzando significativamente por ejemplo con la estrategia de la utilización de cámaras y sensores para temas de movilidad y seguridad. Adicionalmente también las ciudades han avanzado en la implementación de servicios o trámites en línea, dada la demanda de parte del MinTIC y los ciudadanos de acceder a estos tipos de servicios, así que es posible que este dominio sea el que más probabilidad de avance tenga ya que depende del desarrollo de servicios y aplicaciones que cada día las ciudades implementan.

Los retos en general están asociados a los dominios de gestión de datos e innovación pública, esto se puede explicar en que son dominios que implican estrategias o tecnologías muy novedosas como datos abiertos, en lo que se ha venido avanzando por las estrategias trazadas desde el MinTIC (portal de datos abiertos¹⁵ y Emprende Con Datos¹⁶) y en el tema de innovación se ha venido desarrollando acciones desde el Centro de Innovación Pública Digital¹⁷. Además es de esperarse estos resultados las estrategias asociadas a los temas de innovación por lo general toman mucho tiempo para lograr impactos y ciertos niveles de madurez y casi solo las grandes ciudades hacen algunos esfuerzos en este sentido, por otra parte los temas de analítica de datos y tableros de indicadores en nuestro país aún son muy novedosos y muchas veces no se cuenta ni con la tecnología ni el recurso humano para su implementación por lo que puede demorar algún tiempo en consolidar estos dominios en particular.

En general las ciudades grandes son las que presentan mayores niveles de madurez, dado que estas concentran mejor tecnología, tienen capacidad de formación de capital humano en las áreas de las tecnologías de información y la alta concentración de población cada vez demanda que las ciudades sean más inteligentes. Así mismo hay un potencial significativo en las ciudades intermedias, en las que se está proyectando la visión de gestión de TI al interior de las administraciones públicas.

¹⁵ <http://www.datos.gov.co>

¹⁶ <http://emprendecondatos.gov.co/>

¹⁷ <http://centrodeinnovacion.gobiernoenlinea.gov.co/es>

4.6 PLAN DE MEJORAMIENTO PARA LAS CIUDADES

De acuerdo a los resultados del nivel de madurez actual para cada una de las ciudades es recomendable abordar un conjunto de políticas, estrategias, proyectos, procesos que deben ser desplegados en las diferentes organizaciones que son responsables directas en el desarrollo de las ciudades o territorios inteligentes.

Adicionalmente, resulta clave el fortalecimiento de las capacidades a fin de lanzar los planes de acción (agendas gobierno locales) para focalizar la situación deseada teniendo en cuenta que la estrategia de cambio estará guiada por las acciones del guía de mejoramiento.

Así mismo el fortalecimiento de la Arquitectura del Modelo Conceptual para las diferentes modelos de ciudad en donde la implementación de un plan de mejoramiento continuo se puede abordar desde un Portafolio de programas y Proyectos Públicos de Territorios inteligentes.

En la Figura 35 y Figura 36 se presenta un ejemplo de plan de mejoramiento para el ACD de Servicios en Línea el cual contempla: Proyectos, Normativas y Buenas Prácticas; Estrategias y/o acciones y Métricas asociadas al ACD. Adicionalmente se presenta la descripción del nivel capacidades asociado al nivel de madurez. En el anexo 7 se encuentran el plan para cada uno de los ACD del modelo.

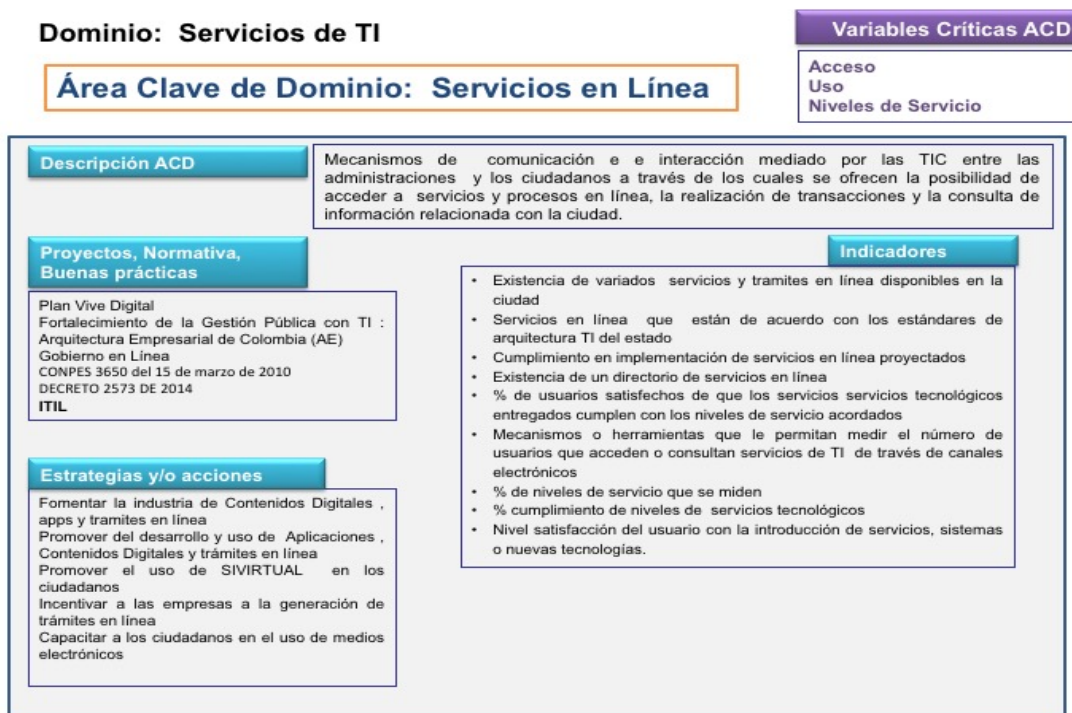


Figura 35. Proyectos y estrategias de Mejoramiento para un ACD

Dominio: Servicios de TI

Área Clave de Dominio: Servicios en línea

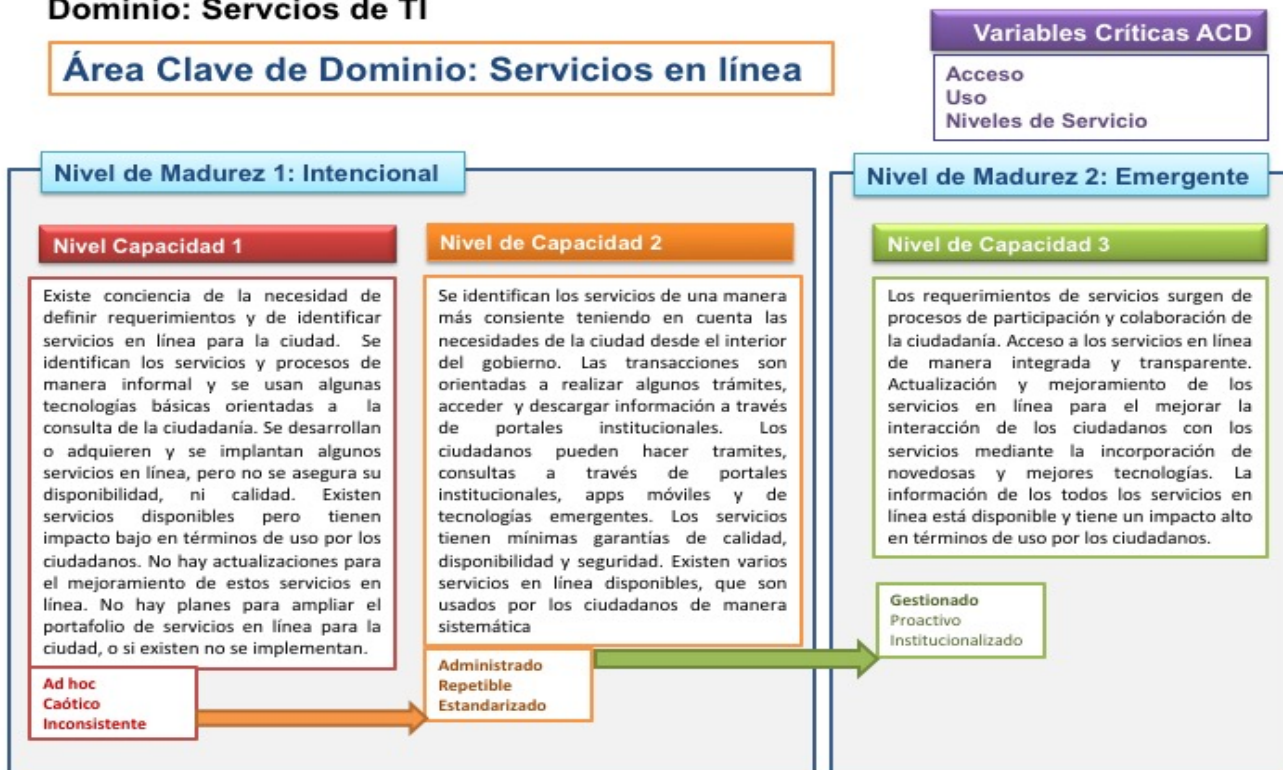


Figura 36. Niveles de Capacidad Actuales y Deseados

4.7 LIMITACIONES EN EL CASO DE APLICACIÓN

Si bien los datos abiertos disponibles son un insumo importante para el análisis y la valoración de las capacidades de gestión de TI para las ciudades que proyectan convertirse en un futuro en ciudades inteligentes, a continuación, se describen algunas limitaciones en el uso de este tipo de datos en particular:

- Al hacer el mapeo de los indicadores disponibles en el Índice GEL, algunas Áreas Claves no tenían los suficientes indicadores, no eran los más representativos o no había indicadores o información disponible para hacer la valoración (p.e. Interoperabilidad, Tablero de Indicadores, entre otros)
- Algunos indicadores evaluaban ya sea 0 o 100, sin dar margen ante niveles intermedios de capacidad.
- En algunos casos no era comprensible que media realmente el indicador: por ejemplo, Plataforma de Interoperabilidad (no se sabe si se mide el uso, la existencia).

- En algunos casos hubo aparente contradicción entre indicadores, por ejemplo, Conjuntos de datos abiertos publicados, actualizados y difundidos: 0; Número de aplicaciones o de publicaciones generadas a partir de datos abiertos: 100, la lógica indica que, si no hay datos abiertos, no se deberían generar datos.
- En muchos casos la valoración de 100 no implica un nivel de capacidad al máximo, en particular en algunos temas como innovación o interoperabilidad en los que es de conocimiento que las capacidades a nivel país son incipientes o muy limitada y sobre todo en ciudades pequeñas que no pueden generar este tipo de capacidades.

Aún la limitación es de resaltar que gracias a estos datos se pudo hacer un análisis de varias ciudades, quede hacerlo in situ hubiera sido muy complicado por costos, tiempo y disponibilidad e interés de las mismas ciudades. De la misma forma se ha generado un ejercicio interesante en el uso de datos abiertos para proyectos de investigación, el cual es uno de los objetivos de la difusión y publicación de los mismos para que sean usados ya sea por la industria y la academia.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se presentan los resultados de investigación según el tipo de productos validados por COLCIENCIAS y se relaciona el objetivo al que impacta dentro de la investigación.

5.1 PRODUCTOS DE NUEVO CONOCIMIENTO

Artículos Publicados en Revista

Objetivo 1: Revisión de Literatura

Maestre, G. P., & Nieto, W. (2015). "Factores Clave en la Gestión de Tecnología de Información para Sistemas de Gobierno Inteligente. *Journal of technology management & innovation*", 10(4), 109-117. (SCOPUS) Disponible en <http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/1932> .

Maestre, G. P., & Nieto, W. (2017) "Gestión de tecnología de información para gobiernos inteligentes: un enfoque de arquitectura empresarial". *Revista Espacios*. v.38 fasc.42 p.14 - 24 ,2017 (SCOPUS). Disponible en <http://www.revistaespacios.com/a17v38n42/a17v38n42p14.pdf>

Maestre, G. P. (2015). "Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Una perspectiva centrada en las TIC". *Ingeniare* (19), 137-149. (PUBLINDEX) Disponible en <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/ingeniare/article/view/705>

Objetivo 2: Modelo Conceptual

Maestre, G. P., & Nieto, W. Conceptual Model of Information Technology Management for Smart Cities: SmarTICity. Journal of Global Information Management (JGIM) (ISI y SCOPUS).

Objetivo 3 y 4 : Modelo de Madurez y su aplicación

Maestre, G. P; Astudillo H, Concha, G; Nieto, W. A pilot study of smart city ICT adoption readiness in six mid-sized Caribbean Colombian cities. Universal Access in the Information Society (UAIS). (ISI y SCOPUS). En Corrección

5.2 APROPIACIÓN SOCIAL DE CONOCIMIENTO

Conferencias Internacionales

Objetivo 1: Revisión de Literatura

Maestre G, G. P. (2014). *Public Policy on Information Technology in Colombia: Bet on the future for the use and ownership of IT in society*. Paper presented at the Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American. (IEEE)- Uruguay Disponible en <http://ieeexplore.ieee.org/document/6965109/>

Objetivo 2: Modelo Conceptual

Maestre G, G. P., & Nieto B, W. (2016). *Validation architecture for information technology management in smart cities*. Paper presented at the 2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). España (ISI y SCOPUS Conferences). Disponible en <http://ieeexplore.ieee.org/document/7521373/>

Maestre G, G. P, Andrade H. Modelo para considerar el papel de las tecnologías de información en iniciativas de Ciudades Inteligentes. XV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas 2017. Santiago de Chile.

Objetivo 3 y 4 : Modelo de Madurez y su aplicación

Maestre, G. P; Astudillo H, Concha, G; Nieto, W. Empirical evidence of Colombian national e-government programs' impact on local Smart City-Adoption. 11th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. Ireland. 2018

Pasantías de Investigación

Objetivo 3 y 4 : Modelo de Madurez y su aplicación

Universidad Técnica Federico Santa María. Santiago de Chile. Grupo de Investigación TOESKA. Duración 6 Meses (Agosto 2016 a Febrero 2017)

Objetivo 2: Modelo Conceptual

Universidad Industrial de Santander- Bucaramanga- Grupo SIMON de Investigaciones Duración 15 días. (Febrero 2017).

Espacios de Socialización

Taller Diseño de aplicaciones para ciudades inteligentes: Congreso Internacional de Innovación. Universidad Francisco de Paula Santander- Ocaña . Noviembre 2015

Conferencia: Ciudades Inteligentes: Desafíos desde la Ingeniería de Sistemas

Universidad Cooperativa de Colombia.- Bucaramanga Febrero de 2017. Programa de Ingeniería de Sistemas

Universidad Técnica Federico Santa María- Santiago de Chile. Septiembre 2016. Ingeniería Informática

Universidad de Cartagena Seminario de Estudiantes de Ingeniería de Sistemas. Diciembre 2015. Programa de Ingeniería de Sistemas.

Conferencia Política Pública de TI y Arquitectura Empresarial: Experiencia Colombiana. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Tecnologías de Información. Curso Gobierno Digital. Mayo 2015, Mayo 2016, Mayo 2017.

5.3 FORMACIÓN DE RECURSO HUMANO

Dirección Tesis de Maestría

Objetivo 2: Modelo Conceptual

Diseño de un Modelo para la Creación de Secretaría TIC en Entes Territoriales Colombianos de Categoría 1 y 2, Basado en Arquitectura Empresarial. 2016. Maestría en Tecnologías de Información y Comunicaciones. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/177>

Objetivo 3 y 4 : Modelo de Madurez y su aplicación

Plan de gobernabilidad de datos abiertos para entidades públicas territoriales del Área Metropolitana de Bucaramanga. 2017. Maestría en Tecnologías de Información y Comunicación. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/1079>

Diseño de un modelo de implementación del proceso de soporte de sistemas de información en entidades públicas, Caso de Estudio Alcaldía de Bucaramanga. Maestría en Tecnologías de Información y Comunicaciones. Universidad Cooperativa de Colombia. En Curso

Dirección Trabajos de Grado

Objetivo 2: Modelo Conceptual

Modelo dinámico sistémico para ciudades inteligentes centrado en las tecnologías de información. Ingeniería de Sistemas e Informática. Universidad Industrial de Santander. En Curso

5.4 PRODUCTOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

Consultorías

Objetivo 3 y 4 : Modelo de Madurez y su aplicación

Propuesta de norma de interoperabilidad del Estado de Chile, la cual regula el intercambio de documentos y expedientes electrónicos entre Instituciones Públicas y sus particulares. La propuesta fue solicitada por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia e incluyó un borrador del decreto supremo, una guía técnica de implementación para unidades del Estado de Chile, un documento de recomendaciones técnicas y una hoja de ruta para su implantación gradual, la consultoría se desarrolló con la Fundación de Desarrollo FUDEAUFRO- Universidad de la Frontera. Temúco- Chile.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el trabajo de investigación se puede considerar que se alcanzaron los objetivos propuestos como se describe a continuación.

Desde el objetivo de la revisión de literatura en el campo emergentes de las ciudades inteligentes se puede concluir:

- La evolución y desarrollo de las tecnologías de la información han planteado una nueva manera para concebir las ciudades y los espacios urbanos. Las ciudades inteligentes es una tendencia que se está promoviendo masivamente en busca de aprovechar el uso de las TIC para visionar ciudades centradas en el servicio a través de una mejora significativa en la relación con el ciudadano. En cuanto a la literatura es un campo académico creciente en la última década, lo que evidencia que es un área en constante evolución y desarrollo dada la novedad del mismo desde las posibilidades que el desarrollo tecnológico puede brindar.
- Las Tecnologías de Información y Comunicación se convierten en un elemento fundamental para el éxito de las ciudades inteligente, pero es de anotar que no es suficiente con inversiones orientadas solamente a la dotación de infraestructura sino a la provisión de servicios innovadores que soporten una estrategia de gobierno de tal manera que estos permitan establecer una relación dinámica, flexible y colaborativa entre los ciudadanos y las administraciones públicas.
- La importancia de las TI como parte estratégica de los procesos de negocio dentro de las administraciones públicas es innegable, ya que estas han transformado la gobernanza pública, mejorando la eficiencia de los procesos y estableciendo una relación más estrecha con los ciudadanos debido a los avances y desarrollos tecnológicos. Inicialmente las iniciativas de gobierno electrónico han facilitado esta relación, que ha demandado de parte de los gobiernos grandes inversiones en infraestructura tecnológica y la automatización de servicios, pero la dinámica de las ciudades ha generado una necesidad de ir más allá de la infraestructura y dar un valor agregado a los diferentes usuarios (ciudadanos, empresas, academia y las mismas entidades), para ir consolidando a partir de gobiernos electrónicos la construcción de gobiernos inteligentes donde la gestión de TI tiene un papel determinante para la implementación de estas iniciativas.
- Es necesario que exista una alineación estratégica de las TI con los objetivos de la administración pública mediante modelos de gestión aplicados a contextos de territorios inteligentes. Factores políticos, sociales y económicos y estrategias como arquitecturas empresariales, servicios de colaboración, política pública de TI y gobierno electrónico junto a las tendencias tecnológicas hardware y software gestionados adecuadamente pueden proveer un camino más eficaz hacia la construcción de gobernanzas inteligentes; no sólo para guiar el diseño y la

implementación sino para facilitar la evaluación sobre el cambio generado por las TI en la sociedad y el impacto en los ciudadanos.

- Del proceso de revisión de literatura se relaciona la publicación de tres artículos en revistas y una ponencia en evento internacional siendo un insumo importante para la definición del modelo conceptual del framework.

Desde el objetivo del modelo conceptual:

- Se obtuvo un modelo que define el propósito, usuarios, preguntas orientadores del framework así como definición de los dominios y áreas clave y el desarrollo de un modelo dinámico- sistémico
- El modelo surge a partir de la aplicación de la metodología del modelo investigación-acción mediante dos iteraciones, que permitió la reformulación y refinar el modelo tanto en sus dimensiones, complejidad y facilidad de aplicación.
- La socialización del modelo conceptual se realizó desde la primera iteración con la participación de académicos y algunos funcionarios públicos de oficinas de TI que validaron empíricamente la propuesta y a través de la cual se hicieron las mejoras respectivas.

A partir del objetivo del modelo de madurez y su aplicación:

- Se propone un modelo de madurez con una estructura jerárquica de 3 Niveles: Dominios, Áreas Clave de Dominio y Variables Críticas, estructurados a partir de las capacidades estratégicas, operativas, tecnológicas y de innovación propuestas y aplicable al contexto de ciudades inteligentes en el contexto colombiano.
- El modelo se articula desde su arquitectura con el modelo propuesto con el modelo de referencia de arquitectura de TI del gobierno de Colombia lo que facilita su aplicación desde la medición usando los datos que proporciona el ministerio y facilitando la comprensión del mismo al interior de las administraciones públicas.
- El uso de datos de abiertos facilitó ampliar la cobertura para el caso de aplicación en 13 ciudades colombianas, donde la información está disponible en tiempo real y es fácilmente accesible. Si bien este ejercicio de uso de datos abiertos en la investigación va en concordancia con el interés de explotar los datos disponibles, es evidente que hay algunos retos en cuanto a la calidad de los datos, sin embargo, estos ejercicios son lo que permitir evaluar que tan pertinente es el uso de los mismos desde ejercicios de investigación y se abren líneas de acción en este campo que también es un elemento importante para las ciudades inteligentes.
- Se evidencian según los resultados de la aplicación que las ciudades colombianas tienen un gran potencial y ha recorrido un camino interesante hacia la construcción de ciudades inteligentes. De esta manera es importante resaltar que la política pública de TI impulsada por el Ministerio de Tecnologías de Información y la institucionalización TI en las ciudades mediante Secretarías TI ha sido un dinamizador y habilitador mediante el desarrollo de normativas, programas y

estrategias que están orientadas desde el Plan Vive Digital, promoviendo el consolidar ecosistemas que faciliten esta tarea en las ciudades.

A partir de cada uno de los productos obtenidos se formula un framework de gestión de tecnologías de información para ciudades inteligentes colombianas consistente de un modelo conceptual, modelo de madurez y guía de mejoramiento continuo adaptable a ciudades colombianas o a ciudades con contextos similares.

Así mismo de los resultados de investigación se derivaron: cinco artículos para revistas, cuatro eventos internacionales, tres tesis de maestría, un trabajo de pregrado, una consultoría internacional y socialización del tema de investigación en conferencias en varias universidades.

6.2 RECOMENDACIONES

El framework puede convertirse en una herramienta para gestionar BSC-Smart Cities y su alineación con los planes de desarrollo de los territorios con el fin de direccionar la toma de decisiones desde la valoración de dimensiones como estrategia, innovación, infraestructura, servicios o datos, generando valor agregado para el desarrollo de la gobernanza y la gestión de los territorios Digitales desde cada uno de los dominios y áreas clave propuestas, conduciendo a planes de mejoramiento continuo para el desarrollo de territorios inteligentes que se articulan con procesos de evaluación, portafolios, programas y proyectos estratégicos de las ciudades o territorios.

La línea de investigación de Gestión de Tecnologías de Información es un área de constante evolución y desarrollo en las administraciones públicas que traen retos desde la complejidad de los problemas abordados en las ciudades y los constantes cambios asociados al desarrollo tecnológico y la integración de variadas y nuevas tecnologías; por ello surge la necesidad de gestionarlas desde su diseño y desarrollo de tal manera que su integración y adopción en los contextos de aplicación faciliten y apoyen su autogestión, evaluación, uso y mantenimiento con el fin de desarrollar o adoptar tecnologías que sean aplicables, replicables y sostenibles para las estrategias de las ciudades.

Desde el modelo conceptual se pueden incluir otros dominios y áreas claves relacionadas con aspectos económicos o sociales de tal manera de darle mayor complejidad al modelo que permita valorar aspectos relacionados con el impacto en los ciudadanos.

Para futuros modelos de madurez se recomienda explorar algunas herramientas o enfoques relacionados con la recolección y análisis de datos, como por ejemplo datamining, scoring, información imperfecta o la combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas teniendo en cuenta el contexto de las administraciones públicas donde la disponibilidad y acceso a la información puede ser limitada.

Se espera contar con la disponibilidad y respaldo de las administraciones públicas en proyectos futuros en el desarrollo y aplicación de los modelos propuestos de tal manera que se puedan hacer evaluaciones directamente en las oficinas TI con el fin de confrontar los datos abiertos disponibles y la realidad de las dinámicas de las administraciones públicas, esto podría ser un proceso que permitiría una aplicación más interesante del modelo propuesto.

Al aplicar el modelo se espera que desde los planes de mejoramiento se desarrollen capacidades tales como: Incremento capacidad organizacional, uso de la información como un activo estratégico, mejoramiento del acceso a datos e información, institucionalización de la gestión de datos, información y conocimiento, promoción de una cultura de acceso digital e innovación a través de la tecnología de la información en las ciudades.

Este proyecto enfatiza la necesidad de nuevas direcciones y enfoques para el cuerpo de conocimiento de la gestión de tecnologías de información, con el fin de facilitar y evaluar la adopción de estas en los contextos de aplicación de ciudades inteligentes. Para ello adoptar una visión holística y sistémica en la cual desde los proyectos se contemplen aspectos más allá de los tecnológicos y se incorporen como parte del desarrollo de estos aspectos estratégicos, de innovación y de apropiación que garanticen su sostenibilidad y aplicación es un desafío para las administradores y tomadores de decisiones de las ciudades.

REFERENCIAS

- Afonso, R. A., dos Santos Brito, K., do Nascimento, C. H., Garcia, V. C., & Álvaro, A. (2015). *Brazilian smart cities: using a maturity model to measure and compare inequality in cities*. Paper presented at the Proceedings of the 16th Annual International Conference on Digital Government Research.
- Alcatel, L. (2012). Getting Smart about Smart Cities Recommendations for Smart City Stakeholders. Whitepaper. Retrieved from <http://www.tmcnet.com/tmc/whitepapers/documents/whitepapers/2013/6878-alcatel-lucentgetting-smart-smart-cities-enterprise-market.pdf>
- Allwinkle, S., & Cruickshank, P. (2011). Creating Smart-er Cities: An Overview. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 1-16. doi:10.1080/10630732.2011.601103
- Andersen, K. V., & Henriksen, H. Z. (2006). E-government maturity models: Extension of the Layne and Lee model. *Government information quarterly*, 23(2), 236-248.
- Andrade, S., Hugo, H., Dyner, I., Espinosa, A., López, G., & Hernán y Sotaquirá, R. (2001). Pensamiento Sistémico: Diversidad en Busca de la Unidad. *Ediciones UIS, Bucaramanga*.
- ANSI/IEEE. (2000). Recommended Practice for Architectural Description of Software Intensive Systems (IEEE Std 1471-2000). In.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research policy*, 34(2), 175-194.
- Azad, M. A. K., Khan, M. A. A., & Alam, M. (2008). *Government enterprise architectures: present status of Bangladesh and scope of development*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd international conference on Theory and practice of electronic governance, Cairo, Egypt.
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., . . . Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *European Physical Journal-Special Topics*, 214(1), 481-518. doi:10.1140/epjst/e2012-01703-3
- Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, D.-W. I. J. (2009). Developing maturity models for IT management. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213-222.
- Ben Letaifa, S. (2015). How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *Journal of Business Research*, 68(7), 1414-1419. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.024>
- Bianchi, A. J. (2001). *Management indicators model to evaluate performance of IT organizations*. Paper presented at the Management of Engineering and Technology, 2001. PICMET'01. Portland International Conference on.
- Bittler, R. S., & Kreizmann, G. (2005). Gartner enterprise architecture process. *Evolution*, 21.
- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Retrieved from

- Branchi, P., Matias, I., & Fernandez, C. (2013). *City & technology: An analysis matrix to serve citizens*. Paper presented at the International Conference on New Concepts in Smart Cities: Fostering Public and Private Alliances (SmartMILE), Gijón.
- Brocke, J. v., Simons, A., Niehaves, B., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R., & Cleven, A. (2009). *Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process*. Paper presented at the 17th European Conference on Information Systems (ECIS), Verona.
- BSI, B. S. I. (2014). Customer service Smart city framework – Guide to establishing strategies for smart cities and communities Retrieved from [http://shop.bsigroup.com/upload/267775/PAS_181_\(2014\).pdf](http://shop.bsigroup.com/upload/267775/PAS_181_(2014).pdf)
- Campos, V., Navarro, A., & Sanchis, J. (2014). El método Delphi como técnica de diagnóstico estratégico. Estudio empírico aplicado a las empresas de inserción en España. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 23(2), 72-81. doi:10.1016/j.redde.2013.06.002
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Checkland, P., & Holwell, S. (1998). Action Research: Its Nature and Validity. *Systemic Practice and Action Research*, 11(1), 9-21. doi:10.1023/a:1022908820784
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J., & Mellouli, S. (2012). *Understanding Smart Cities: An Integrative Framework*. Paper presented at the 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- CINTEL. (2012). *Ciudades Inteligentes: oportunidades para generar soluciones sostenibles*. Retrieved from Bogota: [http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/01.Ciudades Inteligentes CINTEL.pdf](http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/01.Ciudades_Inteligentes_CINTEL.pdf)
- Cocchia, A. (2014). Smart and Digital City: A Systematic Literature Review In S. International (Ed.), *How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space* (pp. 13-44). Switzerland: Springer.
- Cohen, B. (2012). The Smartest Cities In The World 2015: Methodology. Retrieved from <http://www.fastcoexist.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology>
- Council, T. C. I. O. (1999). *Federal Enterprise Architecture Framework (FEA), version 1.1*. Retrieved from
- Cooper, H. M. (1988). Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society*, 1(1), 104-126.
- Correia, L. M. (2011). *Smart Cities Applications and Requirements. White Paper*. Retrieved from http://www.networks-etp.eu/fileadmin/user_upload/Publications/Position_White_Papers/White_Paper_Smart_Cities_Applications.pdf
- Criado, J. I., & Gil-García, J. R. (2013). Gobierno electrónico, gestión y políticas públicas: Estado actual y tendencias futuras en América Latina. *Gestión y Política Pública*, 15(2), 259-305.

- Dameri, R. P. (2013). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 11(5), 2544-2551.
- De Bruin, T., Freeze, R., Kaulkarni, U., & Rosemann, M. (2005). Understanding the main phases of developing a maturity assessment model.
- Deloitte. (2015). *Smart Cities: How rapid advances in technology are reshaping our economy and society*. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-smart-cities-report.pdf>
- Department of Defense, U. (2009). The Department of Defense Architecture Framework (DoDAF), version 2.0. In.
- Ergazakis, E., Ergazakis, K., Askounis, D., & Charalabidis, Y. (2011). Digital Cities: Towards an integrated decision support methodology. *Telematics and Informatics*, 28(3), 148-162.
- Estrategia, C. d. G. y. (2015). *Indice IESE cities in motion*. España: Universidad de Navarra Retrieved from <http://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/>.
- Fountain, J. E. (2004). *Building the virtual state: Information technology and institutional change*: Brookings Institution Press.
- Gama, K., Alvaro, A., & Peixoto, E. (2012). *Em direção a um modelo de maturidade tecnológica para cidades inteligentes*. Paper presented at the VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2012).
- Gaulé, E., Jurgita, Š., & Jolanta, S. (2015). *Smart Public Governance: dimensions, characteristics, criteria*. Paper presented at the International Research Society For Public Management Conference., Birmingham, London. <http://irspm2015.com/sppa/index.php/irspm/IRSPM2015/paper/viewFile/1286/582>
- Gaulé, E., Šiugždinienė, J., & Buškevičiūtė, J. (2014, Mayo 15-16). *The Need of Smartness in Public Governance, 2014*. Paper presented at the Proceedings of the 8th Scientific Conference "Business and Management 2014, Lithuania.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities-Ranking of European medium-sized cities*. Retrieved from http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- Gil-Garcia, J. R. (2012). Towards a smart State? Inter-agency collaboration, information integration, and beyond. *Information Polity*, 17(3-4), 269-280. doi:10.3233/IP-2012-000287
- Gil-Garcia, J. R., Helbig, N., & Ojo, A. (2014). Being smart: Emerging technologies and innovation in the public sector. *Government Information Quarterly*, 31(S1), 11-18. doi:10.1016/j.giq.2014.09.001
- Goksen, Y., Cevik, E., & Avunduk, H. (2015). A Case Analysis on the Focus on the Maturity Models and Information Technologies. *Procedia Economics and Finance*, 19, 208-216.

- Government, A. (2011). Australian Government Architecture Reference Models. Retrieved from <http://www.finance.gov.au/policy-guides-procurement/australian-government-architecture-aga/aga-rm/>
- Government, H. (2012). UK Government Reference Architecture (UKRA). . Retrieved from www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/85985/UK-Reference-Architecture-V1-0-HMG-Branded.pdf
- Government, U. S. (2012). The Common Approach to Federal Enterprise Architecture. Retrieved from www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/egov_docs/shared_services_strategy.pdf
- Guerra, M., & Jordán, V. (2010). *Políticas públicas de Sociedad de la información en América Latina: ¿ una misma visión?* Retrieved from <http://www.cepal.org/es/publicaciones/3757-politicas-publicas-de-la-sociedad-de-la-informacion-en-america-latina-una-misma>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54(4), 1-16.
- Hjort-Madsen, K., & Pries-Heje, J. (2009). *Enterprise Architecture in Government: Fad or Future?* Paper presented at the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, 2009. HICSS'09., Hawaii.
- IDC. (2011). Análisis de la ciudades inteligentes en España. *White Paper*, available. Retrieved from http://www.socinfo.es/contenido/seminarios/1404smartcities6/02-IDC_Smart_City_Analysis_Spain_2012.pdf
- ITGI, I. (2007). COBIT 4.1. *Framework Control Objective Management*.
- Janssen, M., & Hjort-Madsen, K. (2007, Jan. 2007). *Analyzing Enterprise Architecture in National Governments: The Cases of Denmark and the Netherlands*. Paper presented at the System Sciences, 2007. HICSS 2007. 40th Annual Hawaii International Conference on.
- Kogan, N., & Lee, K. J. (2014). Exploratory research on success factors and challenges of Smart City Projects. *Asia Pacific Journal of Information Systems*, 24(2), 141-189.
- Komninos, N. (2009). Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 1(4), 337-355.
- Komninos, N., Schaffers, H., & Pallot, M. (2011). *Developing a policy roadmap for smart cities and the future internet*. Paper presented at the eChallenges e-2011 Conference Proceedings, IIMC International Information Management Corporation, Florence.
- Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., & Yousef, W. (2012). Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25(2), 137-149. doi:10.1080/13511610.2012.660325

- Maestre, G., & Andrade S, H. (2017). *Modelo para considerar el papel de las tecnologías de información en iniciativas de Ciudades Inteligentes*. Paper presented at the XV Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas (CLADS), Santiago de Chile.
- Maestre G, G. P. (2014). *Public Policy on Information Technology in Colombia: Bet on the future for the use and ownership of IT in society*. Paper presented at the Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American.
- Maestre G, G. P., & Nieto B, W. (2016). *Validation architecture for information technology management in smart cities*. Paper presented at the 2016 11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).
- Maestre G, G. P., & Nieto, W. (2017). Information technology management for smart government: An enterprise architecture approach. *Espacios*, 38(42).
- Maestre, G. P. (2015). Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: Una perspectiva centrada en las TIC. *Ingeniare*(19), 137-149.
- Maestre, G. P., & Nieto, W. (2015). Factores Clave en la Gestión de Tecnología de Información para Sistemas de Gobierno Inteligente. *Journal of technology management & innovation*, 10(4), 109-117.
- Manan S, S., & Bhavsar, J. J. (2016). *Review on Identification of Success Factors for Designing of Smart Cities*. *International Journal of Science Technology and Engineering*, 2(9), 125-133.
- Mani, D., & Banerjee, S. (2015). *Smart City Maturity Model (SCMM)- BSI*. Retrieved from India: <http://isbinsight.isb.edu/smart-city-maturity-model-scmm/>
- Manville, C., Cochrane, G., Cave, J., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., . . . Kotterink, B. (2014). *Mapping Smart Cities in the EU*. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/JOIN/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/JOIN/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf): European Parliament.
- Mettler, T. (2011). Maturity assessment models: a design science research approach. *International Journal of Society Systems Science*, 3(1-2), 81-98.
- MinTIC. (2014). Política de TIC para Ciudades y/o Territorios Inteligentes. Retrieved from <http://centrodeinnovacion.gobiernoenlinea.gov.co/es/investigaciones/politica-tic-para-ciudades-yoterritorios-inteligentes>
- Mishra, M. K. (2013). Role of Technology in Smart Governance:'Smart City, Safe City'. Retrieved from doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2310465>
- Morales, L., Torres, J., Parra, A., & Campos, D. (2014). *The Colombian Government Enterprise Architecture Framework*. Paper presented at the Proceedings of the 2014 Conference on Electronic Governance and Open Society: Challenges in Eurasia, St. Petersburg, Russian Federation.
- Moreno Alonso, C. (2016). *Desarrollo de un modelo de evaluación de ciudades basado en el concepto de Ciudad Inteligente (Smart City)*. (Tesis Doctoral), Universidad Politecnica de Madrid, Madrid.

- Moreno, L. M. M., & Paez, J. O. T. (2013). *Towards a new model for government IT management in Colombia*. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series.
- Nam, T., & Pardo, T. (2014). The changing face of a city government: A case study of Philly311. *Government Information Quarterly*, 31(SUPPL.1), S1-S9. doi:10.1016/j.giq.2014.01.002
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011a). *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*. Paper presented at the Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times.
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011b). *Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context*. Paper presented at the Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance.
- Naphade, M., Banavar, G., Harrison, C., Paraszczak, J., & Morris, R. (2011). Smarter cities and their innovation challenges. *Computer*, 44(6), 32-39.
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38(0), 25-36. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>
- Ojo, A., Janowski, T., & Estevez, E. (2012). *Improving Government Enterprise Architecture Practice--Maturity Factor Analysis*. Paper presented at the System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on.
- Paskaleva, K. A. (2011). The smart city: A nexus for open innovation? *Intelligent Buildings International*, 3(3), 153-171. doi:10.1080/17508975.2011.586672
- Perboli, G., De Marco, A., Perfetti, F., & Marone, M. (2014). A New Taxonomy of Smart City Projects. *Transportation Research Procedia*, 3, 470-478. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.028>
- Poepelbuss, J., Niehaves, B., Simons, A., & Becker, J. (2011). Maturity models in information systems research: literature search and analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 29(27), 505-532.
- Rowley, J., & Slack, F. (2004). Conducting a literature review. *Management Research News*, 27(6), 31-39.
- Saha, P. (2009). *Architecting the connected government: practices and innovations in Singapore*. Paper presented at the Proceedings of the 3rd international conference on Theory and practice of electronic governance, Bogota, Colombia.
- Saha, P. (2010). Enterprise architecture as platform for connected government. Retrieved from <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/unpan/unpan041801.pdf>
- SBLF, S., & Forum, B. L. (2014). *Shaping New Age Urban Systems*. Retrieved from India:
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Aguas, M., Almirall, E., Bakici, T., . . . Fernandez, J. (2012). Smart cities as innovation ecosystems sustained by the future internet. Retrieved from <https://hal.inria.fr/hal-00769635/document>

- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., & Oliveira, A. (2011). *Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation*: Springer.
- Schaffers, H., Ratti, C., & Komninos, N. (2012). Special Issue on Smart Applications for Smart Cities - New Approaches to Innovation: Guest Editors' Introduction. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 7(3), ii-v. doi:10.4067/s0718-18762012000300005
- Scholl, H. J., & Scholl, M. C. (2014). Smart Governance: A Roadmap for Research and Practice. Retrieved from https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/47408/060_ready.pdf?sequence=2
- Scott, J. E. (2007). Mobility, business process management, software sourcing, and maturity model trends: propositions for the IS organization of the future. *Information Systems Management*, 24(2), 139-145.
- Scottish Government, S. C. A. (2015). *Smart Cities Maturity Model and Self-assessment tool*. Retrieved from
- Senge, P. M. (2005). *La quinta disciplina en la práctica*: Ediciones Granica SA.
- The Open Group. (2009). Architecture Framework (TOGAF) Version 9. *The Open Group*, 1.
- Townsend, A. M. (2013). *Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*: WW Norton & Company.
- Unit, E. I. (2010). *ICT for City Management: Using Information and Communications Technology to Enable, Engage and Empower City Stakeholders: a Research Project*. Siemens Retrieved from http://www.economistinsights.com/sites/default/files/Siemens_Reports_2010_FINAL_TO_PRINT.pdf.
- Valtonen, K., Mantynen, S., Leppanen, M., & Pulkkinen, M. (2011). *Enterprise Architecture Descriptions for Enhancing Local Government Transformation and Coherency Management: Case Study*. Paper presented at the Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW), 2011 15th IEEE International.
- Washburn, D., & Sindhu, U. (2009). Helping CIOs Understand "Smart City" Initiatives. *Growth*, 17.
- Wenge, R., Zhang, X., Dave, C., Chao, L., & Hao, S. (2014). Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges. *Communications, China*, 11(3), 56-69.
- Yesner, R., & Brooks, A. (2015). *IDC MaturityScope: Smart City*. Retrieved from https://www.thingworx.com/wp-content/uploads/2016/05/WP_idc_maturityscope-smart-city_US40814315_EN.pdf
- Young-Joo, L., Young-II, K., Shinae, S., & Eun-Ju, K. (2013, 27-30 Jan. 2013). *Advancing government-wide Enterprise Architecture - A meta-model approach*. Paper presented at the Advanced Communication Technology (ICACT), 2013 15th International Conference on.

- Zachman, J. (1987). A framework for information systems architecture. *IBM systems journal*, 26(3), 276-292.
- Zorn, T., & Campbell, N. (2006). Improving the Writing of Literature Reviews through a Literature Integration Exercise. *Business Communication Quarterly*, 69(2), 172-183.