



Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Sistema de
medición/eficiencia en
ciudades inteligentes

Measurement/Efficiency system in smart cities

Héctor J. Ravelo García

San Cristóbal de La Laguna, 11 de julio de 2018

D. **Felix Herrera Priano**, con N.I.F. 42081335-Y profesor responsable del área de Ingeniería Telemática adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Laguna, como tutor

C E R T I F I C A

Que la presente memoria titulada:

"Sistema de medición/eficiencia en ciudades inteligentes"
ha sido realizada bajo su dirección por D. **Héctor J. Ravelo García**, con N.I.F. 78636848-D.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 11 de julio de 2018.

Agradecimientos

Antes de comenzar este documento, son obligadas estas menciones:

Felix Herrera Priano. Tutor único de este TFG y enorme fuente de conocimiento en relación al campo estudiado. Recuerdo recibir correos electrónicos de respuesta inmediatos incluso algunos domingos, y la predisposición a atender llamadas telefónicas cuando fue necesario. Es entonces mi deber dar las gracias por el nivel de atención y por la gran instrucción recibida de su parte, sobre todo porque antes de este proyecto, las ciudades inteligentes me eran totalmente desconocidas.

Familiares y amigos cercanos. La fase final de esta etapa estudiantil ha estado protagonizada por una pregunta muy recurrente. ¿Y el proyecto? Era lo que escuchaba repetidas veces proveniente de familiares y amigos, muestra del interés por conocer qué tal iba “eso que llevas haciendo tanto tiempo”. Gracias de nuevo, y “ahora a seguir”, una de mis frases favoritas.

Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional.

Resumen

El objetivo de este TFG ha sido la creación de un sistema de medición para entornos inteligentes. Este documento incluye los pasos seguidos, que han supuesto un análisis e investigación del panorama internacional smart city y el estudio de documentos oficiales de algunos gobiernos locales.

La ciencia relacionada con las ciudades inteligentes es muy reciente pero vasta e incierta, lo que deja unas interesantes líneas de trabajo futuro.

Palabras clave: Ciudad inteligente, eficiencia, modelo, sostenibilidad, sistema de medición, habitabilidad, TIC, proyecto, actuaciones, transformación, indicadores, ciudadano, destino inteligente.

Abstract

The objective of this final degree project has been the creation of a measurement system for smart environments. This document includes the steps followed, which has supposed an analysis and research of the international smart city scene, and the study of official documents from some local governments.

The science related to smart cities is very recent but vast and uncertain, which leaves an interesting line of future work.

Keywords: Smart city, efficiency, model, sostenability, measurement system, habitability, ICT, project, actions, transformation, indicators, citizen, smart destination.

Índice de figuras

Figura 1: Modelo clásico de división de smart cities.....	15
Figuras 2 y 3: Referencias en Madrid hacia la temática smart.....	28
Figura 4: Referencia en SC de TF hacia la temática smart.....	29
Figura 5: App SC Mejora.....	29

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla comparativa de los 17 sistemas de medición estudiados.....	21
Tabla 2: Impacto TIC del IESE CIMI 2018.....	23
Tabla 3: Impacto TIC de la ISO37120:2014	24
Tabla 4: Impacto TIC del Ranking de Ciudades Europeas Medianas	24
Tabla 5: Impacto TIC de la Smart Cities Wheel de Boyd Cohen.....	24
Tabla 6: Impacto TIC del sistema propuesto por la consultora Strategos.....	25
Tabla 7: Impacto TIC del índice GPCI.....	25
Tabla 8: Cantidad de indicadores con impacto TIC directo.....	26
Tabla 9: Cantidad de indicadores con impacto TIC indirecto.....	26
Tabla 10: Sumatorio de indicadores con impacto TIC en general.....	30
Tabla 11: Afinidad del MiNT con el sistema propuesto por Boyd Cohen.....	31
Tablas 12 a 17: Apuesta de los planes de gobierno.....	32
Tablas 18 a 23: Apuesta de las estrategias de turismo.....	32
Tablas 24 a 29: Apuesta de los planes smart city.....	33
Tablas 30 a 32: Afinidad de los planes con los sistemas de medición	34
Tabla 33: Sistema de medición creado.....	37
Tabla 34: Impacto TIC del sistema creado (gráfica 1)	45
Tabla 35: Impacto TIC del sistema creado (gráfica 2)	45
Tabla 36: Afinidad del MEDI con el sistema propuesto.....	46

Índice de contenidos

Cap. 1: Introducción	8
1.1 Introducción (conceptos básicos)	8
1.2 Qué es una smart city	10
1.3 Ciudades de referencia	11
Cap. 2: Problemática	13
2.1 La transformación a <i>smart city</i>	13
2.2 Medir una ciudad	13
2.2.1 La complejidad de la medición	14
2.3 Sistemas de medición estudiados	15
2.3.1 Comparación de los sistemas	16
2.4 La influencia de las <i>TIC</i>	21
Cap. 3: Pasos previos a la resolución del TFG	28
3.1 Estudio de planes reales	28
3.1.1 Afinidad smart de los planes	30
Cap. 4: Propuesta de solución	36
4.1 Antecedentes al sistema creado	36
4.2 Sistema de medición propuesto	37
4.3 Justificación del sistema	38
4.3.1 Smart Economy	39
4.3.2 Smart Government	39
4.3.3 Smart People	40
4.3.4 Smart Living	40
4.3.5 Smart Mobility	41
4.3.6 Smart Environment	41
4.3.7 Smart Destination	42
4.4 Nivel de abstracción del sistema	43
4.5 Otros resultados obtenidos	44
4.5.1 Impacto <i>TIC</i>	44
4.5.2 Re-estudio del MEDÍ	45
4.6 Líneas futuras de trabajo	47
Cap. 5: Conclusiones y bibliografía	49
5.1 Conclusiones	49
5.2 Conclusions	50
5.3 Bibliografía	51

Cap. 1: Introducción

1.1 Introducción (conceptos básicos)

En menos de 35 años, el 65% de la población mundial estará residiendo en ciudades. Esta inminente migración llevará a los núcleos urbanos actuales y futuros a la superpoblación, forzando una creciente expansión en todas sus infraestructuras hacia más allá de los límites. Principalmente los aspectos que se verán más afectados serán los industriales y habitacionales, ya que a mayor número de habitantes, también es mayor el número de recursos necesarios para un correcto suministro.

Aunque los centros urbanos constituyen sólo un 2% de la superficie global, en las ciudades reside la mitad de la población mundial, se consume el 75% de los recursos energéticos y se emite el 80% del CO₂ que contamina el aire. Entonces, los países han comenzado a manifestar que el consumo incontrolado de recursos ya no es una opción viable para el crecimiento económico y social de la ciudad.

Estos hechos plantean importantes preguntas que deberían preocupar a las ciudades alrededor del mundo. ¿Puede tal crecimiento llevarse adelante de manera sostenible? ¿Lograrán las ciudades reducir su impacto medioambiental? ¿Crecerán las ciudades siendo sitios agradables donde vivir y donde se promueva la igualdad social? ¿Se podrán reducir las emisiones de gases nocivos? ¿Está garantizada una buena calidad de vida?

Los cambios necesarios para conseguir una smart city, van desde lo más visible (como la propia estructura física de la ciudad) hasta los eslabones de la cadena (servicios, facilidades, innovación...)

Paralelamente a la transformación a smart city, existe una gran competencia entre las ciudades por atraer la mayor cantidad de talento y empresas posibles (influye positivamente en la economía). Es otro punto a favor de una ciudad que presente una mayor "inteligencia" que otra ya que terminará resultando más atractiva.

Desarrollará para ello tres características fundamentales: lograr ser más **eficiente**, más **sostenible** y más **habitável**.

El mundo Smart no está exento de normalización. Existe un creciente número de normas y entidades que ayudan a sentar las bases de las ciudades inteligentes, así como especificar los distintos ámbitos en los que se divide una ciudad (Anatomía de la Ciudad) para medirlos adecuadamente (Métricas de la Ciudad) y descubrir, según los estándares que cada organización acuña, cuán inteligente es una ciudad.

Este es el principal problema que aparece a la hora de determinar la inteligencia de una ciudad. No existe un consenso a nivel mundial, al tratarse de un término tan reciente y difuso. Calificar la medición de una ciudad como ciencia exacta es un error. Pese al carácter reciente de este área, existen numerosas e importantes corporaciones dedicadas a estudiar las smart cities, y cada una de ellas con su propia filosofía y sistema de medición.

Al tratarse de una disciplina inexacta, no es posible determinar en primera instancia qué sistema es peor o mejor. Es necesario realizar un minucioso estudio para determinar qué aspectos de la ciudad indicarán su inteligencia y cuáles no.

Lo más habitual consiste en dividir el desempeño de la ciudad en categorías bien definidas y diferenciadas, como pueden serlo habitabilidad, medioambiente o recursos disponibles. Posteriormente se profundiza en el estudio de cada una de esas categorías para conocer cuáles son los aspectos clave.

KPI (Key Performance Indicator)

Las siglas KPI hacen referencia a cada uno de los aspectos medibles que componen un sistema de medición. Están destinados a cuantificar el grado de cumplimiento con el objetivo para el cual han sido concebidos. Por ejemplo, cantidad de emisiones de CO₂ al año, densidad de población (en personas/km²) o número de desplazamientos en transporte público, pueden ser considerados como KPI.

Además, cada entidad destinada a la medición emplea sus propias políticas e indicadores. Vamos un ejemplo sencillo con dos sistemas de medición (IESE versus ISO): El Instituto de Estudios Superiores de la Empresa ha desarrollado un sistema denominado "Cities In Motion Index" y considera un indicador llamado NF (Número de usuarios de FaceBook por cada 1.000 habitantes). La ISO37120:2014 no tiene algo tan siquiera parecido. No obstante ambas entidades sí dan cabida entre sus indicadores a uno dirigido a cuantificar el ratio de desempleo en la ciudad.

Una ciudad que mida su inteligencia habiendo efectuado una mala elección de indicadores no presentará un desempeño óptimo y tendrá que someterse a nueva revisión en muy poco tiempo.

Un sistema de medición cerrado - publicado sin vistas a futuras modificaciones - tendrá muy pocas posibilidades de mantenerse a flote entre la creciente vorágine de entidades dispuestas a implementar estos sistemas. Resulta lógico que los más populares o aceptados, sean los sistemas que regularmente se actualizan según las nuevas tendencias o cambios tecnológicos que surgen.

1.2 **Qué es una smart city**

Una manera simple de definir una ciudad inteligente es la de un núcleo urbano **eficiente, sostenible y habitable:**

Todos los sistemas de los que disponen las ciudades (suministro de agua y gas, red eléctrica, procesamiento de residuos, gobernanza y administración, transporte y carreteras, emergencias, servicios públicos, etc.) actúan generalmente de manera independiente, siendo gestionados de forma individual en procesos aislados. Una ciudad eficiente requiere no sólo optimizar el rendimiento de cada sistema sino gestionarlos adecuadamente.

Se dice que una ciudad es sostenible si reduce la huella ambiental creada por la propia vida urbana en la ciudad (polución, residuos, contaminación acústica y lumínica, mal aprovechamiento de recursos o alteraciones del terreno...) mediante operaciones más limpias y con menos impacto medioambiental.

Para llegar a ser una smart city una ciudad también debe esforzarse en convertirse en un lugar agradable y habitable para vivir y trabajar. Debe ser atractiva de cara a los nuevos residentes y a sus habitantes para llegar a ser un entorno más inclusivo socialmente.

Algunos puntos destacables de una smart city son:

- **Ofrecer información en tiempo real:** se mejora el grado de conciencia de los ciudadanos sobre el entorno en el que habitan brindándoles acceso a más información.
- **Gobierno más abierto:** se mejora la transparencia de la administración y los procesos de gobierno de la ciudad, además de aumentar la participación ciudadana.
- **Incremento de la eficiencia del suministro:** es posible realizar una gestión más eficiente de los recursos y su post-procesado y de la calidad de los servicios disponibles.
- **Reducción del gasto público:** la administración local reduce sus gastos dedicados a la gestión de los servicios a la ciudadanía.
- **Mejor soporte a la toma de decisiones:** se facilita la identificación de nuevas necesidades y el planteamiento de aquellos servicios necesarios para ofrecerles solución y posterior soporte.

1.3 Ciudades de referencia

Las grandes megalópolis del mundo se enfrentan a una mayor cantidad de problemas. Pero, de la misma forma, son muchas veces tomadas como ejemplo de soluciones en proyectos más ambiciosos.

Durante el estudio de rankings para este TFG, cientos de ciudades aparecían mencionadas de una manera u otra, a modo de ejemplo, analizadas en profundidad, comparadas, etc. Resultó interesante ahondar en algunos casos de éxito, para conocer el manual de buenas prácticas de cada ciudad, y saber cuáles eran las actuaciones responsables de su buen posicionamiento como ciudad inteligente.

Muchas ciudades modelan su concepto smart bajo un criterio propio. No obstante, los proyectos destinados a la transformación se suelen agrupar en categorías recurrentes: movilidad, economía, entorno o gobernanza, entre otras, lo que hace más sencillo distinguir los sectores de cada ciudad a los que más atención se presta.

De este estudio, hasta cuatro casos se consideraron como muy interesantes, no seleccionados al azar, sino por su recurrencia como ciudades figurantes en el TOP10 (e incluso TOP5) de la mayoría de los rankings estudiados. Nueva York, Londres, París y Tokio.

Cap. 2: Problemática

2.1 La transformación a *smart city*

Una transformación de ciudad a smart city ofrece muchas oportunidades por explotar sobre todo para las empresas dedicadas a la tecnología. Aparte de ser un proceso complejo y costoso pueden antojarse casi infinitas posibilidades de transformación. Por esta razón priorizar resulta ser una tarea indispensable.

Seleccionar las actuaciones acertadas y de mayor repercusión es la tarea principal. Esto es así porque no todos los proyectos que se pretendan realizar ayudarán a aumentar la inteligencia de la ciudad si estos se desarrollan sin tener en cuenta si realmente aportarán una solución a esa supuesta necesidad que pretenden cubrir.

Transformar una ciudad requiere un esfuerzo coordinado de manera continua durante muchos años, además de precisar grandes inversiones de capital.

Y además de largo, se trata de un proceso a gran escala, por lo que se requiere la participación de múltiples actores, desde el gobierno y las administraciones públicas hasta las empresas, pasando por los propios ciudadanos.

2.2 Medir una ciudad

Tal es la diversidad de ciudades que sería imposible aunarlas en un solo modelo. Calificar una ciudad como "más inteligente que otra" es una labor que requeriría de un proceso previo de normalización. Ahora entra en juego el concepto "Medición de ciudad inteligente" que consiste, en pocas palabras, en averiguar cuán inteligente es una ciudad mediante la aplicación de una serie de métricas e indicadores.

Realmente es mucho más complejo que eso. A día de hoy no se ha alcanzado un consenso globalizado en lo que respecta a medir una ciudad inteligente.

2.2.1 La complejidad de la medición

La medición de smart cities es una tarea subjetiva. Si bien existen corporaciones con una mayor reputación en lo referido a esta tarea no significa que dicha entidad sea la más apropiada para otras ciudades del mundo, por lo que la dificultad de esta labor emana directamente de su inexactitud, lo que la hace muy dependiente del entorno a estudiar. Ahora se resumen algunos puntos de interés identificados:

- **No existe una medición única infranqueable:** Hay distintos caminos para evaluar la inteligencia de una ciudad. Tanto ciudades como entidades dedicadas a la medición deben abandonar la idea de que existe una única fórmula ganadora.
- **No basta con ser válido para aspectos puntuales:** Una medición que pretenda ser consistente debería profundizar lo máximo posible en su campo de estudio, tanto como si es para aspectos específicos de la ciudad, como si es para evaluar su desempeño completo.
- **Necesidad de actualización:** Las mediciones sin vistas a futuros cambios quedarán obsoletas rápidamente. Siempre habrá cambios que inviten a realizar una nueva revisión para ajustar parámetros involucrados, y que obliguen a la ciudad a re-analizar sus debilidades.
- **La medición perfecta no existe:** Esto se detecta en los resultados obtenidos por las ciudades en los diferentes rankings, donde una ciudad "A" puede aparecer en el puesto #2 del sistema "X", mientras que en el sistema "Y", la misma ciudad cae al puesto #9.

Más no es mejor. Véase un ejemplo:

De nada sirve tecnificar un área de la ciudad mediante la incorporación de 50 de los mejores servidores del mercado, si cada servidor presta la gestión un solo servicio. Por tanto, un sistema de medición que contemple un hipotético indicador llamado "Número de servidores por área" no está siendo representativo. Se trata de un indicador claro, pero no útil.

Lógicamente, una ciudad que presente el valor más alto en este indicador, sería más inteligente en ese aspecto. Por el contrario, si dicho indicador fuese "Número de servicios ofrecidos por servidor", la información sería mucho más objetiva.

En ese caso, y relacionándolo ahora con el ahorro, una ciudad con un área "X" en la que se encuentran 5 servidores con 25 servicios cada uno, sería mucho más inteligente que una ciudad en la que existe el mismo área "X" con 25 servidores, pero con la gestión de únicamente 5 servicios en cada uno. No hay que olvidar que la palabra eficiencia consiste en conseguir mejores resultados mediante la utilización de menos recursos.

2.3 Sistemas de medición estudiados

El número sistemas disponibles es muy amplio: los centrados en zonas específicas, otros destinados a dimensiones concretas de la ciudad, algunos más generales que involucran ciudades de todo el planeta.

Aun así, cada vez se ha hecho más común la división de la ciudad en dimensiones recurrentes, cada una con sus propias áreas de estudio e indicadores.

Ya desde comienzos del decenio pasado estas dimensiones comenzaron a ganar influencia hasta conformar un modelo único compuesto por seis inteligencias principales:



Figura 1: Imagen del modelo clásico de división de smart cities

Aunque el anterior sea el modelo más extendido, existen otras muchas metodologías/sistemas con variaciones de interés. Sirvan como prueba los 17 sistemas de medición estudiados como base de este trabajo. Se relacionan a continuación:

1. Cities in Motion Index (2018)
2. ISO37120 (2014)
3. Ranking of european medium-sized cities (2007)
4. Smart Cities Wheel (2014)
5. Methodology for smart cities Benchmarking (2017)
6. Global Power City Index (2017)
7. Indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas (2010)
8. UK Sustainable Cities index (2016)
9. Global Cities Index (2017)
10. STEEP Project (2015)
11. I-city rate (2017)
12. Green City Index (2012) - (Alberga 6 sub-índices: African Green City Index, L-America Green City Index, N-America Green City Index, European Green City Index, German Green City Index y Asian Green City Index)

2.3.1 Comparación de los sistemas

Aunque hayan sido diecisiete los sistemas analizados para la realización de este proyecto, no todos fueron válidos como aporte. Destacan más sus diferencias que sus similitudes y cuanto más profundo es el análisis, más complicado resulta encontrar aspectos comunes. Aunque también es cierto que no resulta lógico descender hasta comparar KPI por KPI porque, de ser así, ningún sistema coincidiría con otro.

En muchos casos es necesario abstraerse de lo que indican las cifras sin más. Por ejemplo, el sistema perteneciente a la consultora Strategos (#5) tiene 69 indicadores mientras que el de la Universidad de Viena (#3) tiene 74.

Como se puede apreciar en la tabla comparativa que figura al final de este apartado, hallar similitudes es una labor para la cual hace falta ahondar en los documentos estudiados. Incluso en ocasiones, algunas características iguales replicadas en varios sistemas, se encuentran ocultas bajo denominaciones diferentes, por lo que no basta con sólo leer títulos o encabezados, es necesario bajar un nivel más para descubrir esos factores que coinciden.

Tomando como referencia el esquema clásico de 6 inteligencias, y definiendo adecuadamente las secciones en las que se dividen los servicios y las facilidades prestadas a la población, se llegó a la elección de 6 sistemas finalistas. Véanse los motivos que han decantado la balanza hacia su elección:

IESE Cities In Motion Index



Carácter reciente, importancia mediática y repercusión.
Cobertura geográfica (índice con mayor alcance a nivel mundial)
Conocimiento de las necesidades actuales y actualización anual en base a ello.
Amplia explicación de la metodología empleada.
Similitud en las dimensiones de indicadores y categorías con los otros sistemas.
Estudio del desempeño global de la ciudad.

Ranking of european medium-sized cities

Basado en el modelo clásico de 6 inteligencias.

Uno de los primeros promotores de dicho modelo.

Modelo base en el marco europeo pese a su antigüedad.

Similitud en las dimensiones y categorías de indicadores con los otros sistemas.

Estudio del desempeño global de la ciudad.



Global Power City Index (GPCI)

Claro enfoque en la población

Continua revisión y actualización anual (décima publicación del documento)

Datos cualitativos obtenidos directamente de la ciudadanía

Similitud en las dimensiones y categorías de indicadores con los otros sistemas

Estudio del desempeño global de la ciudad



Methodology for smart cities benchmarking

Único índice que incluye métricas para el estudio de la "Accesibilidad universal".

Modelo clásico 6 inteligencias.

Basado en importantes métricas más reputadas.

Similitud en las dimensiones y categorías de indicadores con los otros sistemas.

Estudio del desempeño global de la ciudad.



Smart Cities Wheel

Importancia (referente como marco mundial)
Apoyado en parte en la ISO37120.
Modelo retador para las ciudades en lo referente a la recolección de información.
Modelo clásico 6 inteligencias.
Similitud en las dimensiones de indicadores y categorías con los otros sistemas.
Estudio del desempeño global de la ciudad.



ISO37120:2014

Importancia (primera norma estandarizada exclusivamente para smart cities)
Independiente de aspectos anatómicos de la urbe.
Utilizada como base o apoyo de otras metodologías.
Flexibilidad pese a ser un estándar consolidado (incluye algunos indicadores opcionales)
Certificación de duración anual.
Similitud en las dimensiones de indicadores y categorías con los otros sistemas.
Estudio del desempeño global de la ciudad.

Del otro lado, restan los índices no incluidos, cuyos motivos se resumen a continuación:

Global Cities Index: Centrado en el desarrollo empresarial, económico y gubernamental, olvida categorías energéticas, medioambientales, y demás relacionadas con la ciudadanía en general.

Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas: Aunque es de los índices con más nivel de detalle en lo que a indicadores se refiere, es de alcance limitado a territorio español y se centra en aspectos anatómicos de la ciudad, más que en aspectos smart propiamente dichos.

STEEP Project: Creado como un proyecto cooperativo para ser disfrutado sólo por 3 ciudades. Además se trata más bien de una propuesta de referencia, no de un sistema de medición consolidado.

UK Sustainable cities: Este índice, de entre los enfocados en evaluar la totalidad de la ciudad, es quizá el más diferente del resto. Encargado de medir la sostenibilidad urbana, no recoge temáticas gubernamentales y las de movilidad son mencionadas mediante muy pocas métricas.

ICity Rate: Aunque se acoge al modelo clásico de 6 inteligencias, e incorpora una novedosa dedicada a la legalidad, está acotado a las ciudades italianas.

Green City Index: Pese a su cobertura mundial, es una metodología centrada en evaluar aspectos exclusivamente medioambientales. La inclusión de indicadores cualitativos y es un extra a destacar, pero el enfoque de esta serie no concuerda con el de la propuesta para este proyecto.

La selección de los sistemas finalistas se realizó con el apoyo de la tabla comparativa que se muestra a continuación. Los criterios de filtrado figuran en la primera columna, y las siguientes corresponden a cada uno de los 17 sistemas estudiados. Las 7 siguientes columnas pertenecen a los 6 sistemas finalmente seleccionados:

CIVI	ISO 37120	TUWINT	ROY COHEN	STRATEGOS	GPCI	GLOBAL CITIES	SICGGM	STEPP PROJECT	UK SUSTAINABLE	ICITY RATE	AFRICAN GCI	ASIAN GCI	EUROPEAN GCI	GERMAN GCI	L-AMERICA GCI	N-AMERICA GCI
Fecha del documento	2018	2014	2010	2014	2017	2017	2010	2015	2016	2016	2009	2011	2012	2010	2011	2011
Última versión	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO
Tipo	Sistema de medición	Estandarizar città	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Método de trabajo	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición	Sistema de medición
Impacto medioambiental (Scope1)	518000 resultados	240000 resultados	72000 resultados	102000 resultados	112 resultados	65000 resultados	385000 resultados	34200 resultados	170000 resultados	87000 resultados	102000 resultados	102000 resultados	174000 resultados	139000 resultados	68000 resultados	272000 resultados
Ciudades estudiadas	166	81	70	11 de los países	10	24	178	No especificado	100	106	175	22	30	37	17	77
or las cuales se operan	12	2 (origen WCO)	3	No especificado	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0
Álance	Internacional	Internacional	Europa	Internacional	Internacional	Europa	Internacional	Internacional	Italia	Africa	Asia	Europa	Europa	Europa	Europa	Europa
Método o datos (Inteligencias)	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Número de dimensiones	9	17	6	6	6	5	9	6	6	7	8	8	8	8	8	9
Capital humana	Educación	Ciudadanía	Ciudadanía	Economía	Economía	Economía	Capital humano	Capital humano	Capital humano	Políticas	Energía y CO2	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2
Geopolítica	Economía	Economía	Economía	Economía	Economía	Economía	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica	Geopolítica
Gobernancia	Finanzas	Corporativo político	Corporativo político	Gobierno	Gobierno	Gobierno	Gobernante	Gobernante	Gobernante	Uso del suelo	Uso del suelo	Edificios	Transporte	Uso del suelo	Edificios	Transporte
Movilidad/transporte	Transporte	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Movilidad	Residuos						
Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Planimación urbana	Residuos						
Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Agua						
Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Tecnología	Calidad del aire						
Salud	Vida	Vida	Vida	Vida	Habitable	Bienestar personal	Vida	Vida	Vida	Gob. ambiental						
Recreación					Interacción cultural	Experiencia cultural										
Seguridad																
Infraestructura																
Rendimiento colíder																
Aguas residuales																
Aguas y saneamiento																
Energía																
Fuego y emergencias																
Incidencia de info																
Generalidad																
Comportamiento																
Metabolismo urbano																
Coherencia social																
Prosperidad																
Población																
Planeta																
Terreno																
Legalidad																
83	100	100	76	60	68	71	40	50	40	25	26	19	10	10	31	31
Por población de ciudades	No especificado	No especificado	100.000 - 500.000	No especificado	No especificado	No especificado	No especificado	No especificado	No especificado	Agrupada en "ciudades"						
Desempeño o evaluación	Global	Global	Global	Global	Global	Global	Global (mínimo)	Global y potencial	Distribución territorial	Incumplimiento	Sostenibilidad urbana	Global	Medioambiente	Medioambiente	Medioambiente	Medioambiente
Geopolítica o evaluación	5	4	3	1	1	1	1	1	3	2	2	3	3	3	3	3
Expresión de metadatos/g de cláusulas	5 de 5 (DP)	0 de 5	3 de 5	2 de 5	0 de 5	0 de 5 *	0 de 5 *	1 de 5	0 de 5	0 de 5	2 de 5	0 de 5	3 de 5	3 de 5	3 de 5	3 de 5
TOP 10 de ciudades evaluadas	New York	X	Luxemburgo	X	X	X	X	X	X	Zürich	Milano	no numérico	Copenhague	no numérico	San Francisco	Yokohama
1	London	X	Austria	X	X	X	X	X	X	Bruselas	Bruselas	no numérico	Bruselas	no numérico	Bruselas	Bruselas
2	Paris	X	Turku	X	X	X	X	X	X	Estocolmo	Venecia	no numérico	Ostia	no numérico	Nueva York	Barcelona
3	Oslo	X	Austria	X	X	X	X	X	X	Tokio	X	no numérico	Viena	no numérico	Seúl	Seúl
4	Rotterdam	X	Oslo	X	X	X	X	X	X	París	Padua	no numérico	Amsterdam	no numérico	Amsterdam	Amsterdam
5	Singapur	X	Turku	X	X	X	X	X	X	Frankfurt	Torino	no numérico	Zürich	no numérico	Boston	Boston
6	Seúl	X	Oslo	X	X	X	X	X	X	Seúl	Parma	no numérico	Seúl	no numérico	Seúl	Seúl
7	Tokio	X	Oslo	X	X	X	X	X	X	Bruselas	Torino	no numérico	Berlín	no numérico	Bruselas	Bruselas
8	Hong Kong	X	Linc	X	X	X	X	X	X	Pekín	Praga	no numérico	Bruselas	no numérico	Toronto	Toronto
9	Amsterdam	X	Singapur	X	X	X	X	X	X	Monich	Ravenna	no numérico	Páris	no numérico	Minneapolis	Minneapolis
25 - Madrid	Barcelona (pista, Old)	Al. Pamplona	Madrid	24 - Benidorm	13 - Madrid	San Sebastián *	29 - Madrid	12 - Madrid	27 - Madrid	24 - Barcelona	28 - Barcelona					
26 - Valencia	Valladolid (on, 019)	Gu. Valdebeira														
43 - Valencia																
85 - Sevilla																
86 - Bilbao																
92 - Palma de Mallorca																
93 - Zaragoza																
95 - Valladolid																
103 - Bilbao																
104 - Gijón																
105 - A Coruña																

Tabla 1: Tabla comparativa de los 17 sistemas de medición estudiados.

Hacer zoom sobre el documento facilitará la lectura de los distintos apartados

2.4 La influencia de las TIC

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (**TIC**) juegan un papel fundamental en la transformación de las ciudades, y estudiando con detenimiento los seis sistemas finalistas, se han identificado muchas aplicaciones donde las TIC intervienen de una manera u otra:

- Movilidad urbana: monitorización de tráfico en tiempo real, gestión del transporte público, fomento del uso de bicicletas, pagos telemáticos, soporte a vehículos eléctricos, servicios de compartición de vehículos...
- Gestión sostenible de los recursos: automatización de la administración de energía en hogares y edificios públicos, medición de parámetros ambientales...
- e-Administración y e-Gobierno: creación de sedes electrónicas con los servicios prestados por las diferentes instituciones, open data, digitalización de trámites accesibles mediante internet, reporte automatizado de incidencias ciudadanas...

- Seguridad pública: administración de servicios de emergencia, video-vigilancia, prevención y detección precoz de delitos, mejor comunicación...
- Salud: historial clínico digital, receta electrónica, servicios cercanos de sanidad pública...
- Educación y cultura: e-learning (educación y capacitación a través de Internet) y teletrabajo, servicios de información cultural...

En las metodologías estudiadas, en general, la mayoría de *KPI's* parecen estar destinados a evaluar otros apartados como por ejemplo temáticas medioambientales, energéticas, reciclaje, habitabilidad o entretenimiento, entre muchas otras. Parece que a priori la tecnología queda eclipsada por todos esos nombres, pero no es así.

Para conocer el impacto real que las TIC ofrecen sobre los sistemas de medición, es necesario abstraerse de la denominación literal de los indicadores, y pensar si existe la posibilidad de que la tecnología pueda hacer que mejore el valor obtenido por dicho indicador. Viéndolo desde este punto de vista, esto quiere decir que las TIC son medidas en un segundo plano, **indirectamente**.

Un sencillo ejemplo es el KPI "Porcentaje de votantes en las últimas elecciones municipales", que además es recurrente en varios sistemas estudiados. Se trata de un número fruto de contabilizar la participación electoral y realizar una operación matemática, así que a primera instancia las TIC no afectarían en nada a dicho KPI, pero nada más lejos. Voto electrónico, las facilidades y comodidad que brinda este sistema podrían suponer un incremento de la cifra total de votantes y una mejor calificación por parte de la ciudad en este apartado.

En el caso opuesto se encuentran los indicadores relacionados con las TIC **directamente**. Son aquellos con una denominación tan explícita que simplemente al leerlos ya manifiestan una relación vigente con la tecnología.

"Uso de Open Data", "Semáforos conectados a algún sistema de gestión de tráfico en tiempo real" o "Cantidad de edificios públicos con contadores inteligentes" son casos de *KPI's* con impacto TIC directo.

Lógicamente existen actores encargados de hacer que este despliegue funcione, y dado que en las ciudades la aprobación para ejecutar o no un proyecto smart city es responsabilidad del equipo encargado de la administración, es el gobierno el encargado de gestionar las inversiones necesarias para implementar las TIC que ayuden a mejorar el concepto de ciudad inteligente. Así lo es en la mayor parte, aunque también existe pero en menor medida, una cierta dependencia del ciudadano, representada mediante indicadores como "Hogares conectados a internet" o "Cantidad de smartphones".

Hoy en día se venden las ciudades inteligentes como núcleos tecnológicos y de aspecto futurista, dando una presencia omnipotente a las TIC, pero no es así. Para demostrarlo se ha realizado un estudio minucioso de cada uno de los 6 sistemas finalistas. La tecnología ayuda, pero siempre habrá sectores urbanos donde esta no sea necesaria para contribuir al fenómeno "Smart".

Para ello se estudió el tipo de impacto TIC de cada uno de los indicadores de los diferentes sistemas. A continuación se presentan una serie de gráficas con los resultados, basados en el estudio de cada una de las dimensiones en las que se dividen los índices, dividiéndolas a su vez según si el impacto TIC de los indicadores es directo, indirecto o inexistente (nulo). El eje X de los gráficos quiere decir "número de indicadores":

Cities in Motion Index

Es el índice con mayor cobertura geográfica global, por lo que a su vez se ve obligado a ser también uno de los más amplios en relación a las áreas de estudio. Es comprensible que con dicho enfoque, y dando cabida entre sus ciudades, incluso a algunas poblaciones de prácticamente el tercer mundo, haya que balancear la importancia de las TIC con otros muchos aspectos que no estén relacionados con la tecnología.

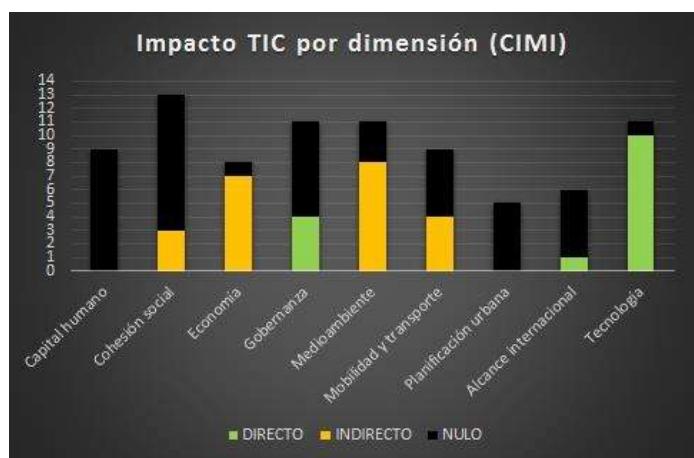


Tabla 2: Impacto TIC del IESE CIMI 2018

ISO 37120:2014

Proclamándose como la "Norma de las ciudades inteligentes", sorprende que el impacto TIC sea tan bajo. Por tratar de darle una justificación, puede tenerse en cuenta que es una norma válida para cualquier ciudad, sin criterio de exclusión alguno, por lo que la explicación sería similar al caso anterior. También, siendo el sistema más flexible de los 17 estudiados, con KPI's que pueden ser obviados, esta ISO abre mucho la mano a ciudades no tan desarrolladas tecnológicamente.

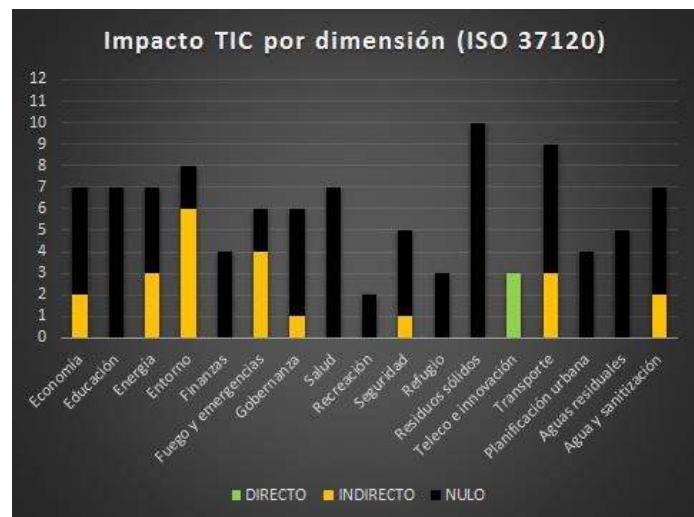


Tabla 3: Impacto TIC de la ISO37120:2014

Ranking of European Medium Sized Cities

En esta ocasión la longevidad de este ranking tiene bastante peso en el escaso impacto TIC que evalúa. Allá por el año 2007 las ciudades inteligentes no gozaban de tanta repercusión como en la actualidad, y su evaluación se centraba en otros aspectos más propios de esos momentos como el gobierno o el medioambiente. De todas maneras, al ser uno de los primeros índices a nivel europeo, la sombra que proyecta esta carencia no es tan alargada en comparación al legado que ha seguido la aportación de este ranking

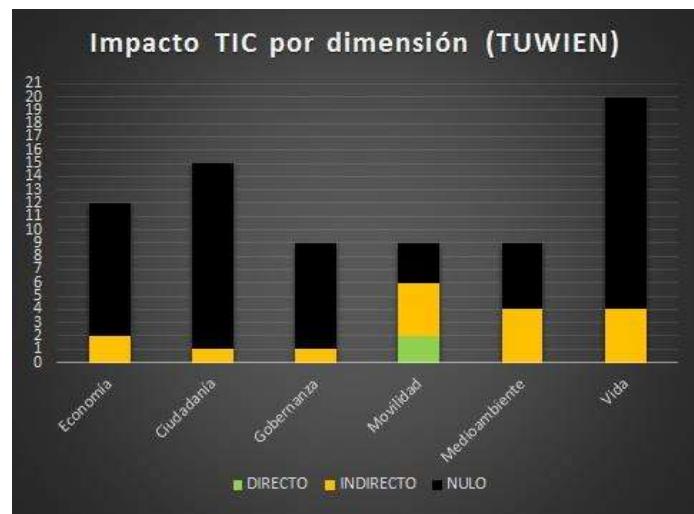


Tabla 4: Impacto TIC del Ranking de ciudades europeas medianas

Smart Cities Wheel

Quizá la dilatada experiencia de su creador (Boyd Cohen) ha valido para dotar a esta metodología de métricas TIC que representan casi el 60% de todo el índice. Cabe destacar la gubernamental, compuesta totalmente por indicadores tecnológicos. La apuesta es clara, tecnificar las ciudades tanto como se pueda para aumentar la eficiencia de sus servicios y dar más facilidades a los ciudadanos, así como una mayor calidad de vida.

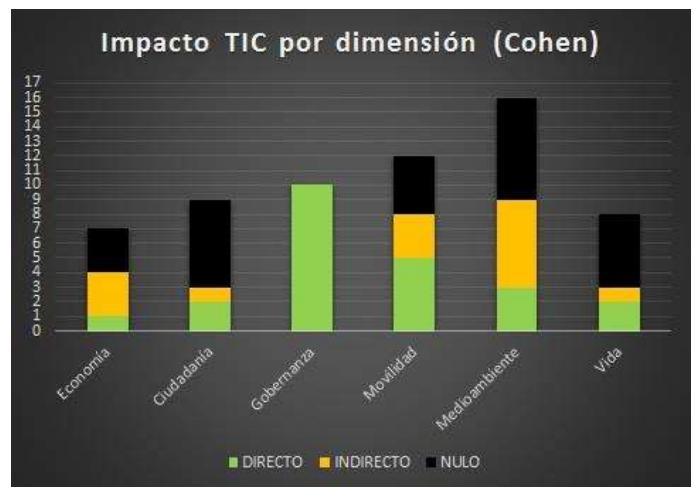


Tabla 5: Impacto TIC de la Smart Cities Wheel de Boyd Cohen

Methodology for smart cities benchmarking

La publicación de la consultora Strategos Consulting Firm también posee bastantes indicadores relacionados con las TIC, y pese a sólo ser una aportación con fines académicos, no es ajena a la importancia de la tecnología dentro de las ciudades inteligentes y su aportación encaja perfectamente en esta tendencia exponencial.



Tabla 6: Impacto TIC del sistema propuesto por la consultora Strategos

Global Power City Index

De los 6 sistemas finalistas, es el más pobre en la temática TIC. No es de extrañar dado que su enfoque está basado mayormente en conocer la comodidad del ciudadano, y curiosamente de los 69 indicadores en total que alberga esta metodología, el único con impacto directo es llamado "Preparación para las TIC". Incluso teniendo una denominación tan clara, su evaluación no deja de obtenerse de fuentes subjetivas.

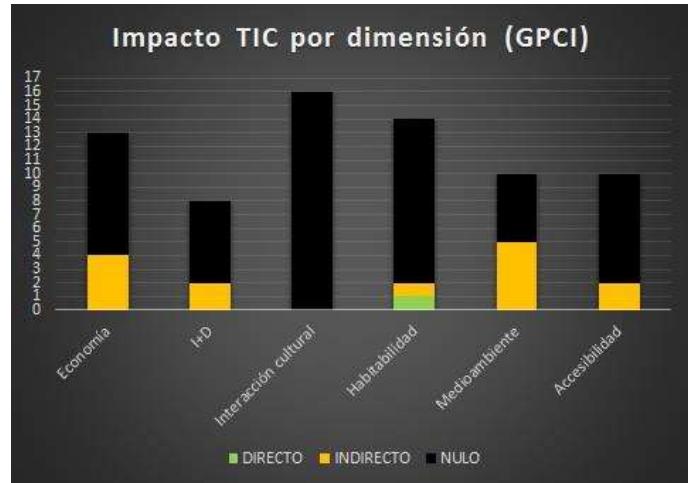


Tabla 7: Impacto TIC del índice GPCI

Para una comparación más clara se muestran a continuación 3 gráficas generales mostrando con porcentajes los indicadores que presentan impacto TIC, en relación al total de indicadores de cada metodología. A su vez, se presenta en cada una de las barras el grado de dependencia de desarrollo, indicando si la responsabilidad recae en el gobierno o en la ciudadanía:

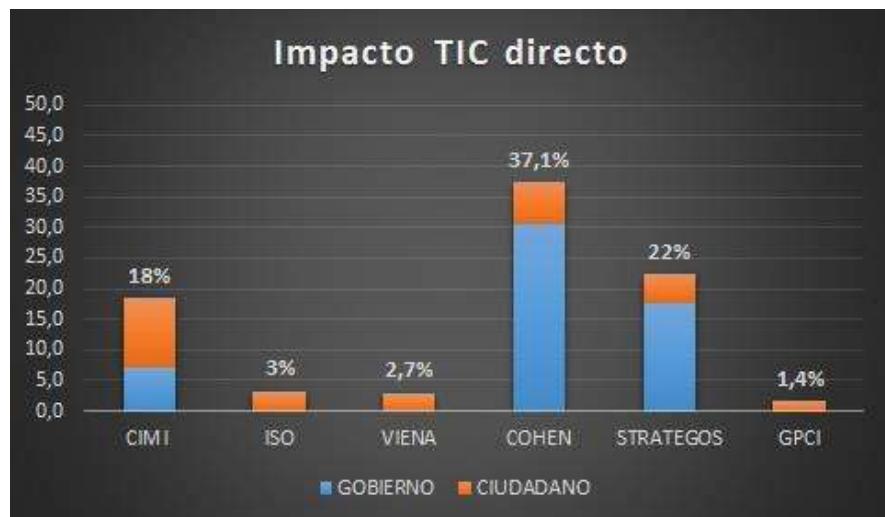


Tabla 8: Cantidad de indicadores con impacto TIC **directo** de cada índice.

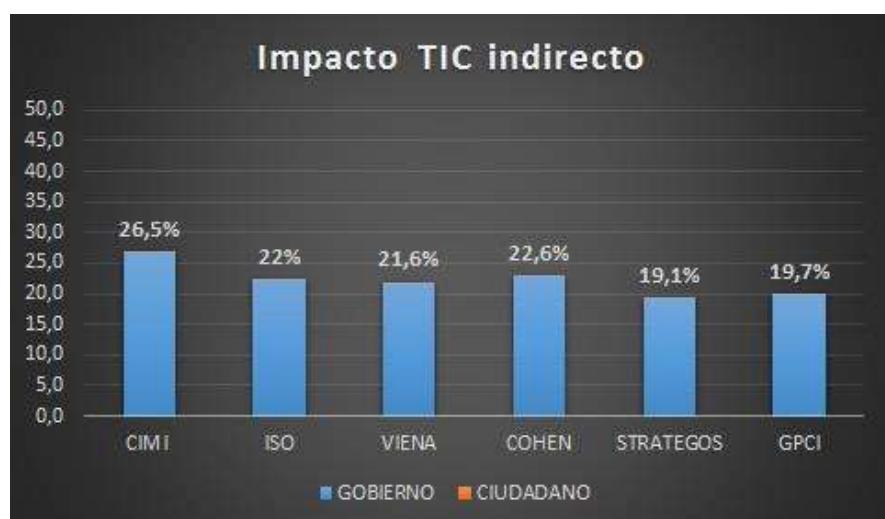


Tabla 9: Cantidad de indicadores con impacto TIC **indirecto** de cada índice.



Tabla 10: Sumatorio de indicadores con impacto TIC en **general** de cada índice.

Se extrae como aportación que **la ciudad más tecnológica NO es necesariamente la más inteligente**. Con cada uno de los resultados de este estudio TIC, queda vigente que incluso los propios sistemas de medición ejemplifican este hecho, dejando claro que no pretenden ser un baremo tecnológico al 100%, y de manera indirecta especifican que la tecnología debe ser un medio, no una finalidad.

Por otro lado, como se puede apreciar en estas tres últimas gráficas, la dependencia del gobierno es mayoritaria por las razones ya descritas líneas atrás. El espacio TIC desarrollado por el ciudadano está relacionado con aspectos más sencillos, como el nivel de conexión a internet, el acceso a trámites digitales, el uso de teléfonos inteligentes o la presencia de tecnología en los hogares. De ahí que el nivel de dependencia sea mucho menor y con impacto TIC directo.

Igualmente no hay que olvidar que las ciudades inteligentes se erigen para la comodidad de sus habitantes, así que aunque el papel que estos juegan en la ecuación smart city no es tan grande como lo es el del gobierno, estos dos actores se complementan mutuamente el uno al otro y no podrían entenderse por separado.

Cap. 3: Pasos previos a la resolución del TFG

3.1 Estudio de planes reales

Ya en el capítulo "El proceso de transformación a smart city" se habló de la necesidad de estudiar el perfil de ciudad y priorizar los planes con más aportación a la etiqueta smart, aunque no todos acabarían sirviendo para ello. Para ello se estudiaron tres casos reales para escenificar dicho apartado y averiguar el grado de utilidad de los 6 índices finalistas de la propuesta final.

Se seleccionaron para el análisis los planes más ligados al concepto smart city, estos son el **plan de gobierno**, la **estrategia de turismo** (smart destination) y el **plan de ciudad inteligente**. Seguidamente un breve resumen de lo más destacable de cada uno de los 3 casos estudiados.

• Madrid

El plan de gobierno de la ciudad (2015-2019) acoge un total de 812 actuaciones, existiendo una serie de ellas encaminadas explícitamente a la mejora de Madrid como smart city. Esto denota el nivel de interés que tiene para el gobierno de la ciudad la temática smart, a sabiendas de la importancia de ejecutar planes para tal fin:

ESTRATEGIA Madrid referente en gestión urbana sostenible e innovadora

ACTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE GOBIERNO / DISTRITO
Mejora del posicionamiento de la ciudad a través del seguimiento de los informes y rankings internacionales de ciudades elaborados por prescriptores externos	<i>Análisis y seguimiento de los índices y rankings internacionales de ciudades, identificando ejes y actuaciones para mejorar el posicionamiento de Madrid y reforzar su imagen internacional</i>	2. COORDINACIÓN GENERAL DE LA ALCALDÍA

ESTRATEGIA Impulso de Madrid como Ciudad Inteligente

ACTUACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE GOBIERNO / DISTRITO
Difusión de las Actividades de Madrid en el Marco de la Ciudad Inteligente	<i>Realización de un catálogo de actuaciones relacionadas con la ciudad inteligente en todas las áreas municipales y difusión de Madrid como ciudad inteligente</i>	2. COORDINACIÓN GENERAL DE LA ALCALDÍA
Participación en las redes nacionales e internacionales de Innovación y de Ciudades Inteligentes	<i>Participación activa e intercambio de buenas prácticas en las redes de ciudades nacionales e internacionales relacionadas con la innovación y con las ciudades inteligentes</i>	2. COORDINACIÓN GENERAL DE LA ALCALDÍA

Figuras 2 y 3: Referencias en el gobierno de Madrid hacia la temática smart

Por otro lado destaca el alcance (por ahora limitado) de su proyecto smart city (**MiNT** – Madrid **I**nteligente). Es un plan enfocado a la mejora de los servicios públicos urbanos (fuentes, zonas verdes, carreteras, alumbrado...) que olvida aspectos tan importantes como la movilidad, el capital humano o la calidad de vida. El proyecto MiNT consiste, en pocas palabras, en la posibilidad de que cualquier ciudadano pueda reportar problemas mediante su teléfono móvil, trasladando la incidencia a la organización encargada del problema en el sector afectado.

• Santa Cruz de Tenerife

De la misma manera que en Madrid, en Santa Cruz de Tenerife también existen referencias externas al plan smart city. Pero esta vez desde el plan estratégico turístico:

Nº 14	Proyecto Santa Cruz SmartCity
Ejes (GOC/Mar/ Aire Libre/Transver)	Transversal
Productos (TCR/ MICE y negocios/ Naturaleza y deportes/ Visitantes)	TCR/MICE y negocios/Naturaleza y deporte/ Visitante
Justificación (desarrollo y características)	<p>Esta acción aboga por adaptar Santa Cruz al concepto de destino inteligente. Esto supone algunas propuesta como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La creación de nuevos servicios y sistemas mejor adaptados para el usuario. • La mejora de la eficiencia. • La incorporación de las energías renovables creando una capital más sostenible • Apostar por la implantación de un sistema WiFi gratuito, así como la expansión en las áreas alejadas del casco urbano. Promover la conectividad digital, particularmente la inalámbrica en diversas zonas de la ciudad. • Diseñar un Proyecto de Conectividad Digital e impulsar los espacios abiertos de cultura y negocio digital. 

App SC Mejora
 - Concejalía de Proyectos Urbanos,
 Infraestructura, Obras y Servicios Públicos -

Esta aplicación para dispositivos móviles permite reportar incidencias o avisos de los espacios públicos municipales, alumbrado, calles, jardines, limpieza, mobiliario, señales u otros desde cualquier lugar de la ciudad. Toda la información es transmitida y procesada en tiempo real, por lo que el ciudadano en todo momento estará informado de lo que acontece en el mantenimiento de su ciudad.

- SCMejora permite que tanto los inspectores municipales como las empresas responsables de la reparación de los servicios estén en contacto directo e inmediato.
- Permite la derivación de las incidencias, la reiteración de las mismas, así como organizar los flujos de trabajo de manera inmediata.
- Está integrada con Google Maps y Street View para comprobar de forma directa las incidencias reportadas y su correcta ubicación.

Figura 4: Referencia en el plan de turismo de SC de Tenerife hacia la temática smart

En el recuadro de la izquierda aparece una de las acciones smart del plan Santa Cruz smartcity, una app que los ciudadanos pueden descargar en sus dispositivos móviles para comunicar el mal estado de algún servicio público. Evidentemente con un enfoque diferente a lo planteado para Madrid (dimensiones y población bien diferentes).

Figura 5: App SC Mejora

- **MEDI y Tenerife Smart Island**

Este tercer caso no corresponde a una ciudad, sino a una isla. Tenerife se encuentra bajo el punto de mira de la transición hacia un nuevo modelo, y ello lo hace enmarcada dentro del **MEDI 2016-2025** (Marco Estratégico de Desarrollo Insular), una estrategia con una fuerte connotación smart que abarca multitud de áreas. Su integración con los sistemas de medición finalistas es mayor incluso que la de Santa Cruz de Tenerife o Madrid, lo que se puede apreciar fácilmente en las gráficas del siguiente apartado.

El MEDI pretende explotar las posibilidades que ofrece la conectividad para las distintas áreas en las que se divide una región smart, apoyando la teoría en la atracción que genera la isla y en las personas como receptoras de esas mejoras. Esto viene a traducirse en actuaciones principalmente destinadas a la movilidad inteligente, la ciudadanía y la e-administración.

3.1.1 Afinidad smart de los planes

Para conocer el grado de aportación de los planes anteriores al calificativo smart de la ciudad, se procedió a enfrentar las distintas actuaciones (cada uno de los proyectos recogidos en los documentos) con todos los KPI de los 6 sistemas finalistas. Explicado de otra manera, se trataba de ejecutar un estudio a muy bajo nivel para averiguar si los proyectos manifestaban algún tipo de relación con los KPI, para finalmente saber cuántos de ellos se verían afectados por la aplicación de dichos proyectos, y extraer así un valor que indicase en qué medida se estaba contribuyendo a que la ciudad fuese más inteligente bajo ese plan en particular.

Se presenta un ejemplo del proyecto MiNT (Madrid) frente al sistema finalista de medición de Boyd Cohen, descubriendo aquellas dimensiones de la ciudad por las que más apuesta el plan:



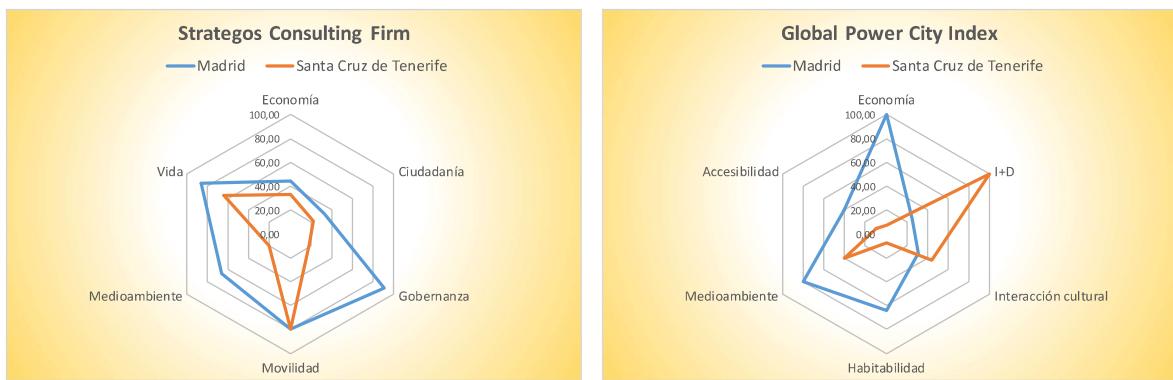
Tabla 11: Afinidad del proyecto MiNT con el sistema propuesto por Boyd Cohen.

El gráfico obtenido muestra que el proyecto de ciudad inteligente de Madrid apuesta en mayor medida (según el sistema propuesto por Boyd Cohen) por una gobernanza inteligente, y olvida por completo sectores como la movilidad o la calidad de vida.

Esta misma metodología se empleó para todos los demás planes (7 en total) cuyos resultados aparecen a continuación representados de la misma manera:

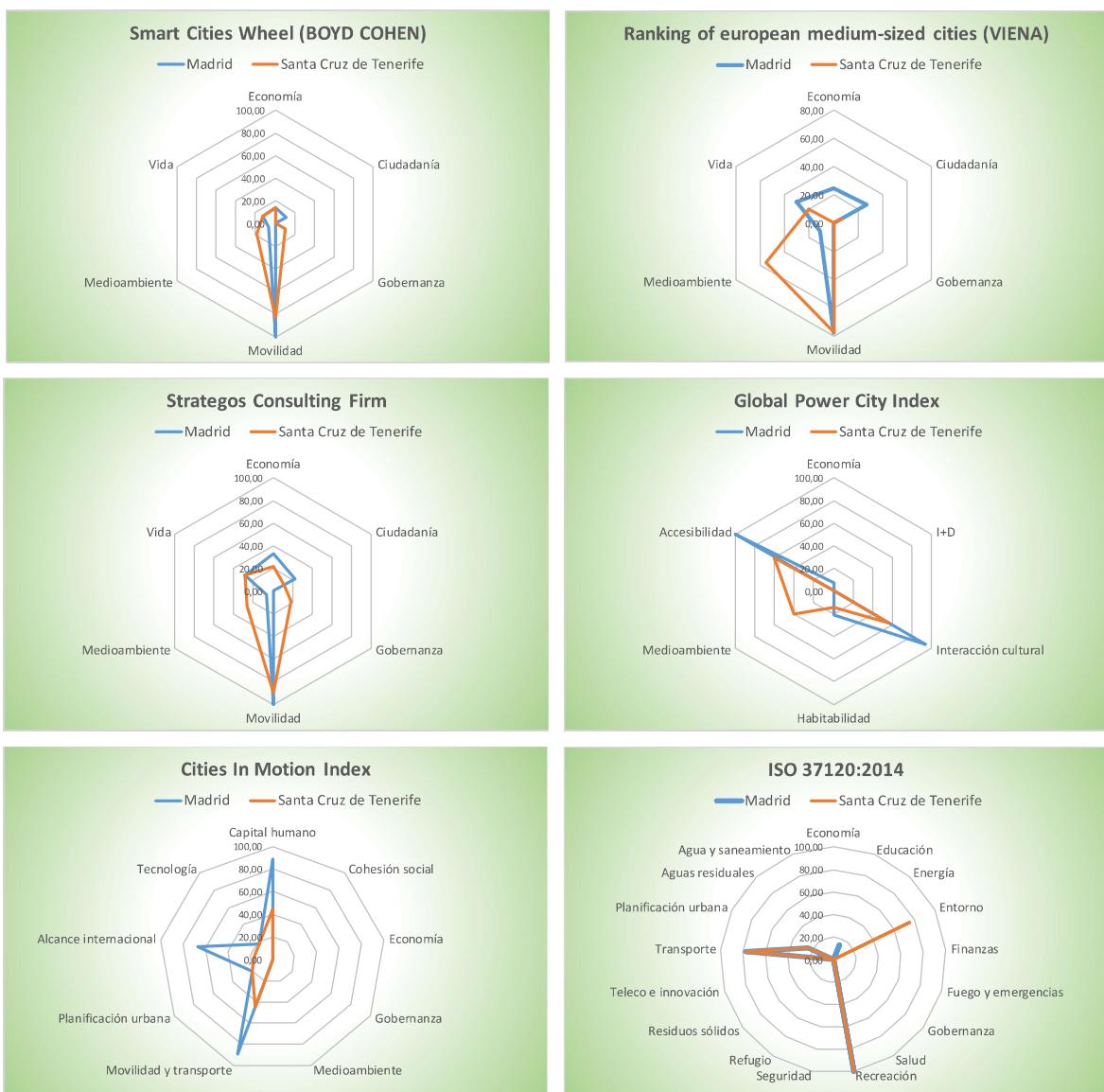
Apuesta de los planes de gobierno





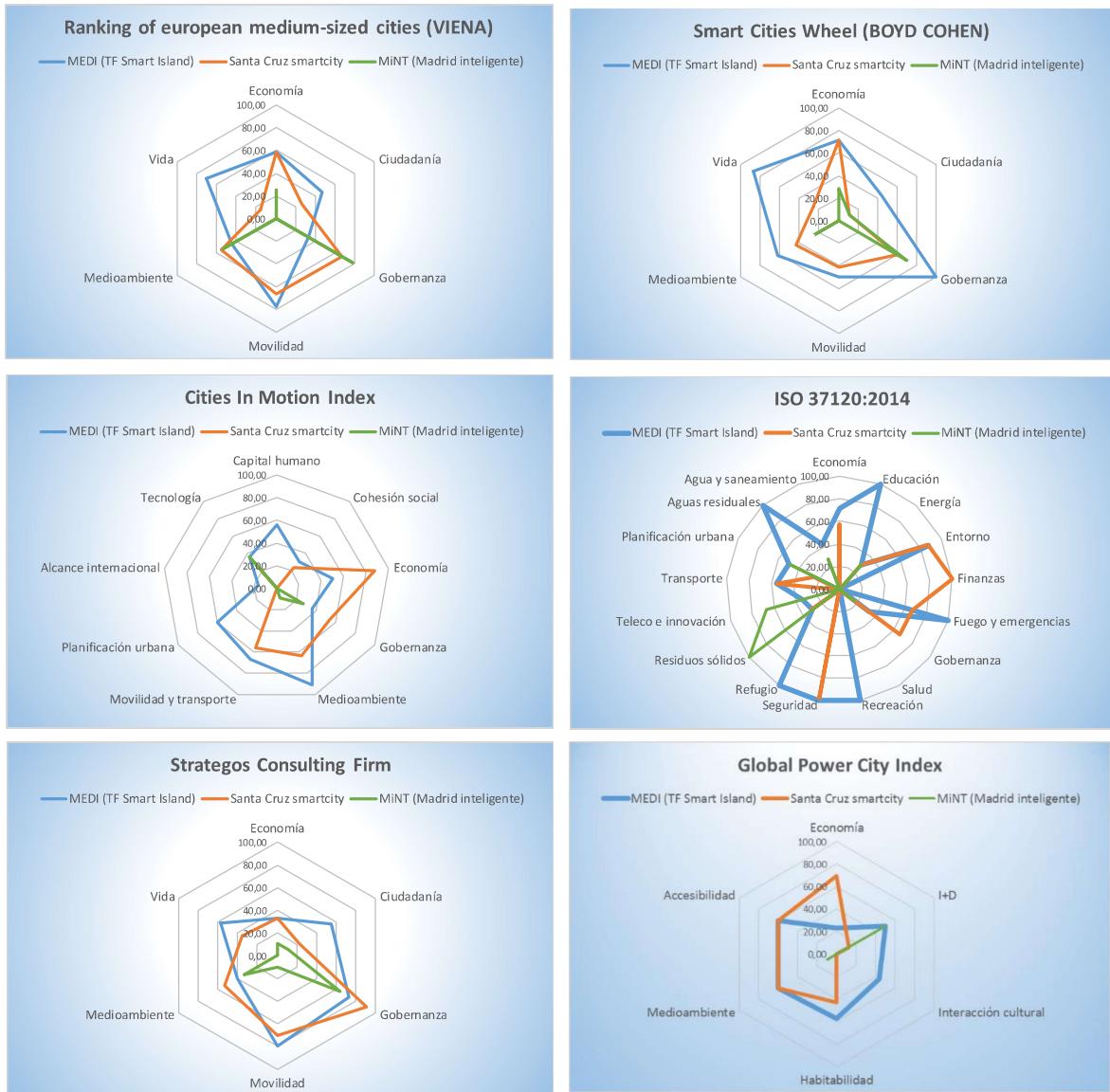
Tablas 12 a 17: Apuesta de los planes de gobierno según los índices finalistas

Apuesta de las estrategias de turismo



Tablas 18 a 23: Apuesta de las estrategias de turismo según los índices finalistas

Apuesta de los planes *smart city*



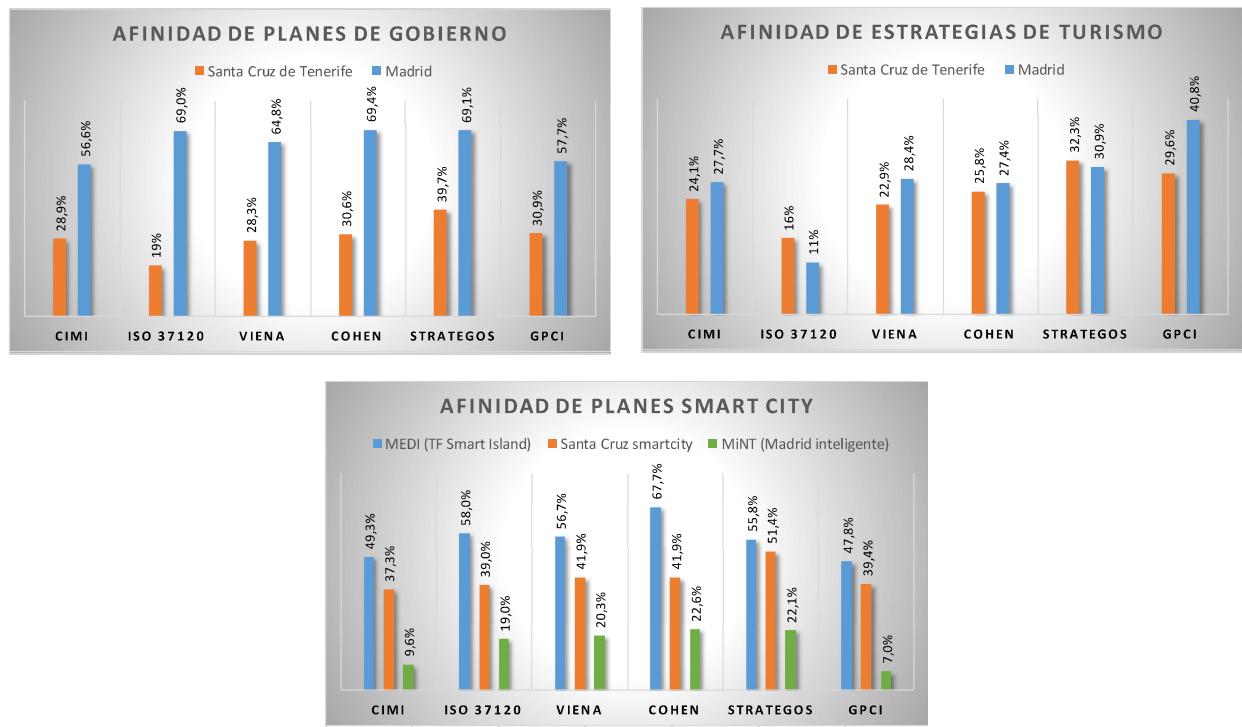
Tablas 24 a 29: Apuesta de los planes *smart city* según los 6 índices finalistas

Las gráficas muestran una realidad que pasa desapercibida en el mundo *smart city*. Se publicitan muchos proyectos como contribuyentes a aumentar la inteligencia de la ciudad, e incluso se aplaude su posterior consecución desconociendo lo que en realidad ocurre. Y es que muchos proyectos, al ser redactados, lo hicieron sin tener en cuenta lo que especifican los pilares de un núcleo *smart*. Y de ahí los resultados, proyectos “inteligentes” con poca repercusión que resultan en ciudades que no balancean correctamente las dimensiones de lo que supone una *smart city*, con un gran desarrollo en unas áreas y muy pobre en otras.

Otra de las conclusiones de interés fue mostrar cómo los resultados finales varían según el sistema de medición utilizado para el enfrentamiento de los datos, lo que añade incertidumbre a las ciudades a la hora de interpretar dichos resultados en caso de haberse sometido al estudio de metodologías distintas. La solución a esta disyuntiva surge desde una fase temprana, en la que hay que fijar el tipo de ciudad inteligente deseada y, en base a ello, acogerse a la medición que mayor nivel de concordancia tenga con el arquetipo de ciudad.

En relación a esto último se presenta seguidamente otro grupo de gráficas más directas que muestran el grado de concordancia en general de los planes con cada uno de los 6 sistemas de medición finalistas.

Afinidad plan-medición



Tablas 30 a 32: Afinidad de los planes con cada uno de los 6 índices finalistas

Según se aprecia en los diagramas, unos planes tienen más concordancia con unas mediciones frente a otras, lo que significa dos cosas:

- a) Los planes, bajo estos sistemas de medición, dejan cabos sueltos en lo que se refiere a cumplir con el calificativo smart, ya que ninguno llega al 100% de afinidad
- b) por otro, significa que el contenido de un plan en particular se vería mejor analizado (con más precisión) con unos sistemas que con otros.

Un caso claro es el plan estratégico turístico de Madrid, que alcanza un valor de afinidad de 40.8% con el GPCI, y de tan sólo un 11% con la norma ISO37120. En este sentido, esta afinidad quiere decir que el planteamiento de dicho plan es más acorde a la filosofía del GPCI, pero aun así seguirían quedando áreas de la ciudad sin estudiar dado ese 59.8% de afinidad restante.

Cap. 4: Propuesta de solución

4.1 Antecedentes al sistema creado

En la actualidad, el panorama internacional de las ciudades inteligentes orienta su principal foco de acción a las grandes metrópolis, dejando en segundo plano a las ciudades pequeñas. Sin embargo, tiene sentido este hecho dado que las urbes de mayor tamaño son las que tienen que lidiar con los retos más grandes debido a la masificación y globalización. De todas maneras, la tendencia smart city cada vez está más extendida, despertando el interés de núcleos urbanos más pequeños, y partiendo de esto último se planteó la idea de realizar un **sistema de medición para entornos menores**.

De los 3 casos del apartado "Estudio de casos reales", dos (Santa Cruz de Tenerife y MEDI) corresponden con un entorno menor, que es lo que interesaba. Santa Cruz de Tenerife es una ciudad pequeña comparada con Madrid, Londres o Moscú, pero no deja de ser una ciudad en sí. Así que finalmente la balanza se inclinó por el MEDI porque, aunque no se relacione con una ciudad, su análisis permite una correspondencia con ese concepto de "entorno menor".

Además, el sistema de medición sería implementado bajo la premisa de ser extrapolable al resto del archipiélago, lo que hacía necesario, entre otras cosas, encontrar puntos en común a todas las islas desde la perspectiva de una interpretación smart, es decir, aspectos relacionados con una temática smart, presentes en todas las islas.

Para ello se analizó la Estrategia de Especialización Inteligente de Canarias 2014-2020 (RIS3 Canarias) y se volvió a estudiar el MEDI, como fuente de información de transformación insular.

Con el re-estudio del MEDI y RIS3 Canarias se obtuvo una base de información bastante completa. Finalmente se procedió a seleccionar aquellos indicadores de los 6 sistemas finalistas que guardasen relación con un entorno insular para conseguir un sistema de medición argumentado. Algunos indicadores han sido añadidos bajo criterio propio de manera justificada, ya que no existían referencias en ninguno de los sistemas finalistas. En la siguiente tabla, son aquellos en cuya fuente figuran las siglas "**TFG**".

4.2 Sistema de medición propuesto

INTELIGENCIA	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO	SÍGNO	FUENTE
Smart Economy	I+D+i y emprendimiento	Porcentaje de PIB destinado a I+D+i Nuevas empresas registradas anualmente Tasa de autoempleo	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+) (+)	Cohen, Viena, GPCI Cohen, Viena Viena, Cohen
	Capital humano	Tasa de empleo Tasa de desempleo general Tasa de desempleo juvenil	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (-) (-)	Strategos, GPCI ISO, CIMI, Viena, Strategos, GPCI ISO
	Productividad	PIB per cápita Tasa de crecimiento del PIB (Crecimiento anual estimado del PIB)	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+)	CIMI, Viena, Cohen, Strategos, GPCI GPCI, CIMI
Smart Government	Transparencia y corrupción	Calidad de la plataforma Open Data Índice de corrupción Índice de transparencia	Cualitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (-) (+)	TFG CIMI TFG
	E-administración	Número de trámites realizados on-line por la población como parte del total de trámites Porcentaje de población que utiliza servicios de la administración electrónica	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+)	Strategos TFG
	Gobierno abierto	Participación ciudadana en la toma de decisiones	Cuantitativo	(+)	Viena
	Infraestructuras	Nivel de cobertura de fibra óptica Cobertura de sensores en alumbrado público, calidad del aire, temperatura y tráfico Reducción del consumo energético en edificios e instalaciones públicas al año	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+) (+)	TFG Strategos, Cohen ISO
Smart People	Formación	Estudiantes que terminan la educación secundaria Población con educación superior Abandono escolar Cantidad de instituciones formativas con entorno docente virtual Habilidad de la población en el uso de las TIC	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo Cualitativo	(+) (+) (-) (+) (+)	ISO, CIMI, Cohen ISO, CIMI, Cohen, Strategos TFG TFG GPCI
	Perfil laboral	Porcentaje de personas con discapacidad en edad laboral con trabajo Población ocupada en industrias creativas y sectores intensivos en conocimiento	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+)	Strategos Viena, Cohen
	Compromiso cívico	Participación electoral Importancia de la política para la población	Cuantitativo Cualitativo	(+) (+)	ISO, Viena, Cohen, Strategos Viena
	Conectividad	Número de hogares con acceso a internet de alta velocidad	Cuantitativo	(+)	ISO, CIMI, Viena, Strategos, Cohen
Smart Living	Seguridad y emergencias	Tiempo medio de respuesta del departamento de policía desde la llamada inicial (en minutos) Tiempo medio de respuesta del departamento de bomberos desde la llamada inicial (en minutos) Tiempo de llegada de ambulancias desde la llamada inicial	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(-) (-) (-)	ISO ISO ISO, Strategos
	Sanidad	Número de camas de hospital por cada 1.000 habitantes Cantidad de especialidades médicas diferentes (médicos especialistas) Población que accede on-line a servicios médicos (receta electrónica e historial clínico)	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+) (+)	ISO, Viena TFG Cohen, Strategos
	Calidad de la vivienda	Hogares que no cumplen los estándares mínimos de habitabilidad	Cuantitativo	(-)	Viena, Cohen
	Exclusión social	Población sin hogar registrado Población viviendo en situación de pobreza Índice de pobreza	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(-) (-) (-)	ISO, Strategos ISO, Strategos Viena
Smart Mobility	Infraestructuras	Carreteras frecuentadas por ciclistas correctamente acondicionadas Kilómetros de carretera exclusivos para el transporte público Calidad de las carreteras	Cuantitativo Cuantitativo Cualitativo	(+) (+) (+)	TFG TFG TFG
	Cobertura del TP	Número anual de viajes de transporte público per cápita Satisfacción de la población con el transporte público Densidad de la red de transporte público (m/km2)	Cuantitativo Cualitativo Cuantitativo	(+) (+) (+)	ISO, Cohen, Strategos Viena Strategos
	Transporte ecológico	Cantidad de vehículos eléctricos o híbridos Porcentaje de transporte público verde	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+)	TFG Viena
	Conveniencia del tráfico	Cantidad de vehículos compartidos (VAO) Índice de congestión vehicular Cantidad de accidentes de tránsito por cada 1.000 habitantes	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (-) (-)	Cohen CIMI ISO, Viena, Strategos, GPCI
	Integración de las TIC	Porcentaje de alumbrado inteligente como parte del total de alumbrado Población que accede a información en tiempo real proveniente del transporte público	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+)	TFG TFG
Smart Environment	Reciclaje y residuos	Cantidad de contenedores de reciclaje por cada 1.000 habitantes Porcentaje de residuos sólidos reciclados Porcentaje de residuos sólidos generados per cápita Importancia del reciclaje para la población	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo Cualitativo	(+) (+) (-) (+)	TFG ISO, Cohen, Strategos, GPCI CIMI, Cohen TFG
	Energía	Porcentaje de energía procedente de fuentes renovables Consumo de energía per cápita (kWh/año)	Cuantitativo Cuantitativo	(+) (-)	ISO, Cohen, Strategos, GPCI ISO, Cohen, Strategos
	Agua potable	Consumo total de agua per cápita (litros/día) Porcentaje de aguas residuales tratadas para su reutilización Calidad del agua suministrada a los hogares	Cuantitativo Cuantitativo Cualitativo	(-) (+) (+)	ISO, Cohen, Strategos ISO CIMI, ISO
	Mar y atmósfera	Cantidad de vertidos residuales al mar Calidad del aire (expresada en base a la presencia de partículas finas)	Cuantitativo Cuantitativo	(-) (+)	TFG ISO, CIMI, Cohen, Viena, Strategos, GPCI
	Planificación urbana	Cobertura de planes de resiliencia climática y actuación ante desastres naturales	Cualitativo	(+)	Strategos, Cohen
Smart Destination	Accesibilidad universal	Número de planos de alto relieve para incidentes Porcentaje de los servicios públicos con facilidades para personas con movilidad reducida Porcentaje de servicios públicos con comunicación por vía auditiva Porcentaje de vías peatonales adecuadas para personas con discapacidad	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+) (+) (+)	Strategos Strategos Strategos Strategos
	Cultura y entretenimiento	Gasto medio per cápita en actividades recreativas y de ocio (residente) Gasto medio per cápita en actividades recreativas y de ocio (visitante) Porcentaje de PIB destinado a la cultura	Cuantitativo Cuantitativo Cuantitativo	(+) (+) (+)	CIMI TFG Cohen
	Internacionalización	Número de eventos y congresos internacionales celebrados (deportivos, científicos, tecnológicos...)	Cuantitativo	(+)	CIMI, Cohen, Strategos, GPCI
	Turismo	Duración media de la estancia turística del visitante Puntos Wi-Fi públicos y gratuitos por cada 10 kilómetros cuadrados Habilidad de la población residente en los lenguajes foráneos Extensión del uso de app's turísticas (información, lugares de interés, feedback del visitante...)	Cuantitativo Cuantitativo Cualitativo Cuantitativo	(+) (+) (+) (+)	TFG Cohen, Strategos Viena TFG

Tabla 33: Sistema de medición creado

4.3 Justificación del sistema

La base de la medición creada ha partido del modelo clásico de ciudad inteligente, ya que es una de las maneras más concisas de dividir el desempeño y detectar las áreas con más o menos desarrollo. Una inteligencia extra ha sido añadida, **Smart Destination**, dada la importancia de Canarias como destino turístico. De esta manera se hace más directa la comparación entre islas en este apartado.

El conjunto de indicadores es un combinado de los presentes en los 6 sistemas finalistas, descartando aquellos que sólo tuvieran sentido a nivel smart city. (En el apartado siguiente se recogen algunos ejemplos de interés). A estos los acompaña una categoría llamada "**signo**", que indica el tipo de aportación a la calificación final obtenida por las islas. Dicho de otra manera, si el signo es positivo, el valor del indicador suma en la calificación final, y si es negativo, resta. Esta diferencia se ha contemplado para motivar a las islas a disminuir los detonantes de los indicadores con signo negativo, y en el caso contrario, favorecer el desarrollo de los indicadores con signo positivo.

Esta puntuación consiste en un **valor entre 0,00 y 100,00** con el objetivo de hacerlo amigable de cara a las personas, y dicho valor resulta del sumatorio del número obtenido por cada indicador. En la propuesta, además de indicadores cuantitativos, existen algunos cualitativos, cuyo valor numérico sería obtenido a partir de una transformación. Según el valor obtenido (nulo, muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto, óptimo) se asignaría un valor numérico para hacer que el indicador pudiese computar en la fórmula final.

Estas mediciones cualitativas se incluyen porque a la hora de evaluar la inteligencia de un núcleo, existe información determinante que a priori no puede ser obtenida a partir de un conteo. Conocer el grado de satisfacción de los habitantes con los servicios públicos que emplea, la importancia que da a determinados aspectos o la calidad de los servicios prestados, es una manera de conocer el grado de desarrollo de las actuaciones públicas que se llevan a cabo, ya que todas ellas se realizan con el ciudadano como objetivo y será este el que finalmente disfrute la consecución de los proyectos.

Otro apunte sobre los indicadores es la **acotación a 1.000 habitantes** cuando fuera necesario. Los indicadores en los que figura esta cifra, en un principio estaban acotados a 100.000 habitantes, número que fue reducido para hacer una medición acorde a la situación estudiada.

En las siguientes líneas se argumentan las categorías de indicadores incluidas en la propuesta:

4.3.1 Smart Economy

- **I+D+i y emprendimiento:** Las ciencias estudiadas en las islas son de lo más variadas (astrofísica, biología, ciencias marinas, tecnología...) por lo que es interesante conocer el grado de apoyo económico que cada isla ofrece a I+D+i. También la facilidad para emprender y la innovación se contemplan como un apoyo al desarrollo económico, por lo que nuevas empresas y autónomos siempre suman.
- **Capital humano:** Canarias es una de las comunidades españolas con mayor nivel de desempleo, así que en este punto, destacarán las islas que mejor hayan conseguido paliar esta realidad.
- **Productividad:** Esta categoría mide el grado de desarrollo económico, así como el potencial de crecimiento anual.

4.3.2 Smart Government

- **Transparencia y corrupción:** Aunque la lucha por una política lícita está más cimentada en leyes a nivel estatal, es conveniente que se lleven a cabo actuaciones paralelas para aumentar las posibilidades de éxito. Además, facilitar el acceso a datos abiertos ayuda a conformar una política más inclusiva.
- **Gobierno abierto:** Una gobernanza inclusiva es uno de los pilares de cualquier entorno smart, por lo que la participación ciudadana cobra aún más importancia.
- **E-administración:** La administración electrónica cada vez está más integrada en la sociedad, así que conocer el grado de uso que los ciudadanos hacen de ella, es un indicativo de lo cómodos que se siente con los distintos sistemas.
- **Infraestructuras:** Agilizar la e-administración y la toma de algunas decisiones puede apoyarse en buenas prácticas relacionadas con conectividad, así que mejorar el acceso a internet y la monitorización es un plus añadido.

4.3.3 Smart People

- **Formación:** Los estudiantes de hoy serán los profesionales de mañana, por lo que el abandono escolar es un asunto muy grave y este subconjunto incita a las islas a paliar dicho problema. También, con la integración de las TIC en el mundo contemporáneo, una población con mayor conocimiento tecnológico será capaz de explotar mejor las posibilidades que se presentan. Esto ha motivado una apuesta por acercar el mundo digital a la enseñanza, motivo del indicador "Cantidad de instituciones formativas con entorno docente virtual".
- **Perfil laboral:** Las oportunidades de trabajo brindadas a los ciudadanos con discapacidad hablan muy bien de la apertura de miras de la población, y de la misma manera, los empleos intensivos en conocimiento lo hacen de la calidad o cualificación de la mano de obra en activo.
- **Compromiso cívico:** La actividad política de la ciudadanía es un reflejo del interés mostrado hacia la legislación, así que las islas que presenten un mayor valor en los indicadores de este conjunto, manifestarán un mayor nivel de responsabilidad cívica.
- **Conectividad:** Disponer de una conexión a internet de banda ancha pronto dejará de ser exclusivo de zonas capitalinas para extenderse a áreas más alejadas. Internet es un espejo del mundo real y poder acceder a él supone una ventana a información instantánea y a una fuente de conocimiento que crece exponencialmente.

4.3.4 Smart Living

- **Seguridad y emergencias:** Entre los factores que afectan a la calidad de vida están sentirse protegido y socorrido en caso necesario. La diversidad orográfica de las islas hace necesario buscar fórmulas para mejorar la respuesta de estos servicios, así que las islas que acierten, destacarán más en este apartado.
- **Calidad de la vivienda:** Una vivienda digna es un derecho fundamental. Con este indicador se pretende contabilizar aquellos hogares que presenten deficiencia en cualquiera de los siguientes puntos: Hacinamiento, agua potable, electricidad, saneamiento o calidad deficiente de los materiales de construcción.
- **Exclusión social:** Este es el principal problema social de las islas, así que este subconjunto pretende que se movilicen para paliarlo.

- **Sanidad:** Un atendimiento médico rápido siempre es bienvenido, y el acceso sin intermediarios a la información personal contenida en el historial clínico debería ser posible para todos los ciudadanos. Por otro lado, la insularidad supone un problema para algunos casos de especialidades médicas que necesiten de un desplazamiento a un territorio distinto al insular, así que se ha añadido una métrica destinada a incrementar la diversidad de médicos especialistas.

4.3.5 Smart Mobility

- **Infraestructuras:** Una de las actuaciones que mejoraría la eficiencia y uso del transporte público es aumentar su fluidez mediante carriles de uso exclusivo, de la misma manera que para la popularidad del ciclismo en las islas, es conveniente asegurar una zona de tránsito segura. La calidad de las carreteras es otro aspecto a evaluar, de cara a evitar accidentes, o disponer de un firme en buenas condiciones.
- **Cobertura del transporte público:** Fomentar y mejorar las redes de transporte público es un pilar de todo núcleo inteligente, así que es obligatorio incluir esta categoría aun tratándose de smart islands, en vez de smart cities.
- **Transporte ecológico:** Se ha añadido este conjunto con el objetivo de promover los medios de transporte de baja o nula contaminación para el respeto del entorno.
- **Conveniencia del tráfico:** El uso de menos vehículos equivale a disminuir el índice de tráfico, el número de accidentes, la polución, y las retenciones kilométricas.
- **Integración de las TIC:** La tecnología en las carreteras puede suponer un ahorro tanto energético como de tiempo, por lo que se han incluido mediciones para la eficiencia del alumbrado y la información en tiempo real del transporte público.

4.3.6 Smart Environment

- **Reciclaje y residuos:** Se trata de un problema a nivel mundial de obligada inclusión en cualquier medición para núcleos inteligentes.
- **Energía:** De la misma manera que el punto anterior, la producción ecológica de energía y la reducción del consumo son aspectos cruciales en cualquier entorno.

- **Agua potable:** Es un bien común imprescindible, así que se han incluido métricas para evaluar su reutilización, la reducción del consumo y la calidad del suministro.
- **Mar y atmósfera:** En el archipiélago existe una fauna muy rica lo que ha motivado unas métricas para incitar a las islas a evitar el vertido descontrolado de residuos al mar. Por otro lado, según ICA (Índice de Calidad del Aire) de Canarias, la atmósfera es muy limpia por el momento, pero ello no quiere decir que haya que dejar de lado su monitorización.
- **Planificación urbana:** El clima se está viendo envuelto en una serie de cambios negativos que están afectando a su comportamiento a nivel global, así que es importante estar preparados para posibles inclemencias futuras, pese a que los desastres naturales sean impropios y el clima local sea estable por el momento.

4.3.7 Smart Destination

- **Accesibilidad universal:** De cara al ciudadano o al visitante con algún tipo de discapacidad, es agradable poder disfrutar del entorno sin barreras arquitectónicas, ni dificultades en la movilidad.
- **Cultura y entretenimiento:** Este subconjunto de métricas tiene como trasfondo la evaluación de la popularidad de los recursos recreativos en base al gasto que efectúan las personas en ellos (Cine, zonas temáticas, teatros, deporte...) También se mide el desarrollo del patrimonio cultural en función de las inversiones realizadas, ya que constituye uno los principales atractivos de las islas.
- **Internacionalización:** Celebrar eventos de renombre significa un gran escaparate para el resto del mundo, y se evalúa en infinidad de mediciones como una posibilidad de interacción cultural con su consiguiente aportación a la economía local.
- **Turismo:** La inclusión de esta categoría mide la extensión de la red wifi gratuita y la popularidad de las app's con fines turísticos, en parte por los altos costes de roaming que suelen existir en las compañías telefónicas. También se evalúa la soltura de los residentes en los lenguajes extranjeros, dado que es una habilidad muy útil en la selección de personal y en el contexto turístico de las islas en general.

4.4 Nivel de abstracción del sistema

Tratándose de un sistema de medición a nivel de ínsula, una de las cosas más importantes a tener en cuenta fue la abstracción del pensamiento “smart city” como tal, para pasar al de “smart island”. El contexto que engloba a la propuesta no es el de una ciudad propiamente dicha, sino el de otra realidad diferente. Ciento es que existen muchas similitudes, y aspectos que pueden ser medidos de igual manera en ambos casos, pero en el insular es más apropiado centrarse en apartados no tan específicos como jardines, parques o universidades. No hay que olvidar que se trata de un sistema extrapolable al resto del archipiélago, así que se miden sólo los aspectos comunes a todas islas.

Los principales ejemplos de categorías o indicadores excluidos son los siguientes:

- **Población con smartphones:** Es una temática bastante recurrente a nivel internacional, que dentro de muy poco dejará de tener sentido dada la inminente integración de estos dispositivos en la vida cotidiana a todos los niveles, así que es más apropiado hablar del uso de internet directamente. Un homólogo de hace unos años es la TDT, cuyo nivel de cobertura en su momento pudo haber sido medido, pero actualmente sería un sinsentido dentro de cualquier sistema de medición.
- **Zonas verdes:** Constituyen un apartado más acorde a una ciudad en sí, por aquello del disfrute de un espacio abierto en una zona repleta de edificios y vehículos. En las islas la superficie edificada es pequeña en comparación con la extensión total, por lo que encontrar áreas despejadas de edificaciones no supone un problema. Podrían medirse aspectos relacionados con los bosques, pero estos no aparecen en las islas más orientales así que no se han incluido métricas a este respecto.
- **Carreteras bici:** De la misma manera que el punto anterior, hablar de carriles bici concuerda mejor con entornos urbanos. Además, la realidad en Canarias en relación al ciclismo invita a abordar esta temática desde una perspectiva más general, por lo que en el sistema implementado se evalúa el nivel de acomodamiento de las carreteras principales para la práctica de este deporte, no el de carriles bici.
- **Esclavitud, paz o terrorismo:** En algunos índices internacionales se miden sendas características, pero el estudio de ellas es más acorde a grandes megalópolis o zonas del planeta susceptibles a grandes conflictos bélicos.

- **Semáforos:** Como las zonas verdes o los carriles bici, tienen más sentido en un entorno urbano, por lo que en el apartado de movilidad de la propuesta, su usabilidad no está evaluada, al contrario que en algunas otras mediciones smart city.
- **Residentes extranjeros:** Esta categoría suele figurar en la dimensión de Smart People, para evaluar la diversidad entre los habitantes. Dada la influencia del turismo en las islas, que supone gran parte del PIB autonómico, la pluralidad social forma parte del propio archipiélago de manera natural, por lo que se ha decidido no incluir métricas a este respecto.
- **Metro, trenes:** Medios de transporte inexistentes en las islas, cuya extensión, puntualidad o eficiencia del servicio se evalúa comúnmente en la mayoría de sistemas de medición actuales. Lo más similar es el servicio de tranvía urbano de Tenerife, pero no es extrapolable al resto del archipiélago.
- **Aeropuertos:** A nivel smart city, suele hablarse de la accesibilidad internacional mediante la cantidad de destinos distintos a los que se puede viajar desde la ciudad. En el caso de las islas menores, esta característica es inapreciable, por lo que no es posible evaluarla en una medición para islas.
- **Número de visitantes:** Aunque es un indicador presente en la mayoría de metodologías internacionales, no resulta ser equitativo en un archipiélago de islas con un historial tan desequilibrado en lo referente a cantidad de turistas. Se ha optado por un indicador ("Duración media de la estancia turística del visitante") más objetivo de cara a obtener una medición que no se decante siempre por las islas mayores.

4.5 Otros resultados obtenidos

De la misma manera que con los 6 sistemas finalistas, también se ha estudiado el impacto TIC y se ha enfrentado a un documento de planes de actuación. En este caso se ha optado nuevamente por el MEDI (Tenerife), ya que fue estudiado anteriormente, pero no enfrentado a un sistema de medición para smart islands.

4.5.1 Impacto TIC

La metodología utilizada para conocer la componente TIC ha sido la misma que se describe en el apartado "Las TIC en ciudades y métricas":

Como se puede apreciar en los diagramas, más del 50% de la medición no involucra ningún tipo de tecnología, ya que la propia naturaleza de esos indicadores no surge de cubrir una necesidad TIC. Esto demuestra que incluso en el paso cero a la hora de crear un sistema de medición, la tecnología es un medio, no una finalidad.

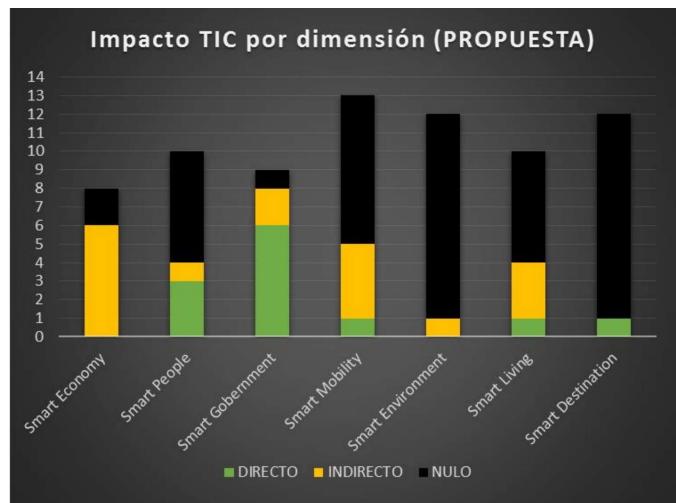


Tabla 34: Impacto TIC del sistema creado (gráfica 1)

A la hora desvelar el grado y dependencia del impacto TIC, los resultados obtenidos eran los esperados. Como en todo entorno smart, el gobierno ejerce la mayor parte del desarrollo y en el ciudadano recaen tareas más cotidianas en relación a la tecnología.

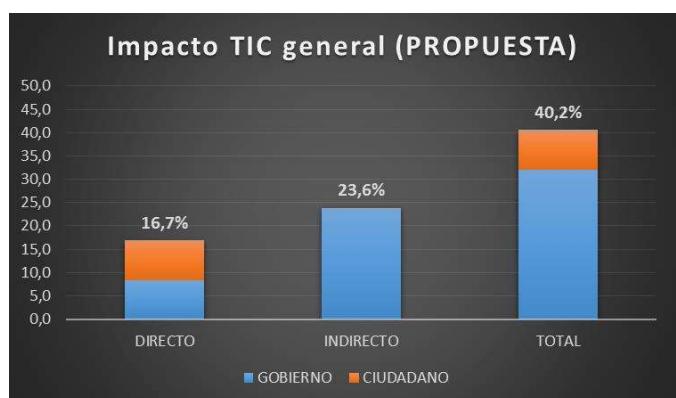


Tabla 35: Impacto TIC del sistema creado (gráfica 2)

4.5.2 Re-estudio del MEDI

Este marco representa un extenso conjunto de actuaciones destinadas a mejorar el desarrollo económico y social de Tenerife. Dentro del mismo se ubica el proyecto "Tenerife Smart Island", aunque el estudio ha involucrado el MEDI al completo, ya que es el modelo base y resulta más potente.

Con la misma metodología del apartado "Apuesta y afinidad de los planes", se ha procedido a averiguar el nivel de relación existente entre este marco de desarrollo y el sistema de medición propuesto. La única diferencia es que, en esta ocasión, al tratarse de una medición a nivel de isla, y al referirse el MEDI también a una isla, el estudio del documento se ha realizado con un mayor grado de minuciosidad, para obtener la relación más precisa posible.

La intención fue descubrir el nivel de correspondencia del MEDI con la temática Smart. Como era de esperar, la afinidad sería alta ya que tanto la propuesta de medición como el MEDI afectan al mismo tipo de territorio:

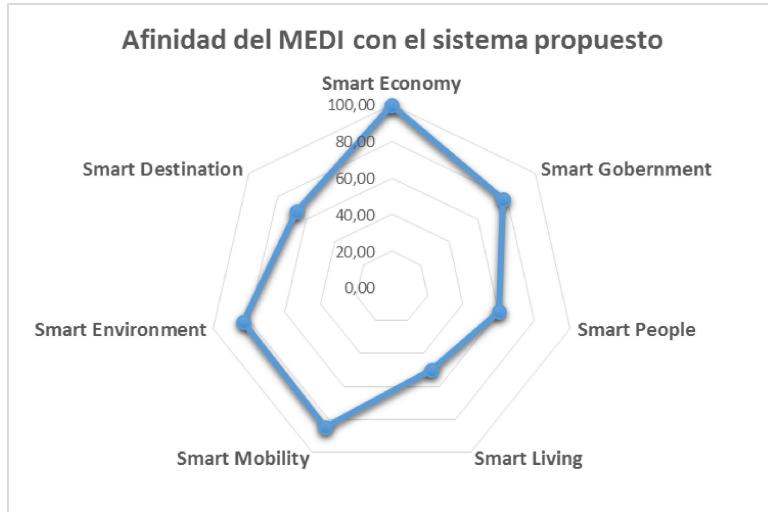


Tabla 36: Afinidad del MEDI con el sistema propuesto

La gráfica resultante de enfrentar los indicadores de la propuesta con las actuaciones del marco, muestra un grado de desarrollo *smart* bastante elevado (alrededor de un 75%) El 25% restante se debe a que, pese a ser un conjunto de programas tan extenso, existen carencias importantes que deberían estar cubiertas desde el punto de vista de un entorno inteligente. Las más importantes que se han detectado son:

- **Salud:** Se trata de un sector comúnmente tratado en la inteligencia “Smart Living”. Una alta calidad de vida se apoya, entre otras cosas, en unas buenas condiciones sanitarias, y en el documento del MEDI no se hace mención alguna a actuaciones relacionadas con ello.
- **Exclusión social:** Aunque en el eje “Acción social” se habla de acondicionar los hogares habitados por personas de escasos recursos, no existen actuaciones destinadas a la pobreza o a ayudar a las personas sin hogar.
- **Formación básica:** Existen programas en el marco que hablan sobre la población con educación superior (FP o universitarios) pero se olvida el grave problema que suponen el fracaso o absentismo escolar tan arraigados en el archipiélago.

4.6 Líneas futuras de trabajo

Tras haber fijado el conjunto de indicadores, los próximos pasos irían destinados a especificar la metodología de cálculo y pesaje de cada uno de ellos, donde sería imprescindible la intervención de personas con experiencia según la naturaleza de cada temática.

No sólo se trataría de escoger las unidades de medida más correctas, además sería conveniente estudiar la posibilidad de adjudicar ponderaciones distintas según el KPI, ya que es posible que algunos tengan más importancia que otros. También habría que normalizar la información requerida por los indicadores, debido a que las fuentes de la información arrojarían datos dispares.

Aquí es cuando entran en juego la estadística y la matemática, ya que finalmente el valor obtenido por cada isla, a modo de calificación, no deja de ser un número decimal entre 0,00 y 100,00. Uno de los casos sencillos de cómputo sería el de aquellos indicadores cuyo valor obtenido pudiese expresarse en base a porcentajes, que podrían ser emparejados con una escala numérica y obtener una equivalencia válida expresada con números.

Igualmente hay otro tipo de indicador en la propuesta no tan sencillo de calcular, en especial aquellos que expresan una cualidad. Aquí intervendrían esas personas con experiencia a las que se hizo referencia anteriormente. Serían las encargadas de fijar umbrales de cumplimiento en cada indicador. La idea es que, una vez obtenido el valor del indicador, una serie de expertos daría su opinión sobre dicho valor en base a cuán bueno o malo es acorde a su criterio propio. Esto finalmente acabaría resultando en una serie de rangos que servirían para dar sentido numérico al valor del indicador y poder computarlo.

En estos indicadores susceptibles de interpretación es donde interviene la **lógica difusa**, utilizada en multitud de campos en la vida real. Sería necesario estudiarla más en profundidad para poder incorporar el resultado de dichos indicadores, ya que su aplicación a los sistemas de medición es inevitable, lo que añade aún más subjetividad al mundo smart city.

Algunos ejemplos de este indicador incluidos en la propuesta son: "Habilidad de la población en el uso de las TIC", "Reducción del consumo energético en edificios e instalaciones públicas al año" o "Cobertura de planes de resiliencia climática y actuación ante desastres naturales"

Por otro lado, al ser la primera versión de esta metodología, se pretende que sea actualizada anualmente, para evolucionar de manera conjunta a los cambios que surjan con el paso del tiempo.

Cap. 5: Conclusiones y bibliografía

5.1 Conclusiones

- La discordancia presente en el panorama smart city es el principal problema dada la posibilidad de prestar a interpretación algunos conceptos. Es importante profundizar para entender, y parece que gracias a ello, con el paso del tiempo el nivel de subjetividad ha ido decreciendo, pero aún no es suficiente para optimizar la toma de decisiones.
- La recolección de datos es una tarea crítica y complicada al mismo tiempo. En muchos casos se trata de crear complejos sistemas de monitorización donde la tecnología es imprescindible, por lo que las ciudades necesitan casi tanta planificación para ello como para convertirse en un entorno inteligente.
- La tecnología es el medio más importante para conocer el entorno y ayudar a las ciudades a crecer ya que facilita la creación de soluciones relativamente rápidas. Aun así, los problemas más grandes (sobre población, contaminación, escasez de recursos, habitabilidad...) siempre necesitarán recursos más elaborados que sensores o app's
- Los entornos menores comienzan a ser partícipes de la etiqueta smart, cuyas ramificaciones se están extendiendo más allá de las grandes ciudades globales. Esto es una muestra de todo lo que se está haciendo por el mundo, donde cada grano de arena supone una importante contribución.
- Es realmente complicado obtener una medición representativa, especialmente cuando se trata de cambiar el contexto de ciudad a una realidad distinta. De ahí la importancia de ser abierto a actualizaciones para avanzar conjuntamente con el cambiante concepto smart city.
- Y la conclusión más importante: En el mundo smart city, queda mucho trabajo por hacer.

5.2 Conclusions

- The present discordance in the smart city scene is the main problem given the possibility of lending several concepts to interpretation. It is important to deepen to understand, and it seems that thanks to that, over time the subjectivity level has been decreasing, although it's still not enough to optimize decision making.
- Data collection is critical and difficult at the same time. In many cases it's about creating complex monitoring systems where technology is essential, and therefore cities need almost as much planning for it, as to become an intelligent environment.
- Technology is the most important means to know the environment and help smart cities grow as it facilitates the creation of relatively rapid solutions. Even so, the biggest problems (overpopulation, pollution, lack of resources, habitability...) will always need more elaborated resources than sensors or app's.
- Minor environments begin to be aware of the "smart label", whose ramifications are increasingly extended beyond the big global cities. This is a sample of everything that is being done for the world, where each grain of sand is an important contribution.
- It is really hard to get a representative measurement, especially when it's about changing the context from city to a different reality. Hence the importance of being open to updates to move forward with the changing concept "smart city".
- And the most important conclusion: In the smart cities world, there's a lot of work to be done.

5.3 Bibliografía

- CPA: City Anatomy, A Framework to support City Governance, Evaluation and Transformation
- ONTSI: Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes
- AENOR: El papel de las normas en las ciudades inteligentes
- Telefónica Fundación: Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles
- IESE: CIMI 2018
- ISO: ISO 37120, Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life
- Vienna University of Technology: Ranking of European medium-sized cities
- Boyd Cohen: The smart cities Wheel
- Strategos Consulting Firm: Methodology for smart cities benchmarking
- The Mori Memorial Foundation: Global Power City Index
- AT Kearney: Global Cities, Leaders in a world of disruptive innovation
- Agència d'ecologia urbana de Barcelona: Sistema de Indicadores y Condicionantes para ciudades grandes y medianas
- Seventh Framework Programme: STEEP Project
- The Economist Intelligence Unit: Green City Index Series
- Comunidad de Madrid, Dirección General de Transparencia y Atención a la Ciudadanía: Plan de Gobierno 2015-2019 y Plan de Turismo 2016-2019
- Organismo Autónomo de Informática del Ayuntamiento de Madrid, IAM: Proyecto MiNT
- Sociedad de Desarrollo Económico de Santa Cruz de Tenerife, S. A. U: Plan director de Turismo de Santa Cruz de Tenerife y Plan Estratégico municipal.
- Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife: Santa Cruz SmartCity
- Cabildo de Tenerife: Marco Estratégico de Desarrollo Insular
- George Christian Lazaroiu, Mariacristina Roscia: Definition methodology for the smart cities model
- Anónimo (documento académico): Lógica difusa en la vida diaria