

# Smart Cities: nuevos focos de innovación para un desarrollo sostenible

José M<sup>a</sup> López Pol, SRG Global, Spain

María del Val Segarra-Oña, Universitat Politècnica de València, Spain

## ABSTRACT

*La población mundial va en aumento, previéndose que, en el año 2050, alrededor del 80% de la población viva en núcleos urbanos. Esta situación obliga a plantear cómo serán las ciudades del mañana y cómo se gestionará la acumulación de población en espacios demográficos reducidos. La línea de investigación sobre el análisis y el desarrollo de las smart cities pretender explicar la tendencia a poblar centros urbanos y a cuestionarse si las ciudades están preparadas para este masivo movimiento demográfico. En este trabajo se realiza una revisión de la literatura, desde la idea general de cómo se construirán las ciudades del mañana hasta cómo se están empezando a construir; cuáles son las tendencias de los espacios urbanos en el siglo XXI y qué herramientas son fundamentales para su sostenibilidad, apostando por la innovación tecnológica, por una formación cualificada del ciudadano, una gestión política, económica y social cercana a la personas, transparente y competitiva, que apueste por una convivencia social y un respeto fundamental para el medioambiente, como análisis de los pilares básicos del concepto Smart City como foco innovador.*

## 1. Introducción

El concepto "Smart City" es novedoso aunque, a día de hoy, puede considerarse confuso y no bien definido. (Caragliu, 2009).

Algunos autores asociaban el término de Smart City directamente con el crecimiento cultural y profesional de una sociedad que vive en un mismo entorno, en este caso una misma ciudad (Shapiro 2006) y, por otro lado, hay autores que lo asocian al impacto de las tecnologías de la información (TIC) y la expansión de su infraestructura (Caragliu, 2009), o que las definen como aquella área, región o ciudad que saca provecho de las oportunidades que ofrece la Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC) en la promoción de la prosperidad (Odeandaal, 2003).

(Inayatullah, 2012), (Ames,1994) sugieren una serie de preguntas a la hora de querer enfocar un proyecto de futuro:

- ¿Cómo hemos llegado hasta aquí? -> Hace referencia al perfil de la comunidad.
- ¿Dónde estamos ahora? -> Análisis de las tendencias.
- ¿A dónde vamos? -> Visión.
- ¿Cómo vamos a llegar? -> Planificación de la acción.
- ¿Lo estamos logrando? -> Monitorización

Estas preguntas, servirán de guión en este trabajo para concretar en una serie de puntos las características que tienen en común las Smart Cities:

En este trabajo se sigue el esquema inicial planteado por el Centro de Ciencia Regional en la Universidad Tecnológica de Viena, en el que se analizan las Smart Cities siguiendo seis ejes o características que definen en su totalidad cómo se comporta y crece una ciudad, y cuáles son sus aspectos más importantes, su tendencia, campo de aplicación y oportunidades desde el punto de vista de la innovación y desarrollo:

1. Smart Economy
2. Smart Governance
3. Smart Mobility
4. Smart People
5. Smart Living
6. Smart Environment.

. Siguiendo a Caragliu (2009), *Una ciudad es inteligente cuando se realizan con correctas inversiones de capital humano, infraestructuras de transporte y tecnologías de información, a través de un crecimiento económico sostenible y alta calidad de vida, con una gestión racional de los recursos naturales y un gobierno cercano y participativo*. Por otra parte, la definición de "smart city" según (Odendaal, 2003)incide en su estrecha relación con la economía basada en el **conocimiento: el uso de la investigación y las nuevas tecnologías para explorar nuevas fronteras en la ciencia, la industria y el comercio y estos dos esquemas fundamentales son los que se siguen en este trabajo, cuyo objetivo es profundizar en las definiciones y características del concepto novedoso de Smart city y destacar su potencia como elemento innovador a nivel macro.**

En la primera parte de este trabajo se introducen las ideas principales y las definiciones para, a continuación, profundizar en cada uno de los aspectos que conforman el constructo y relacionarlo también con las acciones de política pública que le afectan. En el apartado de conclusiones se sintetiza la información obtenida y se detallan las líneas de investigación que están por cubrir y que serán objeto de estudio posterior”.

## **2.- El concepto de Smart city en la literatura académica.**

De acuerdo a los trabajos realizados hasta ahora, las principales características que presentan las Smart cities se relacionan con la utilización de infraestructuras asociadas a redes para mejorar la eficiencia económica y política y permitir que el desarrollo social, cultural y urbano", donde la infraestructura término indica los servicios de negocio, vivienda, ocio y estilo de vida, y las TIC y la atracción de nuevos modelos de negocio y potenciación de la economía del lugar.

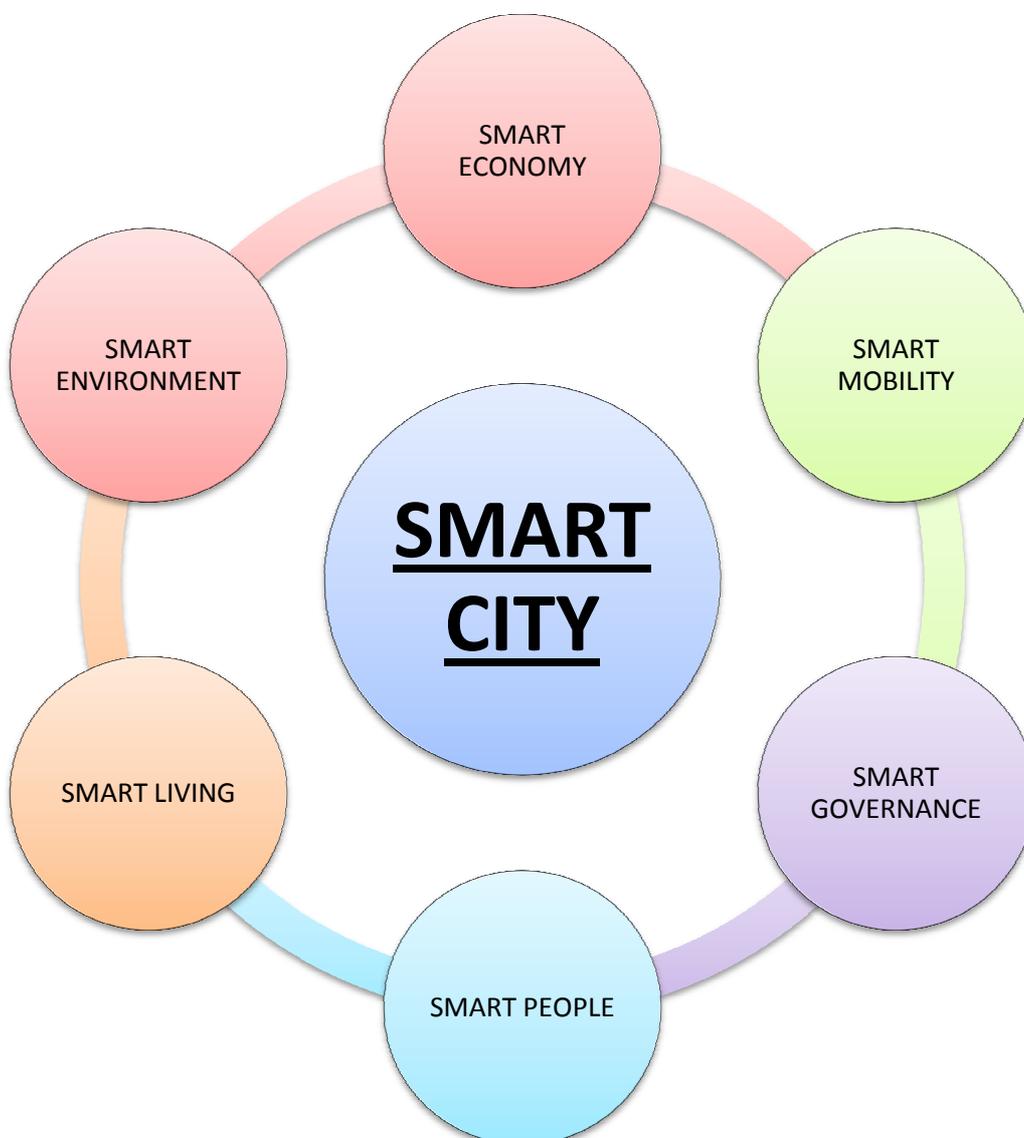
Por otra parte, destaca un fuerte enfoque en el objetivo de lograr la inclusión social de los residentes urbanos en diversos servicios públicos. Esto lleva a los investigadores y los responsables políticos a prestar atención a la cuestión crucial del crecimiento urbano equitativo.

Una de las preguntas que surgen hace referencia al análisis del beneficio de un impulso tecnológico a su tejido urbano por parte de las diferentes clases sociales , así como a la importancia de las industrias tecnológicas y la creatividad en el crecimiento urbano, haciendo hincapié en que *los proyectos creativos son cada vez más importantes y las empresas ahora se orientan para atraer a la creatividad* (Florida, 2002). Nijkamp añade que, en el papel de las culturas creativas en las ciudades, el capital creativo determina, fomenta y refuerza las tendencias de la migración calificada. Aunque la presencia de una fuerza de trabajo creativa y calificada no garantiza la evolución urbana, en un uso intensivo de conocimientos, y cada vez más, la economía globalizada, estos factores determinarán cada vez más el éxito de las ciudades. (Nijkamp, 2008).

Una ciudad inteligente será una ciudad cuya comunidad ha aprendido a aprender, adaptarse e innovar (Coe et al, 2001), de lo que se deduce la necesidad de adaptación por parte de la población, que tiene que ser capaz de utilizar la tecnología con el fin de beneficiarse de ella.

Es vital destacar y profundizar en la importancia de crear un desarrollo social y sostenible en las Smart Cities, en un mundo donde los recursos son escasos, y donde las ciudades cada vez más basan su desarrollo y riqueza en el turismo y en sus recursos naturales, su explotación debe garantizar el uso seguro y renovable del patrimonio natural. (Caragliu, 2009). Con este objetivo, se analizan, a continuación cada uno de los aspectos que la conforman (ver figura 1), que han sido previamente identificados en la teoría.

**Fig.1. Los seis ejes de una Smart City**



**Fuente: Elaboración propia a partir de "Ranking of European médium-size cities"**

### 3. Smart Economy.

Entendemos como economía inteligente, la competitividad que puede ofrecer una ciudad en su crecimiento y desarrollo sostenible. De acuerdo con el estudio desarrollado de Universidad Tecnológica de Viena sobre Smart Cities, hablar de competitividad y desarrollo económico, hablamos de:

- Espíritu innovador
- Espíritu empresarial
- Imagen económica y desarrollo de marcas
- Productividad
- Flexibilidad al mercado laboral
- Inserción Internacional
- Capacidad de adaptación al cambio.

El crecimiento económico de un sistema viene directamente relacionado con el producto interior bruto (PIB) que genera un área o zona, que a su vez, está directamente enlazado con el consumo o demanda energética.

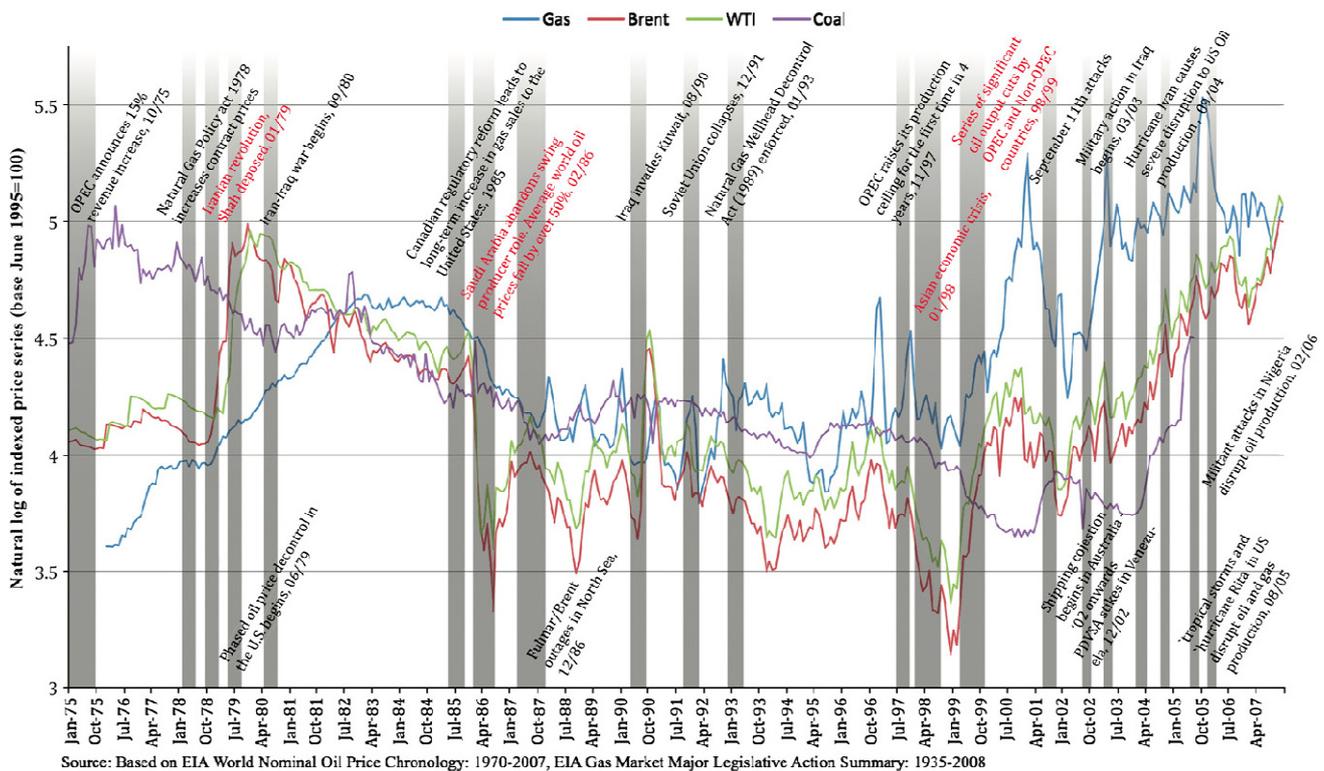
Como comenta Barry D. Salomon (Salomon et al, 2011), la mayor transición energética que ha vivido la civilización durante su historia, fue a principios del siglo XVIII, donde la madera, principal fuente energética, fue sustituida por el carbón (combustibles fósiles), después de casi dos siglos. Hay varios factores que pueden estimular la transición de depender de una fuente energética a otra. Él lista cinco ideas a destacar:

- La oferta del recurso energético se encuentre en escasez
- El coste de la fuente energética aumenta mientras la alternativa se reduce o es considerablemente más barata.
- El efecto contaminante de un recurso energético puede abrir la puerta a una nueva energía alternativa
- Un progreso tecnológico o una nueva tendencia innovadora fuerza una nueva oportunidad a recursos energéticos no tan demandados
- Mejora en eficiencia y en la actividad económica.

A finales del siglo XX y principios del siglo XXI, la civilización sufre un nuevo *in-pass* entre dos nuevas fuentes energéticas enfrentadas, las fósiles y las renovables fundamentalmente, sin dejar de lado la energía nuclear.

Ante la escasez, encarecimiento e inestabilidad de los precios a nivel mundial del petróleo, que tambalea la economía de países no productores de crudo (Goshgary, 2010), y de la problemática del cambio climático debido a los gases invernadero (GHG, *greenhouses gas*), la tendencia de los países a abrir las puertas a nuevas fuentes energéticas es casi obligada. (Henriques, 2010).

**Fig. 2: Cronología del precio del crudo y sus principales hitos**



**Fuente: (EIA 1970-2007)**

En cambio, según un informe de la Agencia Internacional de la Energía (EIA, 2010), se producirá un incremento del 36% de la demanda energética mundial, entre el 2008 y el 2035, pasando de 12.300 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) a más de 16.700 millones Mtep, siendo el petróleo, carbón y gas la fuente primaria más demandada. El crecimiento acelerado de mercados emergentes como China e India es una de las causas fundamentales de este hecho.

La inversión que se tiene que realizar sobre este tipo de energías emergentes, complementarias a las fósiles, han de ser de tal manera que los precios en el mercado energético sean competitivos. La ayuda financiera de los gobiernos sobre los países es de vital importancia para apoyar un desarrollo económico sostenible y

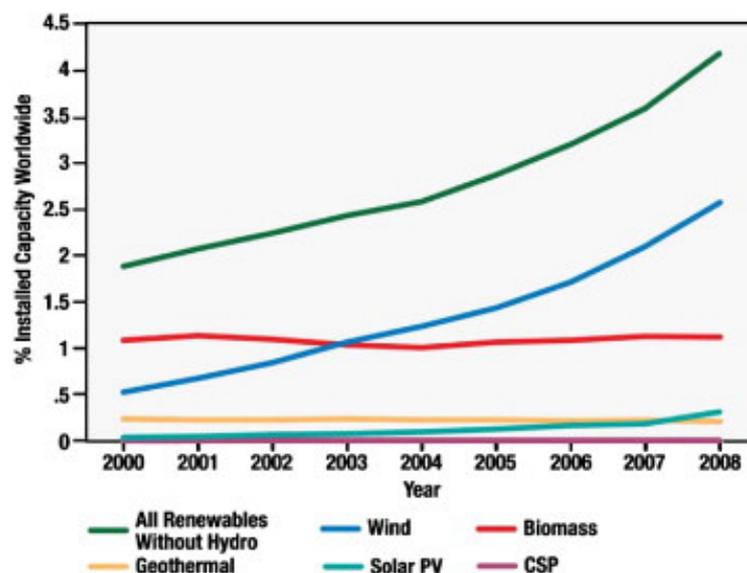
no dependiente de una fuente limitada. (Iskin et al, 2012). Las energías renovables son consideradas como parte de la oferta total del mercado energético y existe una tendencia mundial a que cada vez, ocupe más cuota de mercado (Glover et al, 1996).

Los factores económicos a tener en cuenta para determinar si una inversión energética es rentable, vendrían dadas por (Iskin et al, 2012):

- Costes de producción
- Impuestos locales, regionales o gubernamentales
- Coste de inversión de la zona
- Amortización de la inversión
- Coste de oportunidad de inversión
- Inflación
- Distribución y costes de trasmisión de la energía
- Subvenciones

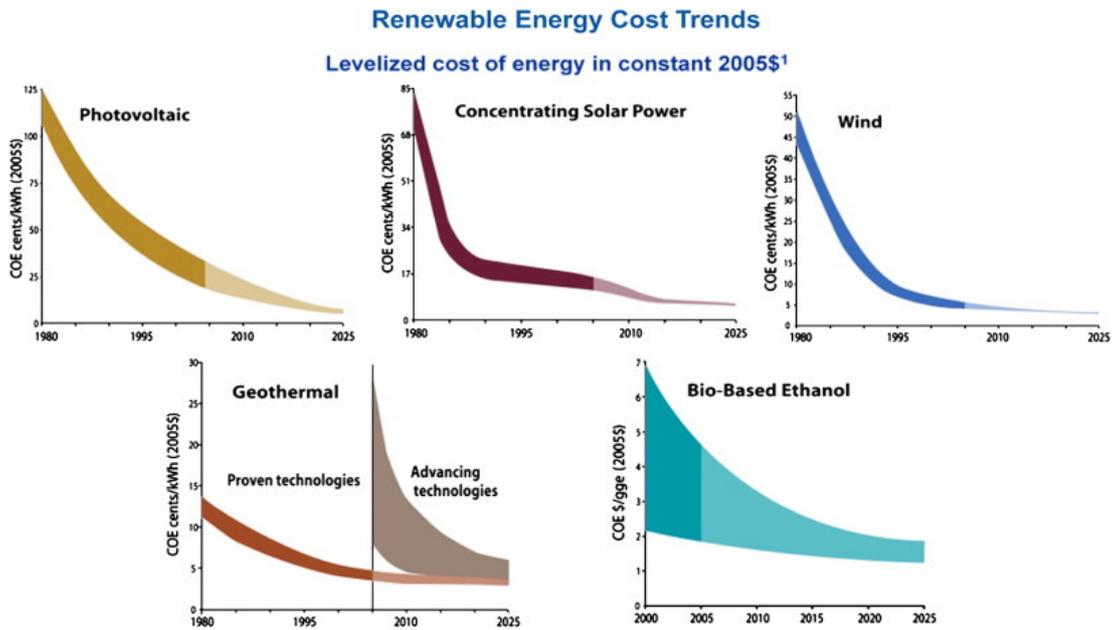
A parte de los factores económicos que se listan, se tienen en cuenta otros a la hora de analizar las inversiones energéticas como, factores técnicos, políticos, medioambientales, técnicos y controversias (Iskin, 2012). Estos serán desarrollos en siguientes apartados.

**Fig.3. Porcentaje de energías renovables instaladas.**



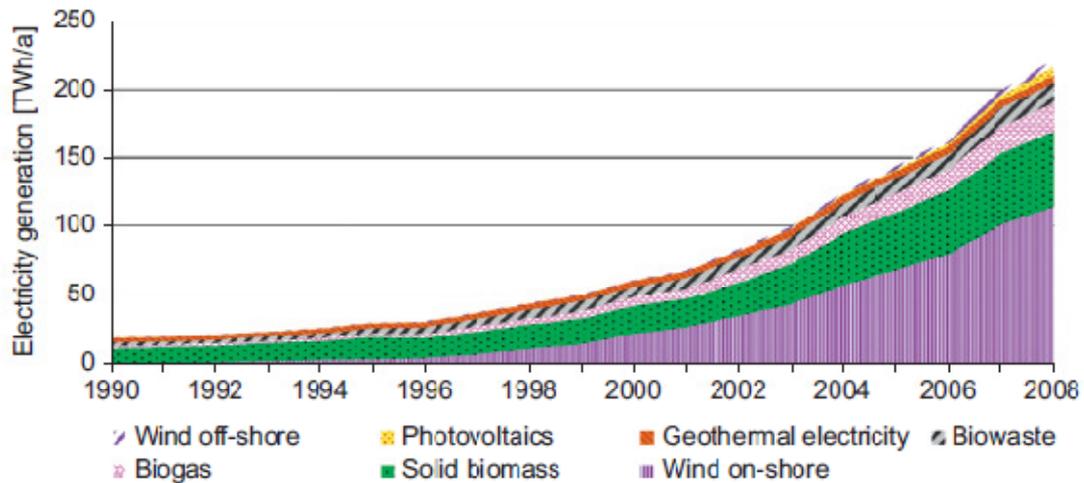
Fuente: DOE (2009b).

Fig. 4. Tendencia de los costes de inversión en energías renovables



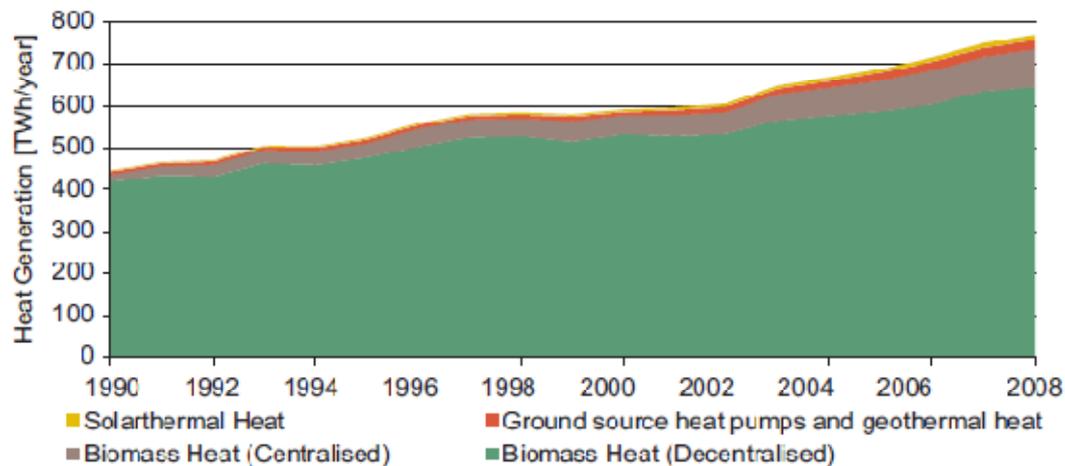
Fuente: DOE (2009b).

Fig.5. Desarrollo de nuevas RES-E en la Eurozona (27).



Fuente: Eurostat 2010.a

**Fig.6. Generación de Calor RES-E en la Eurozona (27).**



**Fuente: Eurostat 2010.a**

#### **4. Smart Governance**

Se define gobierno inteligente como un gobierno a la cabeza de una región o Smart City, como aquél que, desde el punto de vista del ciudadano, lo considera cercano a él, previsible y transparente en la toma de decisiones, y que cuenta con él para ello. También, dicho gobierno tiene que abogar por aplicar políticas sociales y medioambientales, y hacer uso de la tecnología para conseguir una interconexión más directa con entre gobierno y ciudadano.

En definitiva, una buena gestión política se puede definir como aquella que comprende los procesos y estructuras que las relaciones políticas y socio-económicas, con especial referencia al "compromiso con los valores democráticos, las normas y prácticas, servicios de confianza y de negocios justos y honestos". (Okot-Uma)

#### **E-governance**

Cuando Internet entró en uso común en la década de 1990, la práctica del gobierno pasó a la utilización de la web para proporcionar información y servicios a los ciudadanos y las empresas, así como los esfuerzos para reducir la brecha digital. En el ámbito de la gestión, la atención hacia los métodos para elegir y medir el valor de las inversiones en TIC, así como establecimiento de un gobierno en toda la estructuras de gestión de las TIC y estandarizadas infraestructuras técnicas es mayor conforme pasan los años. (Dawes 2009)

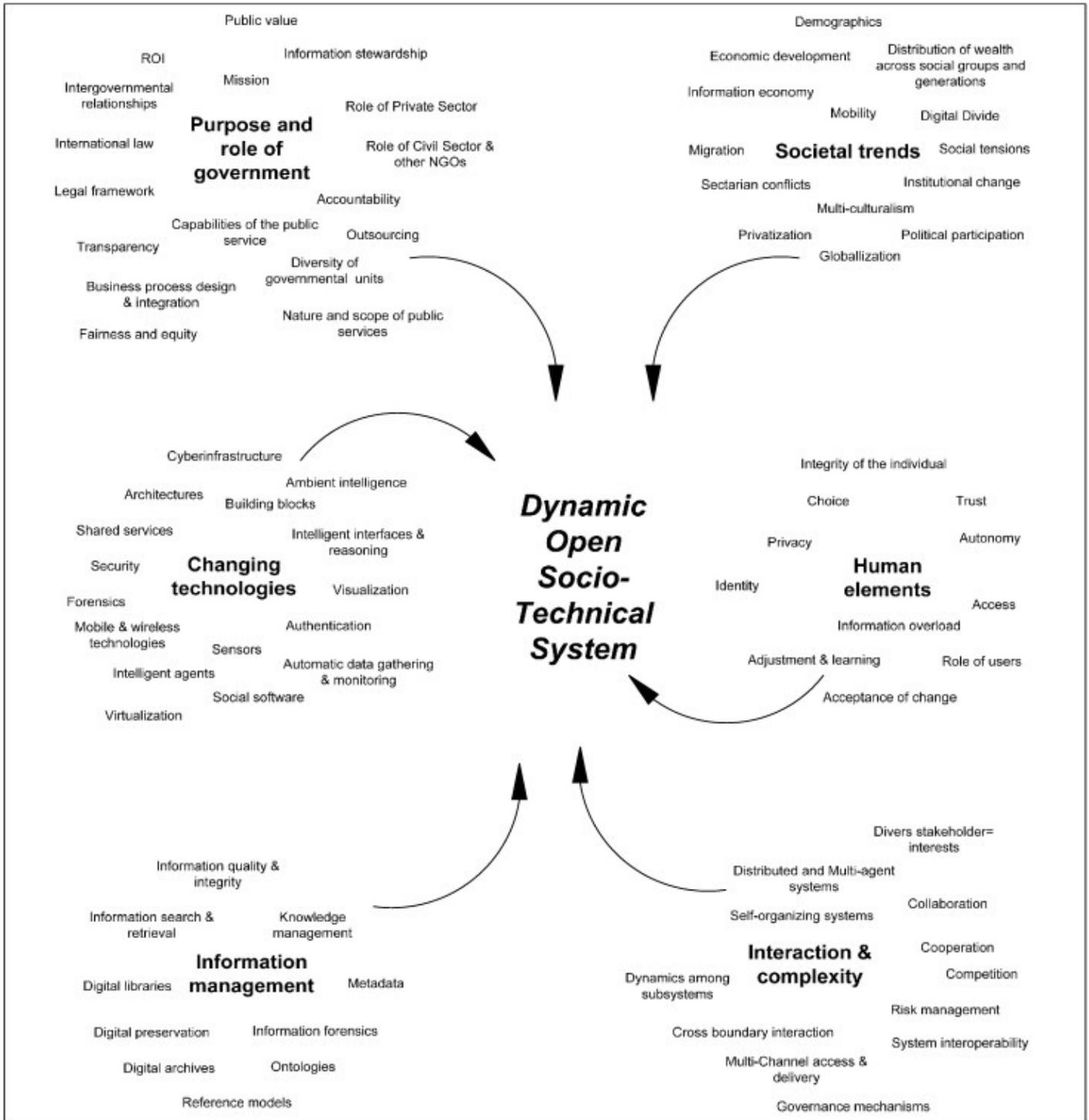
Además, Diego D. Navarra (Navarra et al, 2008), aborda la idea de apostar por una gestión de las tecnologías de la información, no sólo regional o estatal, si no a nivel mundial, derribando las barreras que lo impiden y creando mayor efectividad a nivel mundial, y por lo tanto, a nivel regional. Las características fundamentales de los programas mundiales de las TIC serían:

- Creación de nuevos modos en red y distribuidos de la organización a través de la tecnología que opera en el área de gobierno, desarrollo de políticas, regulación, infraestructuras... a menudo en una escala que va más allá de un solo país.
- La aplicación normas y directrices para construir y operar estos sistemas, a menudo identificados con el objetivo general de promover una mejora en la gobernanza, el aprovechamiento del mercado y el poder de la educación y la información.
- La presencia de un conjunto común de los actores institucionales y técnicos que operan a través de múltiples niveles de contextos y dominios, la creación de sinergias y que se movilizan y desarrollar sus recursos de conocimientos técnicos y de gestión.

Volviendo al marco regional de una Smart City, los campos en los que puede actuar un gobierno asociado a las tecnologías de información (TIC), E-governance, para la buena gestión y práctica de sus actos son infinitos. El propósito es crear un sistema socio-tecnológico dinámico para la civilización. Dawes, los agrupa en seis subgrupos, que son:

- Propósito y la función de gobierno,
- Tendencias sociales,
- Cambios en las tecnologías,
- Gestión de la información,
- Elementos humanos,
- la interacción y la complejidad.

Fig.7. E-governance representado como un sistema socio dinámicos



Fuente: (Dawes et al.2009)

## **Políticas Energéticas y de Desarrollo. Incentivar la sostenibilidad y la innovación**

Tal como se ha comentado en el apartado anterior sobre economías inteligentes y economías energéticas, la necesidad de que las políticas energéticas sigan el mismo camino y apuesten por un cambio y tendencia hacia lo renovable y sostenible, es clave para que la máquina de una ciudad inteligente se adapte al cambio y transición de nuevos modelos energéticos y medioambientales.

El marco Europeo, es un claro ejemplo y espejo de las políticas que habría que adoptar con el fin de crear núcleos urbanos sostenibles, siguiendo las directrices de lo que se entiende por una ciudad inteligente.

### **Políticas energéticas**

La Unión Europea ha de responder a verdaderos retos energéticos, tanto en lo que se refiere a la sostenibilidad y a las emisiones de gases de efecto invernadero, como a la seguridad del suministro y a la dependencia respecto de sus importancias, sin olvidar la competitividad y la plena realización del mercado interior de la energía.

Definir una política europea de la energía resulta la respuesta más eficaz a esos retos, que constituyen un denominador común para el conjunto de los Estados miembros.

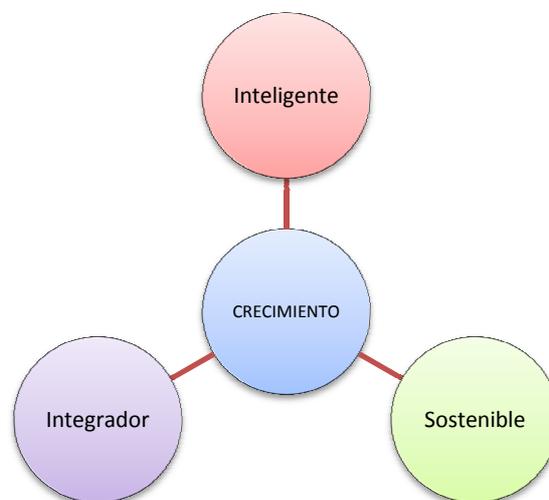
La UE se propone provocar una nueva revolución industrial y crear una economía de alta eficiencia energética y baja emisión de CO<sub>2</sub>. Para ello ha definido varios grandes objetivos energéticos:

- limitar el consumo de energía en Europa;
- establecer un mercado paneuropeo integrado de la energía;
- sensibilizar a los consumidores y maximizar la seguridad y la protección;
- ampliar el papel preponderante que desempeña Europa en el desarrollo tecnológico y la innovación en materia energética;
- reforzar la dimensión exterior del mercado energético de la UE.

### **Políticas de crecimiento económico**

En efecto, la Unión Europea (UE) se enfrenta actualmente a un período de transformación, derivado principalmente de la globalización, del cambio climático y del envejecimiento de la población. Además, la crisis financiera de 2008 puso en duda los avances sociales y económicos realizados por los Estados miembros. De este modo, la recuperación económica iniciada en 2010 debe ir acompañada de una serie de reformas, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible de la UE durante la próxima década, a la vez que:

- **Inteligente**, a través del desarrollo de los conocimientos y de la innovación;
- **sostenible**, basado en una economía más verde, más eficaz en la gestión de los recursos y más competitiva;
- **integrador**, orientado a reforzar el empleo, la cohesión social y territorial, como se ha reflejado en la figura 8.



**Fig.8. fuente: Elaboración Propia**

Los objetivos que se quieren lograr, antes del 2020, son:

- alcanzar una tasa de empleo del 75 % para la población de entre 20 y 64 años;
- invertir un 3 % del Producto Interior Bruto (PIB) en la investigación y el desarrollo;

- reducir en un 20 % las emisiones de carbono (y, si las condiciones lo permiten, en un 30 %), aumentar en un 20 % tanto las energías renovables como la eficacia energética;
- reducir la tasa de abandono escolar a menos del 10 % y aumentar hasta el 40 % la tasa de titulados de la enseñanza superior;
- reducir en 20 millones el número de personas que viven por debajo del umbral de la pobreza.

### **Políticas que incentivan el desarrollo y la innovación.**

Las principales razones de la acción europea en el ámbito de la investigación y la innovación son la aplicación de una política común, una mejor coordinación de las actividades, la utilización de las aplicaciones de la investigación al servicio de otras políticas, así como la promoción del papel de las ciencias en las sociedades modernas.

En este sentido, entre los objetivos que deben alcanzarse en 2020, debe invertirse el 3 % del Producto Interior Bruto de la UE en materia de investigación y desarrollo. Para ello, se ha de trabajar en las siguientes directrices:

- Desarrollo de conocimientos y capacidades: Deben modernizarse los sistemas de educación y de formación.
- Promover empresas innovadoras: deben gozar de mejor acceso a los mercados y a la financiación.
- Favorecer la creatividad: iniciativas conjuntas de investigación y la transferencia de tecnologías entre los Estados miembros
- Aumentar la cohesión territorial y social: financiar los sistemas nacionales de innovación, las estrategias de especialización inteligente, los proyectos transnacionales y de innovación social.
- Crear acuerdos para la innovación: un nuevo planteamiento basado en la asociación de los actores regionales, nacionales y europeos implicados en toda la cadena de desarrollo e innovación.
- Aumentar el efecto de la cooperación exterior: La UE debe convertirse en un lugar atractivo para los universitarios, los investigadores y los ciudadanos de terceros países altamente cualificados. Además, la política europea de

relaciones exteriores debe favorecer la cooperación científica y las estrategias internacionales de investigación.

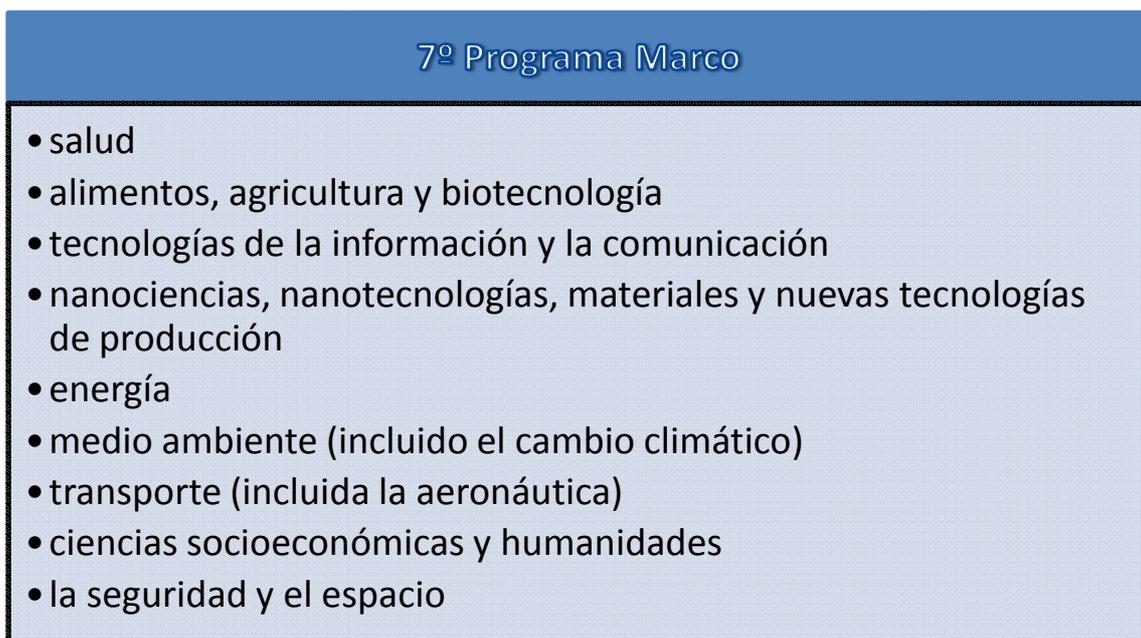
### **El Séptimo Programa Marco**

El séptimo programa marco constituye, al igual que sus predecesores, el principal instrumento de la Unión Europea a tal fin.

El Séptimo Programa Marco de investigación, que abarca el período 2007-2013, ofrece a la UE la ocasión de poner su política de investigación a la altura de sus ambiciones económicas y sociales mediante la consolidación del Espacio Europeo de la Investigación. Para alcanzar este objetivo, la Comisión desea aumentar el presupuesto anual de la UE en materia de investigación y, de este modo, atraer más inversiones nacionales y privadas. Durante su aplicación, el Séptimo Programa marco también debe responder a las necesidades, en términos de investigación y conocimiento, de la industria y de forma más general de las políticas europeas. El Programa se articula alrededor de cuatro programas principales y se ha simplificado en gran parte para ser más accesible a los investigadores y más eficaz.

Pretende construir y consolidar un liderazgo europeo en ámbitos clave de la investigación. Incluye nueve campos temáticos, autónomos en su gestión pero complementarios en su aplicación:

**Fig.9: campos temáticos aplicación.**



**Fuente: elaboración propia**

## 5. Smart Mobility

De acuerdo con el informe europeo sobre Smart Cities, se entiende que una movilidad inteligente en ciudades como:

- Accesibilidad Local
- Accesibilidad nacional e internacional
- Relación entre movilidad-TIC (Tecnologías de Información)
- Sistemas de transporte sostenibles, seguros e innovadores

William R. Black (Black, 2000), comenta de que la idea de dar una definición correcta sobre transporte sostenible genera controversias y desacuerdos, ya que, según él, sería la capacidad de satisfacer las necesidades de transporte actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer estas necesidades.

Por otro lado, Martin Wistler (Wistler, 2008), añade que los sistemas de transporte realizan las funciones vitales para la sociedad, pero en su estado actual no puede ser considerado sistemas sostenibles. Preocupaciones particulares en este sentido incluyen el cambio climático, las emisiones locales de aire, el ruido, la congestión y los accidentes.

**Tabla 1. Consumos de energía y emisión de gases invernadero en la zona EURO-27.**

| EU27 | Total energy consumption in transport (mtoe) |      |      | GHG emissions from transport activities (mtCO <sub>2</sub> e) |      |      | Travel by car (m pass km) |      |      | All passenger travel (m pass km) |      |      |
|------|--|------|------|---|------|------|---------------------------|------|------|----------------------------------|------|------|
|      | 1990   | 2000 | 2005 | 1990  | 2000 | 2005 | 1990                      | 2000 | 2005 | 1990                             | 2000 | 2005 |
|      | 93   | 113  | 121  | 93  | 113  | 123  | 88                        | 111  | 117  | 90                               | 111  | 118  |

Notes: 1. Total energy - all modes, including rail, road, air and inland navigation. 2. Aggregate emissions of Kyoto basket of 6 GHG weighted by their global warming potentials. 3. All passenger transport includes car, bus, metro and rail, but not internal air, sea and powered two wheelers.

**Fuente: EC (2006)**

El transporte genera una gran fuente de beneficios a día de hoy, el interés cultural por viajar y vivir en un mundo más globalizado, hace que las ciudades y países estén mejor interconectados. Existe una verdadera internacionalización de eventos de ocio y oportunidades culturales que consiguen que la civilización se mueva, aumentando la riqueza. La educación, los medios de comunicación y tecnologías de información son los grandes promotores de este movimiento. Por el contrario a este optimismo

y movimiento social, al vivir en la generación de los recursos fósiles como materia prima, esto provoca daños irreversibles al clima debido a las emisiones de carbono.

El transporte es el sector donde esta reducción en el consumo de energía y las emisiones está demostrando ser extraordinariamente difícil de lograr. En zonas urbanas, hay ejemplos en la reducción de la energía del transporte, principalmente a través de la gestión de la oferta y demanda de servicios. Medidas blandas para potenciar la reducción del coche utilitario como vehículo de transporte. (Banister, 2011).

- Tarifas de precios para aparcamiento, controles de acceso, peajes urbanos...
- Inversión en transporte público, que se entiende como un servicio de transporte de pasajeros a lo largo de un itinerario previamente fijado y la frecuencia a cambio de una tarifa.(Costa et al. 2012)
- Prioridad para ciclistas y peatones
- Concienciación de energías alternativas como coche eléctrico, motores de hidrógeno...

Por consiguiente, El papel del transporte en las zonas urbanas se ha convertido en una parte cada vez más importante de la vida de la ciudad. El crecimiento económico y un estilo de vida moderna hacen de habitantes viajan con más frecuencia y para distancias más largas. En consecuencia, la presión para el transporte eficiente y sostenible de las ciudades lleva a invertir en nueva tecnología de transporte y gestión de tráfico urbano. El perfil de una ciudad moderna es de gran importancia para su competitividad en el contexto nacional e internacional. (Thynell et al, 2010).

De esta manera, las directrices que han de tomar los procesos innovadores, inversiones y políticas, son en esforzarse y preocuparse por las lacras que a día de hoy genera el transporte, no sólo a nivel urbano sino también internacional. El área de innovación y desarrollo, aún queda mucho camino por recorrer (Hull, 2008).

- Mejoras en sobre el cambio climático (emisión de gases invernadero)
- Contaminación del aire
- Contaminación acústica
- Accidentalidad
- Tráfico, congestión,

- Impacto ambiental, deterioro del medioambiente debido a infraestructuras (Wietschel et al.2008)

No hay que olvidar, que el transporte y la construcción de vehículos es un industrial que genera millones de puestos de trabajo, contribuyendo entre un 4% y un 6.5% de tasa en Estados Unidos y Europa, y un 10.6% de la productividad en 2002. Aproximadamente el 40% de estas cifras son atribuible a la producción de vehículos, lo que indica que la presión hacia los vehículos de combustible más eficientes o incluso de propulsión alternativa y hacia más servicios de logística eficientes aumentará aún más la importancia del sector (Schade et al., 2006).

**Tabla 2. Objetivos y herramientas para un desarrollo sostenible**

| Sustainability        | Instruments                                      |   |  |   |   |
|-----------------------|--|---|--|---|---|
| Goals                 | Investment                                       | TDM   | Pricing  | Regulation  | R&D   |
| Financial viability   | --<br>New investment and maintenance obligations | ++<br>More efficient use of existing infrastructures  | ++<br>Revenues, better use of existing capacity            | 0   | 0   |
| Congestion mitigation | +<br>Effective, problem of induced traffic       | ++<br>Access/speed control, mobility management       | ++<br>T time-variant charges                               | 0   | +<br>Telematics, information and TDM systems            |
| Safety                | +<br>Safer roads; problem of induced traffic     | +<br>Smoother traffic flows                           | +<br>Risk-dependent insurance premiums                     | ++<br>Weight and speed limits, social standards                     | +<br>Driver assistance systems, tyres and pavements     |
| Noise reduction       | +<br>Noise walls, bypass routes                  | --<br>Possibly traffic deviation to secondary routes  | --<br>Possibly traffic deviation to secondary routes       | ++<br>Local/temporal riving bans                                    | +<br>Quiet engines, tyres and pavements                 |
| Air quality           | --<br>More fluent traffic but induced demand     | +<br>Better driving conditions, less fuel consumption | ++<br>Tolls, tax by emissions, tax reduction for bio fuels | ++<br>Exhaust emission standards; fuel composition                  | ++<br>Fuels and propulsion systems, filter technology   |
| Climate protection    | --<br>More fluent traffic/ induced demand        | +<br>Better driving conditions, less fuel consumption | +<br>Fuel tax, circulation tax by fuel consumption,        | 0<br>Emission trading, max. average fleet emissions by manufacturer | ++<br>Fuels, propulsion systems, fuel-efficient engines |
| Nature conservation   | --<br>Disruption of habitats, ground ceiling     | 0   | 0  | +<br>Compensation measures, access control                          | 0   |

Fuente: clauss doll 2008

## 6. Smart People

Las ciudades sostenibles necesitan sustentarse sobre un capital humano válido y cualificado para acompañar correctamente en su evolución y crecimiento sostenible.

John W. Winters (Winters, 2011), y Jesse M. Shapiro (Shapiro, 2003), defienden la idea, mediante estudios y análisis empíricos que las personas se mudan o mueven a Smart Cities, con el fin de obtener una mejor cualificación profesional. Una de las cualidades que ofrecen este tipo de ciudades es la posibilidad de formarse en centros universitarios. Este efecto, genera además, que una vez que las personas

están formadas y preparadas para el ámbito laboral, en vez de volver a su lugar o ciudad de origen, se estabilizan allá donde han estudiado, ya que las oportunidades al mercado laboral son más atractivas. Esto genera una retroalimentación al sistema que potencia la calidad de vida de la ciudad, haciéndola más competitiva y sostenible.

Winters añade la idea en su estudio que este fenómeno es más cuantificable o fácil de analizar cuando nos referimos a ciudad de tamaño pequeño-mediano, y concluye que *"la evidencia también sugiere que las ciudades inteligentes están creciendo principalmente mediante la obtención de los jóvenes que siguen una enseñanza de otras áreas dentro del mismo estado y no de las áreas fuera del estado. El crecimiento de las ciudades inteligentes, por lo tanto, en gran parte consiste en una fuga de cerebros dentro del estado de las áreas sin oportunidades de educación superior a las áreas con la educación superior oportunidades."*

El informe Europeo sobre Smart Cities añade, que los ciudadanos han de adquirir ciertas características además de un competente grado de cualificación:

- Formación Continua
- Pluralidad étnica y social (convivencia)
- Flexibilidad
- Creatividad
- Sociedad Cosmopolita (Open mindness)
- Participación e integración en la vida pública

## **7. Smart Living**

Desde el punto de vista del Informe Europeo, se refiere principalmente a la calidad de vida que nos puede ofrecer la ciudad donde vivimos, abarcando campos desde lo que sería aspectos culturales, hasta aspectos de seguridad y salud.

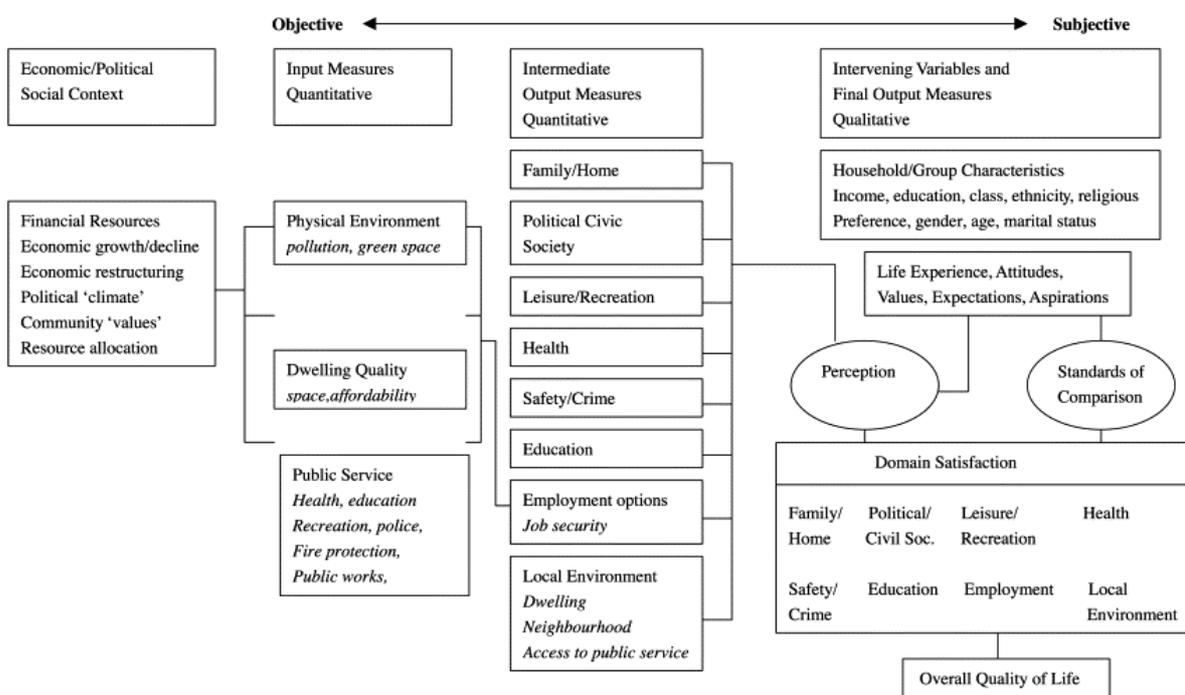
Robert J. Rogerson (Rogerson, 2008), realiza un informe englobando diferentes atributos que diferentes investigadores consideran fundamentales, a lo largo del tiempo, para poder identificar en qué se basa el nivel de calidad de vida que puede llegar a ofrecer un lugar o ciudad.

La calidad de vida de una ciudad es en definitiva aquello que el ciudadano percibe o que le trasmite directamente el entorno en donde se encuentra. Como hemos visto

en la tabla anterior, son numerosos los atributos que se tienen en cuenta a la hora de analizar este aspecto de las ciudades inteligentes.

Por otro lado, Bryan H. Hassam (Hassam, 2002), en su informe sobre la búsqueda de definiciones significativas y las formas de medir y describir la calidad de vida de una ciudad, plasma un cuadro sobre los diferentes atributos y como cada uno de ellos pueden ser considerados objetivos o subjetivos a ojos del ciudadano.

**Fig.10. Marco teórico de la calidad de vida en ámbitos urbanos.**



**Fuente: Murdie et al.(1992)**

En definitiva, los campos de innovación y desarrollo dentro de una ciudad inteligente son muy amplios y variados, en lo que se refiere a mejorar la calidad de vida ciudadana.

## 8. Smart Environment

Finalmente, una vez analizados el potencial económico, social y político que ha de tener una ciudad inteligente como tal, habría que tener en cuenta, como último punto, el capital medioambiental.

Nos referimos a capital medioambiental como la cantidad y calidad de recursos naturales que tiene una región o ciudad y la capacidad de ésta para gestionarlos correctamente. (Rotmans et al.2000).Un ecosistema como un bosque es un hábitat para muchas especies, además de que regenera el entorno, como los suelos, agua, aire... Desde el punto de vista económico, ninguno de estos bienes se puede comprar o vender, pero genera un enorme valor a la sociedad. Mientras que un área metropolitana por lo general tiene indicadores económicos y sociales fácilmente alcanzables (por ejemplo, la producción y el valor de los bienes y servicios, el empleo, los niveles de educación, ingresos, niveles de pobreza, el crimen), la medición del capital natural se encuentra en una etapa relativamente temprana. El capital natural es fundamental para la sostenibilidad de una ciudad.

**Tabla 3. Capital natural y los ejemplos de los bienes y servicios proporcionados**

| Ecosystem natural capital      | Ecosystem goods and services  |
|--------------------------------|---|
| Forests                        | Carbon storage and sequestration, soil formation, waste treatment, biological control, cultural, air quality, stormwater control, recreation, raw material (timber), habitat, genetic resources |
| Grasslands and rangelands      | Carbon storage and sequestration, water regulation, erosion control, soil formation, waste treatment, pollination, biological control, food production  |
| Wetlands                       | Disturbance regulation, water supply and treatment, food production, recreation, cultural, habitat/refuge, total ecosystem  |
| Lakes, rivers, riparian zones  | Water supply, waste treatment, food production, recreation, total ecosystem   |
| Croplands                      | Food production, habitat/refuge, scenic   |
| Undeveloped lands, urban parks | Recreation, scenic, aesthetics and cultural   |

**Fuente: Oleweiler (2004)**

## 9. Análisis

El *Informe Brundtland* ofrece la noción más popular de la sostenibilidad (desarrollo sostenible). “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987).

Koichiro Mori (Mori et al, 2012), desarrolla y habla sobre las diferentes teorías en la definición de desarrollo ecológico sostenible, argumentando que su definición da lugar a múltiples interpretaciones (Tanguay et al., 2010). Sus defensores se diferencian en su énfasis en lo que va a ser sostenido, lo que se va a desarrollar, cómo enlazar medioambiente y desarrollo, y por cuánto tiempo (Parris et al, 2003).

El desarrollo económico sostenible, desde el punto de vista ecológico, se define como la dinámica en el desarrollo económico de actividades, las actitudes de la población humana para mantener un nivel de vida aceptable para todos los seres

humanos y para garantizar la disponibilidad de recursos naturales, ecosistemas y sistemas de soporte vital en el largo plazo (Van den Bergh et al, 1991).

La sostenibilidad es un proceso en el ámbito socio-ecológicos donde se encuentran incluidos los vínculos ecológicos, sociales y las dimensiones económicas, y no implica un desafío ecológico en las escalas temporales y espaciales que afectarán negativamente los sistemas ecológicos y los sistemas sociales (Berkes et al, 1998).

La sostenibilidad medioambiental en las ciudades lucha principalmente contra el efecto de las aglomeraciones en pequeños espacios, la generación de contaminación y degradación del medioambiente y estrés. Existe una relación directa entre el aumento o aglomeración de las ciudades de personas y el descenso de factores medioambientales (Bithas et al, 2006).

La evaluación de aspectos ambientales, tenemos que considerar la dependencia de una ciudad en otras áreas más allá de sus fronteras. En la ciudad se concentra el desarrollo económico y al mismo tiempo depende de otras áreas para el suministro de recursos y alimentos, disposición de residuos, emisión de contaminantes, uso indirecto de servicios de los ecosistemas, y así sucesivamente. Las ciudades son sistemas abiertos que tienen impacto sobre todas las otras áreas y en la tierra como un todo (Munda, 2006). Las ciudades son diferentes de los países y regiones ya que este último incluye muchas áreas no urbanas. Las ciudades no pueden de actuar de forma independiente. Las ciudades son inherentemente insostenibles debido a su dependencia de la existencia de recursos de importadores, muchos de ellos no renovables, y la exportación de residuos, algunos de ellos no asimilables en el punto de vista ecológico (Camagni et al., 1998).

De acuerdo con el informe Europeo, una ciudad será más eficiente en sus sostenibilidad si se aplican medidas correctas en cuanto a la gestión de residuos urbanos y políticas de protección medioambiental.

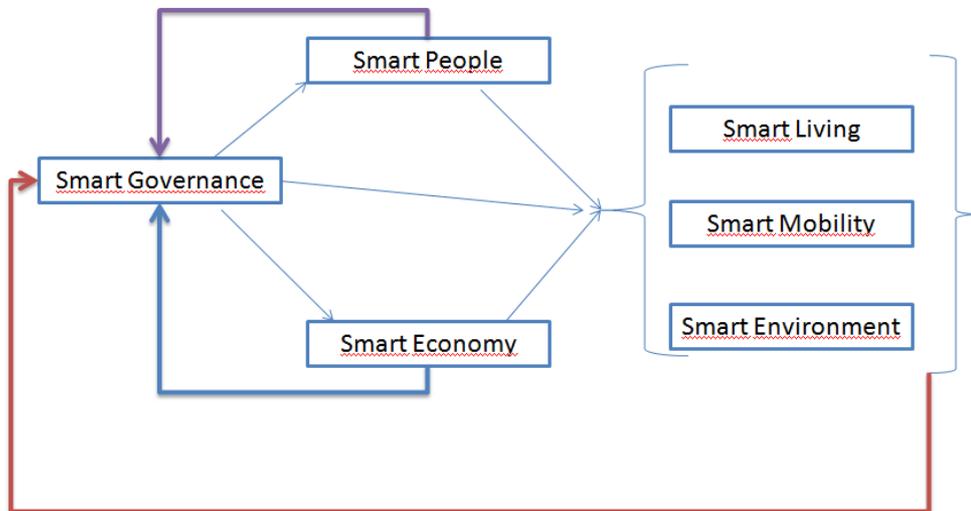
**Tabla 4: Correlación directa entre los diferentes pilares dónde se sustenta una Smart City (focos innovación y desarrollo)**

|                | S. Economy | S. Governance   | S. Mobility   | S. People  | S. Living   | S. Environment  |
|----------------|------------|---|---|--|---|---|
| S. Economy     |            | * reducción del mix energético en fósiles<br>* atracción de capital y empresas<br>* Smart Grids | * coche eléctrico   | * Formación y empleo   | * Conciliación vida social-laboral.<br>*  | * Turismo: atractivo medioambiental y cultural                            |
| S. Governance  |            |   | * transportes públicos sostenibles<br>* infraestructuras para coche eléctrico | *E- governance<br>* Becas de estudio e investigación<br>* inversión de universidades y escuelas<br>* participación ciudadana | * Políticas Sociales<br>* Integración personas 3º edad o discapacidad<br>* Reducción umbral de la pobreza<br>* hospital y salud | * tasas por contaminación (KYOTO)   |
| S. Mobility    |            |   |   | * Sistemas integración personas reducidas<br>* Barreras arquitectónicas<br>* aplicaciones TIC para medios transp. Público    | * Variedad de medios de transporte  | * Bicicleta como medio transporte   |
| S. People      |            |   |   |  | * integración social<br>* vida saludable, acceso a actividades deportivas   | * Respeto al medio ambiente.<br>* Gestión de residuos<br>* Ahorro energía |
| S. Living      |            |   |   |  |   | * Entorno medioambiental: parques, jardines...                            |
| S. Environment |            |   |   |  |   |   |

**Fuente: elaboración propia**

La relación sinérgica entre los diferentes ejes que hemos analizado y como son de necesarios para las diferentes áreas de innovación, desde el campo energético, la movilidad, hasta otras áreas que mejoran la calidad de vida del ciudadano nos permiten generar un diagrama de flujo, que plasma cómo trabaja el campo de actuación en cada una de las áreas analizadas.

**Fig.11: Diagrama de flujo sobre los pilares de creación de una Smart City**



Fuente: elaboración propia

## 10. Conclusiones y futuras líneas de investigación

El análisis genérico que se realizó de cada uno de los seis ejes que hemos tomado como referencia a la hora de desarrollar las bases de una Smart City, nos lleva a dos conclusiones o ideas a remarcar.

La primera de ellas recalca **la estrecha relación que existe entre cada una de ella y la necesaria interconexión en cada uno de sus ámbitos para que todo el sistema funcione eficientemente**. El funcionamiento independiente de alguno de sus ejes carece de sentido, por eso hay que plasmar la vital importancia en que cada uno de los ejes esté perfectamente sincronizado y compenetrado con el resto.

Como hemos visto antes, por ejemplo, en el apartado donde se analiza la calidad de vida de una ciudad, son numerosos los campos en donde la innovación y el desarrollo pueden actuar, con el fin de seguir las directrices oportunas para el desarrollo y funcionamiento de una ciudad sostenible, una Smart City. La simbiosis entre cada uno de los ejes, se funde en una sinergia, mejorando la efectividad del sistema.

El segundo punto a concluir es que, **para que todo el engranaje funcione correctamente, es necesario que las políticas asociadas a una Smart City, actúen en consecuencia.** Deben de incentivar las políticas energéticas, hacia el campo de las renovables, y potenciar la economía desde la base de la inversión hacia la innovación y desarrollo. Además de esto, es fundamental que se incentive la educación, la igualdad y el progreso del capital humano. Si se realiza correctamente este aspecto, contribuirá y retroalimentará la economía inteligente de la ciudad (Winters et al. 2011).

Si concluimos que estos tres pilares están bien consolidados y compenetrados, los ejes de movilidad, medioambiente y calidad de vida se alimentarán de la sinergia de las tres primeras.

Para que un sistema como tal, sea perfecto en su proceso y funcionamiento, ha de ser retroalimentado. Por ello, cada uno de los ejes retroalimentará a la función gubernamental con el fin de poder analizar las deficiencias del sistema y reorientar las políticas debidamente.

Las limitaciones del presente trabajo se derivan de la escasez de trabajos empíricos existentes a nivel académico, aunque, por otra parte, los trabajos de tipo consultivo son interesantes y en los últimos años empresas consultoras de prestigio están desarrollando este campo de estudio, como por ejemplo, el de la consultora Price Waterhouse Coopers, "Cities of opportunity", (pwc,2011) .

Como continuación de este estudio se profundizará en los huecos no cubiertos que han salido a la luz tras la realización de este estado del arte, como el compromiso económico y de inversión real de las políticas públicas y su eficiencia así como en el estudio de los tipos de innovación; proceso, producto, organizativos o de mercado, radicales o incrementales (Manual de Oslo, 2005) y si son eco-innovaciones o no, derivadas de este nuevo concepto.

## 11. Agradecimientos

Agradecer directamente al profesorado del Máster en Gestión de Empresas, Productos y Servicios por permitirme la oportunidad de enfocar mi investigación

hacia este campo, y Maria del Val Segarra, tutora de la tesina, por apoyo y soporte dado aún en la distancia.

## 12. Referencias

1. Nancy Odendaal, "Information and communication technology and local governance: understanding the difference between cities in developed and emerging economies." *Computers, Environment and Urban Systems* 27 (2003) 585-607
2. Sohail Inayatullah, "City futures in transformation: Emerging issues and case studies". *Futures* 43 (2011) 654-661
3. Steven Ames, "A Guide to Community Visioning: Hands-On Information for Local Communities", *Amer Planning Assn; Rev Sprl edition (December 1994)*: ([www.communityvisioning.com/stevenamesbio/.](http://www.communityvisioning.com/stevenamesbio/))
4. P. Ding, "Envisioning local futures: the evolution of community visioning as a tool for managing change" — an interview with consulting planner and futurist Steven Ames, *Journal of Futures Studies* 9 (4) (2005) 89-100, Full article is available at: [www.jfs.tku.edu.tw](http://www.jfs.tku.edu.tw).
5. Andrea Caragliu, "Smart cities in Europe". 3rd Central European Conference in Regional Science – CERS, (2009)
6. Florida, R. L. (2002). "The rise of the creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday life." New York: Basic Books.
7. Florida, R. L. (2009). "Class and Well-Being", retrieved on the net on 17 March 2009 EDT.
8. Hollands, R. G.(2008). "Will the real smart city please stand up?", *City*, 12 (3), 303- 320.
9. Komninos. N. (2002). *Intelligent cities: innovation, knowledge systems and digital spaces*. London: Spon Press.
10. Nijkamp, P. (2008). "E pluribus unum", Research Memorandum, Faculty of Economics, VU University Amsterdam.
11. John P. Weyant "Accelerating the development and diffusion of new energy technologies: Beyond the "valley of death". *J.P. Weyant / Energy Economics* 33 (2011) 674-682.
12. Barry D.Solomon, Karthik Krishna, "The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook". *Energy Policy* 39 (2011) 7422-7431

13. Atanu Ghoshray , Ben Johnson, "Trends in world energy prices". *Energy Economics* 32 (2010) 1147–1156
14. Irene Henriques, Perry Sadorsky, "Can environmental sustainability be used to manage energy price risk?". *Energy Economics* 32 (2010) 1131–1138.
15. EIA, 2008. Energy information administration Retrieved 11 30, 2008, from Monthly Energy Review: <http://www.eia.doe.gov/emeu/mer/prices.html20081124>.
16. International Energy Agency (2010): World Energy Outlook 2010. [www.iea.org](http://www.iea.org).
17. Ibrahim Iskin , Tugrul Daim , Gulgun Kayakutlu , Mehmet Altuntas, "Exploring renewable energy pricing with analytic network process — Comparing a developed and a developing economy". *Energy Economics* 34 (2012) 882–891.
18. Douglas J. Arent , Alison Wise, Rachel Gelman, "The status and prospects of renewable energy for combating global warming". *Energy Economics* 33 (2011) 584–593
19. DOE, 2009b. 2008 Geothermal Technologies Market Report. Office of Energy Efficiency and renewable Energy (EERE), July 2009.
20. National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2005. Renewable energy cost trends. RAFT November 2005. Accessed at [www.nrel.gov/analysis/docs/cost\\_curves\\_2005.ppt](http://www.nrel.gov/analysis/docs/cost_curves_2005.ppt).
21. Rogers W'O Okot-Uma, "ELECTRONIC GOVERNANCE: Re-inventing Good Governance". Commonwealth Secretariat London.
22. Sharon S. Dawes, "Governance in the digital age: A research and action framework for an uncertain future." *Government Information Quarterly* 26 (2009) 257–264
23. Diego D. Navarra , Tony Cornford, "Globalization, networks, and governance: Researching global ICT programs". *Government Information Quarterly* 26 (2009) 35–41
24. Kanako Tanaka, "Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector". *Energy Policy* 39 (2011) 6532–6550.
25. Eurostat, 2010a. Energy Statistics. /<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>S.
26. Eurostat, 2010b. Renewable Energy Statistics. *Statistics in Focus*. 56/2010. Luxembourg.
27. Corinna Klessmann, AnneHeld, MaxRathmann, MarioRagwitz, "Status and perspectives of renewable energy policy and deployment in the European Union—What is needed to reach the 2020 targets?"
28. William R. Black, "Socio-economic barriers to sustainable transport." *Journal of Transport Geography* 8 (2000) 141–147

29. Claus Doll, Martin Wietschel, "Externalities of the transport sector and the role of hydrogen in a sustainable transport vision". *Energy Policy* 36 (2008) 4069–4078
30. EC DG for Energy and Transport, 2008. *EU Energy and Transport in Figures 2007/2008*, Luxembourg.
31. David Banister, "Cities, mobility and climate change". *Journal of Transport Geography* 19 (2011) 1538–1546.
32. Álvaro Costa, Ruben Fernandes, "Urban public transport in Europe: Technology diffusion and market organization". *Transportation Research Part A* 46 (2012) 269–284.
33. Marie Thynell, Dinesh Mohan, Geetam Tiwari, "Sustainable transport and the modernisation of urban transport in Delhi and Stockholm". *Cities* 27 (2010) 421–429.
34. Angela Hull, "Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities?" *Transport Policy* 15 (2008) 94–103.
35. Schade, W., et al., 2006. *COMPETE—analysis of the contribution of transport policies to the competitiveness of the EU economy and comparison with the United States. Final Report to the European Commission. Co-ordination: Fraunhofer ISI, Karlsruhe.*
36. John V. Winters, "WHY ARE SMART CITIES GROWING? WHO MOVES AND WHO STAYS". *JOURNAL OF REGIONAL SCIENCE, VOL. 51, NO. 2, 2011, pp. 253–270*
37. Shapiro, Jesse M., "Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital," NBER working paper no. 11615 (2005).
38. Shapiro, Jesse M., "Smart Cities: Explaining the Relationship between City Growth and Human Capital". Harvard University (2003).
39. Robert J. Rogerson, "Quality of Life and City Competitiveness". *Urban Studies, Vol. 36, Nos 5-6, 969-985, 1999.*
40. Bryan. H. Massam, "Quality of life: public planning a private living". *Progress in planning* 58 (2002) 141-227.
41. Murdie, R.A., Rhyne, D., Bates, J., 1992, *Modeling quality of Life indicators in Canada: a feasibility of Social Research*, York University, Toronto.
42. Jan Rotmans, Marjolein van Asselt, Pier Vellinga, "An integrated planning tool for sustainable cities". *Environmental Impact Assessment Review* 20 (2000) 265–276.
43. Nancy Olewiler, "Environmental sustainability for urban areas: The role of natural capital indicators". *Cities*, Vol. 23, No. 3, p. 184–195, 2006

44. WCED (World Commission on Environment and Development). Our common future. Oxford Paperbacks; 1987
45. Koichiro Mori, Aris Christodoulou. "Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI)." Environmental Impact Assessment Review 32 (2012) 94–106.
46. Tanguay GA, Rajaonson J, Lefebvre J, et al. Measuring the sustainability of cities: an analysis of the use of local indicators. Ecol Indic 2010;10:407–18.
47. Parris T, Kates R. Characterizing and measuring sustainable development. Annu Rev Environ Resour 2003;28:559–86.
48. van den Bergh JCJM, Nijkamp P. Operationalizing sustainable development: dynamic ecological economic models. Ecol Econ 1991;4:11–33.
49. Berkes F, Folke C. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In: Berkes F, Folke C, editors. Linking social and ecological systems: management and practices and social mechanisms. Cambridge University Press; 1998. p. 1–25.
50. Munda G. Social multi-criteria evaluation for urban sustainability policies. Land Use Policy 2006;23:86–94.
51. Camagni R, Capello R, Nijkamp P. Towards sustainable city policy: an economy– environment technology nexus. Ecol Econ 1998;24:103–18.
52. Hans Schaffers, Carlo Ratti and Nicos Komninos, "Call for Papers: Smart Applications for Smart Cities: New Approaches to Innovation". Special issue of the Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research.
53. Robert Moritz, Price Waterhouse Coppers, (PWC), "Cities of Opportunities"(2011).