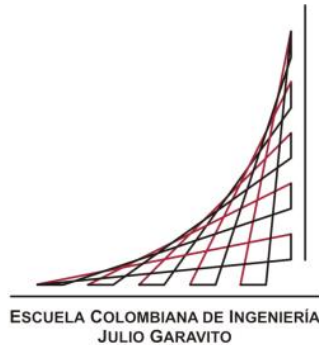


**Smart city aplicada a la Decanatura de Ingeniería de Sistemas de la Escuela
Colombiana de Ingeniería.**

(SmartDIS)



Proyecto de grado PGR2

Claudia Patricia Santiago Cely

Daniel Andrés Ayala Ovalle

Diego Alejandro Becerra Ballesteros

Daniela Escobar Flórez

Ingeniería de Sistemas

Bogotá D.C

Diciembre de 2016

Contenido

1. GLOSARIO	3
2. RESUMEN	4
3. INTRODUCCIÓN	5
4. ESTADO DEL ARTE	6
4.1. ¿Qué es una Smart City?	6
4.2. ¿Qué es Smart Campus?	9
4.3. Smart Campus en Colombia	12
4.3.1. Universidad de los Andes: [3]	12
4.3.2. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales: [4]	13
4.3.3. Universidad Militar Nueva Granada: [5]	14
4.4. Smart campus en el mundo	15
4.4.1. GreenSmartCampus:	15
4.4.2. University of Trento and the Fondazione Bruno Kessler: [7]	17
4.4.3. Universitat jaume I de castellón España: [8]	18
4.5. ¿Qué es Living Labs?	20
4.6. Soluciones existentes	27
5. METODOLOGÍA	50
6. TRABAJO DESARROLLADO	51
7. TRABAJO FUTURO	58
8. CONCLUSIONES	63
9. ANEXOS	64
10. REFERENCIAS	65

1. GLOSARIO

Smart: o inteligencia en español es la capacidad de entender, pensar y razonar, información y emplear el uso de la lógica para resolver problemas.

City: o ciudad en español es el conjunto de edificios y calles, regidos por un mandatario, cuya población densa y numerosa se dedica por lo común a actividades no agrícolas.

University: o universidad en español es una institución de enseñanza superior que comprende diversas decanaturas, y que confiere los grados académicos correspondientes

Living: o viviente en español significa que está dotado de vida.

Labs: laboratorios en español Lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico.

Stakeholders: o involucrados en español, este término se puede definir como cualquier persona o entidad que es afectada o tocada por las actividades de un entorno.

2. RESUMEN

La tecnología avanza cada día a grandes pasos y cada vez está más inmersa en la vida diaria, a tal punto que ha llegado a introducir conceptos que contengan la palabra Smart, como Smart City, Smart University o Smart Campus, entre otras, todos estos conceptos están relacionados con la utilización de las TIC (Tecnología de la Información y la comunicación (TIC) en pro del bienestar de una comunidad o entorno, esto con el fin de poder analizar todos los datos que se generan de estas soluciones y muchas otras para poder seguir creando proyectos que mejoren la calidad de vida, pensando en un entorno que apunta al desarrollo cultural, económico y social. Pero, ¿Qué necesita una comunidad?, ¿Cómo generarle bienestar?, para responder estas dos preguntas, se introduce una nueva metodología llamada living labs, la cual permite hacer un mejor uso de toda la tecnología disponible y que esté al alcance de todos los interesados para facilitar, modernizar y mejorar cada vez más la calidad de vida de las personas, involucrando aspectos como la sostenibilidad, habitabilidad, eficacia y eficiencia. Los stakeholders son sobre quienes va a girar la investigación, desarrollo e implementación de las soluciones. Es importante tener en cuenta el ambiente en el que desarrollamos el proyecto: el académico.

Este artículo realiza una revisión de los conceptos antes mencionados y presenta unas alternativas generales de implantación de productos para luego centrarse en dos de ellos, los cuales fueron diseñados, desarrollados, revisados y luego puestos en operación en la Decanatura de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, para suplir necesidades de los estudiantes, profesores, administrativos y demás interesados dentro del entorno y mejorar la calidad de vida de cada uno de ellos.

3. INTRODUCCIÓN

Este proyecto busca desde su enfoque tecnológico implementar y desarrollar soluciones que permitan mejorar la calidad de vida de las personas involucradas y relacionadas con el entorno en el cual se van a implementar dichas soluciones. Para llegar a implementar soluciones tecnológicas en un entorno de una universidad específicamente, para esto primero debemos centrarnos en los conceptos claves para lograr una definición de decanatura inteligente y así mismo poder encontrar necesidades que podremos solventar con ayuda de la tecnología.

El principal concepto que debemos tener en cuenta es Smart City el cual es un tema del que se está hablando mucho en la actualidad, especialmente en países como Francia, Italia, Portugal y España, entre otros. Sin embargo en Colombia es un concepto que está llamando mucho la atención, sobre todo por el efecto positivo que causa en temas económicos, culturales, ambientales, de educación y salud, además de ser una forma novedosa y aplicable para mejorar la calidad de vida, habitar e interactuar en la ciudad, aprovechando la tecnología de la información. Otros términos importantes son el de Smart Campus y Smart University, los cuales son un subconjunto que forma una Smart City.

Dentro de estos conceptos primordiales para poder resolver las necesidades que surgen en una comunidad también es importante hablar de living labs, el cual es un modelo de participación para los stakeholders, de tal manera que las soluciones smart que se implementaron dentro de nuestra Decanatura, obedezcan a necesidades consensuadas con la misma comunidad.

Teniendo en cuenta los conceptos anteriormente mencionados se realizó una propuesta de diseño de una Smart University para el caso particular de una universidad en Bogotá y más reducido a una decanatura particular. Después de analizar varias opciones de posibles implementaciones de Smart City aplicado a Smart University y teniendo en cuenta las necesidades identificadas en este entorno se plantearon varias soluciones que serán mencionadas en el desarrollo de este documento.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. ¿Qué es una Smart City?

Es un concepto el cual consiste en el uso de tecnologías para resolver una necesidad de la sociedad, ayudando a la creación y mejoramiento de sistemas que componen la ciudad. Las *smart cities* buscan modernizar la gestión de las ciudades, fomentando una mayor interacción entre las instituciones y los ciudadanos. Las soluciones de una *smart city* que ya se hayan probado pueden ser replicadas en otros sitios.

Lo que busca una *smart city*, es ayudar a la sostenibilidad, habitabilidad y eficiencia de una población, haciendo buen uso de los recursos para disminuir los efectos del consumo humano. Una *Smart city* debe estar comprometida con su entorno especialmente con lo relacionado al medio ambiente, a la cultura, a la sociedad, a la religión, a la biodiversidad, a la sostenibilidad, al autodesarrollo, a la reestructuración, a la política, a la economía, a la infraestructura, a los negocios, a las organizaciones, entre otros, que permitan la incorporación de tecnologías avanzadas e innovadoras para facilitar la interacción con las personas.

Una *smart city* tiene como objetivo brindar soluciones de alto nivel, que sean principalmente creativas y escalables, haciendo uso de la tecnología de la información y la comunicación (TIC) con el fin de procesar los datos que se generan día a día, para aumentar la calidad de vida de los habitantes pensando en una ciudad dirigida al desarrollo económico y social.

Para poder lograr el objetivo de una *smart city* se debe tener en cuenta conceptos como autorregulación, reciclaje de los recursos, sistematización en reservas de agua, mejoramiento en la fabricación de materia prima optimizando al máximo la utilización de los procesos, inteligencia en el área de fauna y flora catalogando diferentes propuestas para la renovación de la tierra y los ecosistemas, proyecciones en compra y comercio inteligente, pensamiento artificial, cirugías aplicadas a la ciberSalud, gestión del transporte público y privado, avances tecnológicos en el Espacio cibernético, concentración y protección de datos e información, entre muchas otras ideas de proyección a una *Smart city*.

*“Las TIC juegan un papel clave en la adaptación de una ciudad a las necesidades actuales de sus ciudadanos. Algunos de los **sistemas basados en las TIC** se han propuesto y probado con el fin de resolver una amplia variedad de cuestiones y problemas dentro de las ciudades, tales como la gestión del tráfico, la mejora de la calidad del aire, la optimización de la iluminación pública, infraestructuras eficientes, el uso de energía, etc.”¹*

¹ Cousin, P. (Noviembre de 2015). Open IoT Smart Campus. Internet of Things, Success stories. (3), P 52

Teniendo en cuenta la opinión de un experto en *Smart cities* como lo es Boyd Cohen, quien afirma que “*el término smart city es un poco ambiguo y una mejor definición sería la de una ciudad que usa tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para proporcionar servicios a sus ciudadanos haciendo un mejor uso de los recursos con el objetivo de mejorar la prestación de servicio para una mejor calidad de vida*”. De acuerdo a esta definición nosotros queremos desarrollar e implementar algunas ideas, que ayuden a tomar mejores decisiones y mejorar la calidad de vida de una comunidad.

Encontramos dos modelos que recalcan las necesidades fundamentales en una sociedad y la idea que una *smart city* debería ayudar a suplir.

El primer modelo fue plantado por IBM [1] el cual se basa en 3 pilares fundamentales, que son:

- **Soluciones de gestión y planificación:** la cual consiste en diseñar e implementar un plan de ciudad para materializar todo el potencial para los ciudadanos y empresas, al mismo tiempo que se ejecutan las operaciones diarias.
- **Infraestructura:** se refiere a los servicios básicos, como carreteras, transporte público y suministros, hacen que una ciudad sea atrayente y habitable, pero la clave para que sea viable es su capacidad de adaptación a los continuos cambios.
- **Servicio a las personas:** Responde a las necesidades de cada ciudadano, mediante programas sociales, asistencia sanitaria y educación.

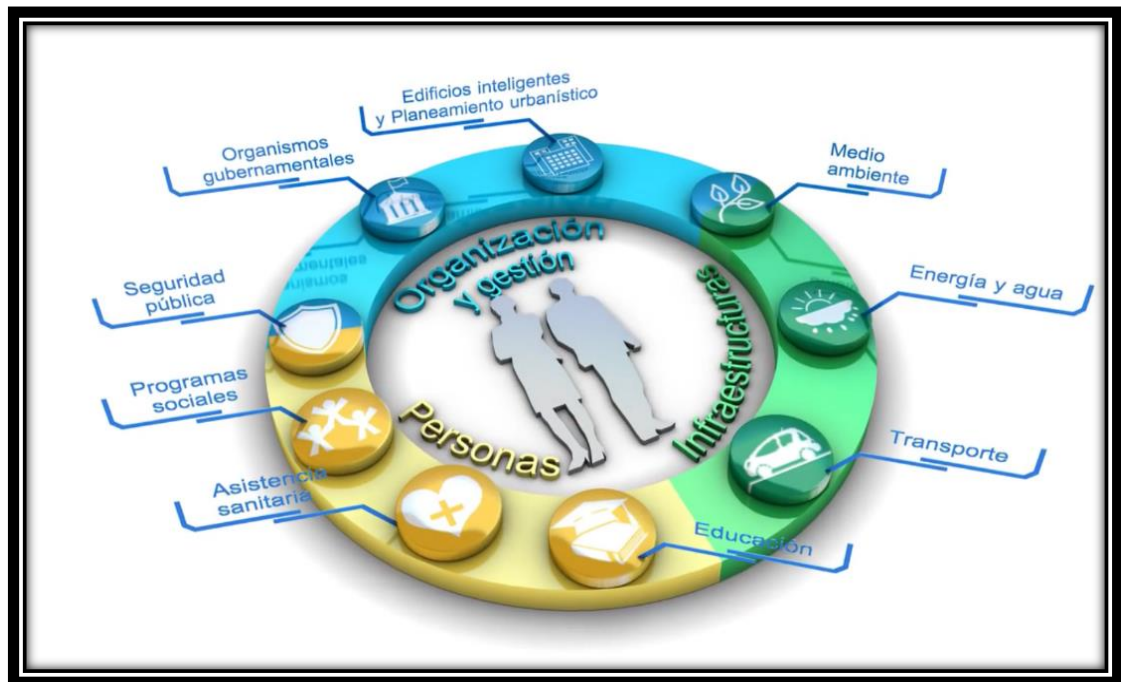


Ilustración 1: Modelo planteado por IBM

El segundo modelo es el planteado por Boyd Cohen [2] el cual se basa en 6 pilares que son:

- Económico
- Medio ambiente
- Gobierno
- Movilidad
- Calidad de vida
- Sociedad

Este modelo abarca más áreas que el planteado por IBM, permitiendo tener un mayor alcance para buscar necesidades y satisfacerlas.



Ilustración 2: Modelo planteado por Boyd Cohen

4.2. ¿Qué es Smart Campus?

Para nuestra investigación nos interesa la rama que tiene que ver con la sociedad, y dentro de ésta nos enfocaremos en la parte de educación específicamente en la universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, y allí en la decanatura de Ingeniería de Sistemas, se espera que de la solución o las soluciones que se desarrollen también se pueda implementar en otras decanaturas de cualquier universidad, en principio, de Bogotá.

Para entrar a fondo en este campo, daremos una explicación de lo que es smart campus o smart university, que en general buscan los mismos objetivos, dando una justificación detallada de lo que es, cómo se gestiona esta área, principios para

lograr los objetivos, hacia dónde quiere llegar un *smart campus*, que recursos se utilizan, el alcance del proyecto, y los tiempos de planeación y ejecución.

Dando una breve explicación de lo que es *smart campus*:

Campus o recinto universitario se refiere al conjunto de terrenos y edificios que pertenecen a una universidad. Por otro lado *smart* es la capacidad de entender, asimilar, recopilar y crear información para encontrar, entender y resolver un problema desarrollando soluciones óptimas que mejoren el bienestar de la comunidad, perfeccionando al máximo cada una de sus necesidades para cumplir un objetivo común.

Con lo anterior llegamos a la conclusión de que un *smart campus* es una smart city llevada al ambiente universitario, el cual debe buscar sostenibilidad y una mejora continua en la calidad de la comunidad causando impacto en la parte social, mediante el uso de la tecnología de la información. Todo se debe enfocar en asimilar, entender y elaborar información a partir de lo que sucede en sus territorios y ser lo suficientemente hábil para responder a las necesidades del entorno, todo esto con la asistencia de diferentes tecnologías como computadoras, celulares, tabletas, servidores, plataformas en la nube, entre otros. Además de reformas estructurales que permitan entender un uso adecuado de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Para que un *smart campus* sea realmente *smart* debe aportar un valor agregado a la comunidad en la que se encuentra, principalmente contribuyendo al desarrollo ambiental y debe estar integrado a la ciudad en donde se encuentra ubicado. Como un ejemplo de *smart campus* podemos observar la ilustración 3 la cual nos muestra una universidad que le apuesta a la sostenibilidad.



Ilustración 3: Cómo debe ser un Smart Campus. University College Dublin.

Los *smart campus* quieren lograr un crecimiento y un alto prestigio en la sociedad siendo líderes internacionales, al conseguir una mayor innovación frente a las demás comunidades de su razón social. Algo muy importante para una *smart city* es lograr que el usuario aprenda cómo interactuar con los espacios del campus, mientras que los espacios van aprendiendo cómo interactuar con el usuario, de una manera eficiente e inteligente. Comparando *smart campus* con *smart city* se debe tener en cuenta que los segundos manejan información de una manera más global, mientras que los *smart campus* se enfocan en estructurar la información de su área, centrando la información en lograr cumplir los objetivos propuestos para cumplir la función de un *smart campus*.

Al definir un *smart campus* se debe tener en cuenta ideas que gusten e impacten a la sociedad, se necesita información de la problemática que se presenta en el lugar en el cual se realizarán las soluciones a los requerimientos que surgen de recaudar encuestas y analizarlas para poder suplir las principales necesidades de la comunidad.

Hay que identificar las diferentes situaciones en las que se encuentran los estudiantes, por ejemplo:

- La movilidad dentro de la universidad es molesta debido a la distancia existente entre edificios.

- La falta de monitoreo del consumo de energía, la cual ocasiona desperdicio de electricidad.
- El desperdicio de recursos hídricos, debido a su mal diseño.

4.3. Smart Campus en Colombia

4.3.1. Universidad de los Andes: [3]

La universidad se quiere centrar en sobresalir a nivel global, destacándose por su manera innovadora de evolucionar como *smart campus*, proponiendo ideas por medio de la estrategia del océano azul, enfocándose en nuevos retos como lo son la sostenibilidad ambiental y la social, reduciendo el consumo de energía e implementando potencias limpias para la minimización del impacto al ambiente.

La idea fundamental es desarrollar excelentes principios y competencias que interactúen con el pensamiento juvenil de forma clara y precisa, creándoles conciencia y razón lógica de cuidado ambiental.

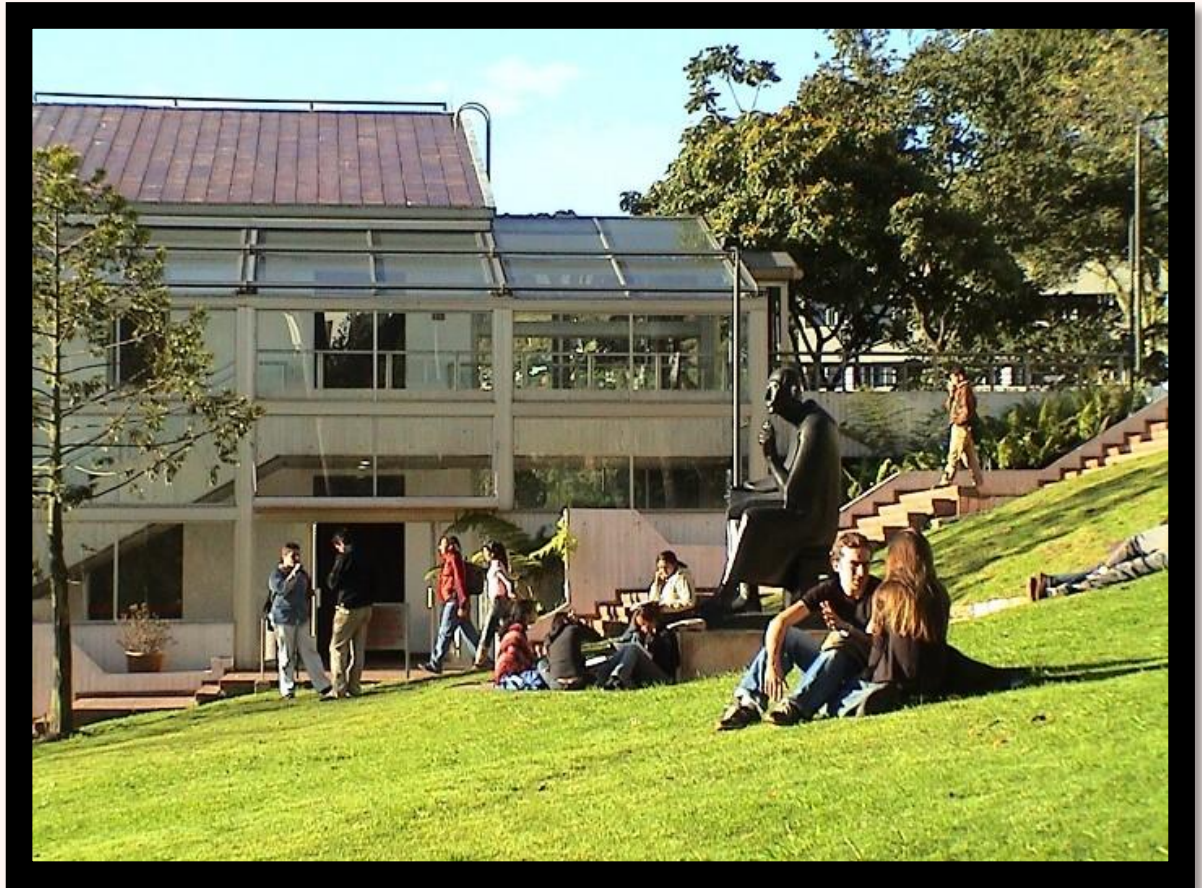


Ilustración 4: Universidad de los Andes, enfocando el espacio ambiental

4.3.2. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales: [4]

La universidad nacional de Manizales está enfocada en la sostenibilidad en infraestructura y redes inteligentes para la conservación de la energía, se centra en la función de gestionar potencias renovables para el buen uso del campus, las redes se enfocarán en iluminar menos en ciertas partes donde no se necesite, así no se desperdicia la luz de manera ineficaz, esto se maneja con sistemas programados para el mantenimiento de las redes, el objetivo es llevar la idea más lejos de sus propios horizontes.

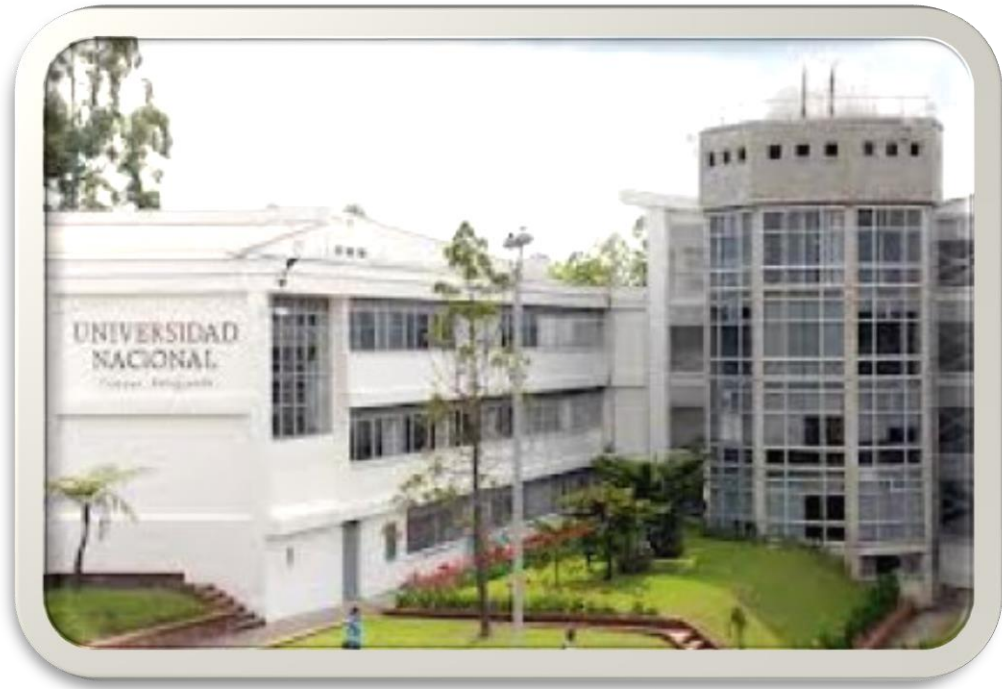


Ilustración 5: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

4.3.3. Universidad Militar Nueva Granada: [5]

La idea de *smart campus* se ve reflejada en los distintos campos de infraestructura debido a los cambios que se presentan en los edificios llevándolos a un contexto de inteligencia ambiental, la apuesta es por una adaptación de tecnología, apoyado en la reutilización de recursos, tales como la energía, el agua, las máquinas LED, entre muchos otras más.

El crecimiento poblacional requiere de más demanda en recursos, por lo que la expansión en infraestructura es vital, teniendo en cuenta tecnologías que apoyen la idea de manera eficaz. Hay que ser consecuentes con los programas académicos que se manejan en la universidad militar nueva Granada, planteando edificios inteligentes para la comunicación con sus usuarios, adaptables y renovables a los requerimientos de sus necesidades y las del entorno.



Ilustración 6: Universidad Militar Nueva Granada

4.4. Smart campus en el mundo

4.4.1. GreenSmartCampus: [6]

El objetivo de este proyecto es desarrollar servicios y aplicaciones integrando sistemas de información y datos recopilados, para **lograr** la interacción entre el usuario y el edificio **logrando** un uso eficiente de los recursos.

“Este proyecto está dirigido a los edificios públicos, ubicados en las universidades, a través del uso de los servicios basados en las TIC. En particular, mediante el apoyo a la transformación del comportamiento del usuario a través de la interacción entre el usuario y el sistema de gestión inteligente de la energía del edificio. El servicio será utilizado para educar, influir y transformar el comportamiento de consumo de energía del usuario.”²

Se ha desarrollado este concepto en lugares como: IST (Lisbon, Portugal), LTU-CDT (Luleå, Sweden), Metropolia (Helsinki, Finland), POLIMI (Milan, Italy).

² Tomado de: <http://greensmartcampus.eu/smart-campus-project/>



Ilustración 7: Maqueta de GreenSmartCampus

4.4.2. University of Trento and the Fondazione Bruno Kessler: [7]

Solución Italiana que ya se implementó y la cual creó varios servicios y aplicaciones, y se encuentran disponibles en las appStore. Aplicaciones como iFrame, la cual provee información a los estudiantes sobre los lugares de comidas en la universidad. ViaggiaTrento, ésta se puede utilizar fuera de la universidad, otras aplicaciones como inbox o studymate, las cuales explicamos en [soluciones existentes](#).



Ilustración 8: Logo Smart Campus de la universidad de Trento

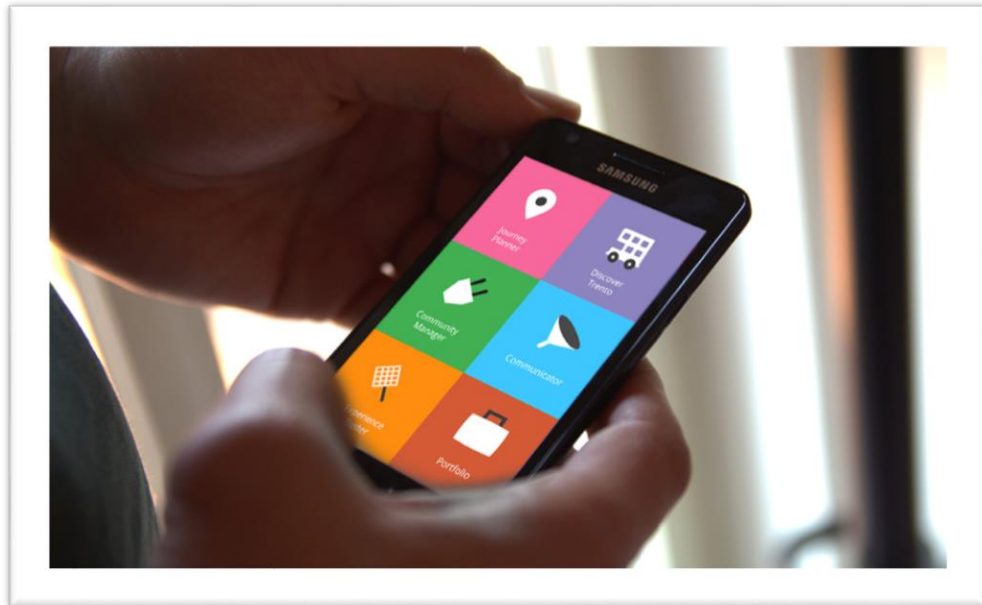


Ilustración 9: Dispositivo con el prototipo de las aplicaciones creadas por la universidad de Trento

4.4.3. Universitat jaume I de castellón España: [8]

“Se ha convertido en un referente mundial en smart universities. La UJI cuenta con un Smart Campus que localiza y gestiona toda su información, procedente de múltiples fuentes, y la pone a disposición de trabajadores y alumnos de forma rápida e intuitiva.”³

Se encargaron de desarrollar aplicaciones que permite acceder a información en 3D y realidad aumentada, por ejemplo servicios como parqueaderos, y sitios para comer, entre otros. Cuenta con mapas para ubicar los diferentes edificios, oficinas y salones, permite reducir recursos como el agua y la luz haciendo un constante monitoreo de estos.

³ Tomado de: <http://www.esri.es/es/noticias/la-universitat-jaume-i-de-castello,-pionera-a-nivel-mundial-en-universidades-inteligentes/>



Ilustración 10: Solución geográfica de la Universidad jaume I de castellón de España



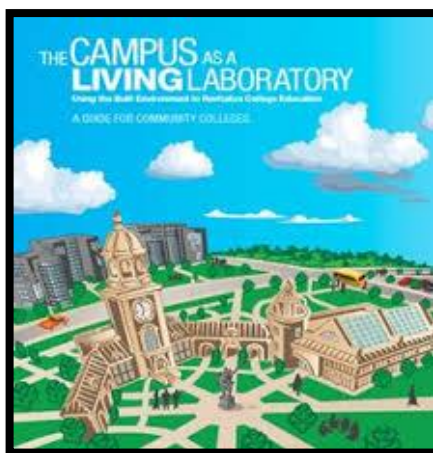
Ilustración 11: Universidad jaume I de castellón de España

4.5. ¿Qué es Living Labs?

El objetivo común es la innovación que relaciona el mundo con el avance que se presenta en las últimas décadas, donde pretendemos evolucionar como sociedad, creando estrategias que relacionan el océano azul con el pensamiento complejo que desarrolla la humanidad, las *Smart Cities* nos generan múltiples metodologías para mejorar como especie dominante y ayudarle al mundo a recuperar su juventud como fuente de vida para la supervivencia humana. Los Living Labs son laboratorios que todo el tiempo están en constante supervivencia, desarrollo y evolución, generando avances de cualquier campo que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas. Los *Smart Campus* están conformados por muchos Living Labs, que todo el tiempo están en constante estudio modelando técnicas de pensamiento abstracto que perfeccionan las ideas para lograr sus metas.

A continuación explicaremos que es un Living Labs.

Los Living Labs también llamados “*laboratorios vivientes*”, es un modelo en el cual participan todos los stakeholders, desde el estado hasta los ciudadanos del común, estos participan mediante la innovación, creación y unas validaciones para suplir necesidades de ellos mismos en contextos de la vida real, mediante el uso de la información y comunicación de las **TIC** (tecnologías de la información) para la conformación de un ambiente de Investigación y desarrollo para posibilitar la innovación social dentro de la institución.⁴



12: Ilustración que relaciona un Living Labs con un Smart Campus

⁴ tomado de:

<http://www.paisdelconocimiento.org/corporativo/4>

Los living labs tienen relación con *smart cities* por su pensamiento innovador, con nuevos usos y necesidades que se necesitan suplir, se busca apoyar a todos los participantes con el fin de dar una mayor eficiencia en la solución de problemas, mediante la implementación de las **TIC**, utiliza una serie de metodologías para *smart cities* que ayudan a generar una mayor adaptación entre las empresas o instituciones mediante la participación de los usuarios y entornos de la vida real fomentando la innovación y creación de espacios innovadores.

Para *smart campus* existe una mayor relación, fomentando el uso de infraestructura, permite innovar en nuevos y eficientes productos generando una mayor sostenibilidad, funcionalidad y un mejor uso de los recursos disponibles, buscando la mejora continua en la calidad de vida de los diferentes stakeholders que participan en la institución o territorio.

Busca contribuir a un nuevo sistema de innovación en el cual participen usuarios y ciudadanos los cuales se convierten en actores activos para el proceso, se caracteriza por un uso de un enfoque productivo, eficiente e intensivo de las **TIC** para el proceso de innovación, promoviendo:

- El co-diseño y co-creación (realizados por los usuarios y los productores).
- Exploración (nuevas oportunidades, funcionalidades y comportamientos del mercado).
- Experimentación (implementación de escenarios reales donde participen los usuarios).
- Evaluación (se evalúan conceptos, productos y servicios de acuerdo con aspectos sociales) mediante la participación directa de los ciudadanos.

Para poder entender cuáles son los participantes que actúan en el proceso para desarrollar living lab's, necesitamos identificar las diferentes necesidades de cada uno de ellos, creando innovación y ayudando a la co-creación y validación de nuevos ideales o pensamientos que faciliten el entendimiento de los diferentes problemas y las diferentes necesidades que se puedan presentar.

Los siguientes son los actores que participan en el proceso:

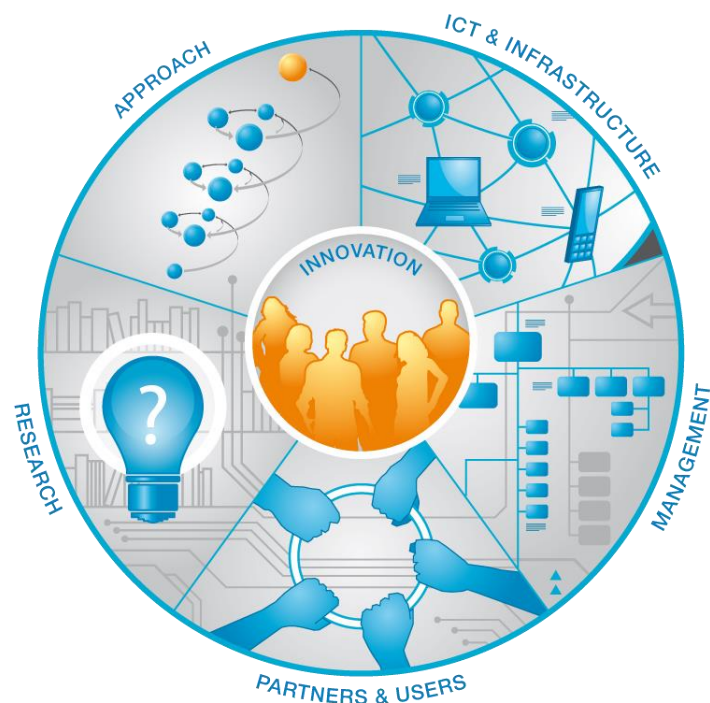


Ilustración 13: Actores del proceso de desarrollo de living lab's

- ITC & Infraestructure: Papel vital para el desarrollo y construcción de diferentes productos, que puedan suplir las diferentes necesidades que se estén presentando en el territorio al que se quiera aplicar diferentes metodologías con la idea de implementar un territorio inteligente.
- Management: Quién está a cargo de la organización y aspectos políticos.
- Partners & Users: transferencias de conocimientos y experiencias para un bien colectivo dentro del proceso de innovación, cada persona da su punto de vista y genera nuevas ideas o pensamientos innovadores que puedan ayudar al desarrollo de alguna solución.
- Research: Socios que generan un aprendizaje colectivo los cuales pueden generar un acceso directo de la investigación para beneficiarse de los resultados de la innovación tecnológica.
- Approach: Representa métodos y técnicas apropiadas para guiar a un laboratorio o territorio a ser inteligente, eficiente y perfecto para poder realizar prácticas necesarias en el proceso de innovación, mediante un enfoque exacto de lo que se quiere implementar para un producto o varios productos inteligentes y llevar a cabo la construcción del territorio inteligente.

Los cuatro actores principales que han interactuado dentro del proceso de construcción de living labs son:

1. Empresas

2. Usuarios
3. Organizaciones públicas
4. Investigadores

Se crearon debido al constante desarrollo que existe y se va actualizando para el objetivo común de todos los que participan en el desarrollo e interacción dentro del proceso de innovación, ya que al momento de trabajar juntos estos actores se pueden beneficiar del enfoque de los living labs, como generar innovación para las empresas, plantear casos de estudio y mayores inversiones para las investigaciones de innovaciones, para poder llevar a cabo la idea que se tiene de *smart campus*, con productos inteligentes que generen mayor comodidad a los participantes que se vayan a beneficiar, generando sistemas más inteligentes y desarrollos más viables para que se puedan implementar varios productos y se convierta un territorio en *smart campus* o territorio inteligente, fomentando un aprendizaje continuo con componentes de investigación de cada laboratorio dando la oportunidad de transformar el conocimiento generado de las operaciones de living labs en modelos, métodos y teorías, tomando la responsabilidad por efectos ecológicos, sociales y económicos.



Ilustración 14: Actores principales dentro del proceso de construcción de living labs

Para los diferentes usuarios y clientes es de vital importancia generar valor empresarial, entendiendo sus necesidades y motivaciones, este enfoque da la oportunidad de aumentar el nivel de innovación y disminuir el riesgo de desarrollar algo que no se necesite o no se desee.

La idea de un living lab es dar valor a los clientes o usuarios para generar éxito en sus negocios incrementando su nivel de innovación, ser sustentable para contribuir al medio ambiente, generando una serie de ayudas para que el consumo de productos o servicios generen menor contaminación, ser influyente con el fin de generar conciencia e innovación para todos los stakeholders, ser realista y tener una apertura para generar ideas e implementar diseños con productos que suplan necesidades.

Entornos existentes dentro de Living Labs:

- Research living labs: Centrado en la investigación de diferentes aspectos para el proceso de innovación.
- Corporate living labs: Laboratorios corporativos en los cuales reúnen a las personas interesadas para realizar una co-creación en la parte de innovación.
- Organizational living labs: Miembros de una parte conjunta de la organización desarrollan innovaciones.
- Intermediary Living labs: Diferentes miembros o socios de la organización son invitados para dar ideas sobre innovación de una manera neutral.
- Time limit living labs: Es un apoyo para el proceso de innovación de un proyecto, este living lab se cierra cuando se finalice el proyecto.

FormIT - metodología de un living lab

Metodología que se desarrolla para ayudar a adaptarse y apoyar a un living lab, consta de tres corrientes teóricas:

- Soft Systems Thinking (pensamiento de sistemas livianos):

Es una metodología para el modelado de procesos de organización o modelado de procesos de negocio, se divide en dos partes, la primera consiste en el trabajo con el mundo real, realizar entrevistas y reuniones para obtener una mayor comprensión de la situación de los problemas y la segunda parte consiste en el pensamiento sistémico, es decir, en utilizar conceptos claros y estudiados con las herramientas necesarias para proporcionar información útil y así identificar los sistemas relevantes.

- Appreciative Inquiry (consulta apreciativa):

Es un proceso de desarrollo organizacional que involucra a las personas de una organización, con el objetivo de focalizarla, cambiarla y renovarla para que alcance el éxito.

- NeedFinding (Búsqueda de necesidades):

Proceso creativo para resolver problemas, que se entienda por completo, encontrar primero las necesidades antes que las soluciones, la investigación y el proceso de diseño deben ser uno.

Estas corrientes teóricas permiten un enfoque en las posibilidades y fortalezas del objeto o producto que se va a estudiar y desarrollar, generando solución a problemas que se presenten.

Esta metodología permite dar prioridad a la primera fase dentro del diseño, la cual indica que se debe realizar un análisis o ingeniería de requisitos. En esta fase se quiere evitar errores que más adelante serán muy difíciles de resolver y permitir a los usuarios realizar una mayor contribución al diseño inicial, ya que las necesidades de los mismos pueden ir cambiando a lo largo del tiempo y del conocimiento adquirido por ellos, es de vital importancia ir observando sus necesidades y que estas tengan relación con los requisitos planteados, mediante ideas innovadoras y la interacción con los usuarios.

El proceso de FormIT se desarrolla de manera similar a una espiral, en la cual el enfoque y la forma del diseño se vuelven más clara, antes de todo existe una planificación de todo lo que se va a realizar, con la participación de todos los stakeholder, mediante sus necesidades, motivaciones y un pensamiento innovador con el fin de iniciar un proceso claro y que no tenga problemas durante el inicio de los ciclos a realizar.

Antes de mencionar tres ciclos iterativos para empezar el desarrollo de la metodología y su diseño existe una “planificación” de lo que se va a hacer.

Planificación:

Se requiere poseer la mayor información posible acerca de las diferentes circunstancias del proyecto para generar intercambio de conocimientos y un mayor entendimiento de las diferentes visiones entre todos los “stakeholders”.

Durante el proceso de planificación se requiere dar valor a los diferentes usuarios, mirar como poder influenciar a los Stakeholders, como hacer sustentable el proyecto, cuál será la apertura del proyecto y como el proceso del proyecto debe ser diseñado para cumplir las necesidades de una situación de la vida real.

A medida que se va profundizando en el diseño. Supone tres ciclos iterativos, así:

- Concepto de diseño.
- Diseño de prototipo.
- Diseño de la innovación.

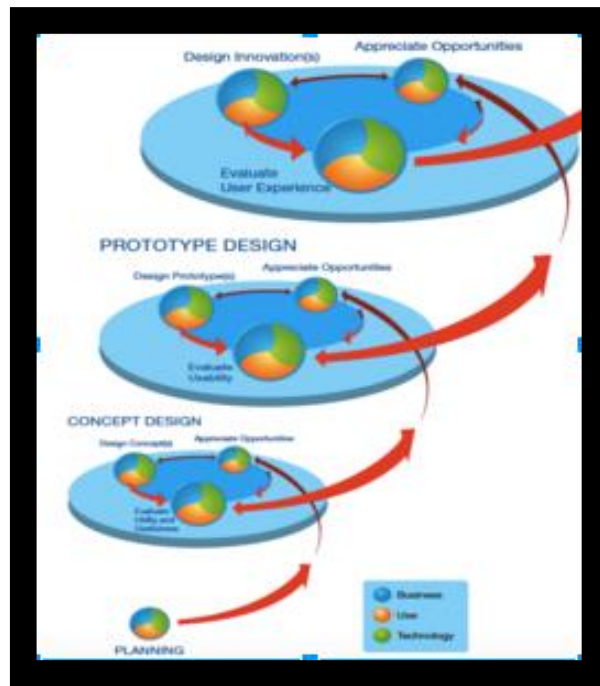


Ilustración 15: Proceso de diseño de FormIT

Para cada ciclo hay 3 fases:

- Aprovechar oportunidades
- Diseño
- Evaluación

Para cada ciclo también hay 3 aspectos:

- Uso
- negocio
- tecnología

Después de los 3 ciclos existe una comercialización de lo ya realizado, la cual implica una serie de procesos financieros, sociales y culturales para poder implementar lo que se ha planeado a lo largo del proceso metodológico.

Se sugiere implementar para smart campus este proceso metodológico ya que permite la participación de todos los usuarios y clientes, permite dar una mayor claridad a las necesidades que se necesitan suplir con un proceso de diseño e implementación dividido por fases, en la cual cada fase permite claridad de las diferentes actualizaciones que se necesitan realizar debido al proceso evolutivo que se pueda generar en el proceso con nuevas necesidades e ideas innovadoras.

4.6. Soluciones existentes

En esta sección vamos a hablar de muchas soluciones existentes para una *smart university*:

Dentro de las soluciones encontradas tenemos varias aplicaciones de la University of Trento and the Fondazione Bruno Kessler de Italia como lo son:

- **Inbox:**

Para organizar los mensajes de la universidad. Ésta aplicación permite resaltar mensajes importantes, eliminar comunicaciones que no considere útiles o catalogar noticias de la universidad. *Inbox* ayuda a organizar los mensajes con filtros, etiquetas y redirigirlos a medida que llegan. Además de conectarse con otras aplicaciones inteligentes para recibir y ordenar los mensajes que reciba de esas.

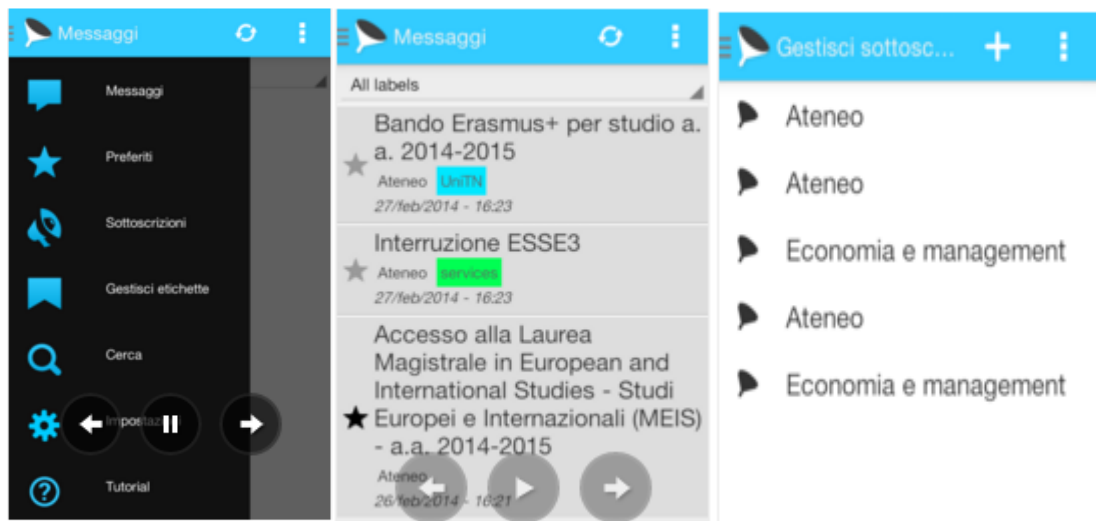


Ilustración 16: Ejemplo de uso de la aplicación Inbox

- **StudyMate:**

Para organizar las actividades de estudio. Ésta aplicación permite consultar la lista de cursos y horarios, permite buscar cursos por departamento o por palabras clave. También se podrá seguir las clases y añadirlas a la agenda personal, así como evaluar la clase una vez terminada, leer notificaciones de los departamentos, consultar disponibilidad de materiales de estudio, crear grupos y agregar eventos relacionados a dicho grupo de estudio.

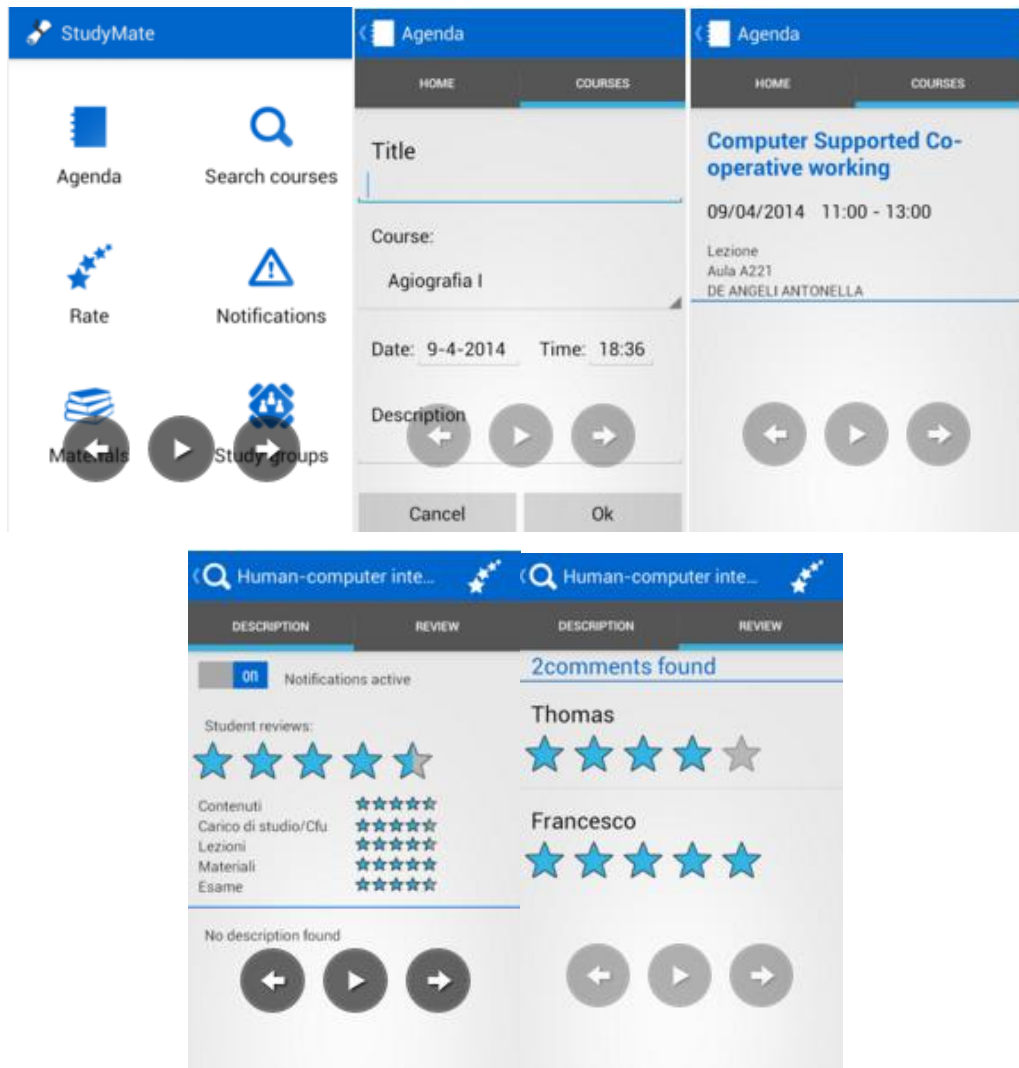


Ilustración 17: Ejemplo de uso de la aplicación StudyMate

- **viviTrento:**

Permite explorar la ciudad para encontrar lugares y eventos de interés. También se puede guardar lugares favoritos así como recibir notificaciones de estos y de eventos. Brinda la posibilidad de compartir la experiencia, señalar nuevos acontecimientos y sugerir lugares.

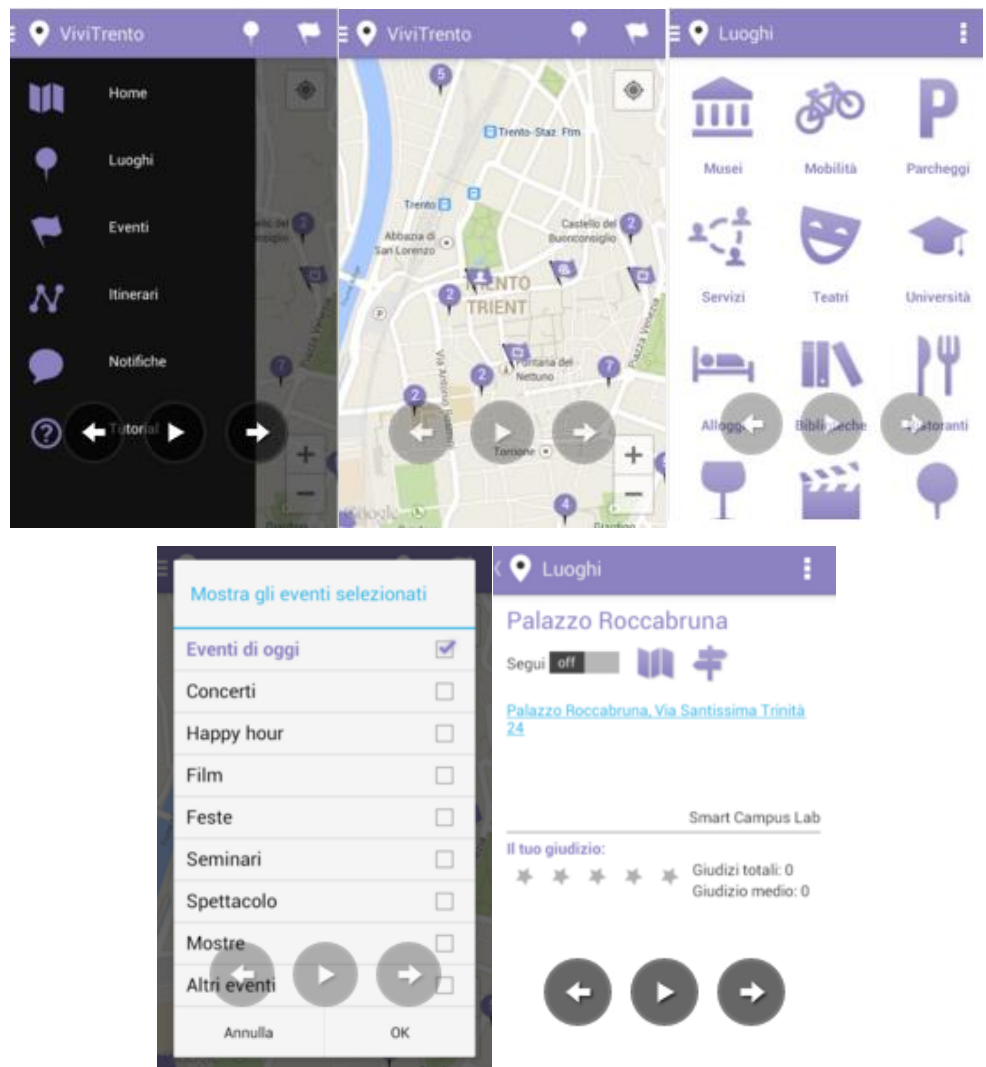


Ilustración 18: Ejemplo de uso de la aplicación ViviTrento

- **MyPeople:**

Para ser parte de comunidades universitarias, gestionar grupos de amigos. Se debe crear un perfil en MyPeople y desde allí se podrá suscribir a comunidades y gestionar grupos de amigos. Incluso podrá compartir artículos que ha creado y para consultar elementos compartidos por sus compañeros.

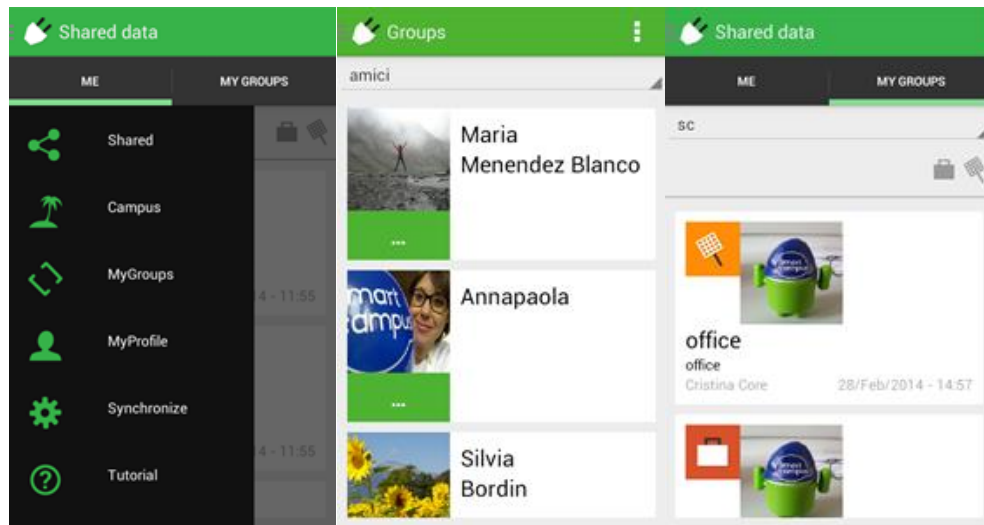


Ilustración 19: Ejemplo de uso de la aplicación MyPeople

- **LifeLog:**

Permite compartir videos, audios y fotos. Publicar experiencias de la vida cotidiana, y compartirlos con la comunidad o con amigos, también permite mantenerlos en un propio diario íntimo.

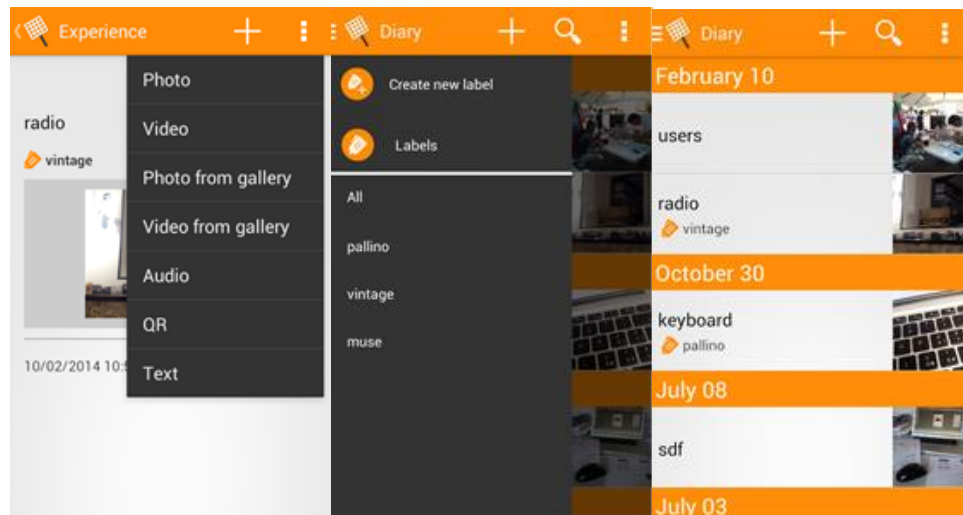


Ilustración 20: Ejemplo de uso de la aplicación LifeLog

- **MyCVs:**

Para presentar información certificada en la hoja de vida. Esta aplicación permite cargar automáticamente todos los datos disponibles sobre la persona que lo solicite, directamente del sistema universitario, se puede añadir descripciones de actividades, logros, intereses y lo que crea necesario para completar la hoja de vida, así como compartirlos con colegas del campus.

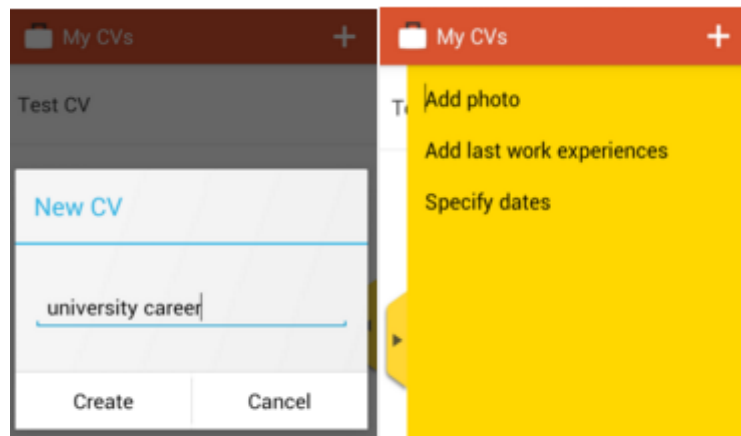


Ilustración 21: Ejemplo de uso de la aplicación MyCVs

- **iFame:**
Con esta aplicación se podrá acceder al menú del día de las tiendas universitarias, así como consultar su precio, verificar saldo de la tarjeta y calificar el servicio, la calidad de la comida y compartir estos comentarios.

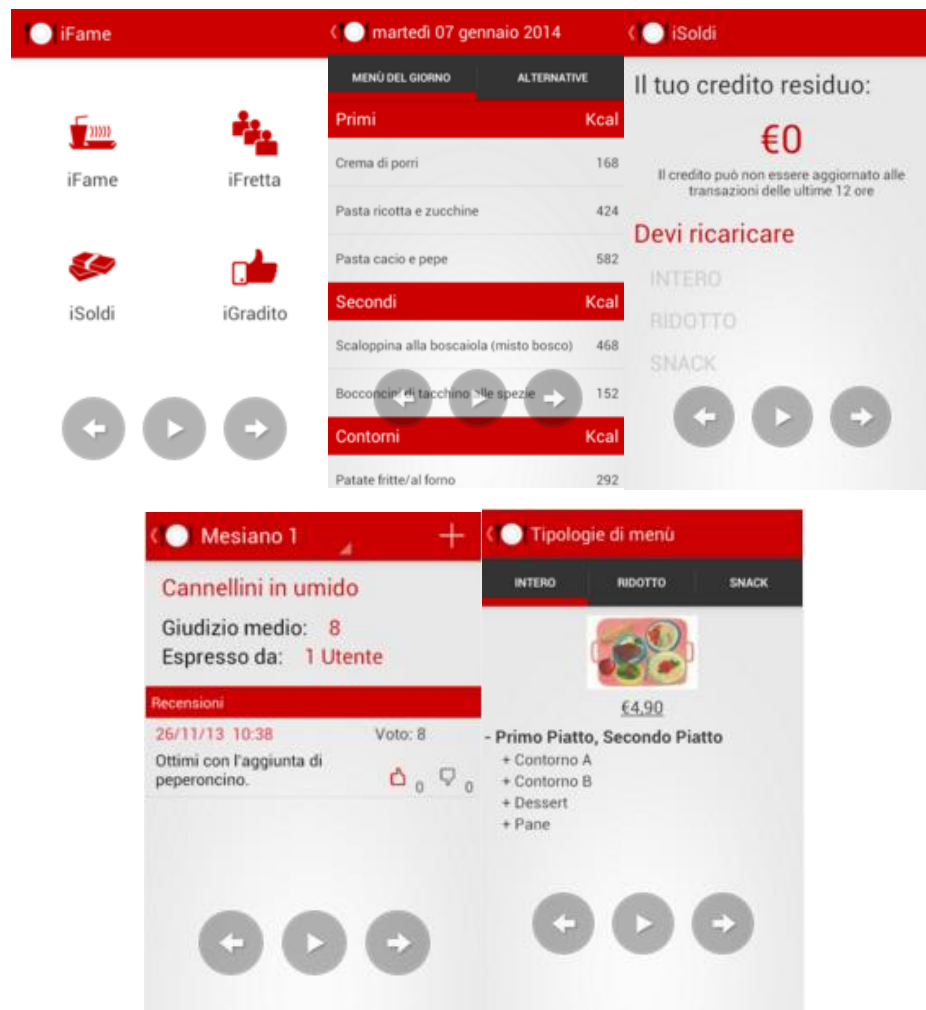


Ilustración 22: Aplicación iFame

- My Águila y Tripda:**
 Son aplicaciones utilizadas para compartir el carro en la ciudad de Bogotá, muchos vehículos particulares se desplazan por diferentes partes de la ciudad con solo un pasajero o solo el conductor, estas aplicaciones permiten generar mayor movilidad para las personas y así evitar el colapso presentado en el transporte público.



Ilustración 23: aplicación My Águila



Ilustración 24: Aplicación Tripda

Dentro de otras soluciones existentes para una *smart university* tenemos las que aportan al medio ambiente las sostenibles como lo son:

- **Bombillos Ahorradores de energía:**

El uso de focos ahorradores es cada vez más común, prácticamente en todos los países. Aunque inicialmente son más costosos, su ventaja es que son ecológicos ya que duran más que los focos tradicionales, despiden menos calor, no contienen mercurio y son más eficientes. Así mismo algunas

universidades están optando por la iluminación a través de LED's, los cuales minimizan aún más el consumo energético.



- **Máquinas y aparatos ahorradores de energía:**

Gran número de electrodomésticos cuentan con una etiqueta amarilla que menciona la certificación llamada “Energy Star”, la cual tiene dos objetivos: reducir las emisiones de gases de invernadero y que el consumidor pueda identificar aquellos productos que manejan la energía de manera más eficiente. La universidad contemporánea debe contemplar la sustitución de sus equipos por aquellos más eficientes.



- **Sensores:**

Dentro de los diferentes tipos de sensores encontramos:

- **Sensores de humedad:** Estos contribuyen a la gestión de jardines realizando el regado cuando se necesite, graduando el tiempo necesario, mejorando el ahorro de agua.
- **Sensores de luz:** Este es el mas común y el mas usado, detecta cuando el lugar esta iluminado por la luz solar o cuando le hace falta luz, de acuerdo a esto gradua la intensidad, tambien identifica si en el lugar hay personas o esta solo para mantener encendida la luz o apagarla.
- **Sensores de paso:** permite tener una luz tenue en un sendero y al momento de identificar que esta pasando una persona intensifica el nivel de luz, hasta que deje de detectar a la persona.
- **Sensores para recoger basura:** permiten notificar a los encargados de recoger los residuos cuando la caneca esta llena, midiendo tiempos e identificandolos los lugares que mas presentan recogida de basura para mejorar la efectividad de su trabajo.
- **Sensores de control de consumo de agua y electricidad:** El objetivo de estos sensores es mostrar a los consumidores que cantidad consumen de estos recursos y asi insentivarlos al ahorro y cuidado de estos.



Ilustración 23: Ejemplo de sensores

- **Edificios con certificación LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible):**

Se refiere a construcciones realizadas específicamente para cumplir con ciertas características, tales como tratamiento y ahorro de agua, eficiencia energética, y empleo de materiales sustentables. Esta certificación es el estándar de la construcción sustentable y es la más reconocida en el mundo.

Todos los nuevos edificios e instalaciones universitarias, así como aquellos en renovación deberían contar con certificación LEED.



- **Smart Buildings:**

Son instalaciones que cuentan con instalaciones y sistemas de control de iluminación, seguridad, clima, electricidad, redes de comunicación, control de acceso, entre otras, con el fin de ser eficiente en el consumo de recursos, integrar los sistemas de control, ser flexibles y ergonómicos. Lo que busca un *smart Building* es satisfacer necesidades presentes y futuras de los que interactúan con las instalaciones teniendo en cuenta la tecnología, el ambiente y la economía.



Ilustración 24: Ejemplo de smart Buildings

- **Volver la energía de los computadores que están siempre encendidos renovable:**

En muchas ocasiones los computadores de los laboratorios quedan encendidos y nadie hace uso de estos causando gran desperdicio de energía y creando contaminación, para evitar esto se quiere capturar esa energía y volverá renovable.



- **Energía solar:**

Es un método muy usado hoy en día para crear energía renovable, aunque un poco costosa. Esta idea busca recoger la luz del sol y reutilizarla como energía eléctrica, la idea es instalar paneles solares en los techos de los

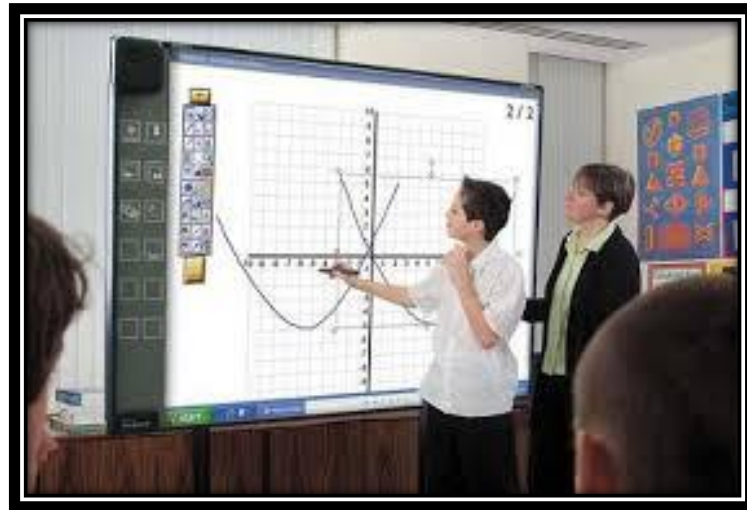
edificios de la universidad para recoger esta energía y ayudar al medio ambiente, ahorrando energía haciendo uso del sol.



Dentro de otras soluciones tenemos:

- **Tableros digitales o inteligentes (SmartBoard):**

Es una tecnología que está cambiando la forma de interactuar en los salones de clase, son medios de almacenamiento que permiten guardar las clases, es un software educativo diseñado para usar al máximo, compartiendo materiales de estudio entre profesores y estudiantes, por medio de plataformas educativas o redes sociales.



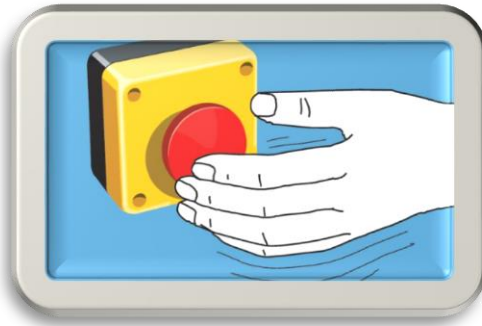
- **Pantallas de información o paneles informativos en tiempo real:**

Permite transmitir contenidos específicos de información o entretenimiento, se encuentran situadas en lugares estratégicos que permiten la interacción con las personas del entorno. Con estas pantallas se busca un acercamiento con toda la comunidad universitaria, para comunicarles información específica sobre actividades o recursos que se requieran como la disponibilidad de laboratorios, disponibilidad de profesores, entre otros.



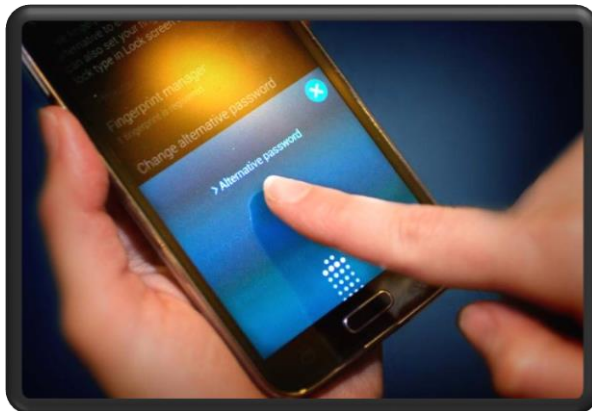
- **Disponibilidad de un botón para llamar a personal administrativo:**

Contar con un mecanismo que permita solicitar soporte a personal administrativo de la universidad cuando se presente un inconveniente, por ejemplo llamar al personal de audiovisuales al momento de necesitar configurar o hacer uso de los dispositivos tecnológicos disponibles en los salones.



- **Tomar asistencia o verificar identidad de los estudiantes por medios biométricos:**

Permitir agilizar el proceso de llamar lista, haciendo uso de mecanismos como el de tomar una foto que permita el reconocimiento de los alumnos, usar el carnet para marcar la entrada en cada salón, o simplemente usar la huella o una contraseña para validar la identidad y la asistencia.



- **Mecanismos biométricos de reconocimiento:**

Esta solución permitirá el ingreso de profesores a aulas de clase, siempre y cuando tenga autorizado el uso y programada una clase, para esto podrá tener como llave para ingresar alguna característica propia de él, por ejemplo su rostro, su huella o su ojo.

Del mismo modo esta solución puede ser usada para ingresar a la sesión de cada usuario en el laboratorio de Informática, agilizando el ingreso.



- **Tarjetas Smart Card:**

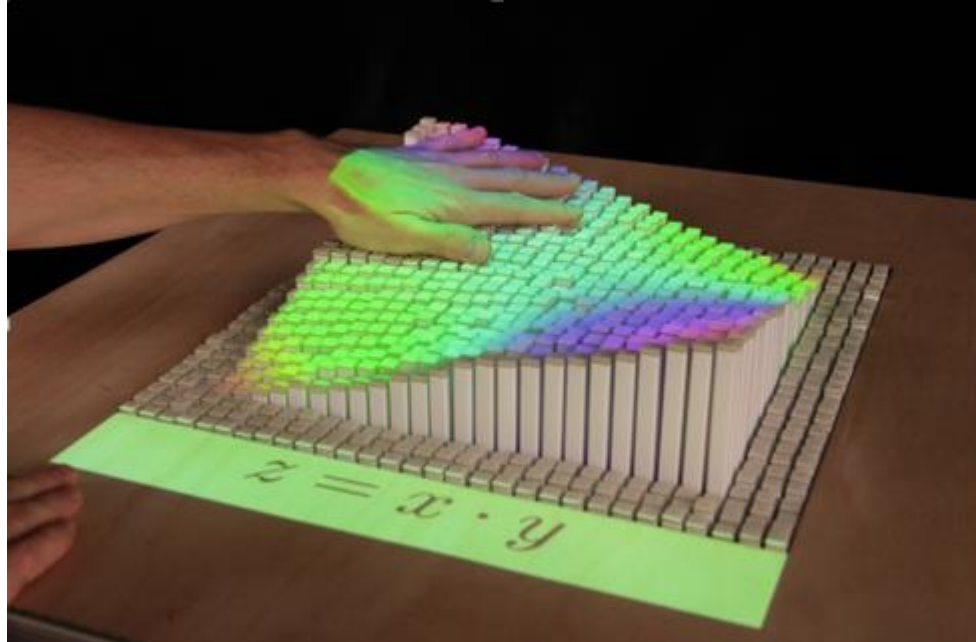
Su función es almacenar información con autonomía y seguridad, aunque la cantidad de información que pueden almacenar es pequeña. Estas tarjetas pueden ser muy útiles para el control de acceso a los salones tanto para abrir un salón por parte de profesores, como para anunciar la asistencia para los estudiantes o para acceder a un sitio autorizado cierto personal de la universidad.



- **inFORM:**

Es un proyecto de visualización dinámico capaz de representar elementos físicos, el cual permite interactuar con otra persona en tiempo real sin importar que el objeto o la persona no este; se utiliza mediante ordenadores y dispositivos móviles y su funcionamiento está basado en una superficie equipada con pines donde cada uno se mueve de forma independiente por

medio de actuadores, que cuentan con un proyector el cual le proporciona un contexto o forma a cada pin para añadirle realidad.



- **Broadcastr:**

Es una plataforma de interacción social que permite realiza acciones de intercambio de archivos, para cumplir fines comunes como, grabar, organizar, escuchar y modificar medios de audio en una interfaz basada en mapas, esta herramienta es útil en el ámbito educativo para crear nuevos espacios y oportunidades para compartir y consultar información respecto a clases.



- **Piictu:**

Es una aplicación que permite el intercambio de fotos desde un celular, su manejo es fácil, permite compartir fotos en espacios y entornos que desee quien comparte.

Es una aplicación bastante útil, tanto que en algunas universidades la solicitan y utilizan para el intercambio de fotos de uso académico.



- **CUAAD:**

Consiste en un **podcast**, (transmisor de archivos multimedia), que busca informar a los estudiantes sobre trámites, becas e intercambios para facilitar la realización de sus actividades pendientes y administrativas. Por medio de esta herramienta se puede gestionar la información de una manera más eficiente y factible para los estudiantes.



- **Auriculares inalámbricos más avanzados:**

Gracias a los avances en cuanto a la tecnología Bluetooth, la calidad del sonido ha mejorado. Esto genera que los auriculares sean imprescindibles en muchas personas. Los auriculares que no necesitan conectarse entre los oídos como los tradicionales, pues estos se introducen directamente al orificio auricular como los dispositivos de ayuda auditiva. Estos modelos que no necesitan cable generarán la desaparición de las salidas de auriculares de lo Smart Phones. Esto permitirá a los fabricantes como Apple y Samsung ofrecer modelos cada vez más delgados. Esta tecnología es indispensable en los avances de los *Smart campus* ya que permite el desarrollo humano para los estudiantes al momento de utilizar herramientas que interaccionen con su cerebro por medio de los sentidos que percibe el cuerpo humano.



- **Robots más humanos se incorporan a la vida diaria:**

Mediante dispositivos operados con comandos de voz permitirán ayudar a las familias en cuanto a la educación pues facilitarán las tareas académicas de los escolares. Dispositivo como el CogniToys Dino que utiliza a Watson de IBM para responder preguntas contribuye con la pedagogía en los colegios a nivel mundial por lo que se espera su expansión en este año. Así mismo se introducirían a los *Smart Campus* este tipo de tecnologías que ayuden a formar el intelecto humano. Percibiendo los problemas más comunes para el aprendizaje de la comunidad y así resolverlos con la ayuda de dichas Herramientas.



- **Gafas de realidad aumentada:**

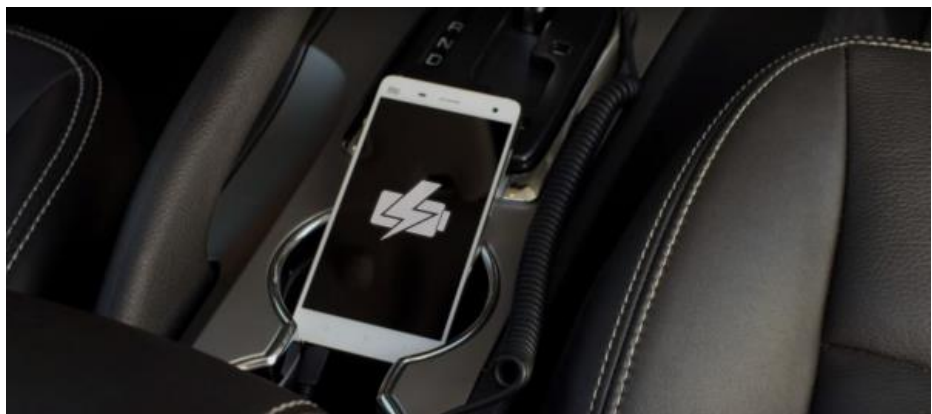
Estas gafas de realidad aumentada de Microsoft que muestran hologramas, para desarrolladores y usuarios normales. Permite la interacción con el

mundo virtual para enfatizar los conocimientos de una forma diferente y dinámica, una tecnología que evolucionaría los *Smart campus* de una forma distinta.



- **Avances con las baterías:**

Las baterías tampoco se quedan quietas y están experimentando con todo tipo de tecnologías. Primero esta Sony, ya trabajando en un prototipo de batería que puede durar un 40% más que las actuales, usando electrodos de azufre elevando la densidad energética. La cosa va para 2020, pero aunque sea una leve demostración podríamos tenerla. El otro foco está en las baterías de hidrógeno. La compañía Intelligent Energy ya mostró un prototipo de iPhone 6 con una batería que puede durar una semana, e incluso lograron hacer baterías para drones que aumentaron la autonomía de 20 minutos a 2 horas.



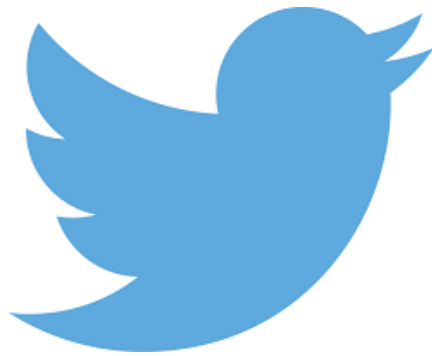
- **Blue House:**
Consiste en el control y modificación de las redes de ventilación, iluminación y equipos mediante el uso de herramientas con señal bluetooth. Estas herramientas están programadas de una forma algorítmica para controlar el desperdicio de energía y volverla sostenible.



- **Pinterest:**
Permite a los profesores planificar de forma online sus clases, esta aplicación puede ser utilizada por los estudiantes como un notebook donde se puede sacar apuntes o videos acerca de temas relacionados con la clase.



- **Twitter:**
Muchas instituciones piden a sus alumnos que creen una cuenta en esta red y así ser utilizada como un libro de clases, es decir, los estudiantes tienen que manifestar lo que piensan de la clase y comentar las lecturas y archivos enviados por el profesor, así como sus mismos estudiantes pueden comentar al respecto de las consultas y opiniones de sus otros compañeros.



- **Cloud:**

Es una comunidad virtual que permite satisfacer las necesidades de los estudiantes mediante métodos de estudio no tradicionales, reduciendo el costo de las clases y haciendo que las lecciones sean más ágiles, todo el material de las clases está en la nube y no requiere de tiempo ni dinero para acceder a él.



- **Puestos de control:**

Básicamente se maneja el control de datos mediante un “centro de control” o service center a través de smart sensores donde los sensores puestos en todo el territorio envían información de los datos en tiempo real a los puestos de control, o a través de los ciudadanos mediante diferentes apps donde pueden interactuar con el territorio y enviar información sobre el estado de los diferentes puntos de infraestructura del territorio o sobre el tráfico de personas.



5. METODOLOGÍA

Para este proyecto realizamos como primera medida una investigación de todos los conceptos involucrados para tener una visión clara y poder definir componentes que posteriormente se convertirán en ideas para implementar.

Con los conceptos claros y definidos la investigación se abre para involucrar a los miembros de la comunidad y mirar que problemas se presentan y así poder sacar una lista de las posibles soluciones que se pueden desarrollar. Una vez definidas las soluciones se evalúa cada una y se procede al desarrollo e implementación.

6. TRABAJO DESARROLLADO

Lo primero que realizamos fue la investigación de conceptos, para tener clara la idea a que apuntar, luego de esto nos centramos en la rama que tiene que ver con la sociedad, y dentro de ésta nos enfocamos en la parte de educación específicamente en la universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, y allí en la decanatura de Ingeniería de Sistemas, sin embargo se espera que de la solución o las soluciones que se desarrollen también se pueda implementar en otras decanaturas de cualquier universidad.

Luego de tener claros los conceptos y a qué sector específicamente nos íbamos a centrar, investigamos soluciones de Smart Campus que pudieran ayudarnos, dentro de estas soluciones encontramos varias como:

- Aplicaciones desarrolladas por la University of Trento and the Fondazione Bruno Kessler de Italia como lo son:

Inbox, StudyMate, viviTrento, MyPeople, LifeLog, MyCVs, iFrame, son aplicaciones para mejorar la forma de interacción, comunicación y aprovechamiento entre los espacios del campus y las personas que están en permanente contacto con este espacio.

Dentro de las soluciones encontramos muchas que apuntan al cuidado del medio ambiente, como lo son: Bombillos ahorradores de energía, máquinas y aparatos ahorradores de energía, sensores de humedad, de luz, para recoger basura, para el control del agua y la electricidad, edificios con certificación LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), energías renovables, Blue House. Y dentro de las soluciones que hacen uso de herramientas, tenemos: los tableros digitales o inteligentes, las pantallas de información, dispositivos o elementos que permitan solicitar ayuda a personal administrativo o de soporte, tomar asistencia y verificar identidad de estudiantes por medio de dispositivos biométricos, usar tarjetas smart card, inForm.

También se consideran soluciones inteligentes redes sociales o redes que permitan la interacción de una manera provechosa, como lo son: Broadcastr, Piictu, CUAAD.

El siguiente paso a seguir fue hablar con los diferentes involucrados y preguntarles que problemáticas veían en la decanatura, hablamos principalmente con estudiantes ya que son los de mayor población, de igual forma tuvimos en cuenta las necesidades de profesores. Los estudiantes hablaron de problemas como: no saber la disponibilidad de los profesores en tiempo real para realizar consultas, o no

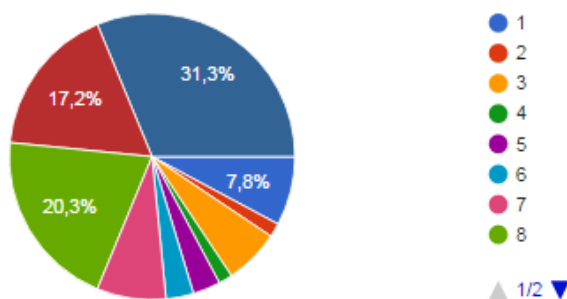
tener herramientas para agendar estas citas, no contar con un sistema para verificar disponibilidad de salones o equipos de cómputo para estudiar, desperdicio de energía, demora para ingresar a laboratorios, entre otros. A los profesores que realizamos la pregunta de qué soluciones podíamos implementar según las necesidades que observaban, nos recomendaron soluciones que tuvieran que ver con sensores, métodos de validación de estudiantes al momento de presentar pruebas a través de medios electrónicos, reconocimiento de estudiantes para llamar lista, entre otros.

Dentro de todas estas posibilidades y teniendo en cuenta los problemas más críticos, según una encuesta realizada a estudiantes donde se realizaron preguntas clave como: el semestre, si le gustaría encontrar pantallas de información en la entrada de los laboratorios de informática para verificar la disponibilidad de equipos, o para verificar la disponibilidad de los laboratorios en la semana, también si le gustaría conocer en tiempo real la disponibilidad de un profesor o tener una aplicación que le permita solicitar citas con profesores para cualquier momento del día.

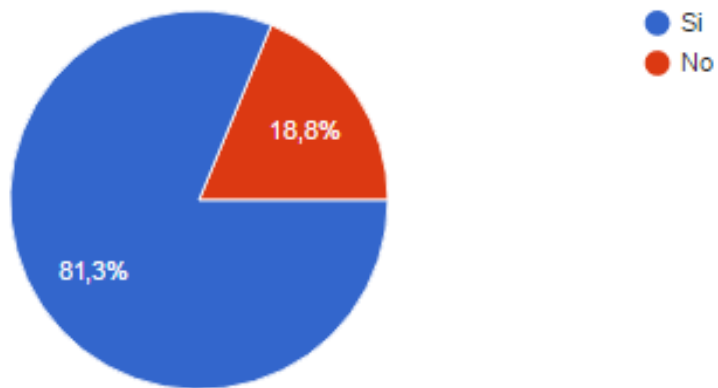
Se recibieron 64 respuestas dentro de los cuales el 31.3% eran estudiantes de 10° semestre. Para las demás preguntas se encontró que más del 80% les gustaría que se implementaran soluciones como pantallas de información y aplicaciones para diversas necesidades.

Los resultados de la encuesta se evidencian a continuación:

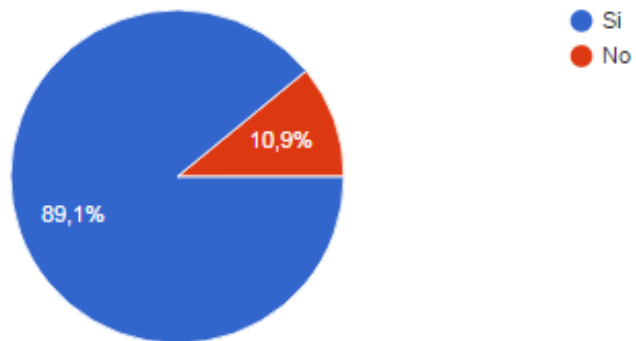
Pregunta 1: Semestre



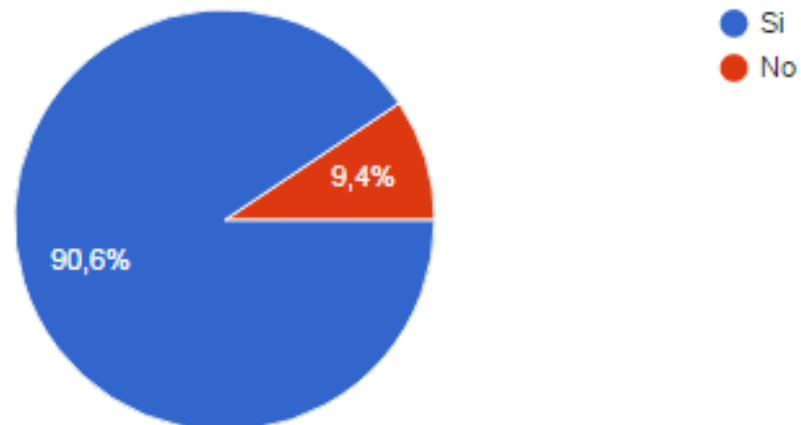
Pregunta2: ¿Le gustaría encontrar pantallas de información en la entrada del laboratorio de sistemas para verificar la disponibilidad de equipos?



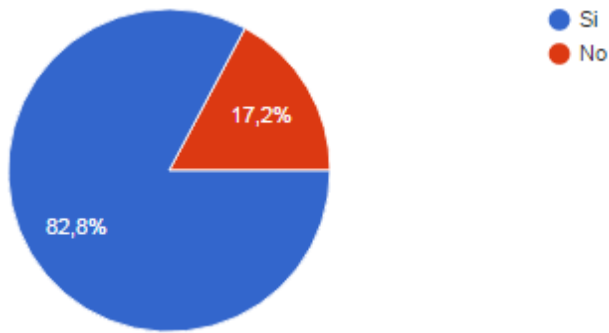
Pregunta 3: ¿Le gustaría tener pantallas de información a la entrada de cada salón del laboratorio para verificar la disponibilidad de este en la semana?



Pregunta 4: ¿Le gustaría conocer en tiempo real la disponibilidad de un profesor?



Pregunta 5: ¿Quisiera una aplicación que le permita solicitar citas con profesores para cualquier momento del día?



En la ilustración 25 se presenta de manera gráfica, el proceso de desarrollo del proyecto que va desde la investigación de conceptos hasta las soluciones elegidas.

Por otro lado, se habló con todos los profesores y revisando sus necesidades, se encontró una oportunidad en uno de los salones en donde se dictan varias clases y en el cual para su acceso se requiere de la presencia del vigilante que abra la puerta.

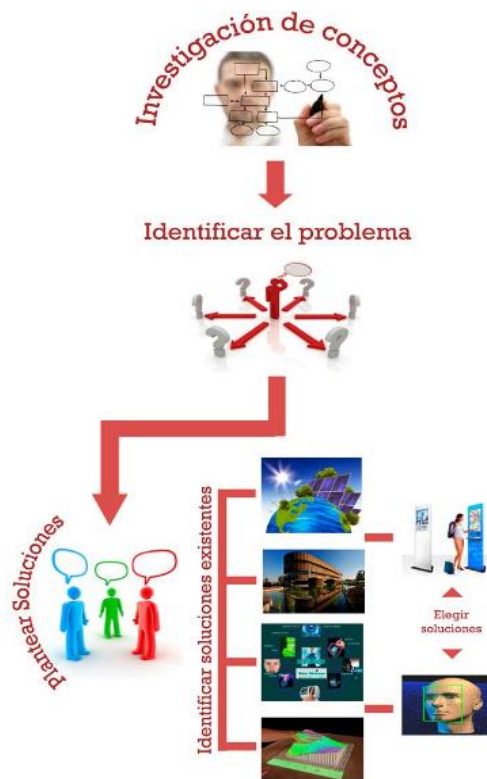


Ilustración 25 Proceso para llegar a las soluciones

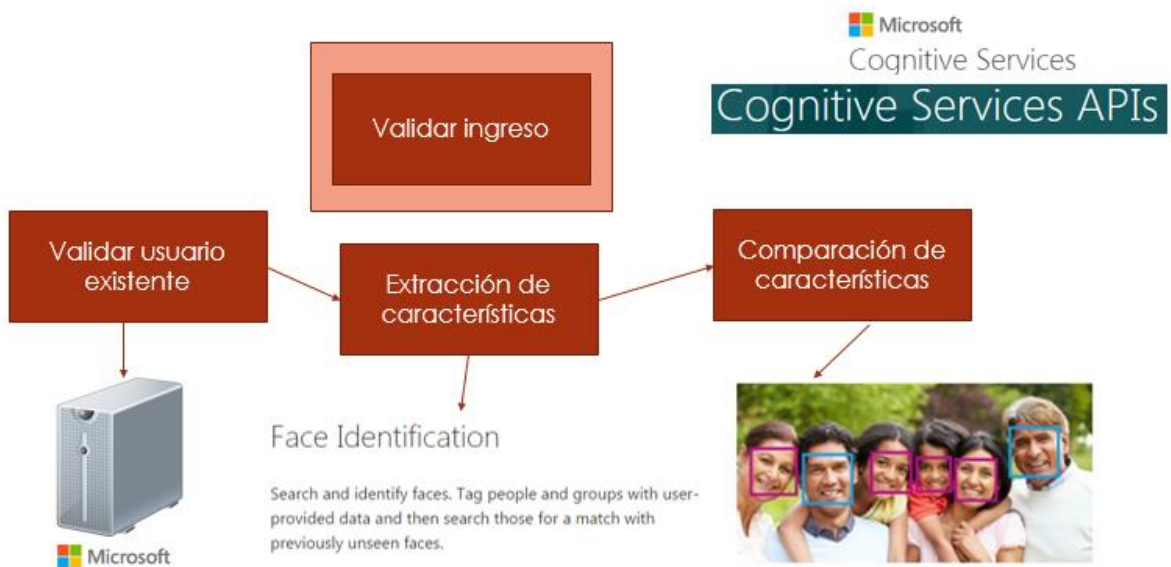
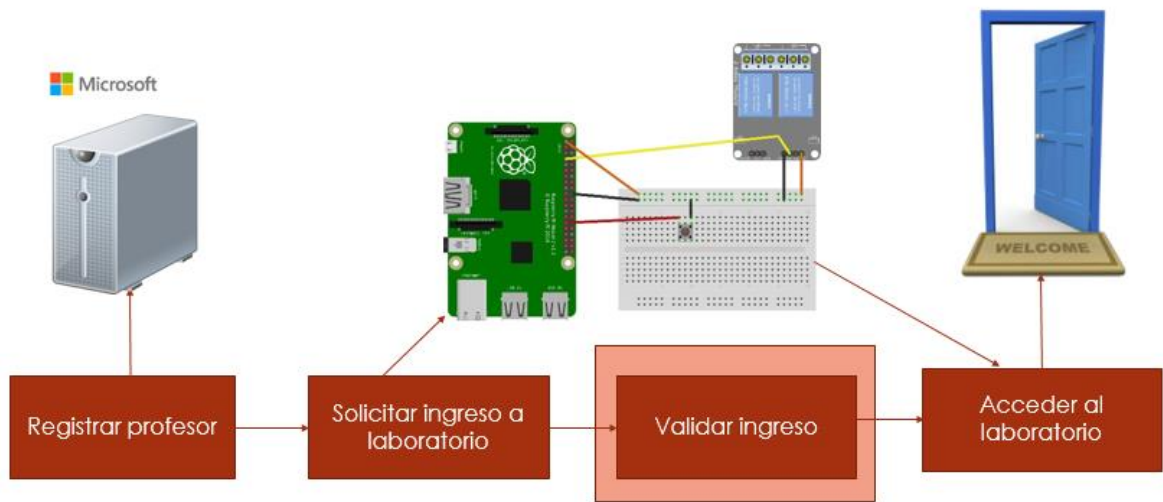
Luego de analizar la información y tener en cuenta las necesidades de profesores y estudiantes, se decidió desarrollar dos soluciones las cuales fueron:

- a. **Reconocimiento facial para autenticación de usuarios:** Esta solución nace de la problemática que hay en la forma de ingreso a los laboratorios los cuales hay que esperar a que vaya personal autoriza a abrir dicho laboratorio, haciendo perder tiempo de las clases por lo cual esta solución permitirá el acceso de profesores a los laboratorios de la decanatura de ingeniería de sistemas donde su llave de ingreso será su rostro.

Esta solución lo que busca es mejorar los tiempos de acceso a los diferentes laboratorios, comenzando por un aula en particular. Esta solución quiere que un profesor que esté autorizado y registrado simplemente acerque su rostro y este sistema le permita el acceso al aula.

Para desarrollar esta solución buscamos varios software de reconocimiento facial libres y gratuitos que nos ayudaran a resolver el problema, dentro de estos encontramos dos softwares uno de Microsoft (Windows IoT: Facial Recognition Door) y otro de Google Code (visual control). Se escogió el software de Microsoft debido a que realizando pruebas, este mostro ser más efectivo para realizar el reconocimiento y permite trabajar mucho mejor para lo planteado. La implementación del programa requiere una parte eléctrica, la cual consiste en realizar el mecanismo para accionar la puerta y al momento de reconocer a la persona situada al frente de la cámara esta se abra, para este mecanismo se está trabajando con un hardware el cual sirve como maquina remota para correr el software desde un computador y poder enviar las señales eléctricas a través de una conexión dirigida hacia la puerta.

La arquitectura de este sistema es la siguiente, el software va a estar conectado y haciendo uso de recursos de Microsoft, el cual contiene unas API's que son las que permiten realizar la comparación del rostro guardado con el rostro que está al frente de la cámara:



Para la configuración e instalación de las herramientas necesarias para desplegar el software se encuentran en el **anexo 1: Manual para instalar y configurar software Reconocimiento facial**.

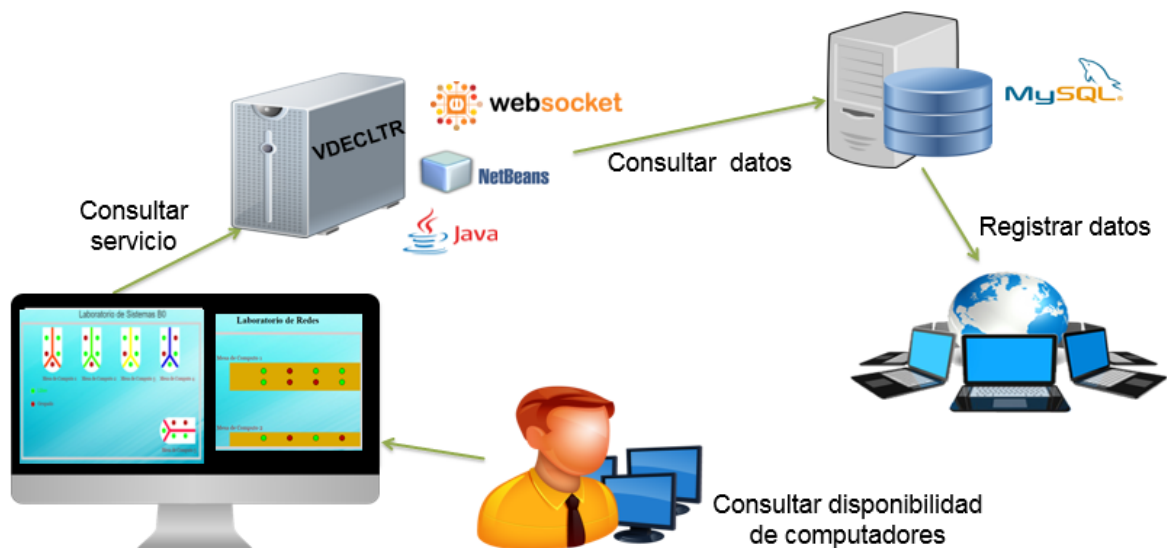
Y para la parte electrónica y de configuración de la RaspBerry pi se encuentra en el **anexo 2 - Manual configuración Rapberry y parte electrónica**.

- b. Visualización de la disponibilidad de los equipos de cómputo de los laboratorios en tiempo real (VDECLTP): Esta solución surge del problema que tienen los estudiantes para encontrar un equipo de cómputo libre en los laboratorios, además del ruido y congestión que se genera al estar

ingresando a los laboratorios a buscar si hay un equipo disponible. Estas pantallas de información indicaran la disponibilidad de los computadores en tiempo real. Este software va a permitir que las personas que necesiten un equipo, fácilmente encuentren la disponibilidad de estos mediante la tecnología y así no tengan que dirigirse al sitio físico en donde se encuentran ubicados, disminuyendo el tráfico de personas y la pérdida de tiempo.

Para esta solución se hizo uso de un sistema que ya estaba integrado en los computadores del Laboratorio de Informática, el cual mantiene el registro de uso de un computador, llevando el tiempo de conexión. Con esta información se desarrolló una aplicación la cual captura datos de uso de equipos, para luego graficarlos, especificando el estado de los equipos (libres/ocupados) de los diferentes Laboratorios de Informática.

La arquitectura para este software se muestra en la siguiente imagen, allí se puede evidenciar las herramientas utilizadas y en el **anexo 3 - Manual de soporte de configuración para el software de la Visualización de la disponibilidad de los equipos de cómputo en los laboratorios en tiempo real** se encuentra más detalle de la implementación y uso del software.



Estas dos soluciones apuntan a resolver necesidades que más aquejan a los miembros de la comunidad para mejorar la calidad de vida que es a lo que apunta el concepto de Smart City y Smart University.

7. TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro se dejan planteadas varias ideas de proyectos, que podrán ser tomadas por otros estudiantes, para realizar la investigación de si es viable implementarla y los beneficios que esta traería. De igual modo muchas de las soluciones no solo son pensadas para el bienestar de la Decanatura de Sistemas, sino de toda la universidad.

Algunas de las ideas planteadas en general son:

- a. Implementar soluciones que tengan alto beneficio para el medio ambiente, soluciones que ayuden a la sostenibilidad, como el uso de sensores para control de agua, electricidad y hacer uso de paneles solares.
- b. También para apoyar la sostenibilidad contar con elementos como bombillos, electrodomésticos y maquinas ahorradoras, tener construcciones con certificación LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible).
- c. Realizar plataformas que permitan la interacción entre los estudiantes de las diferentes decanaturas, para intercambiar información académica y de servicio social, ya sea para compartir el carro como para brindar ayuda a compañeros en temas específicos de alguna materia.
- d. Aplicaciones para realizar pedidos de almuerzo, para reservar o buscar parqueadero, aplicaciones que permitan sincronizar y agregar recordatorios en el celular con las tareas que se encuentran en la plataforma del campus virtual.
- e. Realizar proyectos de biometría, por ejemplo un reconocimiento facial que permita identificar a los estudiantes que ingresan a un salón de clase evitando llamar lista, o los que ingresan a oficinas de profesores.
- f. Hacer uso de dispositivos inteligentes que permitan una mejor interacción en las clases, como tableros inteligentes o botones para solicitar ayuda de personal administrativo, también hacer uso de Smart Card que cuenten con beneficios como ingreso a los salones donde se tiene clase o a lugares que se esté autorizado.
- g. También hacer uso de herramientas como inForm que permitan realizar simulaciones en 3D y en tiempo real, teniendo una mejor interacción y forma de desarrollar una clase.

Algunas ideas para la Decanatura de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería son:

- a. **Reconocimiento Facial para tomar lista en las clases:** La idea de este producto, es permitir a los profesores optimizar el tiempo de las clases, generando una aplicación la cual permita generar un listado de las personas que están dentro del salón, aprovechando el reconocimiento facial ya implementado, si es posible, para que solo sea utilizar un dispositivo que tenga la aplicación y no perder el tiempo llamando estudiante por estudiante.
- b. **Tableros electrónicos para clases:** Implementación de tableros didácticos para que los estudiantes puedan generar una mayor interacción con los recursos de la universidad, motivándolos mediante tecnología para que puedan aprender y llevar a la práctica sus conocimientos adquiridos.
- c. **Renovación de energía para los computadores de los laboratorios:** Implementar un sistema renovable, que permita que los computadores cuando no estén en uso se apaguen y no consuman energía para desperdiciarla, ayudando a la sostenibilidad.
- d. **Implementar un mapa interactivo para la decanatura de ingeniería de Sistemas:** Generar un sistema interactivo para que estudiantes de la universidad no solo de ingeniería de sistemas, también estudiantes que necesiten usar los recursos de los laboratorios, puedan conocer las instalaciones y diferentes puntos con los que cuenta la decanatura de Sistemas y poder disminuir el tiempo preguntando por los laboratorios, oficinas, salones, etc.
- e. **Reutilización software de Reconocimiento Facial para saber que personas entran a los diferentes laboratorios:** se quiere dejar planteada esta idea, para que en un punto específico de los laboratorios, este ubicada una cámara la cual permita reconocer que personas entran a los laboratorios, permitiendo dar la bienvenida a los estudiantes y profesores, reconociéndolos y que se les pueda dar un saludo y se guarde la información para mayor seguridad de los laboratorios.

- f. Aplicación que permita conseguir citas con profesores o estudiantes:** Implementar una aplicación que permita a los estudiantes y profesores comunicarse entre ellos, para que puedan generar citas o reuniones anticipadamente, no perder tiempo buscando a las personas, resolviendo las dudas que se tengan o pidiendo ayuda para proyectos o trabajos que se estén realizando.
- g. Sistema de reservas para los computadores del laboratorio:** generar un sistema el cual le permita a los estudiantes realizar reservas de los computadores, para que cuando estén lejos de estos, puedan apartar un computador cuando lo necesiten y trabajar cómodamente sin tener que perder tiempo esperando por la disponibilidad de equipos.

Y como ideas para las diferentes decanaturas o entornos de la Escuela Colombiana de Ingeniería, están:

- a. Implementación de pantallas de información para los parqueaderos de la universidad:** Implementar pantallas de información que permitan a las personas que tengan carro no perder tiempo buscando parqueaderos, sino que por medio de estas pantallas puedan encontrar un parqueadero libre y dirigirse directamente al sitio sin perder tiempo.
- b. Reductores de iluminación y sensores inteligentes de luz:** colaborar con la sostenibilidad, generando ahorros de energía con mecanismos existentes, para que por medio de estos las luces de la universidad no estén siempre en consumo de energía y se desaproveche esta.
- c. Implementar canecas inteligentes:** presentar la propuesta de canecas inteligentes para la universidad, permite informar a las personas encargadas de las basuras, en qué momento se llenan las canecas para que cuando se tengan que vaciar, informen por medio de un sistema y se acuda al sitio en donde se encuentran estas.

- d. Tableros electrónicos para clases:** Implementación de tableros didácticos para que los estudiantes puedan generar una mayor interacción con los recursos de la universidad, motivándolos mediante tecnología para que puedan aprender y llevar a la práctica sus conocimientos adquiridos.
- e. Correo sincronizado con agenda personal:** Implementar un sistema que permita a todos los integrantes del entorno, sincronizar su correo con la agenda personal de cada persona, para que se le esté informando diariamente sus trabajos, reuniones, responsabilidades, etc.
- f. Aplicaciones para ayuda entre estudiantes:** Una aplicación que permita a todos los estudiantes interactuar con otros estudiantes de diferentes carreras, para pedir ayuda con temas que generen dudas o trabajos en los cuales necesiten ayuda.
- g. Lectura de carnets para entrar a los salones:** Tener un aparato que permita a los profesores listar las clases mediante el código de barras que encontramos en los carnets de todos los estudiantes, facilitando el manejo de listas de clases.
- h. Aplicación para compartir notas de clase:** Aplicación que permita a los estudiantes registrarse a un grupo de clase y poder compartir datos, documentos, apuntes, trabajos, etc. para que cuando otros estudiantes necesiten consultar cosas puedan hacerlo desde cualquier lugar.
- i. Aplicación para relacionarse con las comunidades de la universidad y tener mejor interacción:** Desarrollar un aplicativo parecido a facebook, que permita relacionar a la comunidad y genere una mejor relación entre todos los participantes.
- j. App para pedir el almuerzo:** Implementar una aplicación que permita a los directivos y profesores pedir su almuerzo a los diferentes restaurantes de la universidad, para que puedan almorzar en cualquier momento sin tener que hacer filas o trasladarse a los puntos de comida.
- k. App para compartir el carro:** Crear una aplicación para que estudiantes, profesores, administrativos y trabajadores puedan compartir su medio de

transporte, muchas veces salen carros de la universidad solos, y estos puede ayudar a otras personas a tener un mejor transporte y generar una ayuda entre la comunidad educativa.

- l. Paneles solares:** Paneles solares para la conservación de energía y ayudar a la sostenibilidad.
- m. Bombillos ahorradores:** Ayuda para la sostenibilidad y conservación de energía.

8. CONCLUSIONES

Con las soluciones implementadas se puede decir que se está dando un gran paso para iniciar a formar un Smart Campus, y ¿Por qué no? Ser una pequeña parte para crear una Smart City, con cada pedacito de espacio que se convierta en inteligente se va incentivando a comunidades para que aporten, ayuden, generen ideas, necesidades, soluciones y hagan parte de los Living Labs para llevar más lejos estas soluciones y estos conceptos. Con cada solución implementada la calidad de vida se verá notablemente mejorada, ya sea en tiempo, oportunidades, hasta incluso la oportunidad de tener un mundo sostenible. Sin embargo todo este tipo de proyectos no se pueden realizar sin tener claros los principales conceptos: Smart City, Smart University y Living Labs, sin tener claro a que apuntar y la razón por la cual se debe contar con el pilar de la tecnología.

Por otro lado el concepto de Living Labs es clave ya que este permite crear grupos de investigación en los cuales estarán todos los interesados, creando soluciones innovadoras, donde cada participante del entorno puede aportar ideas y soluciones para generar un espacio Smart.

Estas soluciones no sólo sirven para mejorar y ayudar a las personas en su diario vivir, sino que también ayudarán a investigadores y a implementadores a analizar la diferente información que genera cada una de las soluciones para seguir innovando y generando nuevos proyectos tecnológicos.

9. ANEXOS

Anexo 1 - Manual para instalar y configurar software Reconocimiento facial

Anexo 2 - Manual configuración Rapberry y parte electrónica

Anexo 3 - Manual de soporte de configuración para el software de la Visualización de la disponibilidad de los equipos de cómputo en los laboratorios en tiempo real

10. REFERENCIAS

- [1] IBM, «Ciudades inteligentes,» [En línea]. Available: http://www.ibm.com/smarterplanet/es/es/smarter_cities/overview/.
- [2] B. Cohen, «Gobernanza local,» 11 Enero 2012. [En línea]. Available: <http://gobernalocal.org/buenas-practicas/gobernanza/the-top-10-smart-cities-on-the-planet/>.
- [3] U. d. I. A. Colombia, «Universidad de los Andes,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.uniandes.edu.co/tag/ciudades-inteligentes>.
- [4] Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, «Noticias,» 15 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.manizales.unal.edu.co/index.php/noticias/35-ano-2013/3900-eficiencia-energetica-en-la-u-n-en-manizales-con-smart-grid>.
- [5] G. i. UMNG, «V jornadas Ibéricas de infraestructura de datos espaciales,» 7 Noviembre 2014. [En línea]. Available: http://idee.es/resources/presentaciones/JIIDE14/20141107/CampusInteligentesUniversitarios_presentacion.pdf.
- [6] E. Union, «Smart Campus,» Agosto 2012. [En línea]. Available: <http://greensmartcampus.eu/>.
- [7] S. C. Lab, «Smart Campus,» Povo di Trento, 2014.
- [8] U. j. I. d. castellón, « Universitat jaume I de castellón españa,» [En línea]. Available: <https://ujiapps.uji.es/>.
- [9] E. Rodríguez, «uniMOOC,» 6 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://unimooc.com/smart-cities-ciudades-inteligentes/>.
- [10] M. D. -. Unimedios, «Proyecto de estudio en redes inteligentes - Universidad Nacional de Colombia,» Manizales, 2011.
- [11] A. T. Luis Andres Gomez, *Proyecto de grado 1*, Bogotá, 2015.
- [12] L. Tecnología Huawei, «Huawei,» 2016. [En línea]. Available: <http://e.huawei.com/mx/solutions/industries/education/higher-education/smart-campus>.

- [13] U. d. I. A. Colombia, «Univeridad de los Andes Colombia,» [En línea]. Available: <https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/Areas-funcionales/Planeacion-y-gestion-de-la-infraestructura>.
- [14] P. Cousin, «Internet of things, Success Stories,» European Commission, 2015.
- [15] S. Idom, «SMART CITIES,» 15 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.smartcities.es/>.
- [16] E. S.A, «Endesa Educa,» 2014. [En línea]. Available: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/.
- [17] C. Aoun, «Schneider Electric,» Enero 2013. [En línea]. Available: http://www2.schneider-electric.com/documents/support/white-papers/smart-cities/998-1185469_smart-city-cornestone-urban-efficiency_CO.pdf.
- [18] R. Estévez, «¿Qué servicios ofrece una Smart City a sus ciudadanos?,» 15 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://www.ecointeligencia.com/2013/07/que-servicios-ofrece-una-smart-city-a-sus-ciudadanos-1/>.
- [19] País digital, «País digital,» 2014. [En línea]. Available: <http://paisdigital.org/smart-cities/>.
- [20] V. Acosta, «TABLEROS DIGITALES IMPULSAN UN MUNDO EN EL QUE LA TIZA SERÁ HISTORIA,» 5 Marzo 2012. [En línea]. Available: <http://www.enter.co/otros/tableros-digitaless-cambiando-un-mundo-en-el-que-ya-la-tiza-no-importa/>.
- [21] F. J. R. T. Carlos Nelson Henríquez Miranda, «Diseño e implementación de tecnología basada en dispositivos inteligentes para apoyo a diferentes servicios educativos,» 2 Julio 2008. [En línea]. Available: http://www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/prospectiva/volumen-6-no-2/articulo7-v6n2.pdf.
- [22] La republica, «Cinco tecnologías que marcarán tendencia en el 2016,» 20 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://larepublica.pe/tecnologia/730707-cinco-tecnologias-que-marcaran-tendencia-en-el-2016>.
- [23] nx, «TOP 10 NUEVAS TECNOLOGÍAS QUE DOMINARÁN 2016,» 2016. [En línea]. Available: http://www.tecnonauta.com/notas/2392-nuevas-tecnologias-2016/pagina_2.