

*Ferrario, Luis Ignacio*

***Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela***

*Maestría en Administración de Empresas*

*Año: 2024*

Licencia:  [CC BY-NC 4.0 Deed | Attribution-NonCommercial 4.0 International | Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Cita recomendada: Ferrario, L.I. (2024). *Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela*. Universidad Nacional de Rafaela. [Repositorio Institucional Digital UNRaf](#)

Alumno: Ing. Luis Ignacio Ferrario

Director: Dr. Javier Fornari

Universidad Nacional de Rafaela

Maestría en Administración de Empresas

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela

Rafaela, Mayo 2023.

## Contenido

Resumen Ejecutivo.....	7
Introducción .....	8
Definición del Problema .....	8
Contexto y Justificación del tema de investigación.....	9
Objetivo Principal .....	11
Objetivos Secundarios .....	11
Alcance y Limitaciones.....	12
Marco Teórico.....	13
Ciudades Inteligentes y Digitales .....	13
Internet de las cosas (IoT).....	15
Estandarización de IoT para la Interoperabilidad de Dispositivos .....	18
Estándares y Protocolos .....	19
Protocolos Abiertos .....	20
BPMN .....	22
Big Data y Análisis de Datos .....	22
Cloud Computing (Computación en la nube).....	23
Redes de Comunicaciones .....	24
Inteligencia Artificial .....	26
Arquitectura Empresarial.....	27
Arquitectura de Soluciones .....	29
Arquitectura Orientada a Servicios .....	32
Ontología .....	33
Metodología de Investigación .....	37
Tipo de Investigación .....	37
Resultados de la Encuesta.....	40
Descripción del Caso de Estudio – Municipio de Rafaela .....	67
Caracterización del Municipio y su contexto socioeconómico.....	67

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Descripción del proceso de definición de la Arquitectura Conceptual de Servicios.....	69
Ontología específica para el Municipio de Rafaela .....	82
Descripción de la ontología diseñada y su relación con los conceptos ontológicos generales. ....	82
Clasificación de las entidades y relaciones relevantes para el municipio .....	85
Consideraciones de Implementación .....	100
Evaluación y Validación para una futura implementación de la arquitectura conceptual .....	100
Análisis de la eficiencia y de la eficacia de la Arquitectura .....	101
Eficiencia .....	101
Eficacia.....	102
Conclusiones .....	105
Referencias Bibliográficas .....	109
Anexo 1 – Encuesta.....	111
Título.....	111
Descripción .....	111
Sección 1 – Perfil del Encuestado.....	111
Pregunta 1 - ¿En qué ciudad reside actualmente? * .....	111
Pregunta 2 - ¿Cuál es su edad? * .....	111
Pregunta 3 - ¿Cuál es su género? * .....	112
Pregunta 4 - ¿Cuál es su nivel de educación? * .....	112
Pregunta 5 - ¿Cuál es su área de trabajo? * .....	112
Sección 2 - Conocimiento de la Tecnología Internet de las Cosas (IoT).....	113
Pregunta 6 - ¿Conoce usted la tecnología IoT?.....	113
Sección 3 - IoT .....	113
Pregunta 7 - ¿Qu dispositivos IoT conoce? * .....	113
Pregunta 8 - ¿Ha utilizado usted alguna vez dispositivos IoT en su vida diaria? * ..	114
Pregunta 9 - ¿Qué opinión tiene sobre la tecnología IoT y su potencial para mejorar la calidad de vida? .....	114
Sección 4 - Uso de tecnología en el municipio .....	114

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 10 - ¿Cree que la ciudad de Rafaela cuenta con una buena infraestructura tecnológica? .....	114
Pregunta 11 - ¿Ha utilizado alguna vez la aplicación móvil del municipio de Rafaela? .....	114
Pregunta 12 - ¿Conoce usted los servicios digitales que ofrece el municipio de Rafaela? .....	115
Pregunta 13- ¿Qué servicios digitales considera que debería ofrecer el municipio de Rafaela? .....	115
Sección 5 - Percepción ciudadana .....	115
Pregunta 14 - ¿Cómo describiría usted la preocupación del municipio de Rafaela por las necesidades de sus ciudadanos?.....	115
Pregunta 15 - ¿Ha tenido alguna vez algún problema o inconveniente que haya tenido que reportar al municipio de Rafaela? .....	115
Pregunta 16 - ¿Cómo calificaría la eficacia y eficiencia de la respuesta del municipio de Rafaela a sus problemas o solicitudes? .....	116
Sección 6 - Infraestructura y servicios IoT .....	116
Pregunta 17 - ¿Cuáles son los servicios IoT (Internet de las Cosas) que le gustaría tener en su ciudad? .....	116
Pregunta 18 - ¿Cree que el municipio de Rafaela debería invertir en la implementación de tecnología IoT en la ciudad? .....	116
Pregunta 19 - ¿Considera que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela aumentaría la calidad de vida de los ciudadanos?.....	116
Sección 7 - Empleados municipales.....	116
Pregunta 20 - ¿Conoce usted si los empleados del municipio de Rafaela han recibido capacitación sobre tecnología IoT? .....	117
Pregunta 21 - ¿Cree que la capacitación en tecnología IoT es importante para el personal del municipio de Rafaela? .....	117
Pregunta 22 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela requeriría la contratación de personal especializado? .....	117
Pregunta 23 - ¿Cree que los empleados municipales estarían dispuestos a adaptarse a la implementación de tecnología IoT en el municipio? .....	117
Sección 8 - Consideraciones generales proyectos de Ciudades Inteligentes .....	118

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 24 - ¿Tiene algún comentario adicional sobre la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela? .....	118
Pregunta 25 - ¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela podría tener algún impacto negativo? .....	118
Pregunta 26 - ¿Tiene usted alguna sugerencia sobre cómo se podría llevar a cabo la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela?.....	118
Pregunta 27 - ¿Cree que los ciudadanos deberían estar involucrados en la planificación y toma de decisiones sobre la implementación de tecnología IoT en la ciudad? .....	118
Pregunta 28 - ¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela sería costosa? .....	118
Pregunta 29 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela tendría un impacto positivo en la imagen de la ciudad?.....	119
Pregunta 30 - ¿Está dispuesto a participar en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela? .....	119
Pregunta 31 - ¿Qué grado de confianza tiene en la capacidad del municipio de Rafaela para llevar a cabo con éxito la implementación de tecnología IoT en la ciudad? .....	119
Pregunta 32 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela podría ser un modelo a seguir para otras ciudades en la región o el país? .....	119
Pregunta 33 - ¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes en el que la participación ciudadana haya sido un factor importante en su desarrollo? * .....	119
Pregunta 34 - ¿Cree que la participación ciudadana es un factor importante para el éxito de proyectos de ciudades inteligentes? * .....	120
Pregunta 35 - ¿Considera que los ciudadanos tienen suficiente acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes en su región o país? * .....	120
Sección 9 - Impacto social y medioambiental.....	120
Pregunta 36 - ¿Considera que las soluciones de ciudades inteligentes deben tener un enfoque en el impacto social y medioambiental? * .....	120
Pregunta 37 - ¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes que haya tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos? * .....	120

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 38 - ¿Cree que la implementación de soluciones de ciudades inteligentes puede ayudar a abordar los desafíos medioambientales que enfrentan las ciudades?

\* ..... 121

Anexo 2 – Ontología completa para el Municipio de Rafaela ..... 122

## Resumen Ejecutivo

Esta tesis aborda el diseño de una arquitectura conceptual para municipios de tamaño mediano en Argentina, utilizando la ciudad de Rafaela como caso de estudio. Se presenta una metodología para la definición de la ontología específica para el municipio y se describe el proceso de diseño de la arquitectura conceptual para la integración de dispositivos de Internet de las cosas (IoT), la cual está compuesta por diferentes módulos que permiten la integración con los sistemas existentes y la colaboración entre distintas áreas del municipio.

Se han utilizado diversos conceptos y tecnologías, tales como la arquitectura orientada a servicios, la plataforma de datos abiertos, la inteligencia artificial y la interoperabilidad, entre otros. Estos elementos permiten una gestión más eficiente y transparente del municipio, así como una mayor participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones.

## Introducción

### Definición del Problema

Hace tiempo que venimos escuchando hablar del Internet de las Cosas (IoT), el mismo se define como una red interconectada de objetos físicos, dispositivos, sensores y sistemas que están habilitados para recopilar y compartir datos a través de internet, permitiendo la comunicación y la interacción entre estos componentes para realizar diversas tareas y mejorar la eficiencia en diferentes ámbitos (Luo, 2020, p. 4).

Vemos que en la mayoría de las veces, las ciudades o municipios implementan diferentes proyectos relacionados a Internet de Las Cosas, como ser Sensores para medir la calidad del aire en algún lugar de la ciudad o cámaras que permitan identificar patentes en los ingresos de la ciudad, pero es factor común en todos lados que cada proyecto se maneje de manera individual, siguiendo los requisitos de cada proveedor y cada uno de ellos se gestiones y se maneje por separado, lo que hace muy difícil después poder escalarlos, más si el municipio quiere empezar a convertirse en una ciudad digital. Esos proyectos además de no tener estándares en la mayoría de las ocasiones, quedan siempre atados al soporte del proveedor y es muy difícil después escalarlos u orquestarlos para lograr un mayor nivel de servicio a los ciudadanos, con lo cual nos propusimos para este trabajo responder a la siguiente pregunta

**¿Cómo diseñar una Arquitectura Conceptual Orientada a Servicios para estandarizar e interconectar dispositivos inteligentes (Internet de las Cosas - IoT) en municipios, con el fin de mejorar la eficiencia en la gestión y la provisión de servicios a los ciudadanos?**

Una definición de Arquitectura Conceptual Orientada a Servicios en el ámbito de IoT, puede ser la siguiente:

Es un enfoque de diseño que utiliza servicios independientes y reutilizables para construir sistemas IoT, donde los componentes del sistema se organizan en torno a servicios específicos y se comunican a través de interfaces estandarizadas, permitiendo la interoperabilidad y la flexibilidad en la implementación de soluciones IoT” (Huang, Li, & Li, 2020, p. 151).

Una vez logrado el diseño conceptual de la arquitectura, su implementación en el Municipio de Rafaela permitirá la interconexión y estandarización de dispositivos IoT, mejorando así la eficiencia en la gestión municipal y en la provisión de servicios a los ciudadanos.

## Contexto y Justificación del tema de investigación

La justificación de este estudio se basa en la necesidad de contar con una arquitectura conceptual y un diseño de plataforma tecnológica que permita a los municipios de tamaño mediano en Argentina mejorar su gestión y servicios en línea con las demandas de sus ciudadanos y las exigencias de un entorno globalizado y digital.

La falta de una arquitectura conceptual adecuada puede generar ineficiencias en la gestión municipal, falta de transparencia y dificultades para satisfacer las necesidades de la ciudadanía. Además, muchos municipios de tamaño mediano en Argentina carecen de recursos para desarrollar una arquitectura y plataforma propias, por lo que una solución genérica y adaptable a sus necesidades sería altamente beneficiosa.

Con el creciente desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, se ha vuelto cada vez más común el uso de sistemas y plataformas para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios públicos en distintos niveles de gobierno. Los municipios, como principales responsables de la gestión de servicios locales, no son la excepción.

En este contexto, es clave la definición de una Arquitectura Conceptual Orientada a Servicios para la integración de dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) en municipios, con el fin de eficientizar su gestión, cuidar los recursos y proveer servicios a los ciudadanos. El desarrollo de esta arquitectura se basa en la necesidad de estandarizar y habilitar la interacción de diferentes dispositivos inteligentes en los gobiernos locales, lo que permitiría una mejor toma de decisiones y una mayor eficiencia en la administración de los recursos.

El rápido crecimiento de la tecnología IoT y su capacidad de conectar dispositivos inteligentes a Internet ha generado una gran cantidad de datos que pueden ser utilizados para mejorar la gestión de las ciudades y brindar mejores servicios a sus ciudadanos. Sin embargo, en muchos municipios aún no se han implementado soluciones adecuadas para aprovechar todo el potencial de esta tecnología.

El problema se centra en la falta de una arquitectura que permita la interacción de los dispositivos IoT en un municipio de manera estandarizada y segura, lo que dificulta la toma de decisiones basadas en datos y limita la eficiencia en la administración de los recursos. Además, la falta de una arquitectura conceptual adecuada puede resultar en la utilización de dispositivos incompatibles entre sí y en la falta de integración de diferentes sistemas, lo que puede generar problemas de seguridad y dificultades en la gestión de los datos, como

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

así también en incurrir en costosos proyectos que después no aportan el valor necesario e incluso nunca pueden escalarse.

En este contexto, se hace necesario desarrollar una Arquitectura Conceptual Orientada a Servicios que permita la integración de dispositivos IoT en municipios de manera estandarizada y segura, y que permita la toma de decisiones basadas en datos para la gestión de los recursos y la provisión de servicios a los ciudadanos. Esta arquitectura deberá tener en cuenta aspectos claves como la interoperabilidad, la seguridad, la escalabilidad y la eficiencia energética, entre otros, para asegurar su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Para esto planteamos como objetivo principal proponer una arquitectura conceptual y una definición de plataforma centralizada y escalable que permita la integración de distintos servicios y sistemas del municipio de Rafaela, en Argentina. La idea es que, mediante esta plataforma, se pueda mejorar la eficiencia en la gestión de servicios públicos y, al mismo tiempo, facilitar la interacción de los ciudadanos con la administración local.

Para lograr este objetivo, se hará una revisión bibliográfica sobre los principales conceptos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la gestión pública local, con un enfoque especial en la interoperabilidad de sistemas y la integración de servicios. Se analizarán también distintas experiencias previas de implementación de sistemas similares en otros municipios de Argentina y del mundo.

La investigación que se presenta en esta tesis se apoya en una encuesta integral realizada a funcionarios, técnicos municipales y a una muestra representativa de la población de la ciudad. La decisión de llevar a cabo esta encuesta se basa en la necesidad de obtener una comprensión completa y de las percepciones, necesidades y opiniones de los actores clave involucrados en la gestión municipal y la vida en la ciudad. La encuesta proporciona una valiosa fuente de datos que complementa la revisión bibliográfica y el análisis conceptual, permitiendo una evaluación más precisa de la implementación de soluciones tecnológicas en el contexto municipal. Además, al incluir la perspectiva de la población, se trata de que las voces y las preocupaciones de los ciudadanos sean tenidas en cuenta en el diseño de la arquitectura conceptual, lo que en última instancia contribuirá a la creación de soluciones tecnológicas más alineadas con las necesidades de la comunidad local. Es importante señalar que la encuesta, aunque proporciona información valiosa, presenta un desbalance entre hombres y mujeres en la muestra, lo que no influye en nada en los resultados. Este sesgo de género es solo una cuestión de que los representantes en los puestos que necesitábamos enviar la encuesta y personas que respondieron eran más hombres que mujeres. A pesar de este sesgo, hemos realizado esfuerzos para garantizar la

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

representatividad de otros aspectos demográficos. Reconocemos la importancia de abordar este sesgo.

Una Ontología es una representación formal y explícita de los conceptos y sus relaciones en un dominio específico de conocimiento, que permite una mejor comprensión y organización de los datos y la información en sistemas IoT, facilitando la interoperabilidad, el intercambio de información y la toma de decisiones informadas (Lazouski, Rahmani, & Salehi, 2019, p. 12).

A partir de esta revisión bibliográfica, se propondrá una ontología específica para el municipio de Rafaela, que permita identificar los servicios y sistemas a integrar y las posibles interacciones entre ellos. Se detallará también una arquitectura conceptual para la plataforma centralizada y escalable que permita la integración de dichos servicios y sistemas, respetando los estándares propuestos por un municipio.

Asimismo, se describirán las capas que conforman esta arquitectura, los roles que tendrán acceso a la misma y las posibles vías de integración con los sistemas ya existentes en un municipio.

En conclusión, el presente trabajo busca proponer una solución tecnológica que permita estandarizar la integración de dispositivos IoT para mejorar la gestión de servicios públicos en un municipio como el de la ciudad de Rafaela, con el objetivo de aumentar la eficiencia y la calidad de los servicios ofrecidos a los ciudadanos.

### Objetivo Principal

El objetivo principal de este estudio es diseñar una arquitectura conceptual para integración de dispositivos IoT que permita a los municipios de tamaño mediano en Argentina mejorar su gestión y servicios a través de herramientas digitales eficaces y eficientes.

### Objetivos Secundarios

Los objetivos secundarios son:

- (1) analizar el contexto socioeconómico y tecnológico del municipio de Rafaela como caso de estudio,
- (2) diseñar e implementar la ontología y modelo de datos adecuados para la arquitectura conceptual y plataforma propuesta,
- (3) proponer, indicadores de eficiencia y eficacia para que el municipio pueda evaluar a futuro la arquitectura conceptual y el impacto de la plataforma.

## Alcance y Limitaciones

El alcance de este trabajo se centra en el diseño de la arquitectura conceptual para una plataforma destinada a municipios de tamaño mediano en Argentina, tomando como caso de análisis un municipio de un tamaño mediano como el Municipio de Rafaela. El objetivo es brindar una solución eficiente y eficaz para la gestión de información y servicios en el ámbito municipal donde la misma interactúe con dispositivos del Internet de las Cosas (IoT).

Sin embargo, es importante mencionar que este trabajo no incluye la implementación o desarrollo de la plataforma en sí misma, sino que se limita a la definición de su arquitectura conceptual. Asimismo, se debe tener en cuenta que la aplicación de la ontología y el modelo propuesto está sujeto a la futura disponibilidad y calidad de los datos existentes en el municipio, así como a la capacidad de adaptación a los cambios, capacidades de empleados municipales y evolución de la gestión municipal. Por lo tanto, las limitaciones del trabajo pueden estar relacionadas con la calidad y disponibilidad de los datos, la capacidad de adaptación y los recursos disponibles para la implementación de la plataforma.

## Marco Teórico

A continuación, se presenta una revisión de la literatura sobre los conceptos clave que sustentan este trabajo de investigación.

### Ciudades Inteligentes y Digitales

Las ciudades inteligentes y digitales se definen como un enfoque holístico y tecnológico para el desarrollo urbano sostenible, que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, la eficiencia y la sostenibilidad de los servicios urbanos y la competitividad económica de las ciudades. Según Caragliu, Del Bo y Nijkamp (2009), “una ciudad inteligente se basa en el uso innovador y estratégico de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar la toma de decisiones y la calidad de vida de sus ciudadanos”.

Para lograr una ciudad inteligente, se requiere una integración de varias tecnologías y sistemas, como sensores, redes de comunicación, plataformas de datos y aplicaciones. Las ciudades inteligentes también están impulsadas por la innovación y la participación ciudadana, que permiten a los ciudadanos y las empresas involucrarse activamente en la toma de decisiones y la gestión de los servicios urbanos.

El concepto de ciudades digitales ha sido ampliamente estudiado en la literatura académica y ha evolucionado a lo largo del tiempo. Según Caragliu, Del Bo y Nijkamp (2011), una ciudad digital es un espacio urbano en el que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se utilizan de manera integrada para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y hacer más eficiente la gestión de los recursos públicos.

En este sentido, los servicios y las infraestructuras digitales son los pilares fundamentales de una ciudad digital. Según Giffinger et al. (2007), los servicios digitales se refieren a la disponibilidad de información, trámites y servicios en línea, mientras que las infraestructuras digitales se refieren a la conectividad y el acceso a las tecnologías digitales en la ciudad.

La implementación de una ciudad digital conlleva una serie de ventajas para los ciudadanos y las instituciones públicas. Según Deakin y Al Waer (2011), las ciudades digitales pueden mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, aumentar la transparencia y la eficiencia en la gestión pública, fomentar la innovación y el emprendimiento, y contribuir al desarrollo económico local.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Sin embargo, la implementación de una ciudad digital también presenta desafíos y riesgos. Según Mitchell (2003), la falta de inversión en infraestructuras digitales, la brecha digital entre los ciudadanos y la falta de capacitación en TIC son algunos de los obstáculos que deben superarse para lograr una ciudad digital exitosa. Además, la seguridad y la privacidad de los datos personales son un desafío clave en la implementación de una ciudad digital, tal como lo señala el informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre ciudades inteligentes (2016).

En conclusión, una ciudad digital es un espacio urbano que utiliza las TIC de manera integrada para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y hacer más eficiente la gestión pública. La implementación de una ciudad digital conlleva desafíos y riesgos que deben ser abordados adecuadamente.

Para lograr la transformación digital de una ciudad, es necesario adoptar tecnologías emergentes que permitan una gestión más eficiente y sostenible de los recursos, así como el desarrollo de servicios y aplicaciones innovadoras que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos. Según Batty (2018), una ciudad inteligente y digital es aquella que utiliza la tecnología para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, hacer un uso más eficiente de los recursos y promover un desarrollo económico sostenible.

En este sentido, es importante destacar que el desarrollo de una ciudad digital no se limita a la implementación de tecnologías avanzadas, sino que también implica una transformación en la forma en que se gestionan los recursos, se toman las decisiones y se interactúa con los ciudadanos. Según Caragliu et al. (2011), una ciudad digital se caracteriza por la integración de tres elementos clave: infraestructuras físicas, infraestructuras de información y comunicación, y servicios y aplicaciones innovadoras.

Por lo tanto, el desarrollo de una ciudad digital requiere de una planificación estratégica y una visión a largo plazo, así como la participación activa de los ciudadanos y la colaboración entre distintos actores públicos y privados. En este sentido, la implementación de políticas públicas y la definición de estándares y protocolos de interoperabilidad son fundamentales para garantizar la integración y la interoperabilidad de los sistemas y servicios digitales.

Las tecnologías utilizadas en ciudades inteligentes son diversas y cambiantes, pero en general se pueden identificar algunas tendencias y herramientas clave. A continuación, describiré algunas de las principales tecnologías utilizadas en ciudades inteligentes, junto con algunas referencias relevantes.

## Internet de las cosas (IoT)

El Internet de las cosas (IoT) se refiere a una red de objetos físicos conectados a internet, que tienen la capacidad de intercambiar datos y tomar decisiones sin la necesidad de intervención humana directa. En los últimos años, el IoT ha cobrado una gran importancia en la mejora de la eficiencia y efectividad de los servicios públicos en los municipios y gobiernos.

Gubbi et al. (2013) afirman que el IoT puede mejorar la calidad de vida de las personas, reducir costos y aumentar la eficiencia en la gestión de servicios públicos, así como también en la toma de decisiones basadas en datos objetivos y en tiempo real. Por su parte, Atzori et al. (2010) sugieren que el IoT tiene un enorme potencial para transformar la manera en que los municipios y gobiernos prestan servicios a la ciudadanía, y que su adopción puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas al reducir los tiempos de respuesta y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos (Gubbi et al., 2013; Atzori et al., 2010).

En el contexto de las ciudades inteligentes, los dispositivos y sensores pueden encontrarse en infraestructuras públicas, como semáforos, contenedores de residuos, alumbrado público, estacionamientos, entre otros, así como en edificios, hogares y vehículos. La Internet de las Cosas (IoT) permite monitorear y optimizar el uso de recursos, mejorar la seguridad y la calidad de vida de los ciudadanos, y ofrecer servicios personalizados. Algunos autores que han estudiado la IoT en el contexto de las ciudades inteligentes incluyen a Atzori, Iera y Morabito (2010), Gubbi et al. (2013), Al-Fuqaha et al. (2015) y Borgia (2014).

La incorporación de la tecnología IoT (Internet de las Cosas) en las ciudades inteligentes ha permitido el desarrollo de una infraestructura que se comunica en tiempo real con los dispositivos conectados a la red. Según Borgia et al. (2014), IoT se refiere a la conexión de objetos físicos con la red, permitiendo la transmisión de datos y la interconexión entre ellos sin intervención humana.

A su vez, la implementación de IoT en las ciudades inteligentes permite la obtención de información valiosa en tiempo real, lo que puede ser utilizado para mejorar la eficiencia de los servicios públicos y la calidad de vida de los habitantes. Según Naphade et al. (2013), la implementación de IoT en las ciudades puede permitir la medición de factores como la calidad del aire, el nivel de ruido y la temperatura, entre otros.

Además, la incorporación de IoT en las ciudades inteligentes también puede tener un impacto significativo en la gestión del tráfico y el transporte público. Según Foschini et al.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

(2014), la implementación de sensores IoT en las carreteras y en los vehículos puede permitir la recopilación de información en tiempo real sobre la congestión del tráfico, lo que puede ser utilizado para mejorar la eficiencia del transporte público y reducir los tiempos de viaje.

En este sentido, la integración de dispositivos IoT en los municipios y gobiernos permite el monitoreo y control en tiempo real de diferentes servicios, como el tráfico, el suministro de agua y energía, la seguridad, la calidad del aire, la gestión de residuos, entre otros, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible. Además, la capacidad de recolectar y analizar datos de manera continua, puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones y para la planificación estratégica en los municipios y gobiernos.

IoT también ha adquirido gran relevancia en los últimos años debido a su potencial para revolucionar la forma en que las ciudades y los municipios operan y brindan servicios a sus ciudadanos. IoT se refiere a la conexión de dispositivos físicos con sensores y software que les permite comunicarse e intercambiar datos a través de Internet.

Los sensores y dispositivos IoT pueden utilizarse para monitorear y recopilar información en tiempo real sobre una variedad de factores, como la calidad del aire, el tráfico, la iluminación pública, los niveles de ruido, entre otros. Esta información puede ser procesada y analizada para tomar decisiones más informadas y eficientes en el gobierno de las ciudades.

En el contexto de los municipios y gobiernos, la implementación de soluciones basadas en IoT puede mejorar significativamente la eficiencia en la gestión de servicios públicos, como el transporte, la energía, el agua y los residuos. También puede mejorar la seguridad pública y la calidad de vida de los ciudadanos, al permitir una respuesta más rápida y efectiva a situaciones de emergencia.

Además, la implementación de soluciones de IoT puede ayudar a reducir costos y aumentar la eficiencia, al permitir la automatización de procesos y la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real. Esto puede permitir a los gobiernos locales una mejor asignación de recursos y la planificación de políticas públicas más efectivas.

En resumen, la implementación de soluciones basadas en IoT es una herramienta clave para los municipios y gobiernos, ya que permite la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que se traduce en una mejor toma de decisiones, una gestión más eficiente de los recursos y una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos.

La proliferación de dispositivos IoT en municipios y gobiernos ha permitido la creación de una amplia gama de servicios que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos y optimizan

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

la gestión pública (Al-Fuqaha et al., 2015). Estos servicios pueden ser clasificados en diferentes categorías, como servicios para el transporte, servicios de seguridad, servicios de gestión de residuos, servicios de atención médica, entre otros (Caragliu et al., 2011).

En cuanto a los servicios de transporte, los dispositivos IoT se pueden utilizar para mejorar la movilidad urbana, como el monitoreo del tráfico, la detección de plazas de estacionamiento libres, la optimización de rutas para el transporte público y la planificación de nuevas infraestructuras de transporte (Al-Fuqaha et al., 2015).

Los servicios de seguridad también pueden beneficiarse de la tecnología IoT, permitiendo la vigilancia en tiempo real de áreas públicas, la detección de actividades sospechosas y la respuesta rápida a emergencias. Además, los dispositivos IoT también pueden ser utilizados para el seguimiento y monitoreo de la calidad del aire y la gestión de desastres naturales (Caragliu et al., 2011).

Los servicios de gestión de residuos son otra área en la que los dispositivos IoT pueden ser de gran ayuda. Esto incluye la recopilación de datos en tiempo real sobre los niveles de los contenedores de residuos y la optimización de rutas de recolección, lo que puede reducir los costos y mejorar la eficiencia del servicio (Al-Fuqaha et al., 2015).

Por último, los servicios de atención médica también pueden beneficiarse de la tecnología IoT. Por ejemplo, los dispositivos IoT pueden ser utilizados para monitorear la salud de los pacientes de forma remota, lo que puede mejorar el acceso a la atención médica y reducir los costos asociados con la atención en el hospital (Caragliu et al., 2011).

En resumen, la tecnología IoT tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de los ciudadanos y optimizar la gestión pública en los municipios y gobiernos, a través de una amplia variedad de servicios ofrecidos por los dispositivos IoT. (Al-Fuqaha et al., 2015; Caragliu et al., 2011).

Por su parte, Caragliu et al. (2011) señalan que la implementación de dispositivos IoT en los municipios/gobiernos permite la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos, lo que conduce a la generación de información valiosa para la toma de decisiones y la planificación estratégica en diversas áreas como la seguridad pública, la gestión de residuos, el transporte y la movilidad, entre otros.

Por lo cual, los servicios ofrecidos por los dispositivos IoT en los municipios/gobiernos permiten mejorar la eficiencia en la gestión de recursos, la calidad de vida de los ciudadanos, la sostenibilidad ambiental, y la toma de decisiones y planificación estratégica en diversas áreas.

## Estandarización de IoT para la Interoperabilidad de Dispositivos

La importancia de la estandarización en IoT es un tema crucial que debe ser abordado para lograr una interoperabilidad efectiva de los dispositivos. La falta de estandarización puede resultar en una gran variedad de protocolos de comunicación y formatos de datos, lo que puede dificultar la integración y la interoperabilidad entre dispositivos IoT de diferentes fabricantes.

La estandarización en IoT implica la adopción de un conjunto común de protocolos de comunicación y formatos de datos para facilitar la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes. Esto permitiría a los dispositivos interactuar entre sí sin problemas, independientemente del fabricante o proveedor de servicio. Por lo tanto, la estandarización en IoT es fundamental para la creación de una infraestructura eficiente y escalable de dispositivos inteligentes.

Koutsopoulou et al. (2018) destacan que la estandarización es esencial para garantizar la interoperabilidad de los dispositivos IoT en el contexto de las ciudades inteligentes. La interoperabilidad permitiría la creación de servicios innovadores que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos, como la gestión del tráfico, la iluminación pública, la seguridad y la monitorización de la calidad del aire. Además, la estandarización puede reducir los costos de implementación y mantenimiento de la infraestructura IoT, ya que los dispositivos y servicios compatibles con los estándares son más fácilmente disponibles y, por lo tanto, más económicos.

Borgia et al. (2014) destacan que la estandarización también tiene implicaciones en la privacidad y seguridad de los datos generados por los dispositivos IoT. Una arquitectura estandarizada puede garantizar que los datos se transmitan y almacenen de manera segura, protegiendo así la privacidad de los ciudadanos y la integridad de los datos. Además, una arquitectura estandarizada puede ayudar a prevenir brechas de seguridad y ataques cibernéticos, ya que los protocolos de seguridad pueden ser implementados de manera más efectiva y coherente.

La estandarización en IoT es un tema relevante para asegurar la interoperabilidad de los dispositivos, y es abordado por diversos autores en la literatura (Bonomi et al., 2012; Gubbi et al., 2013; Koutsopoulou et al., 2018). Bonomi et al. (2012) señalan que la estandarización es necesaria para asegurar la conectividad de dispositivos heterogéneos, permitiendo una mayor interacción entre ellos y una mayor eficiencia en su uso. Gubbi et al. (2013) destacan la necesidad de una estandarización de protocolos y servicios para lograr una mayor interoperabilidad y una mejor gestión de los dispositivos IoT.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Además, la estandarización puede mejorar la seguridad de los dispositivos IoT al permitir la implementación de medidas de seguridad comunes en todos los dispositivos (Borgia et al., 2014). Por otro lado, Koutsopoulou et al. (2018) señalan que la estandarización también puede mejorar la calidad de los servicios ofrecidos por los dispositivos IoT y garantizar su compatibilidad con las plataformas y sistemas existentes.

En este sentido, la adopción de estándares abiertos es fundamental para promover la interoperabilidad y la integración de dispositivos IoT en diferentes contextos y aplicaciones (Gubbi et al., 2013; Kouicem et al., 2016). Los estándares abiertos pueden garantizar la compatibilidad de los dispositivos y sistemas, permitiendo su fácil integración y comunicación en diferentes entornos (Atzori et al., 2010).

En resumen, la estandarización es un factor crítico para asegurar la interoperabilidad de los dispositivos IoT, mejorar la calidad de los servicios ofrecidos y garantizar su compatibilidad con los sistemas y plataformas existentes. La adopción de estándares abiertos es fundamental para promover la integración y la comunicación de dispositivos IoT en diferentes entornos y aplicaciones. Además, la estandarización en IoT es fundamental para la creación de una infraestructura eficiente, escalable y segura de dispositivos inteligentes en ciudades inteligentes. La adopción de un conjunto común de protocolos de comunicación y formatos de datos puede garantizar una interoperabilidad efectiva y reducir los costos de implementación y mantenimiento. Además, una arquitectura estandarizada puede garantizar la privacidad y seguridad de los datos generados por los dispositivos IoT.

### Estándares y Protocolos

Los estándares y protocolos de interoperabilidad son esenciales para lograr una ciudad inteligente exitosa. La interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes sistemas, dispositivos y servicios para comunicarse, compartir información y colaborar de manera efectiva. Seguir y respetar estos estándares y protocolos es crucial para garantizar una verdadera interoperabilidad.

Un ejemplo de estándar de interoperabilidad es el Open Geospatial Consortium (OGC), que define una serie de estándares para compartir información geoespacial. Además, existen otros protocolos de interoperabilidad, como el Business Object Communication Protocol (BOCOP), que se utiliza para la comunicación de datos en tiempo real en sistemas empresariales, y el Web Services Interoperability (WSI), que define un conjunto de reglas para garantizar la interoperabilidad de los servicios de web.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Según Gubbi, Buyya, Marusic y Palaniswami en su artículo "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions" (2018), y Hasan, Ahmed y Hasan en su artículo "Internet of Things (IoT) Based Smart City: A Survey" (2018), la adopción de estándares y protocolos de interoperabilidad es fundamental para garantizar la interoperabilidad de los sistemas y servicios en una ciudad inteligente. Sin estos estándares, puede haber una falta de integración y comunicación, lo que puede resultar en sistemas incompatibles y datos incompletos.

Los estándares y protocolos de interoperabilidad son fundamentales para lograr la integración efectiva de los diferentes sistemas y aplicaciones que se utilizan en una ciudad inteligente. Estos estándares son acuerdos técnicos que especifican cómo los diferentes componentes de un sistema deben interactuar entre sí. Por lo tanto, la interoperabilidad se refiere a la capacidad de los sistemas para trabajar juntos de manera eficiente y efectiva.

La interoperabilidad es un elemento clave en el desarrollo de ciudades inteligentes, ya que permite que los diferentes sistemas de una ciudad se comuniquen entre sí y compartan información de manera efectiva. Algunos de los estándares y protocolos de interoperabilidad más utilizados en el ámbito de las ciudades inteligentes incluyen el Protocolo de Comunicación Abierto para Automatización en Edificios (BACnet), el Protocolo de Internet (IP), el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) y el Sistema de Coordinación de Información de Emergencia (EICS).

La adopción de estándares y protocolos de interoperabilidad en una ciudad inteligente puede presentar varios desafíos, como la compatibilidad de los diferentes sistemas y la necesidad de actualizar y mantener los sistemas existentes para cumplir con los estándares establecidos. Sin embargo, los beneficios a largo plazo de una ciudad inteligente interoperable superan con creces estos desafíos iniciales.

En resumen, los estándares y protocolos de interoperabilidad son esenciales para lograr una verdadera ciudad inteligente. La adopción de estos estándares y protocolos garantiza la interoperabilidad de los sistemas y servicios en una ciudad inteligente, lo que puede mejorar significativamente la eficiencia y la calidad de vida de los ciudadanos.

### Protocolos Abiertos

Los protocolos abiertos son una forma de establecer una comunicación estándar y compatible entre sistemas, permitiendo una interoperabilidad efectiva entre ellos. Según Berners-Lee (2000), los protocolos abiertos son "estándares y especificaciones técnicas que son públicas y disponibles para todos los interesados, y que no están controlados por

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

una sola entidad o interés comercial". En otras palabras, los protocolos abiertos son aquellos que no están sujetos a restricciones de propiedad intelectual o licencias, permitiendo que cualquier persona pueda implementarlos libremente sin tener que pagar derechos de autor o regalías.

La adopción de protocolos abiertos tiene varios beneficios, incluyendo la reducción de costos, la promoción de la innovación, la interoperabilidad y la competencia. Como señalan O'Reilly y Battelle,

los protocolos abiertos fomentan la competencia y la innovación porque permiten que muchos jugadores diferentes creen y utilicen software en el mismo espacio, lo que significa que cualquier persona puede intentar crear un servicio o aplicación que se ajuste a las necesidades del mercado O'Reilly y Battelle (2009).

Además, la adopción de protocolos abiertos también puede reducir la dependencia de un único proveedor o tecnología, lo que puede mejorar la resistencia y la seguridad del sistema.

En el contexto de la implementación de tecnología IoT en municipios, la adopción de protocolos abiertos es especialmente importante, ya que permite la interoperabilidad entre los dispositivos IoT de diferentes proveedores y fabricantes. Como señala la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), los protocolos abiertos son esenciales para permitir la comunicación entre diferentes sistemas y aplicaciones, y son fundamentales para el éxito de IoT.

Algunos ejemplos de protocolos abiertos utilizados en IoT incluyen MQTT, CoAP, REST y OPC UA. MQTT es un protocolo de mensajería de peso ligero que se utiliza para la comunicación máquina a máquina (M2M) en redes IoT, mientras que CoAP es un protocolo de aplicación web que se utiliza para la transferencia de datos en redes de sensores y dispositivos IoT de baja potencia. REST es un protocolo web ampliamente utilizado que se utiliza para la transferencia de datos entre sistemas a través de HTTP, mientras que OPC UA es un protocolo industrial de comunicación que se utiliza para la interoperabilidad entre dispositivos y sistemas de automatización.

En resumen, la adopción de protocolos abiertos es esencial para permitir la interoperabilidad efectiva entre dispositivos IoT de diferentes proveedores y fabricantes, lo que puede mejorar la resistencia, la seguridad y la innovación en los sistemas de IoT.

## BPMN

BPMN (Business Process Model and Notation) es un estándar de modelado gráfico utilizado para representar visualmente procesos de negocio. Fue desarrollado por Object Management Group (OMG) y se ha convertido en una herramienta ampliamente adoptada para el diseño y la documentación de procesos empresariales.

Según White y Miers (2008), BPMN proporciona una notación gráfica intuitiva y estandarizada que permite a los analistas y diseñadores de procesos comunicar de manera clara y precisa la lógica y el flujo de trabajo de un proceso empresarial. Utiliza un conjunto de símbolos y elementos gráficos estandarizados para representar las actividades, eventos, decisiones, flujos de información y otros aspectos clave de un proceso.

El objetivo principal de BPMN es proporcionar una forma común de representar y documentar los procesos de negocio, independientemente de la industria o el dominio. Según Silver y Markus (2011), el uso de una notación estandarizada facilita la comprensión y la colaboración entre diferentes partes interesadas, como los analistas de procesos, los diseñadores de sistemas y los usuarios finales.

BPMN también permite modelar tanto los aspectos funcionales como los aspectos técnicos de un proceso de negocio. Según OMG (2014), se pueden definir el flujo de trabajo, las tareas y actividades involucradas, las decisiones que se deben tomar, los eventos que pueden ocurrir y cómo se comunican entre sí los diferentes componentes del proceso.

El uso de BPMN puede tener beneficios significativos en términos de claridad, eficiencia y alineación entre los procesos y las operaciones empresariales. Según van der Aalst y Weske (2016), el modelado con BPMN proporciona una base sólida para el análisis, la mejora y la automatización de procesos empresariales.

En el marco de soluciones de arquitectura de software en ciudades inteligentes, BPMN es muy útil para modelar y analizar los procesos involucrados en la implementación. El uso de BPMN nos permitirá desarrollar servicios para poder integrar los diferentes tipos de servicios en la ciudad.

## Big Data y Análisis de Datos

El análisis de datos y Big Data son elementos clave en las ciudades inteligentes. Estas generan enormes cantidades de datos de múltiples fuentes y en diferentes formatos, lo que

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

requiere de técnicas de análisis de datos como la minería de datos, el aprendizaje automático, el análisis de redes sociales y la visualización de datos, entre otros. Este análisis es fundamental para tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la ciudad.

Por otro lado, la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos es una de las principales características de las ciudades inteligentes. El Big Data se refiere a la gestión y análisis de conjuntos de datos que son tan grandes y complejos que los métodos tradicionales de procesamiento de datos no pueden manejarlos de manera efectiva. El análisis de estos datos puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones informadas en una ciudad inteligente.

El análisis de Big Data es una herramienta valiosa para las ciudades inteligentes, ya que puede ayudar a optimizar la eficiencia de los servicios urbanos y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Por ejemplo, la gestión del tráfico puede mejorarse mediante el análisis de los patrones de tráfico y la predicción de congestiones en tiempo real, lo que permite la toma de decisiones informadas para mitigar la congestión.

Además, el análisis de datos puede proporcionar información valiosa para la planificación urbana y la gestión de la infraestructura. Los datos recopilados de sensores inteligentes y dispositivos conectados pueden ayudar a monitorear el uso de energía, agua y otros recursos, lo que permite la identificación de áreas donde se pueden implementar mejoras y reducir el consumo de recursos.

En la literatura, se han realizado numerosos estudios sobre el uso de Big Data y análisis de datos en el contexto de las ciudades inteligentes. Por ejemplo, Batty et al. (2012) han analizado cómo los datos pueden ayudar en la planificación urbana y la gestión de la movilidad en las ciudades inteligentes. Silva et al. (2014) se han centrado en la aplicación de técnicas de minería de datos para la gestión del transporte en ciudades inteligentes. Bibri y Krogstie (2017) han estudiado el papel del Big Data en la creación de ciudades inteligentes sostenibles. Caragliu et al. (2011) han explorado el papel del análisis de datos en la gestión de la energía y la movilidad en las ciudades inteligentes.

### Cloud Computing (Computación en la nube)

Cloud computing es una tecnología que se utiliza cada vez más en el contexto de las ciudades inteligentes. La nube ofrece una gran capacidad de almacenamiento y procesamiento, lo que permite a las ciudades inteligentes manejar grandes cantidades de datos de manera eficiente y efectiva. Además, la nube ofrece una mayor flexibilidad y

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

escalabilidad, lo que permite a las ciudades inteligentes adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda y escalar sus recursos según sea necesario.

En el contexto de las ciudades inteligentes, la nube se utiliza para alojar plataformas de datos y servicios. Esto permite que los datos y los servicios sean accesibles desde cualquier lugar y en cualquier momento. Los ciudadanos, las empresas y los gobiernos pueden acceder a los datos y los servicios de la ciudad inteligente a través de la nube, lo que permite la toma de decisiones informadas y la creación de soluciones personalizadas para problemas específicos.

Algunos autores que han estudiado el uso de cloud computing en el contexto de las ciudades inteligentes incluyen Lee et al. (2014), quienes han explorado cómo la nube puede mejorar la eficiencia y la escalabilidad de los servicios en las ciudades inteligentes. Goleva et al. (2016) han estudiado el uso de la nube para alojar aplicaciones de IoT en las ciudades inteligentes. Chen et al. (2014) han analizado cómo la nube puede ser utilizada para la gestión de datos en tiempo real en las ciudades inteligentes.

Además de permitir el almacenamiento y procesamiento de datos, la nube también puede ayudar a las ciudades inteligentes a mejorar la seguridad y la privacidad de los datos. La nube puede ofrecer una mayor protección contra el robo de datos y los ataques cibernéticos, ya que los datos se almacenan en servidores remotos y se accede a ellos a través de conexiones seguras.

En resumen, el cloud computing es una tecnología esencial en el contexto de las ciudades inteligentes. Permite el almacenamiento y procesamiento eficiente de grandes cantidades de datos, así como una mayor flexibilidad y escalabilidad. Además, la nube permite el acceso a datos y servicios desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la creación de soluciones personalizadas.

## Redes de Comunicaciones

Las redes de comunicaciones son una parte fundamental en el desarrollo de las ciudades inteligentes. Estas redes deben ser capaces de soportar grandes cantidades de datos y conectar una gran variedad de dispositivos y sistemas. En el contexto de las ciudades inteligentes, las redes de comunicaciones se utilizan para monitorear y controlar la infraestructura, ofrecer servicios y recopilar datos en tiempo real. En este sentido, algunas tecnologías que se utilizan para construir las redes de comunicaciones en ciudades inteligentes son la fibra óptica, las redes inalámbricas y los satélites.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

La fibra óptica es una tecnología de comunicaciones que utiliza cables de vidrio o plástico para transmitir información mediante pulsos de luz. Esta tecnología ofrece una alta velocidad de transmisión y una gran capacidad de ancho de banda, lo que la hace ideal para el transporte de grandes cantidades de datos en tiempo real. Según Ko et al. (2017), las redes de fibra óptica son fundamentales para la construcción de ciudades inteligentes, ya que permiten la implementación de servicios avanzados de comunicaciones y la integración de sistemas inteligentes.

Las redes inalámbricas son otro tipo de tecnología de comunicaciones utilizada en las ciudades inteligentes. Estas redes pueden ser de diferentes tipos, como Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, entre otras. Las redes inalámbricas son especialmente útiles en áreas donde la construcción de redes de fibra óptica no es posible o es demasiado costosa. Según Gubbi et al. (2013), las redes inalámbricas son una de las principales tecnologías para la construcción de ciudades inteligentes, ya que permiten la interconexión de diferentes dispositivos y sistemas.

Los satélites son otra tecnología de comunicaciones que se utiliza en el contexto de las ciudades inteligentes. Estos dispositivos permiten la transmisión de información a larga distancia, lo que es especialmente útil en áreas rurales o en zonas donde no es posible la construcción de redes de fibra óptica o redes inalámbricas. Según Chen et al. (2017), los satélites pueden utilizarse para conectar diferentes sistemas y dispositivos en ciudades inteligentes y así proporcionar servicios avanzados de comunicaciones.

Es importante destacar que las redes de comunicaciones en las ciudades inteligentes deben ser escalables, seguras y confiables. En este sentido, algunos autores han desarrollado investigaciones que se centran en la mejora de estas redes en el contexto de las ciudades inteligentes. Por ejemplo, Li et al. (2017) han investigado técnicas para mejorar la eficiencia y la calidad de servicio de las redes de comunicaciones en las ciudades inteligentes. Además, Al-Fuqaha et al. (2015) han propuesto un modelo para el diseño de redes de comunicaciones en ciudades inteligentes que garantice su escalabilidad, seguridad y confiabilidad.

En conclusión, las redes de comunicaciones son un componente fundamental en el desarrollo de ciudades inteligentes. La fibra óptica, las redes inalámbricas y los satélites son tecnologías utilizadas en la construcción de estas redes en el contexto de las ciudades inteligentes. Además, es importante que estas redes sean escalables, seguras y confiables para garantizar su funcionamiento efectivo.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

## Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA) es un campo de la informática que se ocupa de la creación de máquinas capaces de realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana, como la percepción, el razonamiento, el aprendizaje y la toma de decisiones. En el contexto de las ciudades inteligentes, la IA puede ser utilizada para automatizar y optimizar diversos procesos, desde la gestión del tráfico hasta la planificación urbana.

Uno de los enfoques más utilizados en la IA es el aprendizaje automático (Machine Learning), que permite a las máquinas mejorar su rendimiento en una tarea específica a través de la experiencia y los datos. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden ser utilizados para predecir el tráfico en tiempo real o para detectar patrones de consumo de energía en los hogares.

Otro enfoque de la IA es el procesamiento del lenguaje natural (Natural Language Processing), que se ocupa de la comprensión y generación de lenguaje humano. Esto puede ser utilizado para desarrollar chatbots que proporcionen información y servicios a los ciudadanos, así como para analizar grandes cantidades de datos no estructurados (como redes sociales o comentarios de usuarios) para obtener información valiosa.

La IA también puede ser utilizada en la planificación urbana y la gestión de infraestructuras, por ejemplo, para predecir el impacto ambiental de un proyecto de construcción o para optimizar el uso de recursos en la ciudad.

Entre los autores que han estudiado el uso de la Inteligencia Artificial en el contexto de las ciudades inteligentes se encuentran Ahmed et al. (2018), Batty (2018) y Ratti et al. (2013). Ahmed et al. (2018) analizan cómo la IA puede ser utilizada en la gestión de los recursos hídricos en las ciudades, mientras que Batty (2018) explora el papel de la IA en la planificación urbana. Ratti et al. (2013) proponen un marco de trabajo para el análisis y la visualización de grandes cantidades de datos urbanos utilizando técnicas de visualización avanzadas y aprendizaje automático.

Continuando con el concepto de inteligencia artificial en el contexto de las ciudades inteligentes, es importante destacar que esta tecnología juega un papel fundamental en el análisis y procesamiento de grandes cantidades de datos generados por la infraestructura y los dispositivos de la ciudad.

En este sentido, algunos autores han enfatizado en la importancia de la inteligencia artificial para la toma de decisiones en tiempo real en las ciudades inteligentes. Por ejemplo, en su estudio "Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Innovation" (2014), Caragliu et al. destacan que la inteligencia artificial es esencial para la creación de sistemas de toma de decisiones en tiempo real que permitan optimizar la gestión de la ciudad.

Por otro lado, en su estudio "Artificial Intelligence in Smart Cities: A Systematic Review" (2021), Rezazadeh et al. destacan la importancia de la inteligencia artificial para el desarrollo de sistemas de transporte inteligentes, la gestión de energía y la seguridad pública en las ciudades inteligentes.

Es importante destacar que el uso de la inteligencia artificial en las ciudades inteligentes también presenta desafíos en cuanto a la privacidad y la seguridad de los datos, por lo que es necesario el desarrollo de marcos legales y éticos para su uso adecuado.

En resumen, la inteligencia artificial es una tecnología clave en el desarrollo y la optimización de las ciudades inteligentes, permitiendo la gestión eficiente de la infraestructura y la toma de decisiones en tiempo real para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Sin embargo, su uso requiere de un enfoque cuidadoso y ético para garantizar la privacidad y la seguridad de los datos.

## Arquitectura Empresarial

La arquitectura empresarial (EA) es un enfoque integral que se utiliza para describir la estructura y el comportamiento de una organización en términos de sus procesos, tecnologías, recursos y estrategias. El objetivo principal de la EA es alinear los objetivos de la organización con su estructura y procesos de negocio, garantizando así que los recursos y la tecnología se utilicen de manera eficiente y efectiva para lograr los objetivos de la organización.

La EA se compone de cuatro dominios interrelacionados: negocio, datos, aplicaciones y tecnología. Cada dominio aborda un aspecto específico de la organización y describe cómo se relaciona con los otros dominios. El dominio de negocio describe la estructura, los procesos y las políticas de la organización, mientras que el dominio de datos se centra en la gestión y el uso de los datos de la organización. El dominio de aplicaciones se enfoca en los sistemas y aplicaciones de software utilizados por la organización, y el dominio de tecnología describe la infraestructura tecnológica utilizada por la organización.

Según Ross, Weill y Robertson (2006), la EA es fundamental para mejorar la capacidad de las organizaciones para adaptarse a los cambios en su entorno empresarial. La EA ayuda

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

a las organizaciones a identificar los riesgos y las oportunidades en su entorno empresarial, y a tomar decisiones informadas sobre su estrategia y operaciones.

La EA también es útil para gestionar la complejidad en las organizaciones. En un mundo cada vez más interconectado y en constante cambio, la gestión de la complejidad se ha convertido en un desafío clave para muchas organizaciones. La EA puede ayudar a las organizaciones a reducir la complejidad y mejorar la eficiencia al proporcionar una visión integral de la organización y sus sistemas.

Es importante mencionar que la arquitectura empresarial también es relevante en el contexto de las ciudades inteligentes. En este sentido, la EA se utiliza para modelar y optimizar la infraestructura tecnológica de la ciudad, incluyendo la gestión de datos, las redes de comunicaciones y los sistemas de información.

Según Luo y Zhang (2019), la EA se puede aplicar en el contexto de las ciudades inteligentes para establecer una estructura común y una visión compartida entre los diferentes actores involucrados en la planificación y gestión de la ciudad. La EA también puede ayudar a garantizar que los sistemas y servicios en la ciudad estén integrados y sean interoperables, lo que es esencial para una gestión eficiente y efectiva de la ciudad.

Otro aspecto relevante de la EA en el contexto de las ciudades inteligentes es su capacidad para integrar la planificación estratégica con la implementación operativa. Según Wang et al. (2018), la EA permite a las ciudades inteligentes establecer un marco de trabajo para la toma de decisiones estratégicas y la implementación de soluciones tecnológicas. Esto permite una gestión más efectiva de los recursos y una mejor coordinación entre los diferentes actores involucrados en la planificación y gestión de la ciudad.

En resumen, la EA es un marco de trabajo esencial para cualquier organización que busque mejorar la eficiencia, la efectividad y la adaptabilidad. Al enfocarse en los dominios de negocio, datos, aplicaciones y tecnología, la EA ayuda a las organizaciones a alinear sus objetivos y estrategias con su estructura y procesos de negocio, y a gestionar la complejidad en un entorno empresarial cada vez más dinámico. En el marco de referencia, la arquitectura empresarial es una herramienta importante en el contexto de las ciudades inteligentes, ya que ayuda a establecer una estructura común y una visión compartida entre los diferentes actores involucrados en la planificación y gestión de la ciudad. Además, la EA permite la integración de la planificación estratégica con la implementación operativa, lo que es esencial para una gestión eficiente y efectiva de la ciudad.

## Arquitectura de Soluciones

La arquitectura de soluciones se refiere a la estructura de sistemas y tecnologías que se utilizan para resolver un problema o satisfacer una necesidad específica en una organización o empresa. Esta estructura está diseñada para ser flexible y escalable, lo que permite adaptarse a los cambios y evolucionar con el tiempo.

Según Rojas y Duque (2015), la arquitectura de soluciones se enfoca en identificar las necesidades del negocio y las posibles soluciones que pueden ser aplicadas para satisfacerlas, a través de la integración de tecnologías y sistemas. Además, se enfoca en la implementación de una solución integral, que incluye no solo la tecnología, sino también los procesos, la organización y el personal involucrado.

Por otro lado, Chong y Carrera (2017) destacan que la arquitectura de soluciones también incluye la selección de tecnologías, la definición de los requisitos técnicos y funcionales, la implementación y la gestión de la solución.

En resumen, la arquitectura de soluciones es una disciplina que se enfoca en el diseño y la implementación de soluciones tecnológicas que satisfacen las necesidades de una organización o empresa. Esta disciplina tiene como objetivo principal crear soluciones que sean flexibles y escalables, y que se adapten a las necesidades cambiantes del negocio.

Existen varios enfoques y métodos para su diseño y aplicación. Uno de los enfoques más populares es el enfoque de la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA, por sus siglas en inglés). SOA es un enfoque arquitectónico que permite la integración de aplicaciones y servicios heterogéneos a través de estándares abiertos y protocolos de comunicación. Este enfoque se basa en la descomposición de las aplicaciones en servicios reutilizables que se pueden combinar y reutilizar para crear soluciones complejas y escalables.

Otro enfoque popular es la Arquitectura de Microservicios, que se enfoca en la creación de aplicaciones como un conjunto de servicios pequeños e independientes, que se comunican entre sí a través de APIs. Este enfoque se basa en la idea de que las aplicaciones pueden ser más flexibles y escalables cuando se construyen como una colección de servicios en lugar de una aplicación monolítica.

Para el diseño de la Arquitectura de Soluciones, existen varios métodos y marcos de referencia, tales como TOGAF (The Open Group Architecture Framework), Zachman Framework, FEAF (Federal Enterprise Architecture Framework) y otros. Estos marcos de

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

referencia proporcionan un conjunto de buenas prácticas, modelos, y herramientas para el diseño y la gestión de la arquitectura empresarial y de soluciones.

La arquitectura de soluciones es una metodología que busca diseñar soluciones tecnológicas para resolver problemas empresariales o de negocio de una forma estructurada y estandarizada. Esta metodología utiliza principios de la arquitectura empresarial y la aplica a un nivel más específico en el diseño de soluciones tecnológicas.

Según la guía de arquitectura de soluciones de Microsoft, esta metodología se divide en cuatro fases:

1. Identificación de necesidades y objetivos
2. Diseño de la solución
3. Implementación de la solución
4. Evaluación y optimización

La primera fase, la identificación de necesidades y objetivos, se enfoca en entender los problemas o necesidades del negocio para los cuales se necesita una solución tecnológica. Esta fase también incluye la identificación de los requerimientos y restricciones técnicas y financieras para la solución.

La segunda fase, el diseño de la solución, se enfoca en definir la arquitectura y diseño de la solución para satisfacer los requerimientos y restricciones identificados en la fase anterior. Esta fase incluye el diseño de la arquitectura de la solución, la selección de tecnologías y herramientas, y la definición de los procesos y flujos de trabajo necesarios.

La tercera fase, la implementación de la solución, se enfoca en construir y configurar la solución diseñada en la fase anterior. Esta fase incluye la configuración de los componentes de la solución, la programación de la lógica de negocio, y la integración de los sistemas y herramientas necesarias.

La cuarta y última fase, la evaluación y optimización, se enfoca en evaluar el desempeño de la solución implementada y optimizarla para mejorar su eficiencia y efectividad. Esta fase incluye la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de cambios y mejoras necesarios.

En resumen, la arquitectura de soluciones es una metodología que busca diseñar soluciones tecnológicas de una forma estructurada y estandarizada, utilizando principios de la arquitectura empresarial. Esta metodología se divide en cuatro fases: identificación

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

de necesidades y objetivos, diseño de la solución, implementación de la solución y evaluación y optimización.

Algunos autores que han contribuido al desarrollo de la arquitectura de soluciones incluyen a Microsoft, IBM y Oracle, entre otros.

La arquitectura de soluciones (AS) es un marco de trabajo que se enfoca en cómo diseñar, implementar y gestionar soluciones de TI para satisfacer las necesidades de la organización. Según van der Raadt y León (2016), la AS es un enfoque sistemático y estructurado que permite a los arquitectos de soluciones definir la estructura y el comportamiento de una solución de TI de manera integral, considerando tanto los aspectos técnicos como funcionales, y asegurando que la solución sea coherente con la estrategia de la organización y los requerimientos de los stakeholders (usuarios referentes).

Uno de los componentes clave de la AS es la definición de los requisitos de la solución de TI. Los requisitos se refieren a las necesidades de los usuarios y las metas que deben alcanzarse con la solución. Es fundamental que estos requisitos estén alineados con la estrategia y los objetivos de la organización, y que se definan de manera clara y concisa para facilitar la toma de decisiones.

Otro componente importante de la AS son los patrones y principios, que representan soluciones probadas y mejores prácticas para problemas comunes en el diseño y la implementación de soluciones de TI. Los patrones y principios ayudan a los arquitectos de soluciones a tomar decisiones consistentes y a construir soluciones de TI más efectivas y eficientes.

Asimismo, los estándares y las directrices son elementos fundamentales de la AS. Los estándares son especificaciones técnicas y metodologías que establecen las reglas y normas que deben seguirse en la construcción de la solución de TI. Las directrices son recomendaciones y sugerencias que ayudan a los arquitectos de soluciones a diseñar soluciones de TI que sean consistentes con los objetivos de la organización y los requisitos de los stakeholders (usuarios claves o de referencia).

En definitiva, la AS es una herramienta clave para garantizar que las soluciones de TI se alineen con la estrategia y los objetivos de la organización, y para asegurar que sean efectivas y eficientes. La AS se basa en la EA y es un componente fundamental de la gestión de TI. Según van der Raadt y León (2016), la AS debe ser flexible y adaptable para adaptarse a las necesidades cambiantes de la organización y del entorno empresarial.

La arquitectura de soluciones es un enfoque clave para garantizar que las soluciones de TI sean efectivas y eficientes en el contexto de la organización. Los arquitectos de

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

soluciones trabajan con los requisitos de la organización para diseñar soluciones técnicas y funcionales que cumplan con sus necesidades.

Además de los componentes clave mencionados anteriormente, la arquitectura de soluciones también puede incluir modelos de referencia y herramientas de diseño. Los modelos de referencia ayudan a los arquitectos de soluciones a comprender los patrones comunes en la solución de problemas técnicos y funcionales, y a aplicar esos patrones a su propio trabajo. Las herramientas de diseño, por su parte, pueden incluir software especializado que ayuda a los arquitectos de soluciones a visualizar, diseñar y simular soluciones técnicas y funcionales.

Es importante destacar que la arquitectura de soluciones también se preocupa por la implementación y operación de las soluciones de TI. Los arquitectos de soluciones trabajan con los equipos de desarrollo y operaciones de TI para garantizar que las soluciones se implementen y operen de manera efectiva y eficiente. Para ello, pueden utilizar prácticas de gestión de proyectos, aseguramiento de la calidad y pruebas de software.

En resumen, la arquitectura de soluciones es un enfoque integral para el diseño, implementación y gestión de soluciones de TI en una organización. Los arquitectos de soluciones trabajan con los requisitos y la estrategia de la organización para diseñar soluciones efectivas y eficientes que satisfagan sus necesidades. Para ello, utilizan componentes clave como requisitos, patrones, principios, estándares y directrices, así como modelos de referencia y herramientas de diseño. Además, se preocupan por la implementación y operación de las soluciones, utilizando prácticas de gestión de proyectos, aseguramiento de la calidad y pruebas de software.

En cuanto a autores que han estudiado la arquitectura de soluciones, se pueden mencionar trabajos de van der Raadt y Léon (2016) y Lankhorst et al. (2013), quienes presentan enfoques prácticos para diseñar y gestionar arquitecturas de soluciones efectivas en diferentes contextos empresariales.

### Arquitectura Orientada a Servicios

Las Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA) son un enfoque ampliamente utilizado en el diseño de sistemas informáticos, donde se busca una separación clara entre los componentes del sistema y sus funcionalidades, de manera que cada uno pueda interactuar con el resto a través de interfaces estandarizadas y bien definidas. En el contexto de IoT, las SOA se han utilizado con éxito para habilitar la comunicación entre

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

dispositivos inteligentes, permitiendo que éstos ofrezcan servicios de forma estandarizada y transparente a los usuarios finales (Kouicem et al., 2016).

En el caso de las ciudades inteligentes, las SOA son una parte fundamental de la arquitectura, ya que permiten la integración de los diferentes servicios y dispositivos que se encuentran en la ciudad. En este sentido, la SOA se utiliza para diseñar la infraestructura necesaria para habilitar la interacción entre los diferentes componentes del sistema, como sensores, actuadores, dispositivos de control y monitoreo, entre otros.

En la literatura, se han propuesto diferentes modelos de SOA para ciudades inteligentes, que se han centrado en aspectos como la estandarización de las interfaces, la seguridad, la interoperabilidad y la escalabilidad (Zanella et al., 2014). Estos modelos se han basado en la creación de arquitecturas que permitan la integración de los diferentes servicios y dispositivos de la ciudad, garantizando la disponibilidad de los mismos y la calidad de los servicios ofrecidos.

En resumen, las SOA son una herramienta importante en el diseño de arquitecturas para ciudades inteligentes, ya que permiten la integración de los diferentes servicios y dispositivos que se encuentran en la ciudad. La estandarización de las interfaces, la seguridad y la interoperabilidad son aspectos clave a tener en cuenta en el diseño de estas arquitecturas.

## Ontología

La ontología es una rama de la filosofía que se ocupa del estudio de la realidad, y en el ámbito de las tecnologías de la información, se refiere a la creación de modelos formales que representan un conjunto de conceptos y relaciones entre ellos en un dominio de conocimiento específico (Studer, Benjamins, & Fensel, 1998). En este sentido, una ontología puede entenderse como una descripción formal y explícita de los conceptos y sus relaciones en un dominio particular, que permite a las máquinas entender el significado de los datos y la información (Gruber, 1993).

En el contexto de las ciudades inteligentes, la ontología se utiliza para representar y organizar el conocimiento sobre los diferentes aspectos de la ciudad, como la infraestructura, los servicios, el transporte, la seguridad, el medio ambiente, entre otros (Alawadhi & Krishnan, 2015). La ontología de la ciudad inteligente ayuda a la comprensión de la ciudad y a la toma de decisiones informadas para su gestión y desarrollo.

Las ontologías son herramientas fundamentales para representar el conocimiento de una determinada área de estudio, ya que permiten la definición formal de conceptos y la

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

especificación de relaciones entre ellos. En el contexto de las ciudades inteligentes, las ontologías juegan un papel clave en la gestión de la información y en la integración de sistemas heterogéneos.

Según Euzenat y Shvaiko (2013), las ontologías se utilizan en las ciudades inteligentes para describir y clasificar los elementos que las componen, como edificios, infraestructuras, servicios y recursos, así como para modelar las relaciones entre ellos. Por ejemplo, una ontología podría definir las características de un parque público, como su ubicación, tamaño, tipo de suelo, presencia de bancos y árboles, entre otros aspectos.

Además, las ontologías también se utilizan en la interoperabilidad de sistemas, es decir, en la capacidad de diferentes sistemas de comunicarse e intercambiar información entre sí. En este sentido, una ontología compartida entre sistemas heterogéneos facilita la integración y el intercambio de información, permitiendo una mejor gestión de la ciudad y una toma de decisiones más eficiente.

Entre los ejemplos de ontologías utilizadas en las ciudades inteligentes, destaca la ontología CityPulse, desarrollada por el proyecto europeo CityPulse, que permite la integración de datos de diferentes fuentes, como sensores, redes sociales y datos abiertos, para obtener una visión holística de la ciudad (Zhu et al., 2015). Otra ontología de interés es la Ontología de Infraestructuras Urbanas, desarrollada por el Instituto Fraunhofer para Sistemas y Tecnologías de la Información (Fraunhofer FIT), que permite la modelización y gestión de infraestructuras urbanas (Krause et al., 2014).

En el ámbito de IoT, las ontologías son utilizadas para representar el conocimiento y la información de manera estructurada y semántica. Según (Fuentes-Fernández et al., 2019), las ontologías son una herramienta útil para la interoperabilidad y el intercambio de información en sistemas IoT, ya que proporcionan un vocabulario común y una descripción formal del conocimiento.

En este sentido, (Chen et al., 2019) mencionan que las ontologías permiten la integración de los datos y la información procedentes de diferentes fuentes y dispositivos IoT, facilitando la toma de decisiones y la gestión eficiente de los recursos en entornos municipales y gubernamentales.

Por otro lado, (Madakam et al., 2015) destacan la importancia de las ontologías en la definición de la arquitectura conceptual de sistemas IoT, ya que permiten una mejor comprensión y representación de los diferentes componentes y su interacción.

En este sentido, es importante mencionar que la utilización de ontologías en el diseño de la arquitectura conceptual de sistemas IoT permite una mejor comprensión de los procesos

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

y componentes involucrados, lo que a su vez facilita la interoperabilidad y el intercambio de información.

Otro concepto relevante es que como una ontología es un conjunto de conceptos y categorías que describen un área de conocimiento y las relaciones entre ellos. En el contexto de IoT, una ontología se puede utilizar para representar y clasificar los dispositivos, servicios y datos que se utilizan en una red de IoT. La ontología permite una mejor comprensión y organización de la información, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones y servicios de IoT más avanzados.

Varios autores han abordado la importancia de las ontologías en IoT. Por ejemplo, en un estudio realizado por (Chen et al., 2016), se propone una ontología para la integración de datos de sensores en IoT. En otro estudio (Yang et al., 2018), se presenta una ontología para la representación de servicios en IoT que facilita la interoperabilidad entre sistemas y servicios.

Además, (Corredor et al., 2017) proponen una metodología de ingeniería ontológica para el desarrollo de ontologías de IoT, que incluye la identificación de requisitos, el diseño de la ontología y su implementación.

En resumen, la utilización de ontologías en IoT es una herramienta importante para la representación y clasificación de dispositivos, servicios y datos. Esto puede permitir una mejor comprensión y organización de la información, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones y servicios de IoT más avanzados y eficientes en la gestión municipal/gubernamental.

Una de las ventajas de utilizar ontologías en el desarrollo de la arquitectura conceptual es que permiten una mayor comprensión de los datos y su contexto, lo que facilita su uso y reutilización. Además, las ontologías pueden ser utilizadas para desarrollar modelos de conocimiento que permitan la toma de decisiones más precisas y eficaces.

Varios autores han destacado la importancia de las ontologías en el contexto de IoT. Por ejemplo, Wang et al. (2016) argumentan que las ontologías son esenciales para la integración y el análisis de los datos generados por los dispositivos IoT. Por su parte, Guinard et al. (2010) destacan que las ontologías son clave para la interoperabilidad de los dispositivos y servicios IoT.

Otro aspecto relevante es que existen diversas herramientas y lenguajes para el desarrollo de ontologías, tales como OWL, RDF y SKOS. Estos lenguajes permiten la creación y el mantenimiento de ontologías de manera eficiente y escalable.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

En resumen, el uso de ontologías en el contexto de IoT es una práctica cada vez más extendida debido a sus beneficios en términos de interoperabilidad, integración y análisis de datos. Referencias adicionales sobre el tema incluyen a He et al. (2018) y Shang et al. (2021).

Además, la ontología es una herramienta fundamental para la representación formal del conocimiento en un dominio específico, lo que permite una mejor comprensión de los datos y la información, la interoperabilidad entre sistemas heterogéneos y la toma de decisiones informadas en el ámbito de las ciudades inteligentes.

## Metodología de Investigación

### Tipo de Investigación

La investigación de la presente tesis se enfocó en el estudio de soluciones de arquitectura en ciudades inteligentes y su impacto en la calidad de vida de los habitantes. Para ello, se utilizó una metodología mixta, que combina enfoques cuantitativos y cualitativos. Esta metodología permitió obtener una visión completa y detallada de las posibles soluciones tecnológicas implementadas en las ciudades seleccionadas como casos de estudio, así como de las percepciones y opiniones de los habitantes y autoridades locales sobre su impacto.

El diseño de la investigación se basó en una revisión sistemática de la literatura. Se utilizó la técnica de observación participante para recolectar datos, lo que permitió obtener información detallada y precisa. Además, se llevó a cabo entrevistas semi-estructuradas a representantes del municipio, así como encuestas a la población y autoridades locales.

Tanto la observación participante como las entrevistas semiestructuradas, son dos técnicas de investigación cualitativa que pueden ser muy útiles en una encuesta sobre el desarrollo de un framework (marco de referencia) para ciudades inteligentes.

Para nuestro caso en particular el universo de referentes está enfocado a personas de ambos sexos que poseen conocimiento específico en alguno de los verticales de ciudades inteligentes, para lo cual, se lograron identificar actores claves involucrados que componen la muestra representativa dentro del municipio en algunos proyectos o procesos que tenían relación con ciudades inteligentes. Esos actores son funcionarios gubernamentales, empresas privadas, planificadores urbanos y algunos miembros de la comunidad local. Durante este proceso con estos actores, se fue relevando situaciones y problemas que se fueron descubriendo, procesos que se necesitaban y principalmente necesidades específicas del municipio en estos temas.

Las entrevistas fueron en base a preguntas abiertas relacionadas con el desarrollo de ciudades inteligentes. Dichas entrevistas no se documentaron, ya que el proceso se llevó a cabo interactuando de una manera informal con los mismos observando, interactuando con ellos y tratando de comprender sus necesidades. Los resultados de la observación participante en conjunto con las entrevistas se utilizaron como base para el diseño del cuestionario que se utiliza en la encuesta.

En la recolección de datos se utilizó una muestra representativa de la población para obtener información acerca de su percepción acerca de la calidad de vida en la ciudad, su

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

nivel de satisfacción con los servicios públicos y su conocimiento de esas tecnologías y disposición a utilizar tecnologías que les permitan interactuar con la ciudad de una manera más eficiente y sostenible.

Una vez que se recolectaron los datos, se procedió con el análisis y procesamiento de los mismos, utilizando un enfoque mixto de análisis de datos. En el análisis cualitativo, se realizó una revisión sistemática de la literatura y se llevó a cabo un análisis de contenido de los documentos seleccionados, con el objetivo de identificar los temas y patrones emergentes relacionados con los conceptos de ciudades inteligentes, tecnologías, arquitecturas y ontologías.

Por otro lado, en el análisis cuantitativo, se utilizó un software estadístico para realizar análisis estadísticos. La combinación de ambos análisis permitió obtener resultados que permitieron evaluar el grado de conocimiento y preparación en la implementación de soluciones tecnológicas en la ciudad.

En resumen, la metodología de investigación utilizada en este estudio fue de tipo exploratorio-descriptivo, utilizando una metodología cuantitativa-cualitativa y un enfoque de análisis de datos mixto, para lograr una comprensión completa de los conceptos de ciudades inteligentes y su impacto en la calidad de vida de los habitantes.

Para la recolección de datos, utilizamos una encuesta en línea estructurada, utilizando la plataforma *Google Forms*. La encuesta fue diseñada para obtener información sobre la percepción de los ciudadanos respecto a la implementación de tecnologías en su ciudad, así como también su opinión sobre la calidad de vida en su ciudad.

La encuesta estuvo compuesta por preguntas cerradas y abiertas, con el fin de obtener tanto información cuantitativa como cualitativa. Las preguntas cerradas están diseñadas para obtener información demográfica de los participantes, como edad, género, nivel educativo y ocupación. También se incluyó preguntas cerradas que permitieron medir la opinión de los participantes sobre la implementación de tecnologías en su ciudad, así como su opinión sobre su calidad de vida.

Las preguntas abiertas fueron diseñadas para obtener información detallada sobre la opinión de los participantes en relación a los temas que se evaluaron, con el fin de obtener información cualitativa más detallada.

Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado para seleccionar a los participantes de la encuesta, ya que esta técnica en este tipo de abordaje, es la más adecuada porque permite obtener una muestra representativa de una población dividida en subgrupos o estratos donde cada estrato es una subdivisión de la población que comparte características

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

similares o pertenece a una categoría específica. En este caso, el universo de la muestra estuvo compuesto por residentes mayores de 18 años, y se seleccionaron participantes de diferentes rangos de edad, géneros, niveles educativos y ocupaciones para asegurar una muestra representativa en base a la técnica elegida.

Una vez recolectados los datos, se utilizó un análisis descriptivo para evaluar las respuestas de los participantes y encontrar patrones y tendencias. Luego se realizó un análisis inferencial para determinar si existen relaciones significativas entre las variables analizadas. Finalmente, se utilizó un análisis de contenido para analizar las respuestas a las preguntas abiertas y obtener información cualitativa más detallada.

Para el diseño del cuestionario de Google Forms que se utilizó en la herramienta metodológica de recolección de datos, se consideró la siguiente estructura:

1. Introducción: en esta sección se explicó el objetivo de la encuesta y quién está realizando la investigación.
2. Perfil del encuestado: en esta sección se incluyeron preguntas para obtener el perfil de la persona que contesta la encuesta, se consideraron preguntas como, edad, genero, lugar de residencia, nivel de educación entre otras.
3. Conocimiento sobre la tecnología de IoT: esta sección se enfocó en preguntas relacionadas a que conocimiento tiene el encuestado sobre esta tecnología y si hizo uso de la misma alguna vez, ya sea de manera personal o a través de servicios que ofrece el municipio.
4. Uso de la tecnología en el Municipio: en esta sección se incluyeron preguntas sobre cómo ve el encuestado al Municipio en el uso de estas tecnologías y si conoce servicios digitales que el municipio ofrece al ciudadano.
5. Percepción Ciudadana: En esta sección incluimos preguntas relacionadas a como el encuestado ve al municipio en estos temas.
6. Infraestructura: en esta sección incluimos preguntas acerca de que conocimiento tiene el encuestado sobre la infraestructura de servicios que provee el municipio.
7. Empleados Municipales: en esta sección se desarrollaron preguntas para entender el concepto que tiene el empleado acerca de los RRHH del municipio en cuestiones importantes como capacitación, habilidades, etc., para trabajar en este tipo de proyectos.
8. Consideraciones Generales de Ciudades Inteligentes: en esta sección se busco desarrollar preguntas acerca del conocimiento y la predisposición del encuestado en temas

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

relacionados a Ciudades Digitales, haciendo foco en la intención del mismo en la participación de este tipo de proyectos.

9. Impacto Social y Medioambiental: en esta sección se pusieron preguntas para ver el grado de conciencia del encuestado en proyectos con impactos de este tipo y que importancia le da a los mismos.

Es importante tener en cuenta que todas las preguntas trataron de ser claras y objetivas para evitar malinterpretaciones.

Para la implementación de este cuestionario se utilizó la plataforma de Google Forms, que permite la creación de formularios y la recolección de datos en línea.

### Resultados de la Encuesta

Se recibieron un total de 310 respuestas en la encuesta diseñada para evaluar el conocimiento y la preparación de los residentes de Rafaela en relación a las Ciudades Inteligentes y sus tecnologías asociadas. De estas respuestas, se identificaron 240 casos correspondientes al género masculino y 62 casos correspondientes al género femenino. En cuanto a la variable de edad, se obtuvieron 186 respuestas para el rango de edad entre 45 y 54 años, 62 respuestas para el rango entre 18 y 24 años, 42 respuestas para el rango de 35 a 44 años y el resto de las respuestas correspondieron al rango de 25 a 34 años. Respecto a la ubicación, se registraron 248 casos de encuestados residentes de Rafaela y el resto provenían de otras localidades.

Es importante destacar que, si bien la muestra obtenida en la encuesta presenta ciertas diferencias con los datos del relevamiento del Instituto de Ciencia y Desarrollo Local (ICEDEL) de Rafaela, estas discrepancias se justifican debido al perfil específico de los encuestados que requieren ciertos conocimientos en tecnologías y conceptos relevantes, como ciudad inteligente y dispositivos.

En cuanto a la distribución de las 310 encuestas, se utilizaron distintas estrategias. Una parte de las encuestas se envió por correo electrónico a empleados del sector municipal, principalmente aquellos vinculados con áreas de innovación, sistemas y tecnología. Otra parte de las encuestas se distribuyó entre conocidos y referentes del sector, quienes proporcionaron contactos cercanos para su participación en la encuesta. El resto de las encuestas se asignó a conocidos específicos que, en su rol de ciudadanos de Rafaela, y

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

algunos de otras ciudades similares que brindaron su colaboración al completar el cuestionario.

A continuación, mostramos los resultados de cada una de las preguntas realizadas en la misma:

¿En que ciudad reside actualmente?

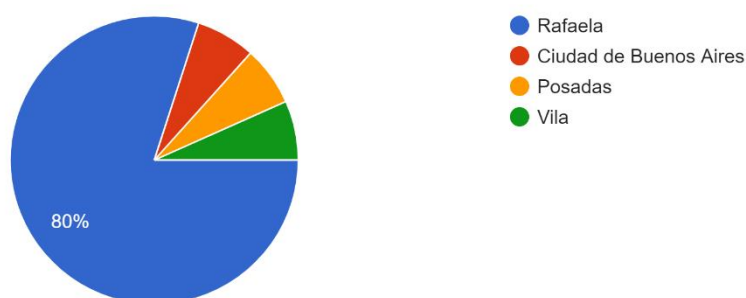


Figura 1 – Pregunta Encuesta acerca del lugar de residencia

Más del 80% de los encuestados es de la Ciudad de Rafaela, lo que nos permite poder analizar bien el contexto para la propuesta de la arquitectura conceptual al municipio y enfocarnos en temas específicos de acuerdo a la percepción de los ciudadanos.

¿Cual es su edad?

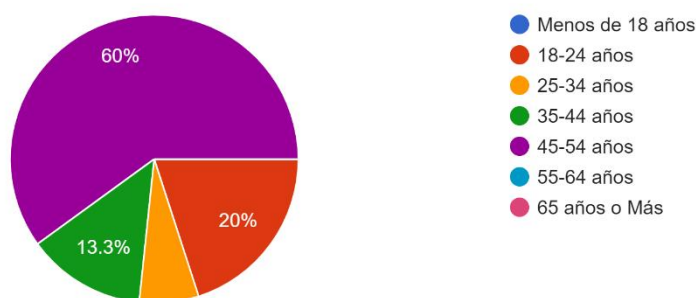


Figura 2 – Pregunta Encuesta acerca del rango de edad del encuestado

Según los resultados de la pregunta sobre la edad de los encuestados, el 80% de ellos se encuentran en el rango de edad de 25 a 54 años. Esto sugiere que la mayoría de los

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

encuestados se encuentran en la edad productiva y posiblemente están en el mercado laboral. Dado que la encuesta se enfoca en el conocimiento y el uso de la tecnología IoT en las ciudades, esta franja etaria es especialmente relevante, ya que es probable que tengan un mayor conocimiento y experiencia en el uso de la tecnología en comparación con otros grupos de edad. Además, esto puede indicar que las generaciones más jóvenes y mayores pueden requerir una mayor educación y promoción sobre los beneficios de la tecnología IoT para la ciudad.

¿Cuál es su género?

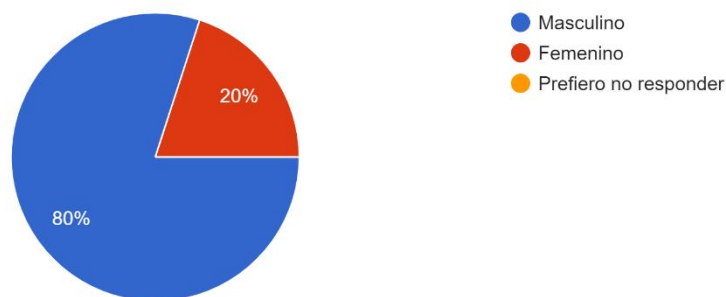


Figura 3 – Pregunta Encuesta acerca del genero del encuestado

Al analizar los resultados de la pregunta sobre el género de los encuestados, se observa que el 80% de ellos se identificaron como masculinos, mientras que el 20% restante se identificaron como femeninos. Este resultado puede ser una señal de una posible brecha de género en la participación de la encuesta, ya que es posible que haya una falta de representación de las mujeres. Además, es importante tener en cuenta este resultado al analizar otros aspectos de la encuesta, ya que ciertos temas pueden ser percibidos o afectados de manera diferente por hombres y mujeres.

¿Cual es su nivel de educación?

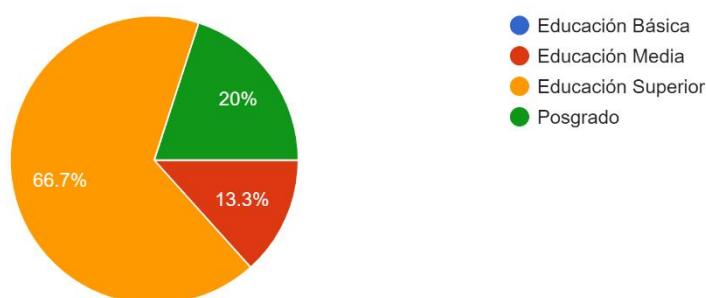


Figura 4 – Pregunta Encuesta acerca del nivel de educación del encuestado

El análisis de los resultados de la pregunta sobre el nivel de educación muestra una tendencia hacia un alto nivel de formación en los encuestados, donde un 66.7% de los mismos cuenta con educación superior, un 20% con posgrado y un 13.3% con educación media. Este resultado sugiere que la población encuestada posee una formación académica sólida, lo cual puede ser un factor positivo a la hora de promover la adopción y comprensión de nuevas tecnologías como el IoT en el municipio. Además, el alto porcentaje de encuestados con posgrado podría indicar la existencia de un grupo de expertos o especialistas en el tema, que podrían ser de gran ayuda para la implementación y difusión de proyectos relacionados con el IoT en el municipio.

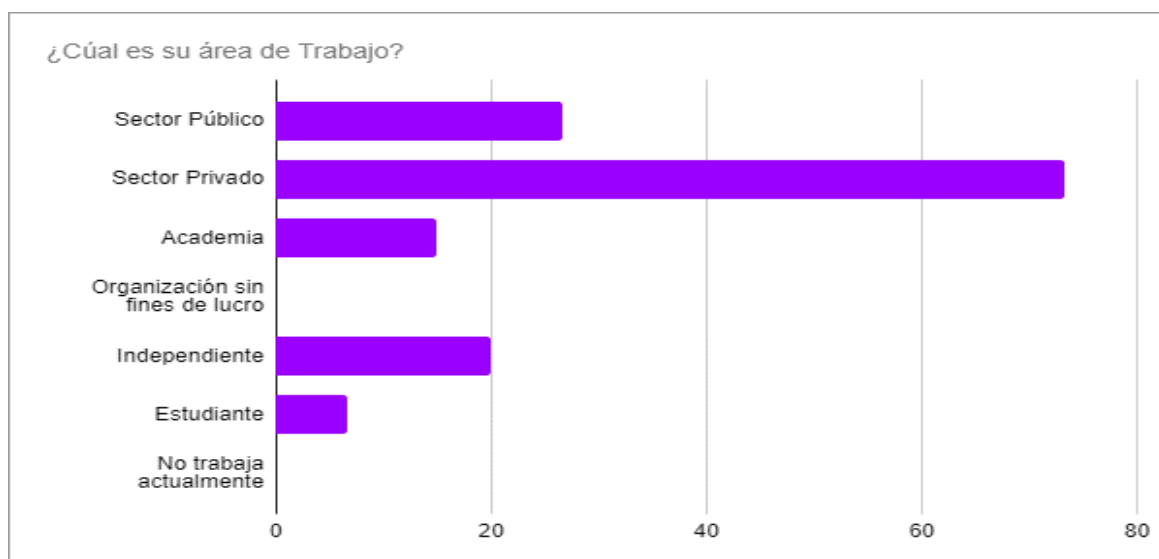


Figura 5 – Pregunta Encuesta acerca del área de trabajo del encuestado

Según los resultados de la pregunta sobre el área de trabajo de los encuestados, se puede observar que casi el 30% de ellos son empleados públicos. Por otro lado, la mayoría se divide en empleados privados y algunos independientes, y hay también un porcentaje

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

menor de estudiantes. Este resultado puede ser relevante a la hora de analizar la respuesta a otras preguntas, ya que los empleados públicos podrían tener una visión más cercana a las políticas y proyectos del municipio, mientras que los empleados privados e independientes podrían tener una visión más orientada al sector empresarial y la innovación tecnológica. También podría ser interesante conocer la distribución geográfica de los encuestados según su área de trabajo, para comprender mejor la visión de distintas zonas del municipio.

¿Conoce usted la tecnología IoT?

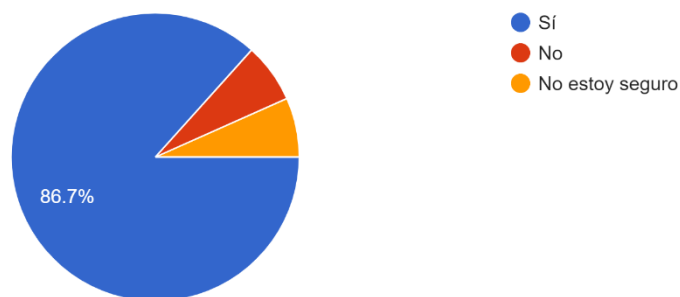


Figura 6 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento en IoT del encuestado

Casi el 87% de los encuestados afirma conocer esta tecnología, mientras que el resto (alrededor del 13%) dice no conocerla o no estar seguro. Estos resultados muestran que hay un alto grado de conocimiento en la población encuestada sobre la tecnología IoT. Es importante destacar que esta tecnología se está convirtiendo en una tendencia creciente en el desarrollo de ciudades inteligentes y servicios públicos digitales, lo que sugiere que la población está familiarizada con el tema y puede estar más dispuesta a adoptar soluciones basadas en IoT. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que un pequeño porcentaje de la población encuestada no conoce la tecnología o no está seguro de su conocimiento, lo que sugiere que se debe seguir promoviendo la educación y la difusión de información sobre IoT para lograr una mayor conciencia y aceptación de esta tecnología en la población en general.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

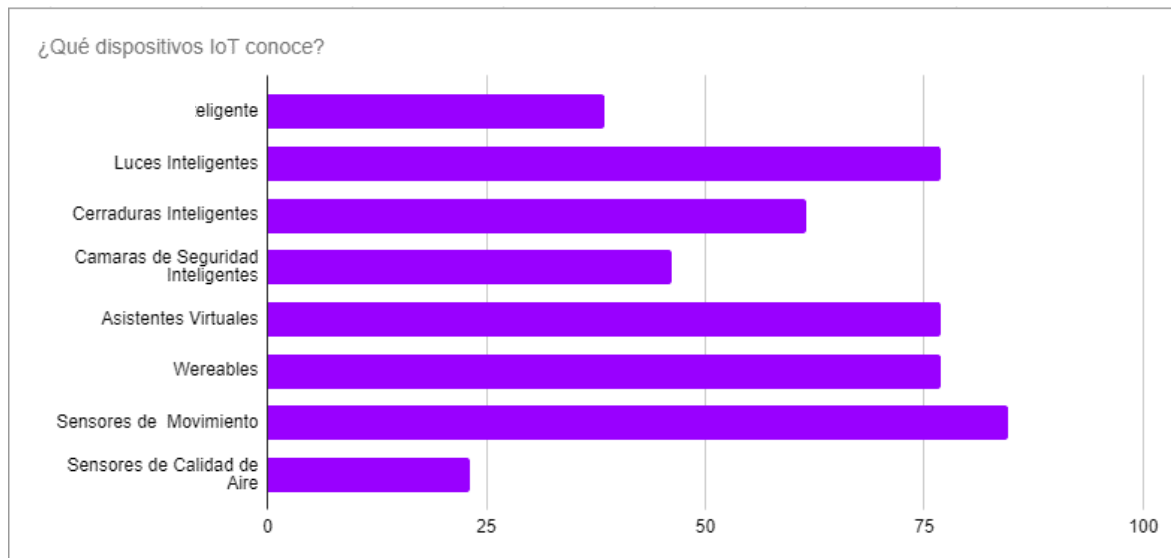


Figura 7 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento de tipos de dispositivos IoT del encuestado

Analizando esta pregunta podemos ver que la mayoría de las personas encuestadas conoce los dispositivos IoT más utilizados, pero notamos que los referentes a dispositivos IoT más usados en ciudades inteligentes son los que menos conocimiento se tiene, lo que podemos concluir que la gente encuestada todavía no tiene una visión general del alcance de los mismos en proyectos de ciudades inteligentes.

¿Ha utilizado usted alguna vez dispositivos IoT en su vida diaria?

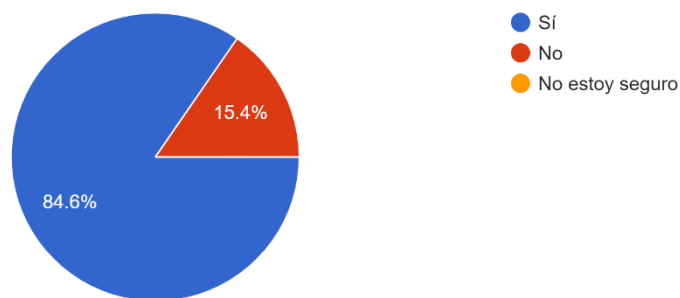


Figura 8 – Pregunta Encuesta acerca del lugar de experiencia en uso de dispositivos IoT del encuestado

Según los resultados de la encuesta, el 85% de los encuestados ha utilizado algún dispositivo con Tecnología Internet de las cosas (IoT), lo que sugiere que la adopción de esta tecnología ya se ha extendido en gran medida en la población encuestada. Sin embargo, aún queda un porcentaje de personas que no han utilizado esta tecnología o no están seguros de haberlo hecho, lo que indica que hay un margen para la educación y

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

difusión sobre el uso de estos dispositivos. Será interesante profundizar en las razones detrás de este bajo conocimiento o uso de la tecnología IoT, para poder desarrollar estrategias que permitan su adopción y aprovechamiento en la vida cotidiana de la población.

¿Qué opinión tiene sobre la tecnología IoT y su potencial para mejorar la calidad de vida?

13 respuestas

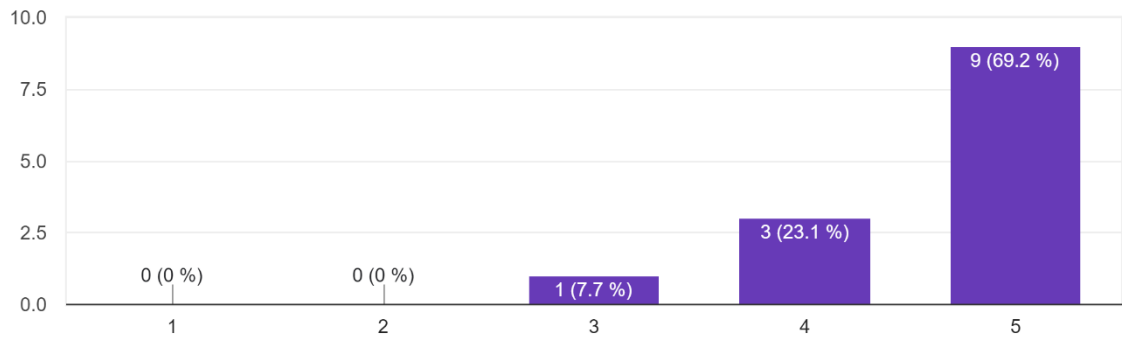


Figura 9 – Pregunta Encuesta acerca de la opinión del encuestado sobre el potencial de la tecnología IoT

Los resultados indican que la opinión general sobre la tecnología IoT y su potencial para mejorar la calidad de vida es muy positiva. Concretamente, un 70% de los encuestados expresaron una opinión muy positiva, mientras que un 26% opinó de forma positiva. Esto sugiere que la mayoría de las personas encuestadas tienen una percepción favorable de la tecnología IoT y creen que puede contribuir a mejorar su calidad de vida. Es importante destacar que solo un pequeño porcentaje de los encuestados tuvo una opinión neutral o negativa, lo que indica una amplia aceptación de la tecnología y su potencial para mejorar la calidad de vida.

¿Cree que la ciudad de Rafaela cuenta con una buena infraestructura tecnológica?

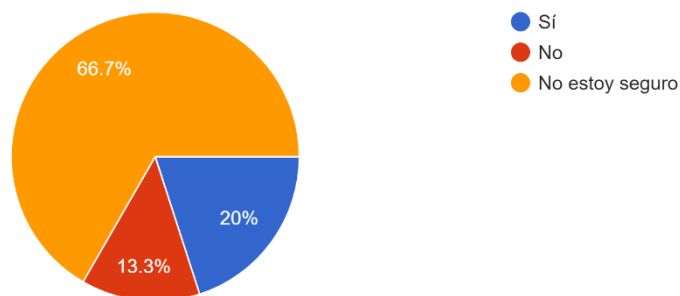


Figura 10 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado sobre la infraestructura del municipio

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

La pregunta sobre la infraestructura tecnológica en la ciudad de Rafaela mostró que una gran mayoría de los encuestados (66.7%) no se siente seguro al responder si la ciudad cuenta con una buena infraestructura tecnológica. Un 20% afirmó que sí cuenta con una buena infraestructura, mientras que el resto de los encuestados no cree que la ciudad tenga una infraestructura tecnológica adecuada. Estos resultados pueden ser útiles para las autoridades municipales, ya que pueden considerar la opinión de los ciudadanos al planificar y mejorar la infraestructura tecnológica de la ciudad, especialmente para proyectos relacionados con IoT y ciudades inteligentes.

¿Ha utilizado alguna vez la aplicación móvil del municipio de Rafaela?

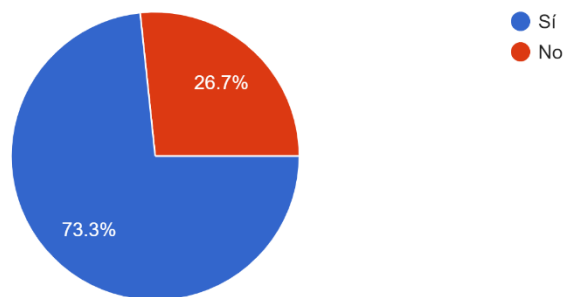


Figura 11 – Pregunta Encuesta acerca de la utilización de aplicaciones del municipio por parte del encuestado

Según los resultados de la encuesta, el 73.3% de los encuestados ha utilizado alguna vez la aplicación móvil del municipio de Rafaela. Esto sugiere que la aplicación es conocida y utilizada por una parte significativa de la población. Sin embargo, sería importante analizar las razones por las cuales el 26.7% restante no ha utilizado la aplicación, para identificar oportunidades de mejora en su promoción y accesibilidad. Asimismo, sería interesante indagar sobre la experiencia de los usuarios que han utilizado la aplicación, para evaluar su nivel de satisfacción y detectar posibles problemas o dificultades en su uso. Mas pensando en sumar funcionalidad con servicios específicos de IoT.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Conoce usted los servicios digitales que ofrece el municipio de Rafaela?

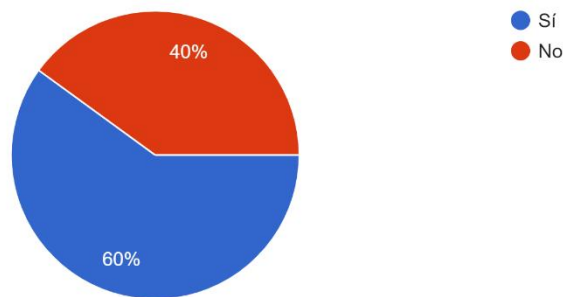


Figura 12 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento de los servicios digitales que ofrece el municipio

En base a los resultados de la pregunta "¿Conoce los servicios digitales que ofrece el municipio de Rafaela?", se puede inferir que hay un porcentaje significativo de encuestados que desconocen los servicios digitales que ofrece el municipio. Es importante destacar que la implementación de servicios digitales por parte de las entidades gubernamentales puede mejorar la eficiencia y transparencia en la gestión pública, así como también facilitar la vida de los ciudadanos al ofrecer servicios accesibles y eficaces. Por lo tanto, se podría considerar que existe una oportunidad de mejora en la comunicación y promoción de los servicios digitales del municipio de Rafaela para que los ciudadanos puedan aprovecharlos al máximo.

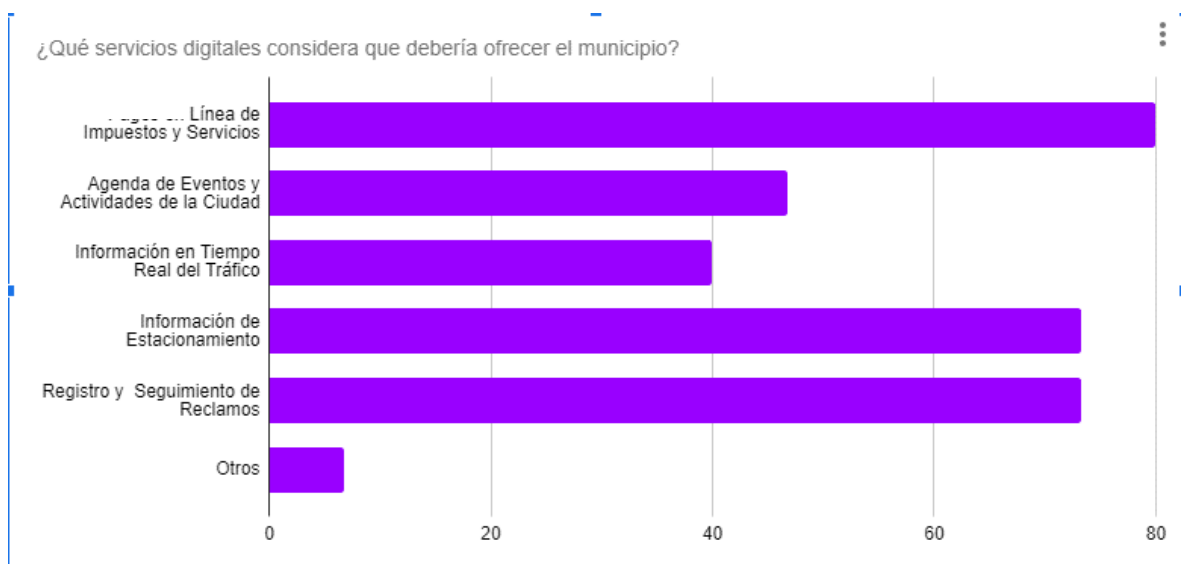


Figura 13 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado sobre servicios digitales que debería ofrecer el municipio

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

En esta pregunta vemos que la mayoría de los encuestados, respondió en base al tipo de ciudad que estamos analizando donde servicios como por ejemplo, información en tiempo real del tráfico o agenda de actividades o eventos no es de lo más importante ya que el tráfico no es un problema hoy en esta ciudad, y al no ser una ciudad turística tampoco se le da mayor importancia a los eventos y actividades, donde los ciudadanos se preocupan más por servicios que lo ayuden a interactuar con su problemática diaria, ahorrando tiempo o mejorando su calidad de vida. Esto también puede estar relacionado al rango de edad de los encuestados que, al no ser en la mayoría jóvenes, los eventos y las actividades no son lo más importante.

¿Cómo describiría usted la preocupación del municipio de Rafaela por las necesidades de sus ciudadanos?

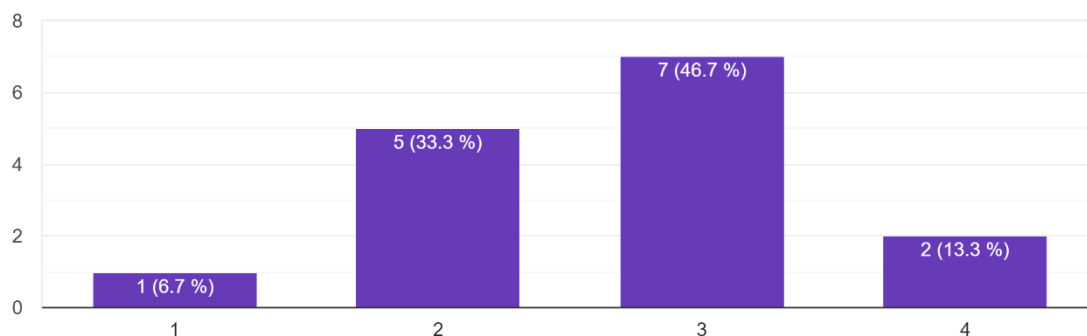


Figura 14 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento sobre el grado de compromiso del municipio

Según los resultados de la encuesta, una gran mayoría de los encuestados considera que el municipio de Rafaela está preocupado por las necesidades de sus ciudadanos, siendo el 46.7% de los encuestados quienes lo describen como "preocupado". Un 33.3% lo describen como "algo preocupado", mientras que el 13.3% lo considera "muy preocupado". Sin embargo, un pequeño porcentaje del 6.7% de los encuestados perciben que el municipio no muestra preocupación por las necesidades de sus ciudadanos. Estos resultados sugieren que la percepción general de los encuestados es positiva en cuanto a la preocupación del municipio por las necesidades de sus ciudadanos, aunque queda un margen de mejora para llegar a todos los ciudadanos.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Ha tenido alguna vez algún problema o inconveniente que haya tenido que reportar al municipio de Rafaela?

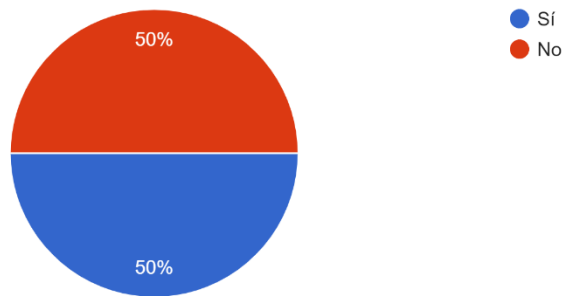


Figura 15 – Pregunta Encuesta acerca de la participación en el reporte de problemas al municipio

Los resultados muestran que un 50% de los encuestados ha tenido algún problema o inconveniente que ha tenido que reportar al municipio de Rafaela. Esta cifra puede indicar una cierta cantidad de problemas que están afectando a los ciudadanos y que requieren la atención del municipio para su resolución. También puede ser una oportunidad para que el municipio mejore la calidad de los servicios que ofrece a la ciudadanía y que, al mismo tiempo, fomente una cultura de participación ciudadana en la que los ciudadanos se sientan más involucrados en el cuidado y mejora de su comunidad. Por otro lado, el 50% restante que no ha tenido problemas puede indicar que el municipio está ofreciendo servicios de buena calidad y que la ciudadanía está satisfecha con ellos.

¿Cómo calificaría la eficacia y eficiencia de la respuesta del municipio de Rafaela a sus problemas o solicitudes?

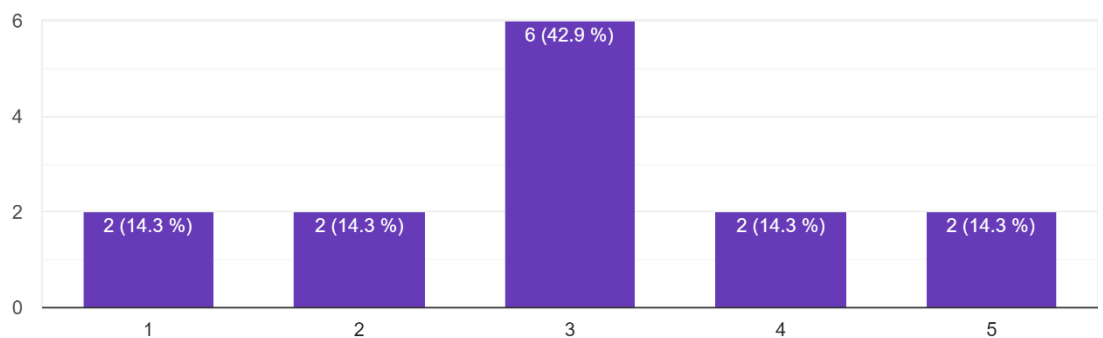


Figura 16 – Pregunta Encuesta acerca de nivel de eficiencia del municipio en respuestas a problemas.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

En la pregunta sobre la eficacia y eficiencia de la respuesta del municipio de Rafaela a los problemas o solicitudes de los ciudadanos, los resultados indican que el 43% de los encuestados calificaron su respuesta como "eficiente", lo que sugiere que en general, la mayoría de los ciudadanos encuestados no tienen una percepción negativa en cuanto a la capacidad del municipio para manejar y responder a los problemas y solicitudes de la comunidad. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que el resto de los encuestados se dividió de manera uniforme en el resto de los valores de la escala, lo que indica que aún hay un margen de mejora en la eficacia y eficiencia de la respuesta del municipio. Es necesario que se sigan implementando políticas y estrategias que mejoren el servicio y la atención a las necesidades de los ciudadanos.

¿Cree que el municipio de Rafaela debería invertir en la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

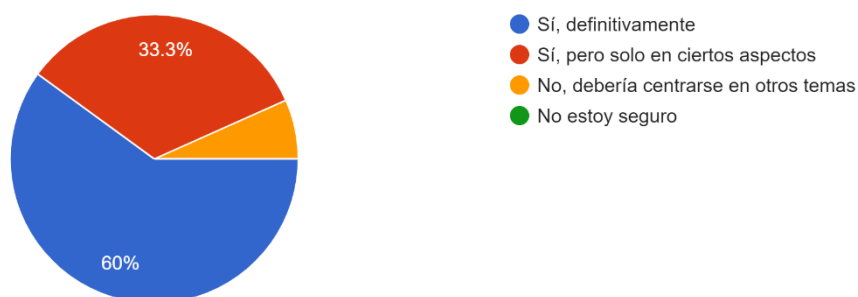


Figura 17 – Pregunta Encuesta acerca de intención de inversión del municipio en proyectos IoT

Según los resultados, la mayoría de los encuestados cree que el municipio de Rafaela debería invertir en la implementación de tecnología IoT en la ciudad. El 60% considera que debería hacerlo de manera definitiva, lo que sugiere que existe un fuerte interés por parte de los ciudadanos en aprovechar las ventajas que ofrece la tecnología IoT para mejorar su calidad de vida. Además, el 33.3% piensa que debería hacerlo solo en ciertos aspectos, lo que sugiere que los encuestados son conscientes de la necesidad de una planificación cuidadosa y enfocada en áreas específicas. Por otro lado, un porcentaje minoritario piensa que el municipio debería centrarse en otros aspectos, lo que indica que hay cierta incertidumbre o falta de información sobre el impacto potencial de la tecnología IoT en la ciudad. En cualquier caso, los resultados sugieren que el municipio debería considerar seriamente la implementación de tecnología IoT y trabajar en la difusión de información y educación sobre su uso y beneficios para la ciudadanía.

## Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

: ¿Considera que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela aumentaría la calidad de vida de los ciudadanos?

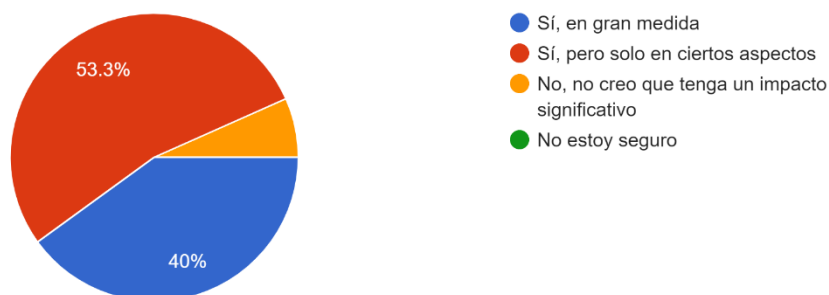


Figura 18 – Pregunta Encuesta acerca de percepción del encuestado en proyectos IoT y su relación con la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos

Los resultados de la encuesta muestran que existe una variedad de opiniones respecto a la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela. Si bien una mayoría piensa que la implementación de esta tecnología mejoraría la calidad de vida de los ciudadanos, hay una proporción significativa que piensa que sólo sería beneficioso en ciertos aspectos o que no lo considera beneficioso en absoluto. Es importante tener en cuenta que la percepción de los beneficios de la tecnología IoT puede variar según la edad, el nivel socioeconómico y la experiencia tecnológica de los encuestados, por lo que estos resultados pueden ser útiles para comprender las diferentes perspectivas de la población respecto a la tecnología IoT en la ciudad de Rafaela.

¿Conoce usted si los empleados del municipio de Rafaela han recibido capacitación sobre tecnología IoT?



Figura 19 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado sobre el nivel de preparación de empleados del municipio en tecnologías IoT

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Estos resultados sugieren que existe una falta de claridad en cuanto a la capacitación de los empleados del municipio en este ámbito y que podría ser necesario implementar medidas para mejorar la capacitación en tecnología IoT.

. ¿Cree que la capacitación en tecnología IoT es importante para el personal del municipio de Rafaela?

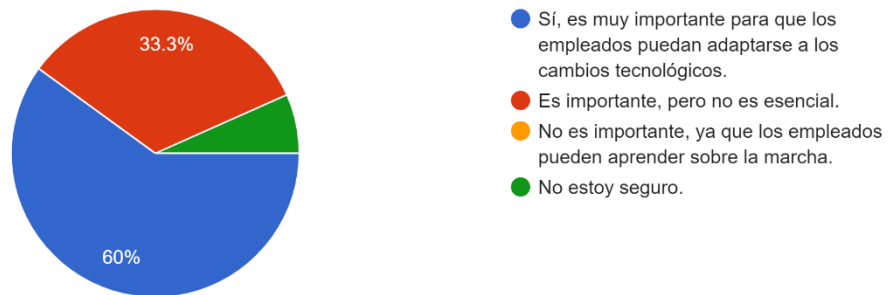


Figura 20 – Pregunta Encuesta acerca de la importancia de la preparación del personal municipal en proyectos IoT

Los resultados indican que la mayoría de los encuestados considera que la capacitación en tecnología IoT es importante para el personal del municipio de Rafaela. Esto refleja una comprensión clara de la importancia de la tecnología IoT y su impacto en la ciudad y en la vida de los ciudadanos. El hecho de que el 60% haya respondido que es muy importante sugiere que los encuestados creen que la capacitación en tecnología IoT es esencial para mantenerse actualizado con los últimos avances tecnológicos y poder proporcionar un servicio más eficiente y efectivo a los ciudadanos. Sin embargo, es interesante notar que un 33,3% considera que es importante pero no esencial, lo que sugiere que hay espacio para mejorar la comprensión de la importancia de la capacitación en tecnología IoT en el personal del municipio de Rafaela.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela requeriría la contratación de personal especializado?

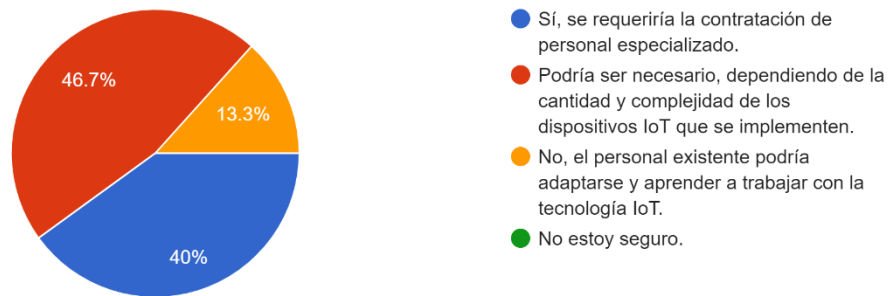


Figura 21 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado en la capacidad de contratación de personal especializado del municipio

Los resultados de la encuesta muestran una diversidad de opiniones en cuanto a la necesidad de contratar personal especializado para la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela. Si bien una gran proporción de los encuestados, el 40%, piensa que sí se requiere contratar recursos especializados, un porcentaje similar, el 46.7%, opina que la necesidad de personal dependerá de la cantidad y complejidad de dispositivos IoT que se implementen. Este resultado sugiere que los encuestados están conscientes de que la implementación de tecnología IoT puede requerir cierto nivel de especialización y que la necesidad de personal adicional dependerá del alcance de los proyectos de IoT que se implementen. Por otro lado, el resto de los encuestados piensa que no se requiere contratar personal especializado, y que el personal existente podría adaptarse y aprender a trabajar con la tecnología. Este resultado sugiere una confianza en las habilidades del personal actual del municipio para hacer frente a la implementación de tecnología IoT.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Cree que los empleados municipales estarían dispuestos a adaptarse a la implementación de tecnología IoT en el municipio?

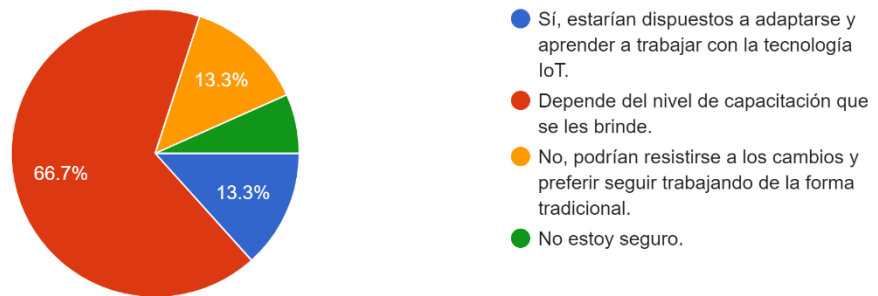


Figura 22 – Pregunta Encuesta acerca de la adaptación de personal municipal en participación de proyectos IoT

Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados considera que la disposición de los empleados municipales para adaptarse a la implementación de la tecnología IoT en el municipio depende mucho de la capacitación que reciban. Esto sugiere que la capacitación y el entrenamiento adecuados son esenciales para lograr una implementación efectiva de la tecnología IoT en el municipio de Rafaela. También es importante señalar que una proporción significativa de encuestados no está segura o piensa que los empleados municipales no estarían dispuestos a adaptarse a la implementación de la tecnología IoT en el municipio, lo que indica la necesidad de tomar medidas para fomentar la aceptación y motivación del personal hacia la tecnología.

¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela podría tener algún impacto negativo?

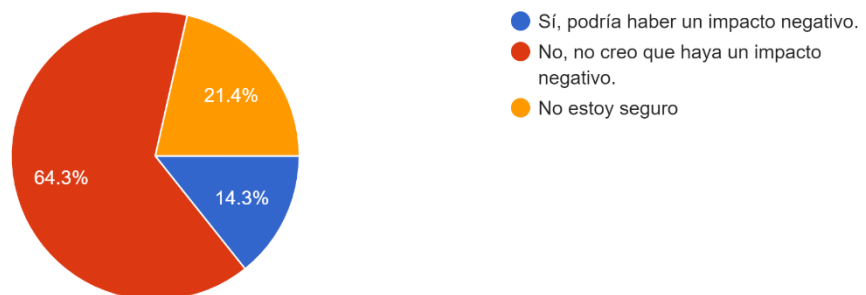


Figura 23 – Pregunta Encuesta acerca del impacto de proyectos IoT dentro del municipio

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Basado en los resultados de la encuesta, parece haber un consenso general de que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela tendría un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos. Sin embargo, una minoría significativa de los encuestados expresó cierta preocupación sobre los posibles impactos negativos. Es importante tener en cuenta estas preocupaciones y asegurar que se tomen medidas para mitigar cualquier riesgo potencial. En general, es crucial que cualquier implementación de tecnología IoT se realice con un enfoque en la seguridad, la privacidad y la transparencia, y que se involucre a la comunidad en el proceso para garantizar que se aborden sus necesidades y preocupaciones.

¿Cree que los ciudadanos deberían estar involucrados en la planificación y toma de decisiones sobre la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

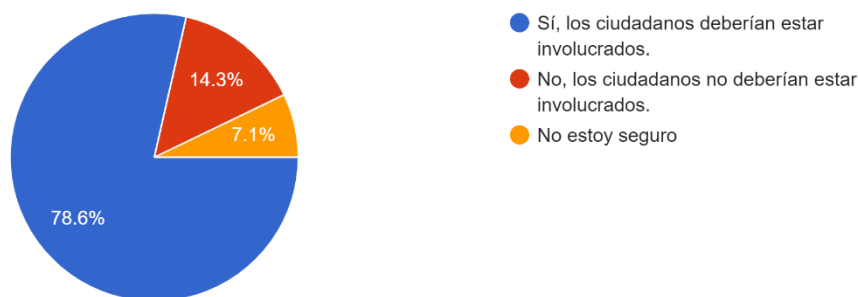


Figura 24 – Pregunta Encuesta acerca del involucramiento de ciudadanos en implementación de proyectos IoT en municipio

La respuesta mayoritaria a esta pregunta sugiere que existe una demanda significativa por parte de los ciudadanos para ser incluidos en la toma de decisiones sobre la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela. La incorporación de la opinión de los ciudadanos en la planificación y el desarrollo de proyectos puede ayudar a asegurar que las soluciones sean más efectivas y útiles para la comunidad. Además, la participación ciudadana en este tipo de iniciativas puede aumentar el compromiso y la aceptación de la tecnología por parte de la población local. Es importante que las autoridades del municipio consideren seriamente la inclusión de los ciudadanos en la planificación y toma de decisiones, ya que esto puede ser fundamental para garantizar el éxito y la aceptación de los proyectos de tecnología IoT en la ciudad.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela sería costosa?

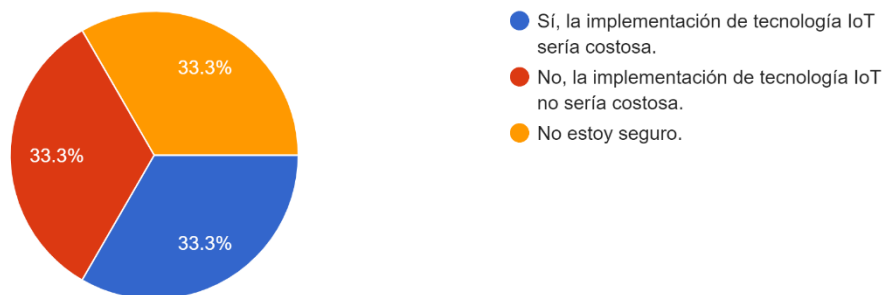


Figura 25 – Pregunta Encuesta acerca de la percepción del encuestado sobre el nivel de costo de proyectos IoT

Si bien los resultados indican una distribución bastante uniforme en las respuestas, es interesante destacar que un porcentaje significativo de los encuestados (33.3%) respondió que no está seguro acerca de si la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela sería costosa o no. Esto podría reflejar la necesidad de una mayor información y claridad sobre los costos involucrados en la implementación de esta tecnología en la ciudad. Por otro lado, la opinión dividida entre aquellos que piensan que sí sería costoso y aquellos que piensan que no, podría sugerir la necesidad de una evaluación más detallada y transparente de los costos y beneficios potenciales de la implementación de tecnología IoT en la ciudad.

¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela tendría un impacto positivo en la imagen de la ciudad?

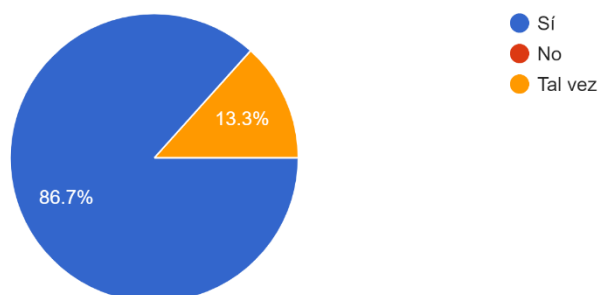


Figura 26 – Pregunta Encuesta acerca del nivel de impacto positivo de implementación de proyectos IoT en el municipio

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Según los resultados de la encuesta, la gran mayoría de los encuestados, es decir, el 86.7%, piensa que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela tendría un impacto positivo en la imagen de la ciudad. Esto sugiere que la población local reconoce el potencial de la tecnología para mejorar la percepción de la ciudad y que existe una expectativa positiva hacia la adopción de tecnologías innovadoras. Sin embargo, es importante señalar que un pequeño porcentaje de encuestados se mostró indeciso sobre este tema, lo que sugiere que se necesitan más información y educación sobre los posibles impactos de la implementación de IoT en la imagen de la ciudad.

¿Está dispuesto a participar en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela?

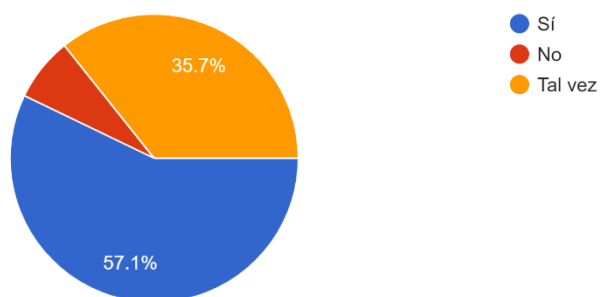


Figura 27 – Pregunta Encuesta acerca del grado de participación del encuestado en proyectos IoT a implementar en el municipio

Los resultados de la pregunta muestran que la mayoría de los encuestados, un 57,1%, están dispuestos a participar en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela. Esto sugiere que hay un nivel significativo de interés y compromiso por parte de la ciudadanía para involucrarse activamente en la implementación de esta tecnología en la ciudad. Por otro lado, un 35,7% de los encuestados respondieron que tal vez estarían dispuestos a participar, lo que sugiere que podrían estar abiertos a la idea de participar si se les proporciona más información o se les involucra de manera más efectiva en el proceso. El hecho de que solo un pequeño porcentaje de los encuestados no esté dispuesto a participar sugiere que la ciudadanía en general está abierta y dispuesta a involucrarse en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Qué grado de confianza tiene en la capacidad del municipio de Rafaela para llevar a cabo con éxito la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

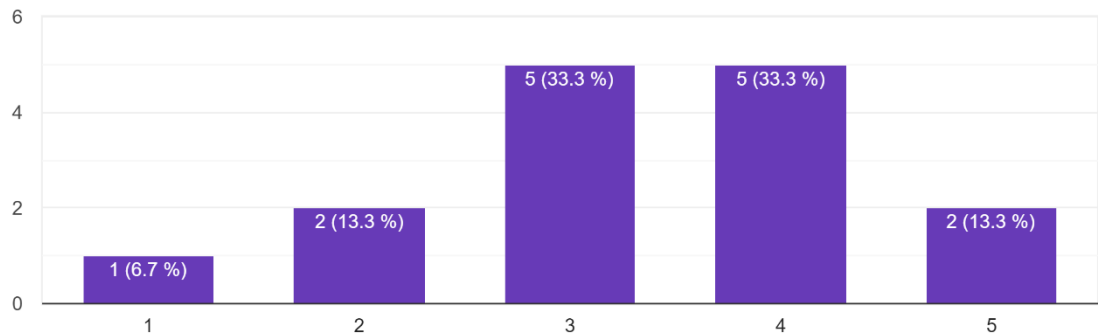


Figura 28 – Pregunta Encuesta acerca del grado de confianza del encuestado en el éxito de la implementación de proyectos IoT en el municipio

En general, los resultados muestran una distribución bastante equilibrada en cuanto al grado de confianza que tienen los encuestados en la capacidad del municipio de Rafaela para llevar a cabo con éxito la implementación de tecnología IoT en la ciudad. Si bien un tercio de los encuestados se encuentra en el nivel medio (3), tanto un tercio como un 13,3% de los encuestados se inclinan por los niveles más altos (4 y 5) de la escala, lo que indica que confían bastante en la capacidad del municipio. Por otro lado, un 13,3% se encuentra en el nivel más bajo (2) y solo un 6,7% en el nivel mínimo (1), lo que sugiere que hay cierta desconfianza, pero no es mayoritaria. En general, se puede decir que existe cierta confianza en la capacidad del municipio para llevar a cabo la implementación de tecnología IoT en la ciudad.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Cree que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela podría ser un modelo a seguir para otras ciudades en la región o el país?

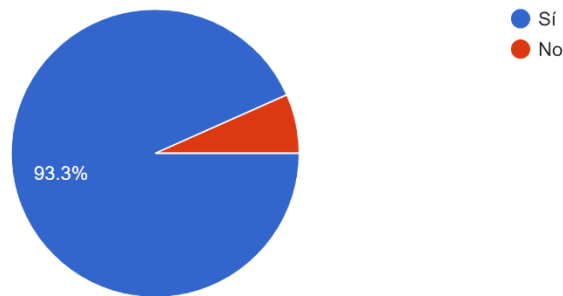


Figura 29 – Pregunta Encuesta acerca de la percepción del encuestado sobre el grado de exportación del modelo a otros municipios.

Los resultados de la encuesta muestran que una gran mayoría de los encuestados, un 93.3%, cree que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela podría ser un modelo a seguir para otras ciudades en la región o el país. Esto sugiere que existe un alto nivel de confianza en la capacidad del municipio de Rafaela para liderar la implementación de tecnología IoT y que la ciudad podría tener un impacto significativo en la dirección futura de la tecnología en otras ciudades y regiones. La implementación exitosa de tecnología IoT en Rafaela podría ser vista como un ejemplo de mejores prácticas para otras ciudades y puede tener un efecto positivo en la imagen y el prestigio de la ciudad. Además, este resultado sugiere que existe un gran interés en la implementación de tecnología IoT en el país y que el éxito en Rafaela podría motivar a otras ciudades a seguir su ejemplo.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes en el que la participación ciudadana haya sido un factor importante en su desarrollo?

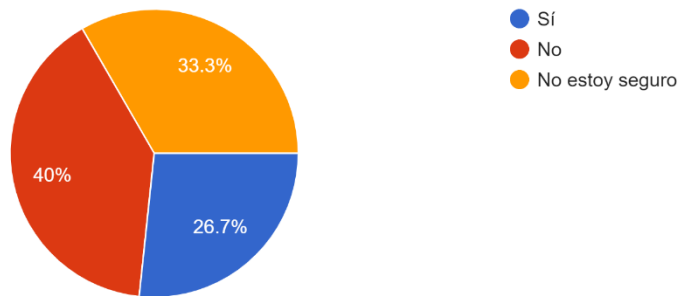


Figura 30 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del éxito de la participación ciudadana en otros proyectos IoT

Los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de los encuestados (40%) no conocen ningún proyecto de ciudades inteligentes en el que la participación ciudadana haya sido un factor importante en su desarrollo. Sin embargo, es importante destacar que el 26.7% de los encuestados si conocen proyectos en los que la participación ciudadana haya sido relevante. Esta información sugiere que, aunque existe una falta de conocimiento en la materia, un número significativo de personas están informadas acerca de proyectos en ciudades inteligentes en los que la participación ciudadana ha sido un factor clave. Esto indica la importancia de seguir promoviendo la información y la educación en torno a las ciudades inteligentes y la participación ciudadana en su desarrollo.

¿Cree que la participación ciudadana es un factor importante para el éxito de proyectos de ciudades inteligentes?

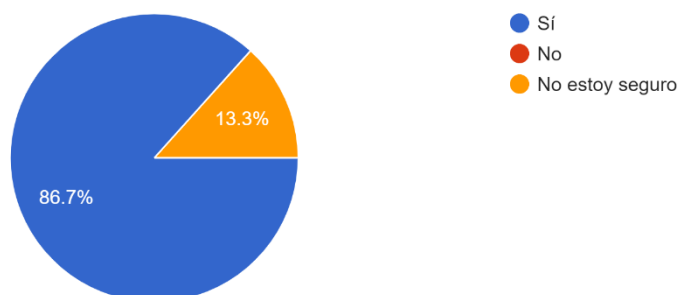


Figura 31 – Pregunta Encuesta acerca de la importancia de la participación ciudadana

Basándonos en los resultados de la encuesta, se puede concluir que la mayoría de los encuestados considera que la participación ciudadana es un factor importante para el éxito

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

de los proyectos de ciudades inteligentes. Este resultado es relevante porque sugiere que la comunidad está interesada en ser parte activa en la planificación y toma de decisiones sobre la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela. Además, este resultado está en línea con la tendencia actual en la que se busca una mayor participación ciudadana en la planificación urbana y en la toma de decisiones para mejorar la calidad de vida de la población y el desarrollo sostenible de las ciudades. En consecuencia, el municipio de Rafaela podría considerar estrategias para involucrar a la ciudadanía en el proceso de implementación de tecnología IoT en la ciudad, lo que podría contribuir a un mejor resultado final y una mayor aceptación por parte de la comunidad.

¿Considera que los ciudadanos tienen suficiente acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes en su región o país?

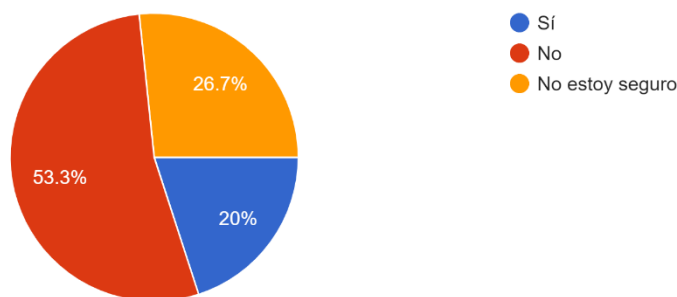


Figura 32 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado sobre el acceso a la información de los ciudadanos en proyectos IoT

Estos resultados sugieren que una gran parte de los encuestados no siente que tenga suficiente acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes en su región o país. Esto puede ser una preocupación, ya que la falta de información puede limitar la capacidad de los ciudadanos para participar activamente en el desarrollo de estos proyectos y tomar decisiones informadas. Por otro lado, un 20% de los encuestados piensa que sí tienen acceso suficiente a la información, lo que indica que algunos esfuerzos por difundir información sobre estos proyectos pueden estar siendo efectivos. Es importante que los responsables del desarrollo de estos proyectos se aseguren de que la información sea accesible y clara para todos los ciudadanos, ya que la transparencia y la participación ciudadana son fundamentales para el éxito de las ciudades inteligentes.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Considera que las soluciones de ciudades inteligentes deben tener un enfoque en el impacto social y medioambiental?

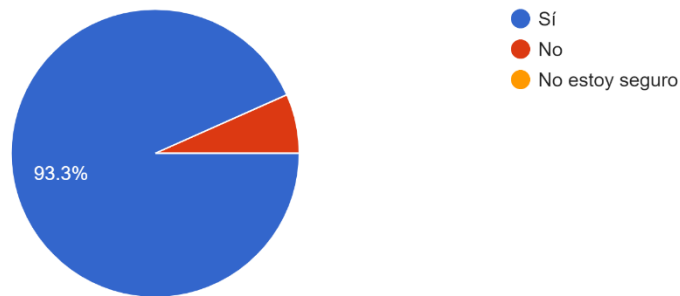


Figura 33 – Pregunta Encuesta acerca de la necesidad de cubrir áreas sociales y ambientales en proyectos de ciudades inteligentes

Estos resultados sugieren que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que las soluciones de ciudades inteligentes deben tener un enfoque en el impacto social y medioambiental. Esto es un indicio importante de que la comunidad está cada vez más consciente de la necesidad de equilibrar los beneficios económicos con la protección del medio ambiente y la promoción del bienestar social. Además, estos resultados sugieren que los responsables de la toma de decisiones en materia de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela podrían beneficiarse de incluir perspectivas sociales y medioambientales en su planificación para la implementación de proyectos de ciudades inteligentes. Es importante destacar que este enfoque también puede ayudar a mejorar la percepción y confianza de la comunidad en los proyectos de ciudades inteligentes, lo que puede aumentar la participación ciudadana en su desarrollo y éxito a largo plazo.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes que haya tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos?

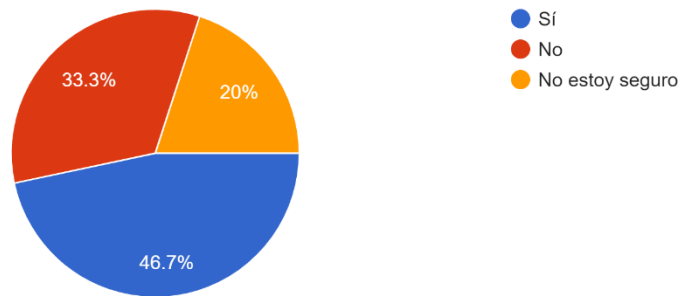


Figura 34 – Pregunta Encuesta acerca del conocimiento del encuestado sobre proyectos con impactos positivos en la calidad de vida de los ciudadanos

Los resultados indican que existe cierta familiaridad entre los encuestados sobre proyectos de ciudades inteligentes que han tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos, con un 46,7% de ellos afirmando conocer algún proyecto en particular. Sin embargo, es importante destacar que un 33,3% de los encuestados indicó no conocer ningún proyecto de este tipo. Estos resultados sugieren que aunque hay una conciencia creciente sobre los beneficios potenciales de los proyectos de ciudades inteligentes, aún hay una falta de conocimiento generalizado sobre los mismos. Es necesario seguir trabajando en la divulgación y el acceso a información sobre este tipo de iniciativas, de manera que la ciudadanía pueda conocer y participar en su desarrollo y evaluación.

¿Cree que la implementación de soluciones de ciudades inteligentes puede ayudar a abordar los desafíos medioambientales que enfrentan las ciudades?

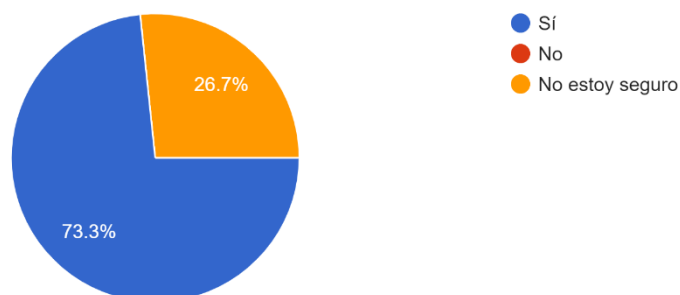


Figura 35 – Pregunta Encuesta acerca del impacto de proyectos inteligentes en los desafíos medioambientales.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Basándonos en los resultados de la encuesta, podemos concluir que la mayoría de los encuestados cree que la implementación de soluciones de ciudades inteligentes puede ayudar a abordar los desafíos medioambientales que enfrentan las ciudades. Este resultado es muy significativo, ya que las soluciones de ciudades inteligentes pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida de los ciudadanos, especialmente en relación con el medio ambiente. Por ejemplo, la implementación de soluciones de movilidad inteligente, como el transporte público sostenible y el monitoreo de la calidad del aire, puede ayudar a reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire en las ciudades. Además, la implementación de soluciones de energía inteligente, como la energía solar y la gestión inteligente de la energía, puede ayudar a reducir la huella de carbono de las ciudades y promover un desarrollo más sostenible. En general, los resultados sugieren que la mayoría de los encuestados ve la implementación de soluciones de ciudades inteligentes como una forma prometedora de abordar los desafíos medioambientales y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Después de analizar los resultados de la encuesta sobre la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela y su impacto en la ciudadanía, se puede concluir que la mayoría de los encuestados están dispuestos a participar en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en la ciudad y creen que la implementación de soluciones de ciudades inteligentes puede ayudar a abordar los desafíos medioambientales que enfrentan las ciudades. Además, la mayoría de los encuestados creen que la participación ciudadana es un factor importante para el éxito de proyectos de ciudades inteligentes y que las soluciones de ciudades inteligentes deben tener un enfoque en el impacto social y medioambiental.

A pesar de que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela puede considerarse costosa según la opinión dividida de los encuestados, la mayoría cree que tendría un impacto positivo en la imagen de la ciudad y que podría ser un modelo a seguir para otras ciudades en la región o el país. Además, aunque existe cierta desconfianza en la capacidad del municipio de Rafaela para llevar a cabo con éxito la implementación de tecnología IoT en la ciudad, la mayoría de los encuestados cree que se puede lograr con éxito.

También es importante destacar que la mayoría de los encuestados no conoce ningún proyecto de ciudades inteligentes en el que la participación ciudadana haya sido un factor importante en su desarrollo y que consideran que los ciudadanos no tienen suficiente acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes en su región o país.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

En resumen, los resultados de la encuesta indican que existe un interés por parte de la ciudadanía en la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela y que la participación ciudadana es fundamental para su éxito. Sin embargo, se necesitan esfuerzos por parte del municipio para mejorar la comunicación y el acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes para involucrar a los ciudadanos en su desarrollo.

Esto refuerza la necesidad de contar con una Arquitectura Conceptual que haga de marco para poder estandarizar todos estos tipos de proyectos, lo cual va a generar un único canal para la implementación de los mismos, facilitando tareas como comunicación, interacción y gestión de información que permita mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de la ciudad. Además, nos va a permitir reutilizar información y dispositivos en diferentes proyectos, lo cual va a generar un ahorro importante en recursos y servicios a la hora de incorporar proyectos de estas características.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

## Descripción del Caso de Estudio – Municipio de Rafaela

### Caracterización del Municipio y su contexto socioeconómico

El Municipio de Rafaela, como ciudad líder en la región central de Argentina, se caracteriza por su dinámico sector industrial, destacando en la producción de maquinaria agrícola y lácteos. Además, su sector servicios es amplio y variado, ofreciendo servicios de salud, desarrollo de software, educación y una gran cantidad de comercios.

En términos de infraestructura, Rafaela cuenta con una red de transporte público, servicios de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y gas. También se destaca por su amplia oferta de áreas verdes y recreativas, las cuales fomentan una vida activa y saludable para sus habitantes. La ciudad posee una rica vida cultural y deportiva, convirtiéndola en un destino atractivo tanto para turistas como para aquellos que buscan una alta calidad de vida.

Comparándola con otros municipios similares en la región, Rafaela se destaca por su diversificación económica, su infraestructura desarrollada y su calidad de vida en general. Esto la posiciona como una ciudad con un gran potencial para el desarrollo de iniciativas relacionadas con ciudades inteligentes, lo que hace que la tesis sobre la arquitectura conceptual para Rafaela tenga un gran valor e importancia.

Sobre el contexto socioeconómico, se puede destacar que la economía de Rafaela se sustenta en gran medida en el sector agropecuario, ya que es una zona productora de granos y ganado. Sin embargo, en las últimas décadas la ciudad ha diversificado su economía, destacándose también en la producción de bienes industriales y servicios.

En comparación con otros municipios de la región, Rafaela se destaca por su fuerte perfil industrial y por contar con una amplia variedad de servicios. En este sentido, se puede mencionar a la ciudad de Rosario, ubicada a unos 200 kilómetros al sur, que es la ciudad más grande de la provincia de Santa Fe y uno de los principales centros económicos y culturales del país. Si bien ambas ciudades comparten algunos rasgos comunes en cuanto a su perfil industrial y a la diversificación de su economía, Rafaela es una ciudad de menor tamaño y escala, lo que la hace más accesible y con una sensación de comunidad más fuerte.

Otra ciudad que se puede comparar es la ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima, ubicada a unos 300 kilómetros al oeste de Rafaela. A diferencia de Rafaela, Córdoba es una ciudad más grande y diversa, con una fuerte presencia de la industria automotriz y una amplia oferta cultural y educativa. Sin embargo, ambas ciudades

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

comparten un enfoque en el desarrollo sustentable y en la innovación tecnológica como herramientas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Según el ICEDEL (Instituto de Capacitación y Estudios para el Desarrollo Local), en el relevamiento socioeconómico de la ciudad en 2022, en la ciudad de Rafaela, viven 111.775 personas, acorde a la proyección del Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC). Eso la convierte en la 3era. Ciudad más poblada de la Provincia de Santa Fe, en la que reside el 3,1% de los habitantes de la provincia. El 48,9% de la población es de género masculino, mientras que el 51,1% son mujeres. Las personas menores de 30 años representan el 44,8% de la población total, posicionando a Rafaela como una ciudad joven en su estructura demográfica. Otro punto importante que marca el ICEDEL en el último relevamiento socioeconómico realizado en la ciudad es acerca de los indicadores del mercado de trabajo, donde se refleja una tasa de actividad de un 49,7% en ascenso y una tasa de desocupación relativamente baja respecto a la media nacional del 6,5% y en descenso. Dentro de la población económicamente activa (PEA), el 84% de las personas son ocupadas plenamente. Con respecto al Tipo de Actividad, el 85% es Privada, mientras que un 14,6% es pública y solo el 0,4% es mixta. Por último, uno de los datos más importantes que sacamos del relevamiento realizado en el año 2022 por el ICEDEL y que es de suma importancia para el trabajo es el acceso a las TICS. Para el año 2022, el 65,5% de los hogares tiene acceso a equipamiento informático y casi el 100% de los que tienen, contratan un acceso a internet.

Otro punto importante a tener en cuenta es que, en el municipio de Rafaela, se han desarrollado diversos proyectos de IoT, como cámaras de seguridad y monitoreo en diferentes puntos de la ciudad, lectura de patentes en uno de los accesos y sensores de calidad de aire, entre otros. Sin embargo, estos proyectos se han implementado de manera aislada, sin una arquitectura que los integre de manera cohesiva. A pesar de contar con varios sistemas existentes en el municipio para la gestión, la falta de integración entre ellos representa un desafío significativo. La multiplicidad de sistemas y la ausencia de una estructura unificada dificultan la eficiencia y la toma de decisiones informadas.

Además, el contexto de globalización y la pandemia han tenido un impacto negativo en el área técnica del municipio. La pérdida de recursos humanos clave y la migración de conocimiento asociado a los sistemas previos han generado obstáculos para avanzar en la implementación y mejora de los sistemas existentes. La falta de continuidad en el personal técnico y la discontinuidad en los conocimientos técnicos especializados dificultan aún más la integración de los sistemas y la adopción de tecnologías más avanzadas.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Ante esta realidad, resulta imperativo abordar la necesidad de establecer una arquitectura conceptual orientada a servicios en el municipio de Rafaela. Una arquitectura que permita la integración de los proyectos de IoT existentes y los sistemas municipales preexistentes, proporcionando una infraestructura sólida y escalable. Esto garantizaría una gestión eficiente, la interoperabilidad entre los diferentes sistemas y la posibilidad de aprovechar al máximo los beneficios que brinda la tecnología IoT en la mejora de los servicios municipales.

En conclusión, Rafaela se destaca como una ciudad de tamaño medio, con una economía diversificada que combina el sector agropecuario con la producción industrial y los servicios. Además, cuenta con una buena infraestructura y una amplia oferta cultural y deportiva. En comparación con otras ciudades de la región, Rafaela se destaca por su fuerte perfil industrial y su accesibilidad, lo que la convierte en un lugar atractivo para vivir y trabajar. La ciudad se enfrenta al desafío de integrar proyectos de IoT existentes y sistemas municipales dispersos en una arquitectura coherente. La falta de una estructura unificada, la pérdida de recursos humanos clave y la discontinuidad en los conocimientos técnicos representan obstáculos significativos. Sin embargo, mediante la implementación de una arquitectura conceptual orientada a servicios, es posible superar estas dificultades y aprovechar plenamente el potencial de la tecnología IoT en beneficio de la comunidad rafaelinea.

### Descripción del proceso de definición de la Arquitectura Conceptual de Servicios

La arquitectura conceptual orientada a servicios es una forma de diseño de sistemas informáticos que se enfoca en la creación de servicios independientes que pueden ser compartidos y reutilizados por múltiples aplicaciones. En el contexto de un municipio como Rafaela, esta arquitectura puede ser muy beneficiosa, ya que permite una mayor flexibilidad y eficiencia en la gestión de los servicios que se ofrecen a los ciudadanos.

La arquitectura conceptual orientada a servicios propuesta se compone de cuatro elementos principales: **servicios**, **proveedores de servicios**, **consumidores de servicios** y el **bus de servicios**.

Los **servicios** son componentes autónomos que proporcionan una funcionalidad específica, y pueden ser utilizados por otros servicios o aplicaciones. En el contexto de un municipio, los servicios pueden ser servicios públicos, servicios de transporte, servicios de seguridad, servicios de información, entre otros.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Los **proveedores de servicios** son entidades que ofrecen servicios y los exponen en el bus de servicios. En el caso de un municipio, los proveedores de servicios pueden ser entidades gubernamentales o empresas privadas que ofrecen servicios a los ciudadanos.

Los **consumidores de servicios** son entidades que consumen los servicios ofrecidos por los proveedores de servicios. En el contexto de un municipio, los consumidores de servicios pueden ser ciudadanos, empresas, organizaciones, u otras entidades gubernamentales.

El **bus de servicios** es la infraestructura que permite la comunicación entre los proveedores y consumidores de servicios. Esta infraestructura se compone de un conjunto de protocolos y tecnologías que facilitan la comunicación, el descubrimiento, la composición y la gestión de los servicios.

En el contexto de un municipio como Rafaela, la arquitectura conceptual orientada a servicios puede permitir la integración de diferentes sistemas y aplicaciones, la reducción de duplicación de esfuerzos y recursos, la mejora de la eficiencia en la gestión de los servicios y la adaptación a las necesidades cambiantes de los ciudadanos.

El diseño de esta arquitectura conceptual orientada a servicios es una opción muy adecuada para un municipio como Rafaela, ya que permite una mayor flexibilidad, eficiencia y adaptabilidad en la gestión de los servicios ofrecidos a los ciudadanos.

A continuación, ampliaremos los conceptos sobre los cuales venimos trabajando.

1. **Servicios:** Los servicios son componentes fundamentales de la arquitectura orientada a servicios. En esta arquitectura, un servicio es una funcionalidad independiente que puede ser accedida a través de una interfaz bien definida. Estos servicios pueden ser utilizados por otros componentes de la arquitectura, como los proveedores de servicios o los consumidores de servicios, y pueden ser desplegados en diferentes plataformas y tecnologías. En una arquitectura orientada a servicios para un municipio como Rafaela, los servicios podrían incluir, por ejemplo, un servicio de gestión de residuos, un servicio de mantenimiento de la vía pública o un servicio de atención al ciudadano.

2. **Proveedores de servicios:** Los proveedores de servicios son los componentes que se encargan de ofrecer y gestionar los servicios disponibles en la arquitectura. Estos proveedores pueden ser entidades internas al municipio, como departamentos o áreas específicas encargadas de ofrecer servicios, o proveedores externos que ofrecen servicios específicos al municipio. Los proveedores de servicios son responsables de asegurar la disponibilidad y calidad de los servicios que ofrecen, y deben ser capaces de responder a las demandas de los consumidores de servicios.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

**3. Consumidores de servicios:** Los consumidores de servicios son los componentes que acceden a los servicios ofrecidos por los proveedores de servicios. En una arquitectura orientada a servicios para un municipio, los consumidores de servicios podrían ser distintos departamentos municipales, ciudadanos, empresas o cualquier otra entidad que necesite acceder a los servicios ofrecidos por la arquitectura. Los consumidores de servicios interactúan con los servicios a través de una interfaz bien definida y pueden utilizar múltiples servicios para realizar una determinada tarea o resolver un problema.

**4. Bus de servicios:** El bus de servicios es el componente que actúa como intermediario entre los proveedores de servicios y los consumidores de servicios. Este componente es responsable de gestionar las solicitudes de los consumidores de servicios, enrutarlas hacia los proveedores de servicios correspondientes, y devolver las respuestas a los consumidores de servicios. El bus de servicios también se encarga de asegurar la disponibilidad y calidad de los servicios, y puede implementar funcionalidades como la gestión de la seguridad y la autenticación, la monitorización del rendimiento, y la gestión de errores.

Los servicios serían las funcionalidades independientes que se ofrecen, los proveedores de servicios serían los encargados de ofrecer y gestionar los servicios, los consumidores de servicios serían los que acceden a los servicios para realizar tareas específicas y el bus de servicios sería el intermediario encargado de gestionar las solicitudes de los consumidores de servicios y enrutarlas hacia los proveedores de servicios correspondientes. Esta arquitectura permite una gestión más eficiente y flexible de los servicios ofrecidos por el municipio, y puede mejorar la eficacia y eficiencia de los procesos y servicios que se ofrecen a los ciudadanos.

Ahora mostramos en un gráfico el diseño propuesto y seguiremos avanzando con el desarrollo de la misma. En esta imagen mostramos la arquitectura propuesta para un municipio como el de la Ciudad de Rafaela.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

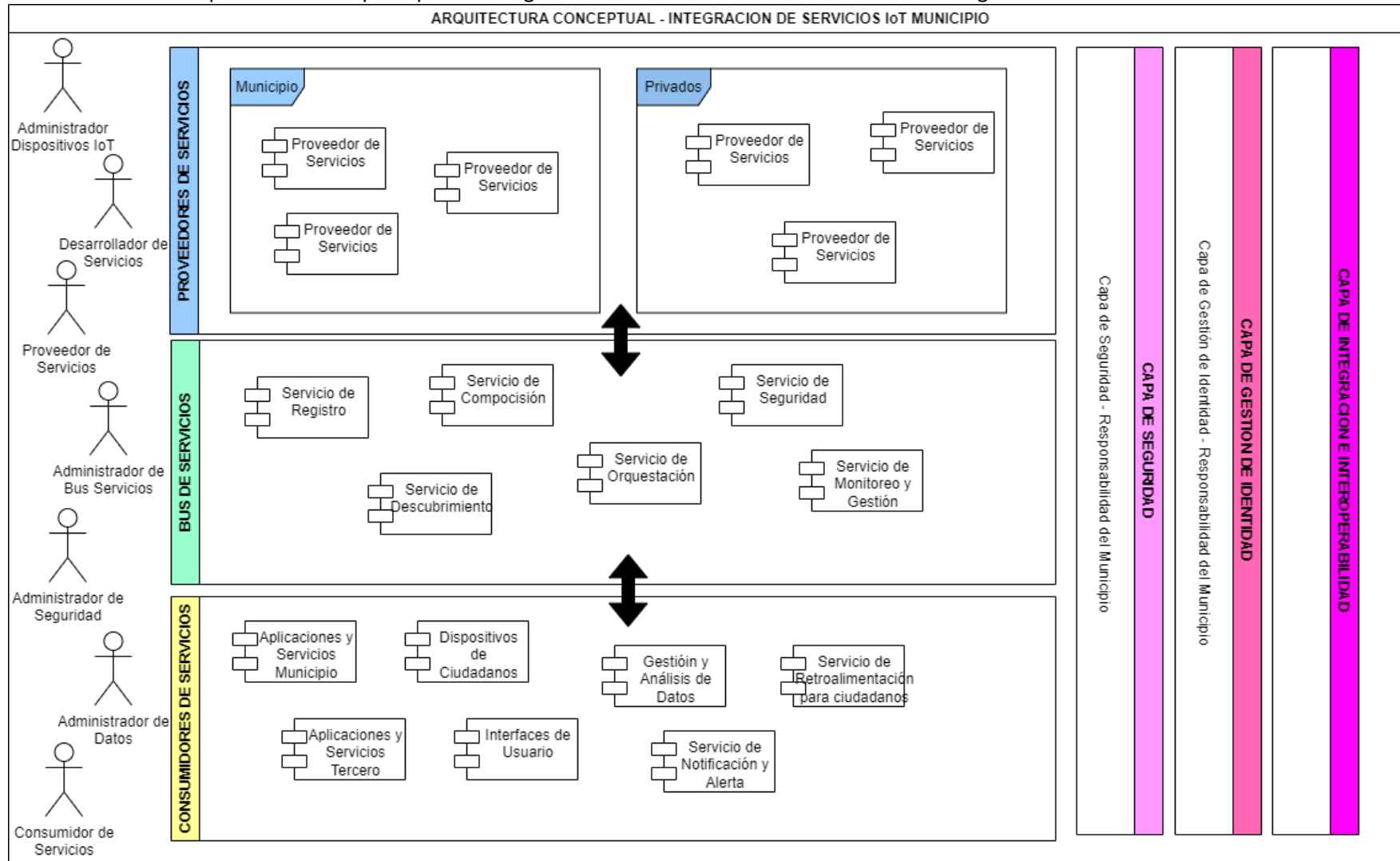
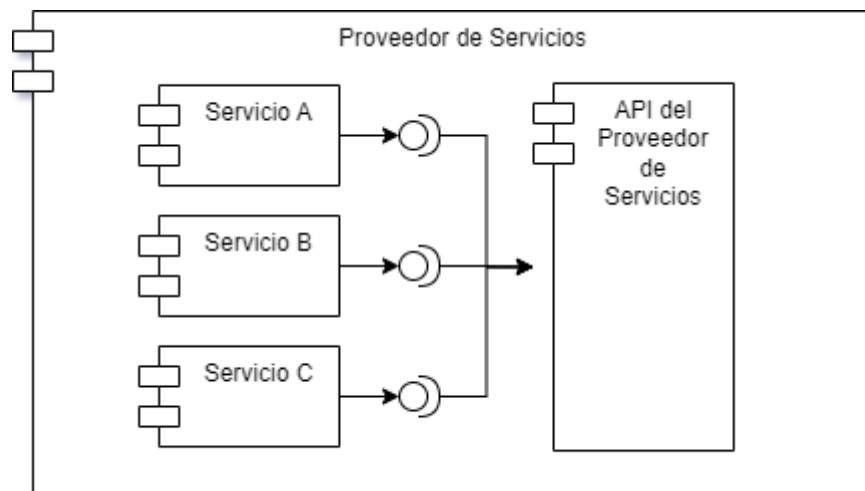


Figura 36 - Arquitectura Conceptual Propuesta

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

De la arquitectura propuesta para el municipio, y haciendo foco en cada una de las 3 capas principales vamos a ir desarrollando los conceptos para clarificar el diseño elegido. Comenzando con la capa de proveedores de servicios, dentro de la misma vamos a encontrar varios componentes/módulos que se tienen que definir, estos componentes/módulos pueden venir de dos orígenes diferentes, pueden ser internos del municipio o pueden ser desarrollados por terceros (privados, instituciones, etc.). Cada uno de esos módulos representa un componente llamado “Proveedor de Servicio” el cual contiene todos los servicios desarrollados por él, cada uno de esos servicios necesita proveer una interfaz, con sus funciones a la interfaz del proveedor, que es la que va a quedar disponible y accesible para el resto de los componentes de las otras capas.



*Figura 37 – Detalle Módulo Proveedor de Servicios*

Para entender cómo funciona vamos a verlo con un par de ejemplos de cómo un proveedor de servicios puede desarrollar un servicio a través de la arquitectura conceptual planteada para el municipio.

Para eso suponemos que tenemos dispositivos IoT que nos permiten monitorear la calidad del aire, por lo cual el proveedor de servicios quiere desarrollar un Servicio de Monitoreo de Calidad de Aire para una determinada área de la ciudad. Para ello, necesita tomar datos de los sensores de calidad de aire que están en los dispositivos los cuales están ubicados en el área en cuestión y hacerlos disponibles en la capa de servicios para que los consumidores puedan acceder a ellos.

En primer lugar, el proveedor de servicios deberá identificar qué datos necesita recolectar para poder monitorear la calidad del aire. Por ejemplo, podría requerir datos como el nivel

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y partículas en suspensión. Estos datos podrían ser recolectados a través de sensores de calidad del aire instalados en la zona de interés.

Luego, el proveedor de servicios deberá desarrollar un software que se encargue de leer los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos. Para ello, podría utilizar un lenguaje de programación como Python o Java y una base de datos como MySQL o MongoDB. Una vez que los datos se encuentran almacenados en la base de datos, el proveedor de servicios deberá crear una API (interfaz) que permita a los consumidores de servicios acceder a los datos de calidad del aire. Esta API podría ser desarrollada utilizando tecnologías como REST o GraphQL.

Finalmente, el proveedor de servicios deberá registrar el servicio en la capa de registro del bus de servicios para que los consumidores puedan descubrirlo y utilizarlo. Para ello, el proveedor de servicios deberá proporcionar información como la dirección del servicio, su nombre y una descripción.

En resumen, el proveedor de servicios deberá recolectar datos de los sensores de calidad del aire, desarrollar un software que almacene los datos en una base de datos, crear una API que permita acceder a los datos y registrar el servicio en la capa de registro del bus de servicios. De esta forma, los consumidores de servicios podrán acceder a los datos de calidad del aire a través de la capa de servicios.

Otro ejemplo puede ser un servicio de monitoreo de tráfico podría ser un servicio que recopila datos de sensores de tráfico y los procesa para proporcionar información útil para los conductores, como el tiempo estimado de llegada, la duración del viaje y las rutas alternativas.

El proveedor de servicios podría seguir los siguientes pasos para desarrollar este servicio:

Identificar las necesidades del consumidor: El proveedor de servicios podría hacer una investigación de mercado y conversar con potenciales consumidores del servicio para determinar qué tipo de información sería más útil para ellos.

Definir los requisitos del servicio: Una vez que el proveedor de servicios tiene una idea clara de lo que los consumidores necesitan, puede definir los requisitos del servicio. Esto incluiría las fuentes de datos de los sensores de tráfico, los algoritmos de procesamiento de datos y las características de la interfaz de usuario.

Desarrollar el servicio: El proveedor de servicios puede utilizar herramientas de desarrollo de software para crear el servicio. Pueden usar lenguajes de programación como Java o

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Python para construir el servicio y utilizar bibliotecas de software como Flask o Django para crear la interfaz de usuario.

Conectar los sensores de tráfico: Para recopilar los datos de tráfico necesarios para el servicio, el proveedor de servicios debe conectar los sensores de tráfico a la red IoT del municipio a través de la capa de conectividad. Esto podría incluir sensores de tráfico en la calle, cámaras de tráfico y otros dispositivos.

Procesar los datos de los sensores: Una vez que los datos de los sensores de tráfico están disponibles, el servicio puede procesarlos para proporcionar información útil a los consumidores. El procesamiento de datos puede incluir la limpieza de datos, la agregación de datos y la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para predecir el tráfico futuro.

Publicar el servicio en el bus de servicios: Una vez que el servicio está listo, el proveedor de servicios puede publicarlo en el bus de servicios. Esto permitirá que los consumidores de servicios encuentren y utilicen el servicio.

De esta manera, el proveedor de servicios desarrollaría un servicio de monitoreo de tráfico que utiliza datos de sensores de tráfico para proporcionar información útil a los conductores. El servicio se desarrollaría siguiendo los pasos típicos del ciclo de vida del desarrollo de software, y los datos se recopilarían a través de sensores de tráfico conectados a la red IoT del municipio. El servicio se publicaría en el bus de servicios para que los consumidores de servicios puedan encontrar y utilizar el servicio.

Estos dos ejemplos muestran el potencial de tener una arquitectura conceptual de referencia para el municipio, ya que sea de manera interna o externa, los proveedores de servicios van a poder desarrollar los servicios con el software de su preferencia, y a través de los estándares que provee la arquitectura agregarlos a la misma y dejarlos disponible para los consumidores. Lo importante de esta arquitectura es que los Proveedores de Servicios tienen que registrar los mismos en la plataforma y es el municipio el que los valida, controla y autoriza, de manera tal, que el municipio siempre tiene el control sobre los servicios que se manejan en la plataforma que se implemente con esta arquitectura. Otro punto importante es que se aísla el hardware de los dispositivos IoT, ya que el proveedor de servicios, con esta arquitectura, no solamente tiene que tener el hardware, sino que tiene que construir el servicio para utilizarlo en base a los requerimientos de la arquitectura propuesta, eso hace que agentes internos del municipio o proveedores locales tengan que pensar el servicio de una manera diferente y no solo ofrecer los dispositivos IoT.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

De esta manera queda claro el potencial y las funciones de la capa de Proveedores de Servicios.

Ahora vamos a centrarnos en una de las capas más importantes que es la **Capa de Bus de Servicios**, ya que la misma es la responsable de disponibilizar todos los servicios y poder orquestarlos para que los consumidores puedan acceder a ellos.

Como vimos en el gráfico de la Arquitectura Conceptual del municipio, esta capa tiene varios Componentes/Módulos que vamos a detallar a continuación.

- **Servicio de registro:** sería el responsable de mantener un registro de los dispositivos IoT disponibles en la red, incluyendo información como la dirección, el nombre del dispositivo y su descripción. Este servicio permitiría que los proveedores de servicios registren los dispositivos IoT que se van a utilizar en el municipio. Y tiene relación con otras capas de la arquitectura que son transversales, como la capa de seguridad, por ejemplo.
- **Servicio de descubrimiento:** sería responsable de permitir a los consumidores de servicios buscar y descubrir dispositivos IoT disponibles en la red, utilizando palabras clave, filtros y otros criterios. Este acceso viene de la mano de los servicios planteados por cada proveedor.
- **Servicio de composición:** permitiría la creación de servicios compuestos a partir de servicios más simples, como la integración de varios dispositivos IoT para obtener información de diferentes fuentes. Un ejemplo de esto sería que el municipio desea crear un servicio compuesto para monitorear el tráfico en un área específica de la ciudad, y para ello necesita combinar información de dos proveedores de servicios diferentes: uno que proporciona datos de cámaras de tráfico y otro que proporciona datos de sensores de velocidad. Para crear el servicio compuesto, el proveedor de servicios puede definir un flujo de trabajo (a través del servicio de orquestación) que combine la información de ambos proveedores. El flujo de trabajo podría comenzar por solicitar los datos de cámaras de tráfico al primer proveedor de servicios y luego enviarlos a un segundo proveedor de servicios que procesa los datos de los sensores de velocidad. El segundo proveedor de servicios, entonces, puede combinar los datos de ambos proveedores para crear una visión más completa del tráfico en la zona. Una vez que se ha creado el servicio compuesto, se puede publicar en el bus de servicios para que los consumidores de servicios lo utilicen en sus propias aplicaciones. Por ejemplo, el municipio podría crear una aplicación móvil que utilice el servicio compuesto para proporcionar información en tiempo real sobre el tráfico en un área determinada, permitiendo a

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

los ciudadanos y visitantes tomar decisiones más informadas sobre sus desplazamientos.

- **Servicio de orquestación:** se encargaría de coordinar la ejecución de varios servicios, como la recopilación de datos de diferentes dispositivos IoT y su posterior análisis.
- **Servicio de seguridad:** garantizaría la seguridad en la comunicación entre los dispositivos IoT y los consumidores de servicios, y protegería los datos transmitidos. Este tendría también relación con la capa de Seguridad planteada para la arquitectura.
- **Servicio de monitoreo y gestión:** proporcionaría información sobre el estado de los dispositivos IoT y su rendimiento, incluyendo estadísticas de uso y tiempo de respuesta. También se encargaría de la gestión de los dispositivos, como la implementación y el retiro de dispositivos en la red.

De esta manera podemos decir que, cada uno de los servicios del bus de servicios tendría una función específica para permitir una integración efectiva de los dispositivos IoT en la arquitectura de servicios del municipio.

Para demostrar como funcionaría esta capa, con todos estos componentes, supongamos que tenemos un servicio de monitoreo de tráfico vehicular que recopila datos de sensores IoT instalados en distintas ubicaciones de la ciudad. Este servicio, lo desarrollo un proveedor de servicios y está registrado en el bus de servicios y disponible para ser utilizado por cualquier consumidor de servicios.

Un consumidor de servicios, por ejemplo, una aplicación móvil de navegación, utiliza el *servicio de descubrimiento* para buscar servicios relacionados con el tráfico. El *servicio de descubrimiento* encuentra el servicio de monitoreo de tráfico vehicular y lo presenta al consumidor de servicios. Luego, el consumidor de servicios utiliza el *servicio de composición* para crear un servicio compuesto que integra el servicio de monitoreo de tráfico vehicular con otros servicios, como el servicio de navegación y el servicio de alertas de tráfico. Este servicio compuesto utiliza el *servicio de orquestación* para coordinar la ejecución de los servicios involucrados en el orden correcto. El *servicio de seguridad* se encarga de asegurar que la comunicación entre el consumidor de servicios y el proveedor de servicios (en este caso, el servicio de monitoreo de tráfico vehicular) sea segura y que los datos transmitidos estén protegidos. Finalmente, el *servicio de monitoreo y gestión* proporciona información sobre el estado del servicio de monitoreo de tráfico vehicular, como su rendimiento y estadísticas de uso. También se encarga de la gestión del servicio, como su implementación y retiro del bus de servicios.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

En la siguiente imagen se observa el flujo de lo que sería el proceso en la plataforma basada en la arquitectura desarrollada.

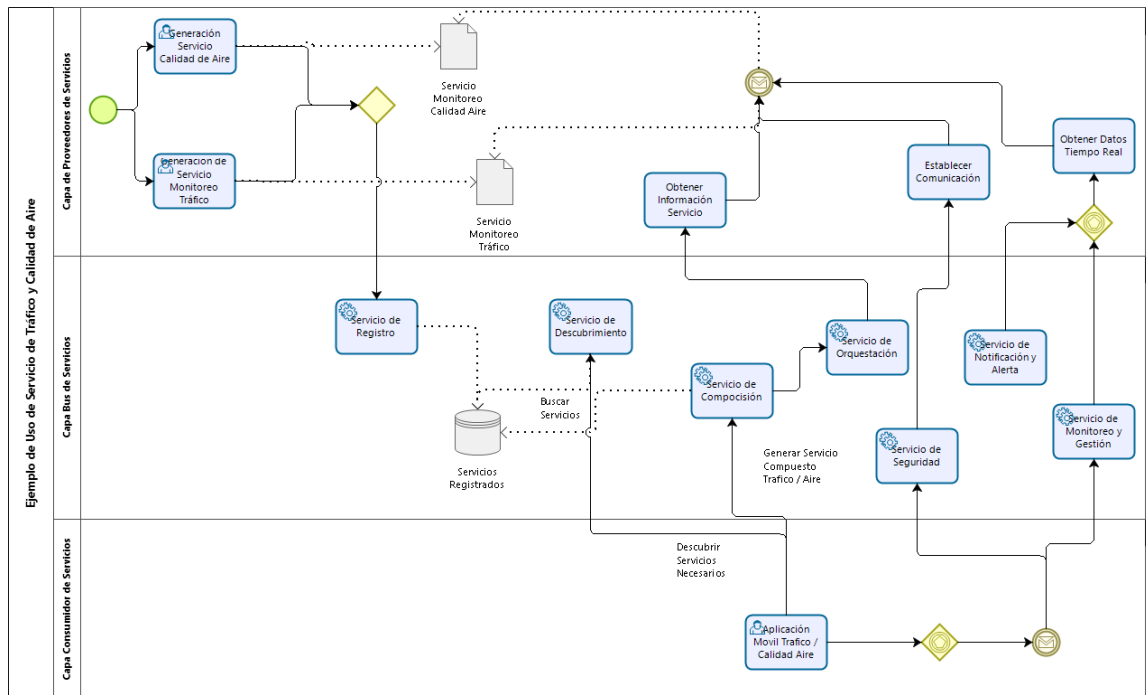


Figura 38 – Ejemplo de Proceso con 2 servicios usando el modelo propuesto

Ahora entramos en el detalle de la **capa de consumidores**. Los principales módulos/componentes de esta capa son los siguientes:

- **Aplicaciones y servicios de terceros:** Estos son los servicios y aplicaciones desarrollados por terceros que utilizan los datos y servicios ofrecidos por la plataforma de IoT del municipio. Son un componente fundamental que permite a terceros desarrollar aplicaciones y servicios que utilicen los servicios expuestos por los proveedores de servicios. Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por empresas, organizaciones sin fines de lucro o incluso ciudadanos individuales, y pueden ser utilizadas para mejorar la vida cotidiana de los ciudadanos del municipio. Un ejemplo de una aplicación de terceros podría ser una aplicación móvil que utiliza los datos de sensores de tráfico y los servicios de información del transporte público para proporcionar a los ciudadanos información en tiempo real sobre la congestión del tráfico y el estado del transporte público en su área. Esta aplicación podría utilizarse para planificar rutas alternativas y optimizar los desplazamientos de los ciudadanos en su día a día, mejorando su calidad de vida y reduciendo el tiempo de viaje. Las aplicaciones de terceros pueden ser un catalizador importante para la innovación y el progreso en los municipios, ya que

pueden identificar necesidades no satisfechas y desarrollar soluciones que los proveedores de servicios no han considerado. Además, estas aplicaciones pueden ser desarrolladas de forma más ágil y rápida que los servicios del municipio, lo que les permite ser más adaptables a las necesidades cambiantes de los ciudadanos. Es importante que el municipio proporcione a los desarrolladores de terceros documentación y recursos adecuados para permitirles desarrollar aplicaciones y servicios de alta calidad que utilicen los servicios proporcionados por el municipio a través de su arquitectura.

- **Aplicaciones y servicios del municipio:** Estos son los servicios y aplicaciones desarrollados por el municipio que utilizan los datos y servicios ofrecidos por la plataforma de IoT para satisfacer las necesidades de los ciudadanos. Las aplicaciones y servicios del municipio son una parte fundamental de la capa de consumidores de servicios de la arquitectura conceptual para municipios, ya que permiten a los ciudadanos y empleados del municipio interactuar con los servicios proporcionados por la arquitectura. Estos servicios pueden incluir desde información sobre trámites municipales, hasta mapas interactivos con información de transporte público y eventos culturales. La idea principal es brindar una experiencia de usuario fluida y eficiente, de manera que los usuarios puedan acceder a la información que necesitan de manera rápida y sencilla. Un ejemplo de una aplicación del municipio podría ser una aplicación móvil que permita a los ciudadanos reportar problemas en la vía pública, como baches o fallas en el alumbrado público. La aplicación podría utilizar la información proporcionada por los dispositivos IoT y sensores del municipio para validar la ubicación y el tipo de problema reportado. Luego, la información podría ser enviada a la capa de proveedores de servicios, donde se generarían los tickets de reporte correspondientes y se asignaría la tarea de solucionar el problema a los empleados municipales encargados. Otro ejemplo podría ser un servicio de información sobre el estado del tráfico en tiempo real. A través de una interfaz de programación de aplicaciones (API), las aplicaciones y servicios del municipio podrían consumir la información proporcionada por los dispositivos IoT y sensores del municipio, como cámaras de tráfico y sensores de velocidad, para proporcionar a los usuarios información actualizada sobre el estado del tráfico en diferentes zonas de la ciudad. Esta información podría utilizarse para planificar rutas de transporte público, evitar áreas con congestión de tráfico, y en general mejorar la movilidad en la ciudad.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- **Dispositivos de los ciudadanos:** Estos son los dispositivos móviles, wereables y otros dispositivos de los ciudadanos que se conectan a la plataforma de IoT del municipio para acceder a los servicios y datos ofrecidos por la misma.
- **Interfaces de usuario:** Estas son las interfaces gráficas de usuario que permiten a los ciudadanos interactuar con los servicios y aplicaciones de la plataforma de IoT del municipio.
- **Módulos de análisis de datos:** Estos son los módulos que analizan los datos recopilados por los dispositivos IoT para generar información útil y conocimientos para los ciudadanos y el municipio.
- **Servicios de notificación y alerta:** Estos son los servicios que proporcionan notificaciones y alertas a los ciudadanos sobre eventos y situaciones importantes que afectan al municipio, como emergencias, cierres de carreteras, eventos públicos, entre otros. Estos servicios pueden ser notificados a través de las aplicaciones de terceros, la del municipio o las interfaces de usuario.
- **Servicios de retroalimentación de los ciudadanos:** Estos son los servicios que permiten a los ciudadanos proporcionar retroalimentación sobre los servicios y aplicaciones de la plataforma de IoT del municipio, lo que ayuda a mejorar la calidad de los mismos.

Con respecto a las capas transversales, no forman parte de la arquitectura conceptual planteada para el municipio, porque se considera que cada municipio ya tiene su propio esquema de seguridad y autenticación de ciudadanos para sus propios servicios. Por eso se plantean como capas transversales externas donde el municipio plantea su propia arquitectura para el manejo de estas. En la ciudad de Rafaela, por ejemplo, tienen un concepto llamado "Carpeta Ciudadana" donde a través de este servicio se validan los ciudadanos y las personas jurídicas para interactuar con la Municipalidad. La Capa de Integración e Interoperabilidad se refiere a tener componentes estándares que encapsulen los protocolos que utilizaremos para toda la comunicación en la arquitectura. Como son estándares, solo se desarrollan al momento de la implementación.

Hasta ahora vimos todos los componentes de la arquitectura propuesta para el municipio, falta explicar y desarrollar en este contexto los roles que intervienen con la arquitectura desarrollada, de esta manera, podríamos redefinir los siguientes roles:

**Desarrollador de servicios:** Encargado de diseñar y desarrollar los servicios necesarios para satisfacer las necesidades específicas del municipio, basados en los datos y los

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

requisitos proporcionados por los administradores de dispositivos IoT y los administradores de datos.

**Proveedor de servicios:** Encargado de alojar, mantener y gestionar los servicios, garantizando su disponibilidad y calidad de servicio para los consumidores finales, y trabajando en colaboración con los desarrolladores de servicios para satisfacer las necesidades específicas del municipio.

**Consumidor de servicios:** Entidad o persona que utiliza los servicios proporcionados por los proveedores de servicios para cumplir con sus objetivos de negocio o de servicio público. El ciudadano o el empleado municipal que interactúa con la plataforma se ubicaría en este rol. Es decir, serían los usuarios finales que utilizan los servicios proporcionados por los proveedores de servicios a través de la arquitectura conceptual orientada a servicios.

**Administrador del bus de servicios:** Encargado de administrar y mantener el bus de servicios, asegurando la interoperabilidad entre los diferentes proveedores y consumidores de servicios, y trabajando en colaboración con los administradores de dispositivos IoT y los administradores de datos para garantizar el correcto funcionamiento de la arquitectura.

**Administrador de seguridad:** Encargado de garantizar la seguridad de la información y los servicios proporcionados a través de la arquitectura, trabajando en colaboración con los desarrolladores y proveedores de servicios para implementar medidas de seguridad y privacidad adecuadas.

**Administrador de datos:** Encargado de administrar la información generada por los dispositivos IoT y sensores del municipio y asegurar su correcto almacenamiento y acceso por parte de los servicios, trabajando en colaboración con los administradores de dispositivos IoT y los desarrolladores de servicios para garantizar que los datos estén disponibles y sean útiles para los consumidores de servicios.

**Administrador de dispositivos IoT:** Encargado de administrar y mantener los dispositivos IoT y sensores del municipio, asegurando su correcto funcionamiento y conectividad a la arquitectura, y trabajando en colaboración con los administradores de datos y los desarrolladores de servicios para garantizar que los dispositivos proporcionen datos precisos y útiles para los servicios.

Con la arquitectura conceptual definida, en la próxima sección desarrollaremos la ontología específica para poder aplicar la arquitectura al municipio, en la misma se desarrollarán los principales conceptos utilizados haciendo foco en los que forman parte de la arquitectura, pero mostrando las relaciones con el resto de los conceptos.

## Ontología específica para el Municipio de Rafaela

### Descripción de la ontología diseñada y su relación con los conceptos ontológicos generales.

En base a la descripción del caso de estudio del municipio de Rafaela y el marco teórico previamente desarrollado, se puede diseñar una ontología específica para este municipio.

La ontología para el municipio de Rafaela estaría diseñada para representar los conceptos específicos y las relaciones entre ellos dentro del contexto de una ciudad inteligente. Si bien vamos a desarrollar una ontología específica para la arquitectura conceptual propuesta, empezaremos definiendo conceptos más generales que pensamos que pueden a futuro servir para el municipio.

Algunos de los conceptos clave que podrían ser incluidos en la ontología para el municipio de Rafaela son:

- **Infraestructura de la ciudad:** incluyendo información sobre el transporte público, edificios y viviendas, calles y plazas, y servicios públicos como agua y energía.
- **Comunidad:** incluyendo información sobre la población, como la edad, el género, la etnia, el nivel educativo y socioeconómico, la ocupación y otros datos demográficos relevantes.
- **Ambiente:** incluyendo información sobre el medio ambiente local, como la calidad del aire y del agua, la flora y fauna, la gestión de residuos y la contaminación sonora.
- **Economía:** incluyendo información sobre la actividad económica del municipio, como las empresas locales, las oportunidades de empleo, los sectores económicos relevantes y los proyectos de inversión.
- **Gobierno:** incluyendo información sobre la estructura y los servicios gubernamentales del municipio, como los servicios públicos, la gestión de la seguridad, la planificación urbana, el transporte y otros servicios relevantes.

La ontología del municipio de Rafaela podría relacionarse con los conceptos ontológicos generales del marco teórico de la siguiente manera:

- Los conceptos de infraestructura, comunidad, ambiente, economía y gobierno del municipio de Rafaela podrían relacionarse con los conceptos generales de la arquitectura empresarial y la arquitectura de soluciones.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- La ontología del municipio de Rafaela podría también incluir información específica sobre los estándares y protocolos de interoperabilidad que se han implementado en la ciudad para mejorar la eficiencia y la conectividad entre los diferentes sistemas y servicios.
- La ontología del municipio de Rafaela también podría relacionarse con los conceptos ontológicos generales de las ciudades inteligentes y la gestión de datos urbanos, ya que busca representar los datos relevantes y su gestión dentro del contexto específico de la ciudad.

De esta manera, la ontología para el municipio de Rafaela estaría diseñada para representar los conceptos específicos y las relaciones entre ellos dentro del contexto de una ciudad inteligente, y se relacionaría con los conceptos ontológicos generales del marco teórico de la arquitectura empresarial, la arquitectura de soluciones, las ciudades inteligentes y la gestión de datos urbanos.

Una vez definido el concepto o los aspectos importantes que debería tener el municipio, con respecto a la ontología general, que no se va a desarrollar en este trabajo, se procedió a diseñar una ontología específica para la arquitectura conceptual propuesta para municipios como el de la Ciudad de Rafaela. Para ello, se tuvo en cuenta la arquitectura planteada, información recolectada en la caracterización del municipio y su contexto socioeconómico, así como los objetivos y requerimientos específicos del proyecto.

La ontología específica para la arquitectura del Municipio de Rafaela incluye conceptos relacionados con los actores y los componentes utilizados para poder operar la plataforma, entre otros.

Para relacionar la ontología específica de la arquitectura conceptual del Municipio de Rafaela con la ontología general, se utilizaron conceptos de nivel superior, como "Ciudad" y "Gobierno Municipal", los cuales son comunes a todas las ciudades y municipios.

De esta manera, se establecieron relaciones entre los conceptos específicos de la ontología del Municipio de Rafaela y los conceptos generales de la ontología, lo que permitió una integración adecuada de la información y facilitó la interoperabilidad con otras ontologías relacionadas con ciudades inteligentes.

En resumen, la ontología específica de la arquitectura conceptual del Municipio de Rafaela se diseñó de manera tal que permitiera representar adecuadamente la información relevante del municipio y se relacionara de manera adecuada con la ontología general de ciudades inteligentes, lo que permitió una integración adecuada de la información y facilitó la interoperabilidad con otras ontologías.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Continuando con el desarrollo de la ontología para la arquitectura del Municipio de Rafaela, es importante destacar que la misma debe incluir una clasificación jerárquica de los diferentes conceptos relacionados con la ciudad inteligente. Además, es importante considerar la integración de los siguientes elementos en la ontología:

1. Descripción de los elementos y componentes de la ciudad inteligente: esta sección debe incluir una descripción detallada de los diferentes elementos que conforman la ciudad inteligente, como sensores, dispositivos IoT, entre otros.
2. Relaciones entre los elementos: es importante establecer las relaciones y conexiones entre los diferentes elementos y componentes de la ciudad inteligente, para poder entender cómo interactúan entre sí y cómo se relacionan.
3. Jerarquía de los elementos: es fundamental establecer una jerarquía de los elementos y componentes de la ciudad inteligente, para poder entender cómo se organizan y cómo interactúan entre sí.
4. Atributos de los elementos: es importante definir los atributos de los diferentes elementos y componentes de la ciudad inteligente, como su ubicación geográfica, el tipo de dispositivo o sensor que se utiliza, su capacidad de procesamiento de datos, entre otros.
5. Definición de reglas y restricciones: la ontología debe incluir una definición de las reglas y restricciones que deben cumplirse en la ciudad inteligente, como, por ejemplo, las normas de seguridad y privacidad de datos.

En cuanto a la relación con los conceptos ontológicos generales, es importante destacar que la ontología para el Municipio de Rafaela debe estar basada en ontologías generales previamente desarrolladas, como la ontología de la ciudad inteligente propuesta por Chen et al. (2016) y la ontología de la Smart City propuesta por Biswas et al. (2018). Además, se deben tener en cuenta otras ontologías relacionadas con el dominio específico de la ciudad inteligente, como, por ejemplo, la ontología de transporte propuesta por Falcão et al. (2015).

A continuación, desarrollaremos los puntos anteriores. Utilizamos la herramienta gráfica Protege, una de las más utilizada para representar ontologías es el lenguaje de modelado gráfico OWL (Web Ontology Language). OWL permite crear modelos de ontología en un formato legible por máquinas, lo que permite una fácil integración con sistemas de software. Protege que es una plataforma de software abierto que pertenece a la Universidad de Stanford, y nos permite trabajarla con uno de los estándares para definir ontologías que es OWL.

## Clasificación de las entidades y relaciones relevantes para el municipio

### Clasificación de las entidades y relaciones relevantes para el municipio de Rafaela:

#### Entidades:

1. **Actuador:** hace referencia a un dispositivo físico capaz de recibir y ejecutar acciones o comandos específicos provenientes de un sistema centralizado de gestión de servicios, presenta propiedades como "tipo de actuador" y "funcionalidad". Los actuadores pueden ser utilizados en diferentes ámbitos, como por ejemplo en la gestión de recursos energéticos, en el control del tráfico vehicular o en la regulación del riego en espacios verdes, entre otros.
2. **Aplicación:** hace referencia a una entidad que permite a los usuarios finales interactuar con los servicios disponibles en la plataforma. Las propiedades pueden incluir información como el nombre de la aplicación, la descripción, el tipo de dispositivo en el que se ejecuta, y la versión actual. Las aplicaciones pueden ser de diferentes tipos, como aplicaciones móviles, aplicaciones web o aplicaciones de escritorio, y cada tipo puede tener sus propias propiedades y relaciones específicas.
3. **Aplicaciones de Municipio:** es una subclase de la clase "Aplicación" que se encuentra en la capa de consumidores de servicios de la arquitectura conceptual. Esta clase se refiere a una aplicación informática diseñada específicamente para ser utilizada en el ámbito municipal, es decir, en el contexto de la gestión de servicios y recursos municipales. Las aplicaciones de municipio pueden tener diferentes funciones, como la gestión de trámites administrativos, la comunicación con los ciudadanos, la monitorización de servicios municipales, entre otras. Esta clase puede tener propiedades como "nombre", "descripción", "versión", "desarrollador", "fecha de lanzamiento", entre otras, que permiten describir y caracterizar las aplicaciones de municipio en términos ontológicos.
4. **Aplicaciones de Terceros:** es una subclase de la clase "Aplicación" en la ontología de la arquitectura conceptual del municipio. Esta clase representa las aplicaciones desarrolladas por terceros, que se integran con los servicios proporcionados por el municipio. Estas aplicaciones pueden ser utilizadas por los ciudadanos y otras organizaciones que interactúan con el municipio. Las aplicaciones de terceros pueden utilizar servicios de la capa de proveedores de servicios para obtener datos y realizar acciones en el municipio. La clase "Aplicaciones de Terceros" tiene propiedades como "nombre" y "descripción". La incorporación de aplicaciones de terceros en la arquitectura conceptual puede mejorar la experiencia de los ciudadanos y permitir una mayor integración de los servicios en el municipio.

5. **Capa de Bus de Servicios:** es un componente clave en la arquitectura conceptual orientada a servicios del municipio. Esta capa está diseñada para proporcionar una plataforma para la integración de servicios y la gestión de la comunicación entre los diferentes componentes de la arquitectura. La Capa de Bus de Servicios actúa como un intermediario entre los consumidores de servicios y los proveedores de servicios, permitiendo la comunicación y el intercambio de datos de manera estandarizada y eficiente. Además, esta capa también es responsable de garantizar la seguridad y la confidencialidad de los datos que se transmiten entre los diferentes componentes de la arquitectura, a través de la implementación de mecanismos de autenticación y autorización. Es una pieza clave de la arquitectura conceptual del municipio, que permite una gestión eficiente y segura de los servicios que se ofrecen en el ecosistema de la ciudad.
6. **Capa de Consumidores de Servicios:** es un componente esencial dentro de la arquitectura conceptual orientada a servicios del municipio. Esta capa se encarga de interactuar con la Capa de Bus de Servicios y actúa como punto de acceso para los usuarios y aplicaciones que consumen los servicios ofrecidos por el ecosistema de la ciudad. La Capa de Consumidores de Servicios permite a los usuarios y aplicaciones acceder de manera sencilla y eficiente a los servicios disponibles en el municipio. Actúa como una interfaz amigable que facilita la interacción con los servicios y proporciona una experiencia fluida para los usuarios finales. Dentro de esta capa, se establecen mecanismos de descubrimiento y selección de servicios, permitiendo a los consumidores encontrar y utilizar los servicios más adecuados a sus necesidades. Además, se definen protocolos y estándares de comunicación que garantizan la interoperabilidad entre los consumidores y los proveedores de servicios. La Capa de Consumidores de Servicios también desempeña un papel importante en la gestión de la seguridad y la privacidad de los datos. Implementa mecanismos de autenticación y autorización para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a los servicios y protege la confidencialidad de la información intercambiada.
7. **Capa de Proveedores de Servicios:** es un componente esencial en la ontología del municipio, que forma parte de la arquitectura conceptual orientada a servicios. Esta capa está diseñada para gestionar y ofrecer los servicios que forman parte del ecosistema del municipio. La Capa de Proveedores de Servicios se encarga de brindar los servicios específicos que son demandados por los consumidores, ya sean usuarios o aplicaciones. Estos servicios pueden incluir funcionalidades como consulta de información, solicitud de trámites, acceso a datos en tiempo real, entre

otros, que son necesarios para satisfacer las necesidades de los usuarios. Dentro de esta capa, se definen y desarrollan los servicios que serán ofrecidos por el municipio. Se establecen las interfaces de programación de aplicaciones (API) y los estándares de comunicación para permitir la interoperabilidad con los consumidores de servicios. Además, se implementan mecanismos de gestión y monitorización de los servicios, con el fin de garantizar su disponibilidad, calidad y rendimiento. La Capa de Proveedores de Servicios también se encarga de la seguridad de los servicios ofrecidos. Implementa medidas de autenticación, autorización y control de acceso para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a los servicios y proteger la confidencialidad de la información manejada.

8. **Consumidor de Servicio:** es un concepto fundamental en la ontología del municipio, que se refiere a cualquier entidad, ya sea un usuario o una aplicación, que utiliza y accede a los servicios ofrecidos en el ecosistema del municipio. El Consumidor de Servicios desempeña un papel activo al interactuar con los servicios proporcionados por la Capa de Proveedores de Servicios. Estos consumidores pueden ser ciudadanos, empresas, organizaciones gubernamentales u otras entidades que requieren acceder a funcionalidades específicas para satisfacer sus necesidades o llevar a cabo sus actividades. El Consumidor de Servicios puede utilizar diferentes canales o interfaces para acceder a los servicios. Estos canales pueden incluir aplicaciones móviles, portales web, sistemas integrados, dispositivos IoT u otros medios que permitan la interacción con los servicios ofrecidos. Los Consumidores de Servicios pueden realizar diversas operaciones, como realizar consultas de información, solicitar trámites o servicios específicos, enviar y recibir datos, generar informes, entre otras acciones. Estas operaciones se realizan a través de las interfaces de programación de aplicaciones (API) definidas por la Capa de Proveedores de Servicios, siguiendo los estándares de comunicación establecidos. Además, los Consumidores de Servicios pueden estar sujetos a políticas de seguridad y privacidad establecidas por el municipio. Esto puede incluir requisitos de autenticación, autorización y protección de datos para garantizar la confidencialidad y la integridad de la información manejada.
9. **Ciudadano:** es un concepto central en la ontología del municipio, que se refiere a los individuos que residen o tienen vínculos con el municipio en cuestión. Los ciudadanos son miembros activos de la comunidad y desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y funcionamiento de la ciudad. Los ciudadanos son personas con derechos y responsabilidades dentro del municipio. Participan en la vida cívica, contribuyen al crecimiento económico, social y cultural, y tienen

influencia en la toma de decisiones que afectan a la comunidad en su conjunto. En el contexto de la ontología, los ciudadanos son considerados como consumidores de servicios y usuarios de las soluciones implementadas en el municipio. Interactúan con los diferentes servicios y aplicaciones ofrecidos por el ecosistema del municipio, utilizando interfaces adecuadas, como aplicaciones móviles, portales web o dispositivos IoT. Los ciudadanos pueden realizar una amplia variedad de acciones, como acceder a información y servicios públicos, realizar trámites administrativos, participar en encuestas o consultas, reportar problemas o incidencias, entre otros. Además, pueden beneficiarse de servicios personalizados y adaptados a sus necesidades específicas. Es importante destacar que los ciudadanos también tienen derechos en términos de protección de datos personales, privacidad y seguridad. El municipio debe garantizar el cumplimiento de las regulaciones y normativas aplicables para proteger la información personal de los ciudadanos y brindar entornos seguros para su participación y uso de los servicios ofrecidos.

10. **Empleado Municipal:** es un concepto relevante en la ontología del municipio, que se refiere a las personas que trabajan en la administración y gestión de las diferentes áreas y servicios municipales. Los empleados municipales desempeñan roles y responsabilidades específicas dentro de la estructura organizativa del municipio, contribuyendo al funcionamiento eficiente y efectivo de la entidad gubernamental local. Los empleados municipales pueden ocupar una variedad de puestos en áreas como la administración, la planificación urbana, la seguridad pública, el mantenimiento de infraestructuras, la atención al ciudadano, entre otros. Cada empleado municipal tiene habilidades y conocimientos especializados relacionados con su campo de trabajo, lo que les permite desempeñar sus tareas de manera competente. En el contexto de la ontología, los empleados municipales son considerados como proveedores de servicios, ya que su trabajo implica la prestación de servicios a los ciudadanos y a otros actores involucrados en el ecosistema municipal. Estos servicios pueden incluir la emisión de licencias y permisos, la gestión de proyectos, la atención al cliente, la aplicación de normativas y regulaciones, entre otros. Los empleados municipales interactúan con otras entidades de la ontología, como los ciudadanos, otros empleados municipales, proveedores de servicios externos y sistemas de información. Su labor contribuye directamente a la calidad de vida de los ciudadanos y al desarrollo sostenible del municipio. Es importante destacar que los empleados municipales también están sujetos a políticas y normas establecidas por el municipio y pueden tener acceso a

datos sensibles y confidenciales. Por lo tanto, es fundamental garantizar la seguridad y privacidad de la información a la que acceden y utilizarla de manera responsable y ética.

11. **Dispositivo:** es un concepto central en la ontología del municipio, que se refiere a cualquier objeto o equipo electrónico que puede ser conectado a la red y utilizado para recopilar, procesar o transmitir datos en el contexto de las soluciones de ciudades inteligentes. Los dispositivos desempeñan un papel fundamental en la infraestructura tecnológica de la ciudad, ya que permiten la captura y generación de datos en tiempo real, así como la interconexión y comunicación entre diferentes componentes de la arquitectura de la ciudad inteligente. Existen diversos tipos de dispositivos utilizados en el contexto municipal, como sensores ambientales para medir la calidad del aire y la temperatura, cámaras de videovigilancia para el monitoreo de seguridad, contadores inteligentes para el seguimiento del consumo de energía, entre otros. Estos dispositivos pueden ser instalados en diferentes ubicaciones dentro del municipio, como calles, edificios, vehículos y espacios públicos. Cada dispositivo tiene capacidades específicas que le permiten realizar ciertas funciones y recopilar datos relevantes para el contexto municipal. Estos datos pueden ser utilizados para el monitoreo, análisis y toma de decisiones en diferentes áreas, como gestión del tráfico, eficiencia energética, planificación urbana, seguridad ciudadana, entre otros. En la ontología, los dispositivos son considerados como proveedores de servicios, ya que contribuyen a la generación y provisión de datos utilizados por otros componentes de la arquitectura de la ciudad inteligente, como las capas de procesamiento de datos y los sistemas de información. Los dispositivos pueden interactuar con otros actores de la ontología, como los ciudadanos, los empleados municipales y los proveedores de servicios externos. Es importante tener en cuenta que los dispositivos también plantean desafíos en términos de seguridad y privacidad de los datos. Se deben implementar medidas adecuadas para proteger la integridad y confidencialidad de la información recopilada y transmitida por los dispositivos, así como para garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento.
12. **Dispositivo Móvil:** es un subtipo específico de dispositivo dentro de la ontología del municipio. Se refiere a dispositivos electrónicos portátiles que están diseñados para ser utilizados por los ciudadanos y empleados municipales mientras se desplazan dentro del entorno urbano. Los dispositivos móviles incluyen teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes y otros dispositivos portátiles con capacidades de comunicación y procesamiento. Estos dispositivos están equipados

con diversas funciones y características, como acceso a internet, capacidad de realizar llamadas telefónicas, envío y recepción de mensajes, navegación por GPS, aplicaciones móviles, entre otros. En el contexto de la ontología del municipio, los dispositivos móviles desempeñan un papel importante al permitir la interacción directa de los ciudadanos y empleados municipales con los servicios y aplicaciones de la ciudad inteligente. Estos dispositivos facilitan el acceso a información relevante, la participación ciudadana, la notificación de eventos y la realización de trámites y servicios municipales desde cualquier ubicación dentro del municipio. Los dispositivos móviles también pueden aprovechar características como la geolocalización para ofrecer servicios personalizados y basados en la ubicación, como alertas de emergencia, información turística, recomendaciones de servicios cercanos, entre otros. Además, los dispositivos móviles pueden actuar como sensores en sí mismos, recopilando datos ambientales, como ubicación, velocidad, aceleración, entre otros. Estos datos pueden contribuir a la generación de información en tiempo real sobre el entorno urbano y su uso puede ser aprovechado para la planificación y gestión de la ciudad. Es importante destacar que los dispositivos móviles también plantean desafíos en términos de seguridad y privacidad de los datos. Se deben implementar medidas adecuadas para proteger la información personal y confidencial almacenada en los dispositivos móviles, así como para asegurar las comunicaciones y prevenir el acceso no autorizado a los datos.

13. **Dispositivo Wereable:** es un subtipo específico de dispositivo dentro de la ontología del municipio. Se refiere a dispositivos electrónicos que se pueden llevar puestos o incorporar en prendas de vestir, accesorios personales u objetos del entorno cercano del usuario. Los dispositivos wearables incluyen, entre otros, relojes inteligentes, pulseras de actividad física, gafas inteligentes, ropa inteligente y dispositivos de monitoreo de salud. Estos dispositivos están diseñados para ser cómodos, portátiles y proporcionar funcionalidades específicas relacionadas con la interacción y la recopilación de datos. En el contexto de la ontología del municipio, los dispositivos wearables desempeñan un papel relevante en la recopilación de información personal y ambiental, así como en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Estos dispositivos pueden monitorear parámetros de salud, como la frecuencia cardíaca, la actividad física, el sueño, entre otros, lo que permite a los ciudadanos tener un mayor control sobre su bienestar y adoptar hábitos saludables. Además, los dispositivos wearables también pueden integrarse con otros componentes de la arquitectura de la ciudad inteligente, como sensores

ambientales y sistemas de información geográfica. Esto permite la generación de datos en tiempo real sobre el entorno urbano y la toma de decisiones más informadas en términos de planificación y gestión de la ciudad. Los dispositivos wearables también pueden proporcionar funcionalidades relacionadas con la seguridad personal, como la detección de caídas, el seguimiento de la ubicación y la comunicación de emergencia. Estas características pueden contribuir a una mayor tranquilidad para los ciudadanos y empleados municipales, así como a una respuesta más rápida y eficiente en situaciones de emergencia. Es importante destacar que los dispositivos wearables plantean desafíos en términos de privacidad y seguridad de los datos personales. La protección de la información personal y la garantía de que los datos se utilicen de manera ética y segura son aspectos fundamentales a considerar en el desarrollo e implementación de estos dispositivos en el contexto de la ciudad inteligente.

14. **Dispositivo IoT:** es un subtipo de dispositivo que forma parte de la ontología del municipio. Se refiere a los dispositivos conectados a Internet de las Cosas (IoT) que recopilan, procesan y transmiten datos a través de una red para interactuar con el entorno físico y realizar funciones específicas. Los dispositivos IoT pueden incluir una amplia variedad de objetos físicos, como sensores, actuadores, cámaras, medidores, entre otros. Estos dispositivos están diseñados para capturar información del entorno, como temperatura, humedad, luz, movimiento, y enviarla a través de la red para su análisis y posterior toma de decisiones. En el contexto de la ontología del municipio, los dispositivos IoT desempeñan un papel fundamental en la recopilación de datos en tiempo real y en la automatización de tareas en diferentes ámbitos. Por ejemplo, se pueden utilizar sensores IoT para monitorear la calidad del aire, la gestión del tráfico, el consumo de energía, la detección de incendios, entre otros. Estos dispositivos se comunican entre sí y con otros componentes de la arquitectura de la ciudad inteligente, como la capa de bus de servicios y los sistemas de gestión, a través de interfaces estandarizadas y protocolos de comunicación. Esto permite una integración y coordinación eficiente de los dispositivos IoT en el ecosistema urbano. Los dispositivos IoT también pueden interactuar con otros actores de la ontología, como los ciudadanos y los empleados municipales. Por ejemplo, un ciudadano puede utilizar una aplicación móvil para controlar y monitorear dispositivos IoT en su hogar, como luces, termostatos o sistemas de seguridad. Es importante tener en cuenta que los dispositivos IoT plantean desafíos en términos de seguridad y privacidad de los datos. La protección de la información y la adopción de medidas de seguridad

adecuadas son aspectos esenciales para garantizar la confidencialidad y la integridad de los datos transmitidos y almacenados por estos dispositivos.

15. **Interfaz de Usuario:** es un concepto fundamental en la ontología del municipio, que se refiere a la forma en que los usuarios interactúan con los sistemas y aplicaciones en el entorno digital. En el contexto de la ciudad inteligente, la interfaz de usuario juega un papel crucial al permitir a los ciudadanos y empleados municipales acceder y utilizar los servicios y funcionalidades ofrecidos por los sistemas y dispositivos. La interfaz de usuario se compone de elementos visuales y funcionales que facilitan la interacción entre el usuario y el sistema. Esto incluye elementos como pantallas, botones, menús, formularios, iconos y otros componentes visuales que permiten al usuario navegar, realizar acciones y recibir información. En el ámbito de la ciudad inteligente, las interfaces de usuario pueden ser diversas y adaptadas a diferentes dispositivos, como computadoras de escritorio, dispositivos móviles, paneles táctiles y sistemas embebidos en el entorno urbano. Estas interfaces deben ser intuitivas, fáciles de usar y accesibles para que los usuarios puedan aprovechar al máximo los servicios y funcionalidades ofrecidos. La interfaz de usuario también puede incluir elementos de diseño centrados en la experiencia del usuario (UX), como la disposición de los elementos, la legibilidad del texto, los colores utilizados y la retroalimentación visual. Estos aspectos buscan mejorar la usabilidad y la satisfacción del usuario al interactuar con los sistemas y aplicaciones. Es importante destacar que la interfaz de usuario no solo se refiere a la parte visual, sino también a la interacción y la comunicación entre el usuario y el sistema. Esto implica el diseño de flujos de trabajo y la forma en que se presentan y se solicitan datos al usuario, así como la retroalimentación y las notificaciones que se proporcionan durante la interacción.
16. **Proveedor de Servicios:** es un concepto central en la ontología del municipio, que se refiere a una entidad o entidad organizacional que ofrece y brinda servicios a los consumidores dentro del ecosistema de la ciudad inteligente. Los proveedores de servicios desempeñan un papel fundamental en la provisión de soluciones y funcionalidades que satisfacen las necesidades de los ciudadanos y contribuyen al desarrollo y funcionamiento eficiente de la ciudad. Un proveedor de servicios puede ser una organización pública o privada, como una entidad gubernamental, una empresa de servicios públicos, una empresa de tecnología o una organización sin fines de lucro. Estos proveedores se especializan en ofrecer servicios específicos que abarcan una amplia gama de áreas, como transporte, seguridad, energía, salud, educación, gestión de residuos y muchas otras. La ontología del proveedor

de servicios describe las características y atributos asociados a los proveedores de servicios, como su nombre, ubicación, información de contacto y descripción de los servicios que ofrecen. También puede incluir detalles sobre la calidad y el rendimiento de los servicios, así como las políticas y acuerdos asociados con su prestación. Los proveedores de servicios pueden interactuar con los consumidores de servicios a través de interfaces de usuario, aplicaciones móviles, sistemas de comunicación y otros canales de interacción. Además, pueden establecer acuerdos y contratos con otros actores en el ecosistema de la ciudad inteligente, como los consumidores de servicios y otros proveedores de servicios, para facilitar la colaboración y la interoperabilidad en la provisión de soluciones integrales. Es importante destacar que los proveedores de servicios pueden estar sujetos a regulaciones y estándares específicos, tanto a nivel local como nacional, que garantizan la calidad, la seguridad y la fiabilidad de los servicios que ofrecen. También pueden estar involucrados en la recopilación y el intercambio de datos, lo que requiere consideraciones importantes sobre la privacidad y la protección de la información.

17. **Recurso:** como parte de la ontología un recurso puede ser cualquier medio necesario para poder incorporar en un dispositivo IoT.
18. **Sensor:** como parte de la ontología del municipio, un sensor es un componente fundamental de un dispositivo IoT que tiene la capacidad de detectar y medir diversas magnitudes o eventos del entorno físico. Los sensores recopilan datos a través de distintos mecanismos, como la captura de imágenes, la medición de temperatura, humedad, presión, movimiento, entre otros. Estos dispositivos capturan información del entorno y la convierten en señales eléctricas o digitales que pueden ser procesadas y utilizadas para tomar decisiones, monitorear el rendimiento de sistemas, realizar análisis, o proveer información en tiempo real sobre el estado de una determinada variable o fenómeno. En el contexto de la ciudad inteligente, los sensores son utilizados para recopilar información relevante y en tiempo real sobre diversos aspectos del entorno urbano, como la calidad del aire, la gestión del tráfico, el monitoreo de niveles de ruido, la detección de fugas de agua, la ocupación de estacionamientos, entre otros. La ontología del sensor describe las propiedades y características asociadas a estos dispositivos, como su tipo, ubicación, precisión, rango de medición, frecuencia de muestreo y protocolos de comunicación. Además, puede incluir información sobre las tecnologías utilizadas por los sensores, como RFID, Bluetooth, Wi-Fi o redes de sensores inalámbricos. Es importante destacar que los sensores son componentes clave en

la recopilación de datos y el monitoreo de variables en la ciudad inteligente. Su integración en dispositivos IoT y su despliegue estratégico en la infraestructura urbana permiten obtener información valiosa para la toma de decisiones, la planificación y el diseño de soluciones eficientes y sostenibles.

19. **Servicio:** dentro de la ontología del municipio, un servicio se refiere a una funcionalidad o capacidad ofrecida por un proveedor de servicios en el contexto de la ciudad inteligente. Estos servicios son diseñados y desarrollados para satisfacer las necesidades de los diferentes actores y usuarios en el ecosistema urbano. Un servicio puede ofrecer diferentes tipos de funcionalidades, como la gestión de trámites administrativos, la provisión de información en tiempo real, la planificación de rutas, el monitoreo de variables ambientales, entre otros. Estos servicios se basan en la utilización de tecnologías de información y comunicación, como la integración de sistemas, la transmisión de datos, el análisis de datos y la interacción con los usuarios. En el contexto de la ontología del municipio, los servicios son desarrollados por los proveedores de servicios, quienes son responsables de su diseño, implementación y mantenimiento. Estos proveedores pueden ser entidades gubernamentales, organizaciones privadas o incluso ciudadanos que brindan servicios específicos a la comunidad. Los servicios dentro de la ontología del municipio pueden tener características como la disponibilidad, la confiabilidad, la seguridad, la escalabilidad y la interoperabilidad. Además, pueden estar sujetos a regulaciones y políticas específicas establecidas por las autoridades locales. Es importante destacar que los servicios son elementos clave para la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos en la ciudad inteligente. A través de la utilización de servicios eficientes y personalizados, se busca facilitar el acceso a la información, optimizar los procesos administrativos, mejorar la toma de decisiones y promover una mayor participación ciudadana en la gestión urbana.
20. **Servicio de Composición:** en el contexto de la ontología del municipio, un servicio de composición se refiere a un tipo de servicio que permite combinar y coordinar la funcionalidad de múltiples servicios individuales para ofrecer una funcionalidad más compleja y completa. El servicio de composición se encuentra dentro del Bus de Servicios, que actúa como una capa intermedia en la arquitectura conceptual orientada a servicios del municipio. Esta capa se encarga de la integración de servicios y la gestión de la comunicación entre los diferentes componentes de la arquitectura. El servicio de composición permite aprovechar las capacidades de diferentes servicios individuales y combinarlos para cumplir con requisitos específicos y brindar una funcionalidad más amplia y personalizada. A través de la

composición de servicios, se pueden crear flujos de trabajo más complejos y procesos automatizados que se adaptan a las necesidades y preferencias de los usuarios. El servicio de composición utiliza interfaces estandarizadas y protocolos de comunicación para interactuar con los servicios individuales y coordinar sus acciones. Esto permite que los servicios se comuniquen entre sí, compartan datos y realicen acciones de manera coherente y colaborativa. Un ejemplo de servicio de composición podría ser un servicio que combine la información proporcionada por un servicio de pronóstico del tiempo con datos de sensores ambientales para generar alertas tempranas de condiciones meteorológicas adversas en áreas específicas de la ciudad. Este servicio de composición aprovecha la información de diferentes fuentes y la combina para brindar una funcionalidad más valiosa y precisa.

21. **Servicio de Descubrimiento:** dentro de la ontología del municipio, el Servicio de Descubrimiento es un componente clave ubicado en el Bus de Servicios. Su función principal es permitir la identificación y acceso a los servicios disponibles en la arquitectura conceptual orientada a servicios del municipio. El Servicio de Descubrimiento actúa como un directorio centralizado donde se registran y publican los servicios que están disponibles para su consumo. Proporciona mecanismos y protocolos estandarizados para buscar, encontrar y acceder a los servicios necesarios dentro del ecosistema del municipio. Al interactuar con el Servicio de Descubrimiento, los consumidores de servicios pueden realizar consultas y búsquedas para descubrir qué servicios están disponibles, sus funcionalidades, requisitos, interfaces y ubicaciones. Esto facilita la integración y la interacción entre los diferentes componentes de la arquitectura, ya que los consumidores de servicios pueden descubrir y utilizar los servicios adecuados sin la necesidad de conocer los detalles de implementación de cada uno. El Servicio de Descubrimiento utiliza metadatos y descripciones de servicios para mantener un catálogo actualizado de los servicios disponibles en el municipio. Estos metadatos incluyen información como el nombre del servicio, su descripción, las interfaces que ofrece, las capacidades y funcionalidades asociadas, y los requisitos de acceso. Además, el Servicio de Descubrimiento puede proporcionar capacidades adicionales, como la gestión de la versión de los servicios, el control de acceso y la autenticación para garantizar la seguridad y la confiabilidad en la utilización de los servicios disponibles.
22. **Servicio de Notificación de Alerta:** dentro de la ontología del municipio, el Servicio de Notificación y Alerta es un componente fundamental ubicado en el Bus de

Servicios. Su objetivo principal es proporcionar un mecanismo para enviar notificaciones y alertas a los ciudadanos, empleados municipales u otros actores relevantes dentro del ecosistema del municipio. Este servicio se encarga de la gestión y entrega de mensajes de notificación y alerta en tiempo real, con el fin de informar a los destinatarios sobre eventos importantes, cambios en el estado de los servicios, situaciones de emergencia u otras actualizaciones relevantes. El Servicio de Notificación y Alerta utiliza diferentes canales de comunicación, como mensajes de texto, correos electrónicos, notificaciones push en aplicaciones móviles o incluso llamadas telefónicas, según las preferencias y necesidades de los destinatarios. Este servicio se integra con otros componentes de la arquitectura, como los sensores o sistemas de monitoreo, para detectar eventos o condiciones específicas que requieren una notificación o alerta. Por ejemplo, si se registra una alta concentración de contaminantes en el aire, el Servicio de Notificación y Alerta puede enviar una alerta a los ciudadanos y empleados municipales relevantes para que tomen las medidas necesarias. Además, el Servicio de Notificación y Alerta permite la personalización de las notificaciones y alertas, brindando la capacidad de adaptar el contenido y el formato según las preferencias de los destinatarios. Asimismo, este servicio también puede incluir funciones de gestión de suscripciones y preferencias de notificación, permitiendo a los usuarios controlar qué tipo de eventos desean recibir y a través de qué medios.

23. **Servicio de Registro:** dentro de la ontología del municipio, el Servicio de Registro es un componente esencial que forma parte del Bus de Servicios. Su función principal es gestionar y almacenar la información relacionada con los usuarios, ciudadanos, empleados municipales y otros actores involucrados en el ecosistema del municipio. El Servicio de Registro actúa como un repositorio centralizado de datos, donde se recopilan, organizan y mantienen los perfiles de los usuarios y demás entidades. Este servicio permite la creación de cuentas de usuario, la autenticación y autorización de acceso, así como la gestión de permisos y roles. Además de almacenar información básica como nombres, direcciones y datos de contacto, el Servicio de Registro puede incluir detalles adicionales relevantes, como registros de empleo, historial de servicios utilizados, preferencias individuales y otra información relacionada. Este servicio también se encarga de la actualización y gestión de los datos registrados, permitiendo a los usuarios realizar cambios en sus perfiles y mantener su información actualizada. Además, puede proporcionar funcionalidades para la recuperación de contraseñas, la verificación de identidad y otros procesos de gestión de cuentas. El Servicio de Registro puede integrarse con

otros servicios y componentes de la arquitectura del municipio, como el Servicio de Autenticación, para garantizar la seguridad y privacidad de los datos registrados. Asimismo, puede interactuar con el Servicio de Notificación y Alerta para enviar comunicaciones importantes relacionadas con la cuenta y los servicios asociados.

24. **Servicio de Orquestación:** dentro de la ontología del municipio, el Servicio de Orquestación es un componente clave que forma parte del Bus de Servicios. Su función principal es coordinar y gestionar la interacción entre los diferentes servicios y componentes de la arquitectura del municipio, asegurando la correcta ejecución de los procesos y flujos de trabajo. El Servicio de Orquestación actúa como un director de orquesta, definiendo y controlando la secuencia de pasos y acciones que deben llevarse a cabo para cumplir con una determinada funcionalidad o proceso. Este servicio permite la integración y coordinación de los servicios individuales, asegurando la interoperabilidad y el flujo eficiente de datos y acciones entre ellos. A través del Servicio de Orquestación, se pueden diseñar y configurar flujos de trabajo complejos que involucren múltiples servicios y componentes. Este servicio es responsable de controlar el orden de ejecución de los pasos, gestionar las dependencias entre ellos y garantizar que los datos sean enviados y recibidos correctamente entre los diferentes servicios. Además de la gestión de flujos de trabajo, el Servicio de Orquestación puede incluir funcionalidades adicionales, como la monitorización y supervisión de los procesos, la gestión de errores y excepciones, y la generación de informes y estadísticas relacionadas con la ejecución de los servicios. El Servicio de Orquestación se basa en estándares y protocolos de comunicación para facilitar la integración de los servicios y asegurar la interoperabilidad. Puede utilizar tecnologías como BPEL (Business Process Execution Language) o BPMN (Business Process Model and Notation) para definir y representar los flujos de trabajo.

#### Relaciones:

Con respecto a las relaciones y restricciones están reflejadas en el gráfico y en la ontología específica, ya que las mismas son más técnicas que conceptuales para el desarrollo de la arquitectura. Las relaciones entre conceptos vienen más por la relación de pertenencia, uso o generalización de los mismos. En cuanto a las restricciones no desarrollamos ninguna ya que consideramos que las mismas se tienen que desarrollar al momento de la implementación propia de la plataforma basada en la arquitectura, donde el municipio que la implemente en base a su realidad, definirá en ese momento cuales son las restricciones a aplicar al modelo.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Es importante destacar que esta clasificación es una sugerencia basada en la arquitectura conceptual planteada para el municipio y puede variar dependiendo del contexto específico del municipio de Rafaela y de los objetivos de la arquitectura conceptual al momento de implementar la misma.

A continuación, presentamos un gráfico que muestra la ontología planteada anteriormente. En el Anexo 3 del presente documento, dejamos la propuesta final ontológica para la arquitectura del municipio en formato OWL, para que la misma pueda ser tomada de base en el momento de implementación de la misma.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

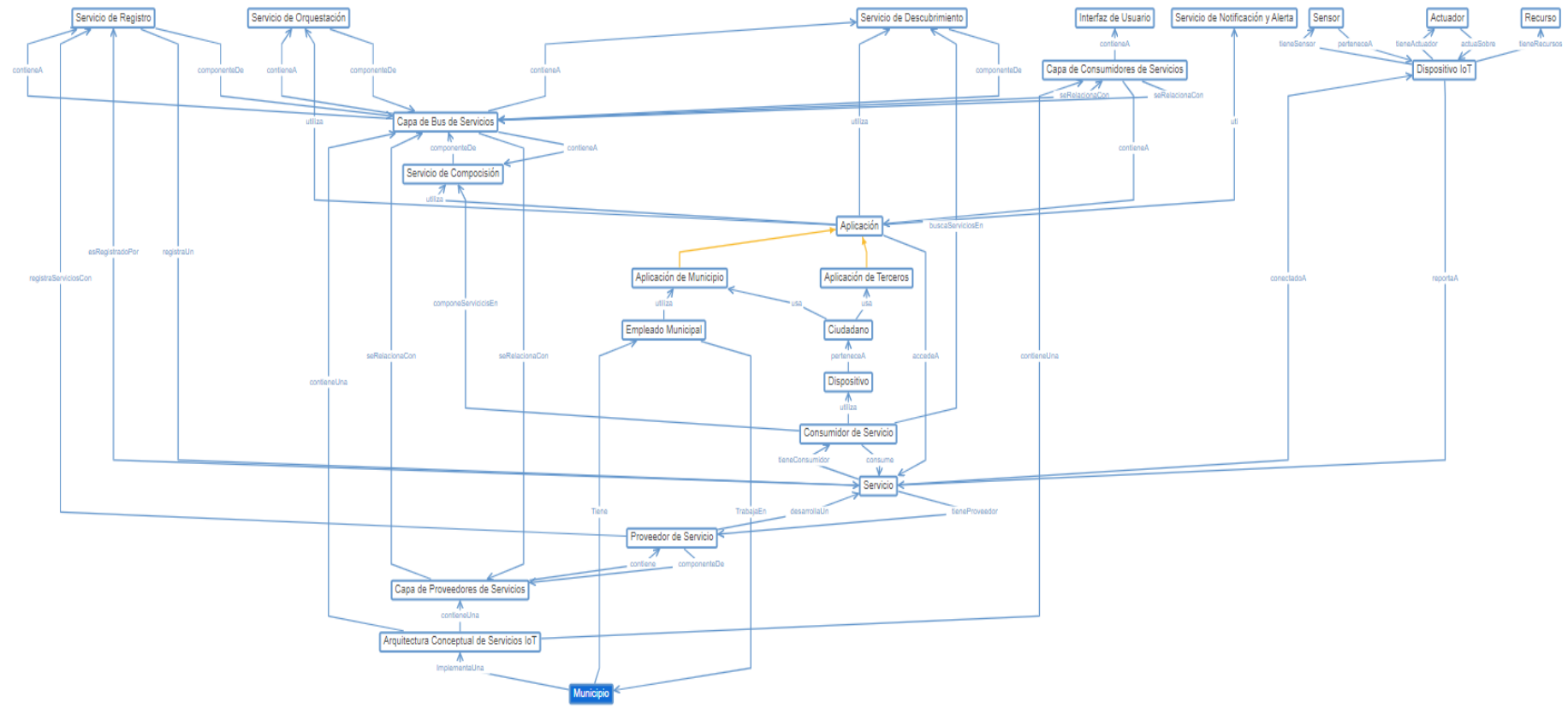


Figura 39 – Ontología sugerida para el Municipio

## Consideraciones de Implementación

### Evaluación y Validación para una futura implementación de la arquitectura conceptual

Como el alcance del trabajo no incluye la implementación de la arquitectura, vamos a presentar algunos criterios a tener en cuenta en caso de que se quiera llevar a cabo la implementación de la arquitectura conceptual propuesta

Para una posible implementación, se pueden seguir los siguientes pasos:

**Definir los objetivos y requisitos de la implementación:** Es importante establecer de manera clara y detallada los objetivos y requisitos que se quieren lograr con la implementación de la arquitectura. Esto permitirá tener una base sólida para la evaluación y validación posterior.

**Implementar la arquitectura en un ambiente controlado:** Se debe implementar la arquitectura en un ambiente controlado que permita simular un escenario real. Se pueden utilizar herramientas de virtualización para crear un ambiente de prueba.

**Realizar pruebas de funcionamiento:** Se deben realizar pruebas de funcionamiento de los diferentes componentes de la arquitectura para asegurarse de que están operando correctamente y cumpliendo con los requisitos establecidos.

**Realizar pruebas de rendimiento:** Se deben realizar pruebas de rendimiento para evaluar la eficiencia y capacidad de la arquitectura para manejar grandes cantidades de datos y tráfico de información.

**Validar la interoperabilidad:** Se debe validar la interoperabilidad de los diferentes componentes de la arquitectura para asegurarse de que se pueden comunicar e intercambiar información de manera efectiva.

**Realizar pruebas de seguridad:** Se deben realizar pruebas de seguridad para evaluar la resistencia de la arquitectura a posibles amenazas y vulnerabilidades.

**Evaluar la satisfacción del usuario:** Es importante evaluar la satisfacción del usuario con la implementación de la arquitectura para asegurarse de que cumple con las expectativas y necesidades de los usuarios finales.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

**Realizar mejoras y ajustes:** En base a los resultados obtenidos, se deben realizar mejoras y ajustes en la arquitectura para optimizar su funcionamiento y cumplir con los objetivos y requisitos establecidos.

En resumen, la evaluación y validación de la arquitectura conceptual propuesta para una implementación efectiva implicaría pruebas exhaustivas de funcionamiento, rendimiento, interoperabilidad, seguridad y satisfacción del usuario, seguidas por mejoras y ajustes para optimizar su funcionamiento y cumplir con los objetivos y requisitos establecidos.

### Análisis de la eficiencia y de la eficacia de la Arquitectura

Debido a que el trabajo desarrollado es la presentación de un modelo de arquitectura conceptual, y no su implementación no podemos obtener resultados e indicadores concretos de eficiencia y eficacia, por lo cual vamos a proceder a detallar aspectos y consideraciones a tener en cuenta para el análisis.

#### Eficiencia

Para analizar la eficiencia de la arquitectura conceptual propuesta para el municipio, se pueden considerar diferentes aspectos. Uno de ellos es la capacidad de la arquitectura para integrar los dispositivos IoT existentes en el municipio y garantizar la interoperabilidad entre ellos, lo cual puede medirse en términos de tiempo y costos. En este sentido, si la arquitectura permite una integración más rápida y económica de los dispositivos IoT, se podría considerar como más eficiente.

Otro aspecto a considerar en la eficiencia de la arquitectura es la capacidad para procesar y gestionar grandes cantidades de datos generados por los dispositivos IoT, lo cual puede afectar el rendimiento y la velocidad de la arquitectura. Si la arquitectura es capaz de procesar y gestionar grandes cantidades de datos de manera más rápida y efectiva, también se podría considerar más eficiente.

Además, la eficiencia de la arquitectura puede verse reflejada en la capacidad de la misma para reducir los tiempos de respuesta y mejorar la calidad de los servicios ofrecidos a los ciudadanos y empleados municipales. Si la arquitectura es capaz de proporcionar servicios más rápidos y de mayor calidad, también podría considerarse más eficiente.

En general, la eficiencia de la arquitectura conceptual propuesta para el municipio puede evaluarse considerando diferentes aspectos técnicos, económicos y operativos que afectan su rendimiento y capacidad para brindar servicios.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

A continuación, damos dos indicadores que consideramos interesantes para poder medir la eficiencia de la arquitectura propuesta. Estos indicadores son solo de referencia, posteriormente en la implementación que haga un municipio, pueden modificarse o proponerse otros.

#### 1. Tiempo de integración de dispositivos IoT:

Descripción: Este indicador mide el tiempo necesario para integrar los dispositivos IoT existentes en el municipio dentro de la arquitectura propuesta. Un tiempo de integración más corto indica una mayor eficiencia, ya que permite una implementación más rápida de los dispositivos IoT en el ecosistema de la ciudad.

Métrica: Tiempo de integración en días o semanas.

Herramienta: Puedes utilizar herramientas de gestión de proyectos, como JIRA o Trello, para realizar un seguimiento del tiempo dedicado a la integración de los dispositivos y calcular el tiempo total de integración.

#### 2. Disponibilidad de servicios:

Descripción: Este indicador evalúa la disponibilidad y confiabilidad de los servicios ofrecidos por la arquitectura a los ciudadanos y empleados municipales. Una alta disponibilidad indica una mayor eficiencia, ya que garantiza que los servicios estén disponibles de manera constante y sin interrupciones.

Métrica: Porcentaje de tiempo de disponibilidad de los servicios.

Herramienta: Puedes utilizar herramientas de monitoreo de servicios, como Nagios o Zabbix, para realizar un seguimiento de la disponibilidad de los servicios y calcular el porcentaje de tiempo en el que los servicios están disponibles.

### Eficacia

El análisis de la eficacia de la arquitectura conceptual propuesta para el municipio de Rafaela implica evaluar si se están logrando los objetivos y metas definidos. Para ello, se deben tener en cuenta los indicadores de desempeño que se establecieron al principio del proyecto y compararlos con los resultados obtenidos en la implementación de la arquitectura.

Entre los indicadores de desempeño que se podrían considerar para evaluar la eficacia de la arquitectura se encuentran:

1. Número de dispositivos IoT integrados en la plataforma:

Descripción: Este indicador refleja la cantidad de dispositivos IoT que se han logrado integrar en la plataforma. Un mayor número de dispositivos integrados indica una mayor eficacia en la implementación de la arquitectura, ya que demuestra que se están alcanzando los objetivos de integración de dispositivos IoT.

Métrica: Cantidad total de dispositivos IoT integrados.

Herramienta: Puedes utilizar herramientas de administración de dispositivos IoT, como IoT Hub de Microsoft Azure o AWS IoT Core, para rastrear y contabilizar el número de dispositivos IoT integrados en la plataforma. También se pueden crear herramientas dentro de la misma plataforma.

2. Número de servicios compuestos creados:

Descripción: Este indicador evalúa la capacidad de los usuarios para aprovechar las capacidades de composición de servicios de la arquitectura. Un mayor número de servicios compuestos creados indica una mayor eficacia en la utilización de la plataforma, ya que demuestra que los usuarios están aprovechando las funcionalidades de composición de servicios para crear soluciones más completas y eficientes.

Métrica: Cantidad total de servicios compuestos creados.

Herramienta: Puedes utilizar herramientas de monitoreo de servicios, como Apache Kafka o RabbitMQ, para registrar y contar el número de servicios compuestos creados en la plataforma. También se pueden crear herramientas in-house dentro de la misma plataforma.

3. Nivel de satisfacción de los usuarios:

Descripción: Este indicador evalúa el grado de satisfacción de los usuarios con la plataforma y sus servicios. Mediante encuestas o entrevistas, se puede obtener información cualitativa y cuantitativa sobre la satisfacción de los usuarios, lo cual proporciona una medida de la eficacia de la arquitectura en términos de cumplir con las necesidades y expectativas de los usuarios.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Métrica: Puntuación de satisfacción del usuario (por ejemplo, en una escala del 1 al 5).

Herramienta: Puedes utilizar herramientas de encuestas en línea, como SurveyMonkey o Google Forms, para recopilar las respuestas de los usuarios y calcular una puntuación promedio de satisfacción.

Si estos indicadores muestran que se están alcanzando los objetivos y metas definidos al inicio del proyecto, se podría concluir que la arquitectura conceptual propuesta para el municipio de Rafaela es eficaz.

## Conclusiones

En conclusión, se desarrolló una arquitectura conceptual para que un municipio como el de la Ciudad de Rafaela avance en el camino de convertirse en un municipio inteligente, esta arquitectura consta de tres capas principales: la capa de Proveedores de Servicios, la capa de Bus de Servicios y la capa de Consumidores de Servicios. Además, se han definido tres capas transversales: la capa de seguridad, la capa de gestión de identidad y la capa de integración y interoperabilidad.

La arquitectura conceptual propuesta permitiría a un municipio como el de Rafaela aprovechar al máximo los avances en tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, aumentar la eficiencia de los servicios públicos y mejorar la seguridad ciudadana.

En el diseño de la arquitectura, se ha considerado el resultado de las encuestas realizadas a la población y se ha buscado satisfacer las necesidades y expectativas de los ciudadanos, promoviendo la participación ciudadana y fomentando la transparencia en la gestión municipal.

Es importante tener en cuenta que la integración de dispositivos IoT en una ciudad implica la recolección y procesamiento de grandes cantidades de datos, lo que puede generar problemas de seguridad y privacidad. Es necesario contar con un enfoque de seguridad y privacidad sólido y eficaz al momento de desarrollar la capa de seguridad, de manera que se pueda garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos y servicios.

La arquitectura conceptual propuesta, se enfoca en la utilización de Servicios generados por los proveedores de servicios que dependen de la utilización de APIs, lo que permite una integración más flexible y escalable de los dispositivos IoT y los sistemas existentes de la ciudad. La utilización de estándares abiertos y protocolos comunes garantizan la interoperabilidad entre los diferentes componentes de la arquitectura y permite la creación de servicios más simples.

La participación y la colaboración de los diferentes actores de la ciudad es esencial para el éxito de la implementación de una arquitectura de este tipo. Los desarrolladores de servicios, proveedores de servicios, consumidores de servicios, administradores del bus de servicios, administradores de seguridad, administradores de datos y administradores de dispositivos IoT deben trabajar juntos para garantizar la eficiencia y calidad de los servicios prestados a los ciudadanos.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Por lo tanto, la arquitectura conceptual diseñada para municipios como Rafaela, proporciona una solución robusta y escalable que permitirá a la ciudad recolectar y utilizar datos de forma más eficiente y efectiva, lo que mejorará la calidad de vida de los ciudadanos y ayudará en la toma de decisiones del gobierno municipal.

Sin embargo, la implementación de una arquitectura de este tipo también presenta desafíos y limitaciones. Uno de los desafíos más importantes es el financiero, ya que la inversión en tecnologías avanzadas y la infraestructura necesaria para su implementación es costosa. Además, la implementación de esta arquitectura requiere de una sólida capacidad técnica y de gestión del municipio para poder manejar los datos generados y garantizar la seguridad de los mismos. Otro desafío es la complejidad en la integración de sistemas existentes, es probable que el municipio tenga sistemas informáticos y tecnologías ya implementadas, lo que puede generar dificultades a la hora de integrarlos con esta nueva arquitectura. Es importante que se planifique cuidadosamente la migración e integración de los sistemas existentes con la nueva arquitectura. La Seguridad de los datos es una preocupación importante en cualquier proyecto de tecnología de la información. La implementación de una arquitectura orientada a servicios implica la exposición de datos a través de la red, lo que puede aumentar el riesgo de vulnerabilidades y ataques cibernéticos. Es fundamental implementar medidas de seguridad adecuadas para proteger los datos. Otro desafío a tener en cuenta es el cambio cultural, la implementación de una nueva arquitectura puede implicar un cambio cultural en el municipio. Es importante contar con un plan de cambio adecuado que permita la adaptación de los empleados a la nueva forma de trabajo. Por último, otro desafío es la interoperabilidad con otros municipios, donde, en un mundo cada vez más conectado, es importante considerar la interoperabilidad con otros municipios y sistemas. La implementación de una arquitectura orientada a servicios puede mejorar la interoperabilidad y la colaboración entre municipios, pero también puede requerir de acuerdos y estándares comunes.

En resumen, la implementación de una arquitectura conceptual orientada a servicios para un municipio como Rafaela puede mejorar la eficiencia, la interoperabilidad y la calidad de los servicios proporcionados. Sin embargo, también implica una serie de límites y desafíos que deben ser considerados cuidadosamente para asegurar el éxito del proyecto.

A pesar de los desafíos, creemos que la implementación de una arquitectura conceptual como la propuesta puede ser beneficiosa para municipios como Rafaela. La metodología utilizada para su desarrollo puede ser replicada en otros municipios, permitiendo que puedan adaptarse y aprovechar los beneficios de las tecnologías avanzadas para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y la eficiencia en la gestión pública.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Este trabajo puede abrir futuras líneas de investigación en diferentes áreas. Algunas de ellas pueden ser:

- **Inteligencia Artificial:** La utilización de algoritmos de aprendizaje automático para procesar y analizar los datos generados por los dispositivos IoT, podría permitir una mejor toma de decisiones y una mayor eficiencia en la gestión del municipio. Por ejemplo, la detección automática de patrones en los datos de tráfico podría permitir la optimización de los tiempos de semáforos y la gestión del tráfico en tiempo real.
- **Interoperabilidad y estándares:** La integración de diferentes sistemas y dispositivos IoT en una arquitectura conceptual plantea el desafío de la interoperabilidad entre ellos. Se podría investigar en la definición de estándares y protocolos de comunicación que permitan la integración de dispositivos de diferentes fabricantes y la interoperabilidad entre ellos.
- **Análisis de Datos del Municipio:** Debido a la gran cantidad de datos e información que puede generar la implementación de esta plataforma en el municipio, podemos plantear la implementación de un sistema de análisis avanzado y predictivo utilizando tecnologías de Business Intelligence (BI), Big Data y otras tecnologías como las referenciadas arriba en IA. Se debería enfocar en aprovechar el volumen y la variedad de datos recopilados por la plataforma para obtener insights valiosos y tomar decisiones informadas en diferentes áreas del municipio. Por ejemplo, siguiendo esta línea, podríamos pensar una herramienta de Análisis de datos para la optimización de servicios municipales, donde utilizando técnicas de BI o Big Data, se puedan analizar los datos generados por la plataforma para identificar patrones, tendencias o necesidades en la prestación de los servicios municipales. Por ejemplo, se podría analizar el uso del transporte público en la ciudad para mejorar la planificación de rutas o analizar datos de sensores de calidad de aire para implementar medidas de mejora de la calidad ambiental. Otra línea interesante podría ser la Predicción de eventos y demanda, la cual, mediante el análisis de los datos históricos, podemos desarrollar modelos predictivos que permitan anticipar eventos o cambios en la demanda de los servicios municipales. Por ejemplo, utilizando algoritmos de machine learning, se podría predecir la demanda de agua potable en diferentes áreas del municipio, lo cual permitiría una mejor gestión de los recursos y una respuesta más eficiente ante posibles escaseces.

También dejamos como línea futura de trabajo el desarrollo de una metodología que nos permita evaluar y clasificar a un municipio, de acuerdo a factores relevantes para saber que tan está preparado para una implementación de esta arquitectura conceptual. En términos generales, esta metodología permitiría clasificar los municipios de acuerdo a su

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

nivel de preparación para implementar una ciudad inteligente, lo que podría ser de gran utilidad para las autoridades gubernamentales y las empresas privadas que buscan desarrollar proyectos de este tipo. Además, esta metodología podría ser adaptada para ser utilizada en diferentes regiones y países, teniendo en cuenta las particularidades de cada uno. Otro punto importante a analizar en un próximo trabajo es el sesgo que salió en la encuesta realizada a los referentes del municipio, lo que hace pensar que todavía pueda presentarse algún problema de inclusión de las mujeres en estos tipos de puestos de referencia en estas cuestiones tecnológicas.

En resumen, la investigación en la arquitectura de ciudades inteligentes es un campo en constante evolución y expansión que ofrece múltiples oportunidades de investigación y aplicación en el contexto de los municipios similares a Rafaela.

## Referencias Bibliográficas

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Borgia, E., Fotia, L., & Gallelli, A. (2014). Towards a standard-based ecosystem for the internet of things. *IEEE Communications Magazine*, 52(5), 70-77. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6815897>
- Botta, A., de Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700. <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021>
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65-82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Chen, J., Li, X., Chen, Y., Lin, X., & Xie, S. (2018). An overview of edge computing technologies in internet of things. *Journal of Industrial Information Integration*, 9, 69-82. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.12.005>
- Chen, X., Wang, J., & Chen, F. (2019). Ontology-Based Internet of Things for Smart City Management. *IEEE Internet of Things Journal*, 6(1), 181-191.
- Fuentes-Fernández, R., Vega-García, A., Cerrada-Serra, P., & Noguera-Arnaldos, J. (2019). A survey on ontology-based approaches in Internet of Things: Towards an IoT ontology. *Sensors*, 19(11), 2464.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220. <https://doi.org/10.1006/knac.1993.1008>
- Guarino, N. (1998). Formal ontology and information systems. In N. Guarino & R. Poli (Eds.), *Proceedings of FOIS'98, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* (Vol. 46, pp. 3-15). IOS Press.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Kouicem, D. E., Amirat, Y., & Rachedi, A. (2016). A survey on Internet of Things: Security and privacy issues. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 7(5), 529-547. <https://doi.org/10.1007/s12652-015-0324-y>
- Koutsopoulou, A., Papavassiliou, S., & Xilouris, G. (2018). The role of standardization in IoT-based systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(2), 1017-1024. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2799720>
- Liang, X., Zhao, J., & Xia, F. (2018). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 20(4), 719-734. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9783-y>
- Luo, Y. (2020). IoT-Based Intelligent Perception Technologies for Smart Public Services. In Y. Luo & X. Cheng (Eds.), *Intelligent Perception Technologies for Brain-Inspired Cognitive Computing* (pp. 1-15). Springer.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), 164-173.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). Ontology development 101: A guide to creating your first ontology. Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05. [https://protege.stanford.edu/publications/ontology\\_development/ontology101.pdf](https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf)
- OMG. (2014). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. Recuperado de <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>

- Silver, M. S., & Markus, M. L. (2011). Leveraging BPMN for systems analysis: from syntax to semantics. *Information Systems and e-Business Management*, 9(1), 99-121. <https://doi.org/10.1007/s10257-010-0151-7>
- Smith, B., Ashburner, M., Rosse, C., Bard, J., Bug, W., Ceusters, W., ... Lewis, S. (2007). The OBO Foundry: coordinated evolution of ontologies to support biomedical data integration. *Nature Biotechnology*, 25(11), 1251-1255. <https://doi.org/10.1038/nbt1346>
- Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: principles and methods. *Data & Knowledge Engineering*, 25(1-2), 161-197. [https://doi.org/10.1016/s0169-023x\(97\)00056-6](https://doi.org/10.1016/s0169-023x(97)00056-6)
- Uschold, M., & Gruninger, M. (2004). Ontologies and semantics for seamless connectivity. *ACM SIGMOD Record*, 33(4), 58-64. <https://doi.org/10.1145/1041410.1041421>
- van der Aalst, W. M., & Weske, M. (2016). Advances in Business Process Management. In *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies* (pp. 1-18). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45348-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45348-4_1)
- W3C. (2014). OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition). W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>
- White, S. A., & Miers, D. (2008). BPMN modeling and reference guide: Understanding and using BPMN. Future Strategies Inc.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2013.2296510>

## Anexo 1 – Encuesta

### Título

Encuesta de percepción ciudadana sobre la implementación de la Ciudad Inteligente en Rafaela a través de integración de dispositivos de Internet de las cosas (IoT)

### Descripción

Se ha diseñado una encuesta dirigida a ciudadanos y empleados municipales con el objetivo de evaluar su nivel de conocimiento sobre proyectos de Internet de las cosas (IoT) aplicados a ciudades inteligentes. El propósito de esta encuesta es obtener información relevante para mejorar el diseño y la implementación de soluciones tecnológicas en el municipio, en línea con los intereses y necesidades de la comunidad.

### Sección 1 – Perfil del Encuestado

El perfil del encuestado está dirigido a ciudadanos y empleados municipales. Se busca conocer el nivel de conocimiento y la experiencia en el uso de tecnologías para la mejora de la calidad de vida en la ciudad, así como también su opinión sobre la importancia y beneficios de estas tecnologías en su día a día.

Pregunta 1 - ¿En qué ciudad reside actualmente? \*

*Opciones:*

- Rafaela
- Otros:

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 2 - ¿Cuál es su edad? \*

*Opciones:*

- Menos de 18 años
- 18-24 años
- 25-34 años
- 35-44 años
- 45-54 años
- 55-64 años
- 65 años o Más

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 3 - ¿Cuál es su género? \*

*Opciones:*

- Masculino
- Femenino
- Prefiero no responder

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 4 - ¿Cuál es su nivel de educación? \*

*Opciones:*

- Educación Básica
- Educación Media
- Educación Superior
- Posgrado
- Otros:

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 5 - ¿Cuál es su área de trabajo? \*

*Opciones Múltiples:*

- Sector Público
- Sector Privado
- Academia
- Organizaciones sin fines de lucro
- Independiente
- Estudiante
- No trabajo Actualmente
- Otros:

Tipo: Pregunta Cerrada

## Sección 2 - Conocimiento de la Tecnología Internet de las Cosas (IoT)

Queremos saber si está familiarizado con esta tecnología, en caso que responda afirmativamente le vamos a hacer preguntas relacionadas con la tecnología. Si no está familiarizado con la tecnología IoT, indique no y pasamos a la siguiente sección

Pregunta 6 - ¿Conoce usted la tecnología IoT?

*Opciones:*

- Sí  
*Ir a la pregunta 7*
- No  
*Ir a la pregunta 10*
- No estoy seguro  
*Ir a la pregunta 10*

Tipo: Pregunta Cerrada

## Sección 3 - IoT

En esta sección, buscamos entender su nivel de conocimiento acerca de la tecnología Internet de las Cosas (IoT) y su aplicación en la creación de ciudades inteligentes. Por favor, responda las preguntas teniendo en cuenta su experiencia personal y su conocimiento previo en el tema.

Pregunta 7 - ¿Qu dispositivos IoT conoce? \*

*Opciones Múltiples:*

- Termostato Inteligente
- Luces Inteligentes
- Cerraduras Inteligentes
- Cámaras de Seguridad Inteligentes
- Asistentes Virtuales (Amazon Alexa o Google Home)
- Woreables (Relojes pulseras o pulseras inteligentes)
- Sensores de Movimiento
- Sensores de Calidad de Aire

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- Otros:

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 8 - ¿Ha utilizado usted alguna vez dispositivos IoT en su vida diaria? \*

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 9 - ¿Qué opinión tiene sobre la tecnología IoT y su potencial para mejorar la calidad de vida?

*Opciones:*

Escala (1..5) desde Muy Negativa a Muy Positiva

Tipo: Pregunta Cerrada

#### Sección 4 - Uso de tecnología en el municipio

En esta sección, buscamos comprender la experiencia de los encuestados en relación con el uso de tecnología en el municipio. Se preguntará a los encuestados sobre la frecuencia con la que utilizan diferentes servicios tecnológicos en su vida diaria, como aplicaciones móviles, servicios en línea y dispositivos inteligentes.

Pregunta 10 - ¿Cree que la ciudad de Rafaela cuenta con una buena infraestructura tecnológica?

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 11 - ¿Ha utilizado alguna vez la aplicación móvil del municipio de Rafaela?

*Opciones:*

- Sí
- No

Tipo: Pregunta Cerrada

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 12 - ¿Conoce usted los servicios digitales que ofrece el municipio de Rafaela?

*Opciones:*

- Sí
- No

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 13- ¿Qué servicios digitales considera que debería ofrecer el municipio de Rafaela?

*Opciones Múltiples:*

- Pagos en Línea de Impuestos y Servicios
- Agenda de Eventos y Actividades de la Ciudad
- Información en tiempo real de tráfico
- Información de Estacionamiento
- Registro y seguimiento de reclamos
- Otros:

Tipo: Pregunta Cerrada.

## Sección 5 - Percepción ciudadana

En esta sección se les preguntará sobre su percepción general del uso de tecnología en el municipio, incluyendo la calidad de los servicios y la facilidad de uso. Con esta sección se busca conocer la experiencia y opinión de los encuestados sobre el uso de tecnología en el municipio.

Pregunta 14 - ¿Cómo describiría usted la preocupación del municipio de Rafaela por las necesidades de sus ciudadanos?

Escala de (1..4) desde Nada Preocupado a Muy Preocupado

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 15 - ¿Ha tenido alguna vez algún problema o inconveniente que haya tenido que reportar al municipio de Rafaela?

*Opciones:*

- Sí
- No

Tipo: Pregunta Cerrada

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 16 - ¿Cómo calificaría la eficacia y eficiencia de la respuesta del municipio de Rafaela a sus problemas o solicitudes?

Escala (1..5) desde Muy Ineficiente a Muy Eficaz y Eficiente

Tipo: Pregunta Cerrada.

## Sección 6 - Infraestructura y servicios IoT

Pregunta 17 - ¿Cuáles son los servicios IoT (Internet de las Cosas) que le gustaría tener en su ciudad?

Tipo: Pregunta Abierta

Pregunta 18 - ¿Cree que el municipio de Rafaela debería invertir en la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

*Opciones:*

- Sí, definitivamente
- Sí, pero solo en ciertos aspectos
- No, debería centrarse en otros temas
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 19 - ¿Considera que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela aumentaría la calidad de vida de los ciudadanos?

*Opciones:*

- Sí, en gran medida
- Sí, pero solo en ciertos aspectos
- No, no creo que tenga un impacto significativo
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

## Sección 7 - Empleados municipales

En esta sección estamos buscando información acerca del nivel de capacidad que tiene el municipio.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Pregunta 20 - ¿Conoce usted si los empleados del municipio de Rafaela han recibido capacitación sobre tecnología IoT?

*Opciones:*

- Sí, estoy seguro de que han recibido capacitación sobre tecnología IoT.
- Creo que han recibido capacitación sobre tecnología IoT.
- No estoy seguro si han recibido capacitación sobre tecnología IoT.
- No, estoy seguro de que no han recibido capacitación sobre tecnología IoT.

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 21 - ¿Cree que la capacitación en tecnología IoT es importante para el personal del municipio de Rafaela?

*Opciones:*

- Sí, es muy importante para que los empleados puedan adaptarse a los cambios tecnológicos.
- Es importante, pero no es esencial.
- No es importante, ya que los empleados pueden aprender sobre la marcha.
- No estoy seguro.

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 22 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela requeriría la contratación de personal especializado?

*Opciones:*

- Sí, se requeriría la contratación de personal especializado.
- Podría ser necesario, dependiendo de la cantidad y complejidad de los dispositivos IoT que se implementen.
- No, el personal existente podría adaptarse y aprender a trabajar con la tecnología IoT.
- No estoy seguro.

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 23 - ¿Cree que los empleados municipales estarían dispuestos a adaptarse a la implementación de tecnología IoT en el municipio?

*Opciones:*

- Sí, estarían dispuestos a adaptarse y aprender a trabajar con la tecnología IoT.
- Depende del nivel de capacitación que se les brinde.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- No, podrían resistirse a los cambios y preferir seguir trabajando de la forma tradicional.
- No estoy seguro.

Tipo: Pregunta Cerrada.

## Sección 8 - Consideraciones generales proyectos de Ciudades Inteligentes

Pregunta 24 - ¿Tiene algún comentario adicional sobre la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela?

Tipo: Pregunta Abierta.

Pregunta 25 - ¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela podría tener algún impacto negativo?

*Opciones:*

- Sí, podría haber un impacto negativo.
- No, no creo que haya un impacto negativo.
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 26 - ¿Tiene usted alguna sugerencia sobre cómo se podría llevar a cabo la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela?

Tipo: Pregunta Abierta.

Pregunta 27 - ¿Cree que los ciudadanos deberían estar involucrados en la planificación y toma de decisiones sobre la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

*Opciones:*

- Sí, los ciudadanos deberían estar involucrados.
- No, los ciudadanos no deberían estar involucrados.
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 28 - ¿Considera usted que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela sería costosa?

*Opciones:*

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- Sí, la implementación de tecnología IoT sería costosa.
- No, la implementación de tecnología IoT no sería costosa.
- No estoy seguro.

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 29 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela tendría un impacto positivo en la imagen de la ciudad?

*Opciones:*

- Sí
- No
- Tal vez

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 30 - ¿Está dispuesto a participar en iniciativas de participación ciudadana relacionadas con la implementación de tecnología IoT en el municipio de Rafaela?

*Opciones:*

- Sí
- No
- Tal vez

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 31 - ¿Qué grado de confianza tiene en la capacidad del municipio de Rafaela para llevar a cabo con éxito la implementación de tecnología IoT en la ciudad?

Escala (1..5) desde Nada de Confianza a Mucha Confianza.

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 32 - ¿Cree que la implementación de tecnología IoT en la ciudad de Rafaela podría ser un modelo a seguir para otras ciudades en la región o el país?

*Opciones:*

- Sí
- No

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 33 - ¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes en el que la participación ciudadana haya sido un factor importante en su desarrollo? \*

*Opciones:*

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 34 - ¿Cree que la participación ciudadana es un factor importante para el éxito de proyectos de ciudades inteligentes? \*

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada.

Pregunta 35 - ¿Considera que los ciudadanos tienen suficiente acceso a la información sobre proyectos de ciudades inteligentes en su región o país? \*

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada.

## Sección 9 - Impacto social y medioambiental

Pregunta 36 - ¿Considera que las soluciones de ciudades inteligentes deben tener un enfoque en el impacto social y medioambiental? \*

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 37 - ¿Conoce algún proyecto de ciudades inteligentes que haya tenido un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos? \*

*Opciones:*

- Sí

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada

Pregunta 38 - ¿Cree que la implementación de soluciones de ciudades inteligentes puede ayudar a abordar los desafíos medioambientales que enfrentan las ciudades? \*

*Opciones:*

- Sí
- No
- No estoy seguro

Tipo: Pregunta Cerrada.

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

## Anexo 2 – Ontología completa para el Municipio de Rafaela

Prefix(urn:webprotege:ontology:45691912-c45c-4aa1-ab22-a727e5ceafbc#>)

Prefix(owl:=<http://www.w3.org/2002/07/owl#>)

Prefix(rdf:=<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>)

Prefix(xml:=<http://www.w3.org/XML/1998/namespace>)

Prefix(xsd:=<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>)

Prefix(rdfs:=<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>)

Ontology(<urn:webprotege:ontology:45691912-c45c-4aa1-ab22-a727e5ceafbc>

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R7T6GGtjYNmi8HxUzuCZVdx>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCrihdA1vTlqNVzcv2k>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fkIcZO7v5>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R8GJIVLzcruiE5qizyN8RY>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R9IvaGgV1ZeoKuiS6YnCPLR>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9Ie4kY7r>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RBbr4qWQgZxOkz9I0iGJUMq>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RBgCLhOBiHRXcEmwO575vrG>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzyvEieYj9fMe>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RCN50thPlxzFqKuUygETurt>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RcNaqg1XZd51bsmKpCN2hlw>))

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/Rcy2TSTKgsbqR3WprWb6UrW>))

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>))  
Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfpjuwkwMA>))  
Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>))  
Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>))  
Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/Rq5rGIKJaJvBmvRB3cuVKs>))  
Declaration(Class(<http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R15mHVslbVGsG99tbYIhxu>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R8C7Rcdcbd6skMknQRKEr2>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R8RlvkQ5neRBQ1pzLsuV69w>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R8RftQFPY4I482gz4gGjVvk>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R8csHajj0jY8cKvrS8llinK>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R8e13kOtf7nFtnO615Zuxrz>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R9KHm5WTKkpsaJrcXlDeqIK>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R9PW6LTAIkNpISVkyTI8DCO>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvIClI6o0InmVxZq7>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/R9liofFshZfgjtLroydALvz>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RB3aYPvDvsfk0qFCytwVvpF>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RBMLyD4XJq0JlOsQdMA7rl>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RBkpEIM6O9jACWvE3PYLxma>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RCh7Hx2fPIFv6fPf535hlnH>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RCrbCMb278NRhTLzPX9u7BS>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RDcEHDz5umpS47DVpTtOnEu>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RDxKKeqxtsyCBN28ioEm0lc>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RY7YD9bRboAnTteaUFt6et>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RaEobdmrpt4LKitAYWUpdJ>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RjhrE1yKBmvMMjO6CO9OdI>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RkOmdxWi7zURsHGIZR65W8>))  
Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEqvWtqTJrxTVSIIU1>))

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/Rv0IT16hb507XPkxHQb5iM>))

Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>))

Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RyA0ViF3xlpGuiomAL5Ale>))

Declaration(ObjectProperty(<http://webprotege.stanford.edu/RyZfWvhZGxMQqGJhI2FQTA>))

#####

# Object Properties

#####

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R15mHVslbVGsG99tbYIhxu>  
(ImplementaUna)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R15mHVslbVGsG99tbYIhxu>  
"ImplementaUna"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>  
(contieneUna)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>  
"contieneUna"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R8C7Rcdcbd6skMknQRKEr2> (desarrollaUn)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8C7Rcdcbd6skMknQRKEr2>  
"desarrollaUn"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R8RlvkQ5neRBQ1pzLsuV69w> (conectadoA)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8RlvkQ5neRBQ1pzLsuV69w>  
"conectadoA"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R8RftQFPY4I482gz4gGjVvK> (consume)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8RftQFPY4I482gz4gGjVvK>  
"consume"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R8csHajj0jY8cKvrS8IlnK> (tieneConsumidor)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8csHajj0jY8cKvrS8IlnK>  
"tieneConsumidor"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R8e13kOtf7nFtnO615Zuxrz> (actuaSobre)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8e13kOtf7nFtnO615Zuxrz>  
"actuaSobre"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R9KHm5WTkKpsaJrcXIDeqIK> (usa)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9KHm5WTkKpsaJrcXIDeqIK>  
"usa"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R9PW6LTAIKnPisVkyTI8DCO>  
(componeServicisEn)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9PW6LTAIKnPisVkyTI8DCO>  
"componeServicisEn"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvClI6o0InmVxZq7> (perteneceA)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvClI6o0InmVxZq7>  
"perteneceA"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/R9liofFshZfgjtLroydALvz> (reportaA)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9liofFshZfgjtLroydALvz>  
"reportaA"@es-ar)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RB3aYPvDvsfk0qFCytvWvpF>>  
(tieneActuador)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RB3aYPvDvsfk0qFCytvWvpF>>  
"tieneActuador"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJq0JlOsQdMA7rI>>  
(seRelacionaCon)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJq0JlOsQdMA7rI>>  
"seRelacionaCon"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RBkpEIM6O9jACWvE3PYLxma>>  
(esRegistradoPor)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RBkpEIM6O9jACWvE3PYLxma>>  
"esRegistradoPor"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>> (Nombre)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>>  
"Nombre"@es-ar)

SubObjectPropertyOf(<<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>>  
owl:topObjectProperty)

ObjectPropertyDomain(<<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>>  
<<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>>)

ObjectPropertyRange(<<http://webprotege.stanford.edu/RCIXkptMz98Hhb4X8vodiwd>>  
<<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>>)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RCh7Hx2fPIFv6fPf535hInH>> (Tiene)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RCh7Hx2fPIFv6fPf535hInH>>  
"Tiene"@es-ar)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RCrbCMb278NRhTLzPX9u7BS>>  
(tieneProveedor)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RCrbCMb278NRhTLzPX9u7BS>>  
"tieneProveedor"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RDcEHDz5umpS47DVpTtOnEu>> (registraUn)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RDcEHDz5umpS47DVpTtOnEu>>  
"registraUn"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RDxKKeqxtsyCBN28ioEm0lc>> (uti)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RDxKKeqxtsyCBN28ioEm0lc>>  
"uti"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>>  
(componenteDe)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>>  
"componenteDe"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/Ry7YD9bRboAnTteaUFt6et>> (contiene)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/Ry7YD9bRboAnTteaUFt6et>>  
"contiene"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RaEobdmrpt4LKItAYWUpdJ>> (tieneSensor)

AnnotationAssertion(rdfs:label <<http://webprotege.stanford.edu/RaEobdmrpt4LKItAYWUpdJ>>  
"tieneSensor"@es-ar)

# Object Property: <<http://webprotege.stanford.edu/RjhrE1yKBmvMMjO6CO9OdI>>  
(registraServiciosCon)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RjhrE1yKBmvMMjO6CO9Odl>  
"registraServiciosCon"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/RkOmdxWi7zURsHGIZR65W8>  
(buscaServiciosEn)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RkOmdxWi7zURsHGIZR65W8>  
"buscaServiciosEn"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1> (utiliza)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
"utiliza"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/Rv0IT16hb507XPkxHQb5iM> (TrabajaEn)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/Rv0IT16hb507XPkxHQb5iM>  
"TrabajaEn"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j> (contieneA)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>  
"contieneA"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/RyA0ViF3xlpGuiomAL5Ale> (accedeA)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RyA0ViF3xlpGuiomAL5Ale>  
"accedeA"@es-ar)

# Object Property: <http://webprotege.stanford.edu/RyZfWvhZGxMQqGJhI2FQTA>  
(tieneRecursos)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RyZfWvhZGxMQqGJhI2FQTA>
"tieneRecursos"@es-ar)
```

```
#####
```

```
# Classes
```

```
#####
```

```
# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R7T6GGtjYNmi8HxUzuCZVdx> (Actuador)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R7T6GGtjYNmi8HxUzuCZVdx>
"Actuador"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7T6GGtjYNmi8HxUzuCZVdx>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R8e13kOtf7nFtnO615Zuxrz>
<http://webprotege.stanford.edu/RB1DIaETKQ3bGIE9Ie4kY7r>))
```

```
# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k> (Servicio)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:comment
<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k> "Servicio ofrecido por un
proveedor de servicios."@es-ar)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>
"Servicio"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R8RlvkQ5neRBQ1pzLsuV69w>
<http://webprotege.stanford.edu/RB1DIaETKQ3bGIE9Ie4kY7r>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R8csHajj0jY8cKvrS8llinK>
<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RBkpEIM6O9jACWvE3PYLxma>
<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fkicZO7v5>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RCrbcMb278NRhTLzPX9u7BS>
<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>))
```

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN> (Arquitectura Conceptual de Servicios IoT)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN> "Arquitectura Conceptual de Servicios IoT"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>  
<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R7a8MeeKJZ3v5i64N1HDRUF>  
<http://webprotege.stanford.edu/RSChYXZHSoc2LX6vLrzaw4>))

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fklcZO7v5> (Servicio de Registro)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fklcZO7v5> "Servicio de Registro"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fklcZO7v5>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDcEHDz5umpS47DVpTtOnEu>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7WijCRihdA1vTlqNVzcv2k>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fklcZO7v5>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ> (Consumidor de Servicio)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ> "Consumidor de Servicio"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R8RftQFPY4i482gz4gGjVk>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7WijCRihdA1vTlqNVzcv2k>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9PW6LTAIKnPiSVkYTI8DCO>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>))

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RkOmdxWi7zURsHGIZR65W8>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8GJVLzCRruiE5qizyN8RY>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
<http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>))
```

```
# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R8GJVLzCRruiE5qizyN8RY> (Servicio de  
Descubrimiento)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8GJVLzCRruiE5qizyN8RY>  
"Servicio de Descubrimiento"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8GJVLzCRruiE5qizyN8RY>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))
```

```
# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu> (Servicio de Composición)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>  
"Servicio de Composición"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))
```

```
# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm> (Proveedor de Servicio)
```

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>  
"Proveedor de Servicio"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm> owl:Thing)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R8C7Rcdcbd6skMknQRKEr2>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>))
```

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RjhrE1yKBmvMMjO6CO9Odl>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fkicZO7v5>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O> (Empleado Municipal)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O>  
"Empleado Municipal"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
<http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Rv0IT16hb507XPkxHQb5iM>  
<http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzypvEleYj9fMe>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R9IvaGgV1ZeoKuiS6YnCPLR> (Dispositivo Werable)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9IvaGgV1ZeoKuiS6YnCPLR>  
"Dispositivo Werable"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R9IvaGgV1ZeoKuiS6YnCPLR>  
<http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R9IvaGgV1ZeoKuiS6YnCPLR>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvIClI6o0InmVxZq7>  
<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U> (Dispositivo)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>  
"Dispositivo"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvIClI6o0InmVxZq7>  
<http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RB1DIaETKQ3bGIE9Ie4kY7r> (Dispositivo IoT)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>
"Dispositivo IoT"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9liofFshZfgjtLroydALvz>
<http://webprotege.stanford.edu/R7WiJCRihdA1vTlqNVzcv2k>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RB3aYPvDvsfk0qFCytwWvpF>
<http://webprotege.stanford.edu/R7T6GGtjYNmi8HxUzuCZVdx>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RaEobdmrpt4LKIAYWUpdJ>
<http://webprotege.stanford.edu/RBgCLhOBiHRXcEmwO575vrG>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RyZfWvhZGxMQqGJhI2FQTA>
<http://webprotege.stanford.edu/RCN50thPlxzFqKuUygetTurt>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RBbr4qWQgZxOkz9I0iGJUMq> (Interfaz de Usuario)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RBbr4qWQgZxOkz9I0iGJUMq>
"Interfaz de Usuario"@es-ar)
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RBgCLhOBiHRXcEmwO575vrG> (Sensor)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RBgCLhOBiHRXcEmwO575vrG>
"Sensor"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RBgCLhOBiHRXcEmwO575vrG>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvIClI6o0InmVxZq7>
<http://webprotege.stanford.edu/RB1DlaETKQ3bGIE9le4kY7r>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD> (Capa de Proveedores de Servicios)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>
"Capa de Proveedores de Servicios"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJqQJlOsQdMA7rl>
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))
```

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry7YD9bRboAnTteaUFt6et>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8tqZivif9NIF5rWFzc0hSm>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN> (Ciudadano)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN>  
"Ciudadano"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9KHm5WTKkpsaJrcXIDeqIK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RCy2TSTKgsbqR3WprWb6UrW>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RCEP5Je63YIDnGKI4nm08SN>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9KHm5WTKkpsaJrcXIDeqIK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzypvEleYj9fMe> (Municipio)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzypvEleYj9fMe>  
"Municipio"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzypvEleYj9fMe>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R15mHVslbVGsG99tbYIhXu>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7lxKd2xbUTtoDJGPFdFSCN>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RCF6eDeAFdzypvEleYj9fMe>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RCh7Hx2fPIFv6fPf535hInH>  
<http://webprotege.stanford.edu/R95TR25PnlGdRtN6QrteX8O>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RCN50thPlxzFqKuUygETurt> (Recurso)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RCN50thPlxzFqKuUygETurt>  
"Recurso"@es-ar)
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RCNaqg1XZd51bsmKpCN2hlw> (Servicio de Notificación y Alerta)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RCNaqg1XZd51bsmKpCN2hlw>  
"Servicio de Notificación y Alerta"@es-ar)
```

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RCy2TSTKgsbqR3WprWb6UrW> (Aplicación de Terceros)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RCy2TSTKgsbqR3WprWb6UrW> "Aplicación de Terceros"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RCy2TSTKgsbqR3WprWb6UrW>  
<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>)

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP> (Capa de Bus de Servicios)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP> "Capa de Bus de Servicios"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJq0JllosQdMA7rl>  
<http://webprotege.stanford.edu/RBlgG7amTPpp8Cb2uleNMOD>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJq0JllosQdMA7rl>  
<http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7skoDzUaUy8P8fklcZO7v5>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8GJlVlzcRruiE5qizyN8RY>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>))

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDH15df7ajxxyYN62AHwBYP>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojJy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfpjuwxxMA>))

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfpjuwxxMA> (Servicio de Orquestación)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfpjuwxxMA> "Servicio de Orquestación"@es-ar)

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfjuwKxMA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxnaT2bg92SEEkKwy6eNiK>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4> (Capa de Consumidores de Servicios)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>  
"Capa de Consumidores de Servicios"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RBMLydD4XJq0JlOsQdMA7rI>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDHI5df7ajxyYN62AHwBYP>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/RBbr4qWQgZxOkz9I0iGJUMq>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RSchYXZHSoc2LX6vLrzaw4>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/Ry9XAYs6z7fMrwsOojy9j>  
<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>))
```

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA> (Aplicación)

```
AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
"Aplicación"@es-ar)
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RDxKKeqxtsyCBN28ioEm0Ic>  
<http://webprotege.stanford.edu/RCNaqg1XZd51bsmKpCN2hlw>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8GJVLzcrRuiE5qizyN8RY>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
<http://webprotege.stanford.edu/R8aIE872G6ZSbOD4LfiBDcu>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RmiUBEQvWtqTJrxTVSIIU1>  
<http://webprotege.stanford.edu/RDZwAnfSskgHDdfjuwKxMA>))
```

```
SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/RyA0ViF3xlpGuiomAL5Ale>  
<http://webprotege.stanford.edu/R7WIJCRihdA1vTlqNVzcv2k>))
```

Desarrollo de una arquitectura conceptual para la integración eficiente de servicios IoT en ciudades argentinas: caso de estudio de la ciudad de Rafaela.

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/Rq5rGIKJavBmvRB3cuVKs> (Dispositivo Movil)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/Rq5rGIKJavBmvRB3cuVKs>  
"Dispositivo Movil"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/Rq5rGIKJavBmvRB3cuVKs>  
<http://webprotege.stanford.edu/R9Wj2Vq32olrmsncGWDH88U>)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/Rq5rGIKJavBmvRB3cuVKs>  
ObjectSomeValuesFrom(<http://webprotege.stanford.edu/R9cL7JRvIClI6o0InmVxZq7>  
<http://webprotege.stanford.edu/R82NjmhGkROELGzYpbWKYYZ>))

# Class: <http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg> (Aplicación de Municipio)

AnnotationAssertion(rdfs:label <http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg>  
"Aplicación de Municipio"@es-ar)

SubClassOf(<http://webprotege.stanford.edu/RtAr3PsFuTfc4lcoae6nPg>  
<http://webprotege.stanford.edu/RVJSnqQXzdRmhJ1eGoLtvA>)

# Class: owl:Thing (Ontología Municipio de Rafaela)

AnnotationAssertion(rdfs:label owl:Thing "Ontología Municipio de Rafaela"^^xsd:string)

)