



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE ELECTRONICA Y AUTOMATIZACION

DESARROLLAR UNA PROPUESTA DE SMART CITY ENFOCADA EN LA
MOVILIDAD PARA EL PARQUE VIAL DE LA EMOV EN LA CIUDAD DE
CUENCA

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Electrónica

AUTOR: PEDRO ANDRES ALVAREZ NAULA

WALTER STALIN CARANGUI CARANGUI

TUTOR: ING. JORGE OSMANI ORDOÑEZ ORDOÑEZ, Mgst.

Cuenca - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Pedro Andrés Alvarez Naula con documento de identificación N° 0105781587 y Walter Stalin Carangui Carangui con documento de identificación N° 0302142088; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 20 de marzo del 2024

Atentamente,



Pedro Andrés Alvarez Naula

0105781587



Walter Stalin Carangui Carangui

0302142088

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Pedro Andrés Alvarez Naula con documento de identificación N° 0105781587 y Walter Stalin Carangui Carangui con documento de identificación N° 0302142088, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Desarrollar una propuesta de smart city enfocada en la movilidad para el parque vial de la Emov en la ciudad de Cuenca", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de marzo del 2024

Atentamente,



Pedro Andrés Alvarez Naula

0105781587



Walter Stalin Carangui Carangui

0302142088

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Osmani Ordoñez Ordoñez con documento de identificación N° 0302069497, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLAR UNA PROPUESTA DE SMART CITY ENFOCADA EN LA MOVILIDAD PARA EL PARQUE VIAL DE LA EMOV EN LA CIUDAD DE CUENCA, realizado por Pedro Andrés Alvarez Naula con documento de identificación N° 0105781587 y Walter Stalin Carangui Carangui con documento de identificación N° 0302142088, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de marzo del 2024

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
JORGE OSMANI
ORDONEZ ORDONEZ

Ing. Jorge Osmani Ordoñez Ordoñez, Mgst.

0302069497

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento de Pedro Andrés

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios por concederme la fuerza y la orientación necesarias para seguir adelante en mi vida profesional. También quiero reconocer y agradecer a mi familia por su inquebrantable apoyo, que me ha permitido continuar con mis estudios. Su dedicación y ejemplo de superación han sido fundamentales para mí, brindándome sabiduría y aliento en cada paso del camino.

Quiero extender mi sincero agradecimiento al Ing. Jorge Ordoñez, mi tutor, al Ing. Fernando Guerrero Phd, cuya orientación y consejos fueron fundamentales para el desarrollo exitoso de este proyecto. Su experiencia y guía fueron invaluable, y estoy profundamente agradecido por su dedicación y apoyo.

Agradecimiento de Walter Stalin

En primer lugar expreso mi profundo agradecimiento a Dios por prestarme su ayuda en los momentos difíciles y sin el no lo hubiera logrado. A mis padres y mi familia que siempre me impulsaron y no dejaron que me rindiera. Finalmente a mis directores de tesis el Ing. Jorge Ordoñez y al Ing. Fernando Guerrero Phd por guiarme pacientemente y compartir sus conocimientos conmigo. Su valioso apoyo fue esencial para completar este trabajo. Agradezco este trabajo con profundo agradecimiento a todos los que han contribuido de alguna manera a mi formación personal y profesional.

DEDICATORIAS

DEDICATORIA

Dedicatoria de Pedro Andrés

A mis amados padres y a mi querido hermano, les dedico estas palabras llenas de gratitud por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa tan significativa de mi vida. Su amor, comprensión y aliento han sido mi mayor fortaleza y motivación para alcanzar mis metas. También a mi pareja, Alejandra León, por su amor inquebrantable, su constante apoyo y su infinita paciencia. Sin ustedes, este camino habría sido mucho más difícil de recorrer. Gracias por ser mi mayor inspiración y por estar siempre a mi lado

Dedicatoria de Walter Stalin

Me gustaría iniciar esta dedicatoria comenzando por mis padres que gracias por su amor incondicional, su paciencia y sobre todo por el apoyo que siempre me brindaban en los momentos difíciles. Gracias por creer en mí y estar siempre conmigo en mi viaje. A mis hermanos que siempre ayudaron en los momentos difíciles y sin su aliento nada de esto sería posible. También a familiares y amigos por darme ánimo y comprensión en los momentos difíciles y finalmente a todos los

profesores y estudiantes que me brindaron valiosos consejos y apoyo durante mi formación ya que aprendí cosas importantes de todos ellos.

Índice general

Agradecimientos	I
Dedicatorias	II
Índice General	IV
Índice de figuras	X
Índice de tablas	XI
Resumen	XII
Abstract	XIII
Antecedentes	1
Justificación	4
Objetivos	6
Introducción	7
1. Fundamentación Teórica	9
1.1. Diseño integral de una Smart City	9
Diseño integral de una Smart City	9
1.1.1. Capa de aplicación	10
1.1.2. Capa de detección	11
1.1.3. Capa de comunicación	11

1.1.4. Capa de datos	12
1.1.5. Capa de seguridad	13
1.2. Nivel de aplicación desde una perspectiva de sensores y comunicación.	14
Smart Cities	14
1.3. Modelos de Smart Cities	14
Modelos de Smart Cities	14
1.4. Evaluacion comparativa de Smart Cities	16
Evaluacion comparativa de Smart Cities	16
1.5. Recursos de una Smart City	18
Recursos de una Smart City	18
1.6. Las Tecnologías De La Información y Comunicación (TIC)	20
Las Tecnologías De La Información Y Comunicación (TIC)	20
1.7. Tecnologías actualmente usadas en Smart Cities	20
Tecnologías actualmente usadas en Smart Cities	20
1.7.1. Cámaras de seguridad	20
Cámaras de Seguridad	20
1.7.2. Sensores de detección	21
Sensores de detección	21
1.7.3. Tecnología GPS	21
Tecnología GPS	21
1.7.4. Internet de las cosas (IoT)	22
Internet de las cosas (IoT)	22
1.8. Movilidad urbana	23
Movilidad urbana	23
1.9. Tecnologías actualmente usadas en sistemas integrados de transporte .	24
Tecnologías actualmente usadas en sistemas integrados de transporte	24
1.9.1. Tecnología RFID	24
Tecnología RFID	24
1.10. Dispositivos de lectura y tarjetas RFID	25
Dispositivos de lectura y tarjetas RFID	25
1.10.1. Tarjetas RFID	25

Tarjetas RFID	25
1.10.2. Tipos de tarjetas RFID	26
Tipos de tarjetas RFID	26
1.10.3. Dispositivos de lectura para tarjetas RFID	28
Dispositivos de lectura para tarjetas RFID	28
2. Marco Metodológico	30
2.1. Planificación para el desarrollo del proyecto	30
2.1.1. Estructura de Smart City a aplicar en la pista de edificación vial .	31
2.2. Superestructura (brainware)	32
2.3. Infraestructura (hardware)	33
2.3.1. Capa de detección	36
2.3.2. Capa de agregación	36
2.3.3. Capa de red	36
2.3.4. Capa de almacenamiento/servidor	37
2.3.5. Acceso a terminales	39
2.4. Infoestructura (software)	39
2.4.1. Levantamiento del terreno	40
2.4.2. Elaboración del plano topográfico del terreno	40
2.4.3. Elaboración de un diseño renderizado detallando las vías principales.	41
2.5. Propuesta de automatización	42
2.6. Diseño del plano de red en el software Cisco Packet Tracer	43
2.7. Boceto del terreno en el software AutoCad	44
2.8. Pantallas Full HD alta definición	45
2.8.1. Dimensiones del equipo	46
2.8.2. Rango visual	46
2.8.3. Especificaciones técnicas del equipo	47
2.9. Cámaras de seguridad	47
2.9.1. Inteligencia conmutable	49
2.9.2. Protección	50
2.9.3. Esquema de conexión	50

2.9.4. Instalación de cámaras de seguridad en el terreno.	51
2.10. Sistema de cobro unificado RFID	52
2.10.1. Especificaciones físicas	53
2.10.2. Conectividad	53
2.10.3. Características de lectura del dispositivo	54
2.10.4. Especificaciones técnicas	55
2.10.5. Tarjetas RFID	55
2.10.6. Características de la tarjeta	56
2.10.7. Funcionamiento del sistema de cobro y recompensas	56
2.10.8. Instalación de los equipos en el terreno	59
2.11. Instalación de puntos eléctricos en el terreno.	59
2.12. Renderización final	61
3. Presupuesto	66
3.1. Pantallas informativas	66
3.2. Cámara de seguridad	67
3.3. Estructuras metálicas	67
3.4. Sistema de cobro RFID	68
3.5. Paradas inteligentes	68
3.6. Instalaciones eléctricas	69
3.7. Presupuesto para excavación	70
3.8. Diseño e implementación de sistema RFID	70
3.9. Construcción de nueva oficina para administración de la pista	71
3.10. TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO	73
3.11. Cronograma	73
4. Conclusiones y Trabajos Futuros	75
4.1. Conclusiones	75
4.2. Recomendaciones	76
4.3. Trabajos futuros	76
Glosario	79

ÍNDICE GENERAL

VIII

Referencias

87

Índice de figuras

1.1. Una abstracción de la arquitectura de la Smart City que abarca cinco planos: plano de aplicación, plano de aplicación, plano de comunicación, plano de datos y plano de seguridad [15].	10
1.2. Esquema de Funcionamiento RFID [75].	25
2.1. Etapas para el desarrollo de la propuesta tecnológica.	31
2.2. Estructura para el desarrollo de una Smart City.	31
2.3. Supraestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.	32
2.4. Infraestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.	34
2.5. Diagrama de flujo aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.	35
2.6. Infoestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.	39
2.7. Plano Topográfico de la pista de educación vial.	41
2.8. Renderizado del Terreno.	42
2.9. Diseño en Cisco Packet Tracer del mapa de red.	44
2.10. Diseño en AutoCad del terreno con sus respectivas zonas identificadas.	45
2.11. Pantalla Full HD para exterior [80].	45
2.12. Dimensiones de pantalla Full HD.	46
2.13. Gabinete modular.	46
2.14. Rango de visión al pixelaje P5 [80].	47
2.15. TandemVu 8-inch Panoramic 4 MP 42X DarkFighter Network Speed Dome [81].	48
2.16. Imagen representativa de las tecnologías incorporadas [82].	50
2.17. Esquema de conexión para las cámaras de seguridad [83].	51

2.18. Diseño en AutoCad del terreno con las interconexión del sistema de vídeo vigilancia.	52
2.19. Lector RFID P18-L2 [84].	52
2.20. Características físicas del dispositivo [84].	54
2.21. Características de lectura del dispositivo [84].	54
2.22. Tarjeta RFID [85].	55
2.23. Diagrama de flujo sistema de recompensas	57
2.24. Diagrama de flujo sistema de cobro	58
2.25. Ubicación de los dispositivos en el terreno.	59
2.26. Simbología utilizada.	60
2.27. Diseño en AutoCad con las conexiones eléctricas necesarias.	61
2.28. Primera cámara de seguridad en la rotonda de la pista.	61
2.29. Pantalla didáctica para la transmisión de información.	62
2.30. Diseño en AutoCad con las conexiones eléctricas necesarias.	63
2.31. Parada de tranvía.	64
2.32. Parada de bicicletas automatizada.	65

Índice de tablas

1.1. Modelos de Smart Cities [38].	15
1.2. Herramienta de evaluación comparativa para Smart Cities [38].	17
1.3. Recursos de una Smart City.	19
2.1. Categorización de diferentes zonas.	40
2.2. Propuesta tecnológica para la pista de educación vial.	43
2.3. Especificaciones técnicas.	47
2.4. Especificaciones físicas.	53
2.5. Características de conectividad.	53
2.6. Características del sistema RFID.	55
2.7. Especificaciones técnicas del producto.	56
3.1. Presupuesto para pantallas Full HD.	67
3.2. Presupuesto para cámaras de seguridad.	67
3.3. Presupuesto de estructura metálicas para cámaras de seguridad.	68
3.4. Presupuesto para sistema de cobro unificado.	68
3.5. Presupuesto para paradas inteligentes.	69
3.6. Presupuesto para instalaciones eléctricas.	69
3.7. Presupuesto para excavación y la instalación de conductos para el tendido de cables.	70
3.8. Diseño del software para sistema de pago del parque vial.	70
3.9. Presupuesto para nueva oficina de administración.	72
3.10. Presupuesto total estimado	73
3.11. Cronograma de actividades	74

Resumen

En este trabajo se desarrolló una propuesta tecnológica dirigida a implementar un modelo de ciudad inteligente (Smart City) adaptada al parque de educación vial de la empresa de movilidad de la ciudad de Cuenca, EMOV. Este proyecto está diseñado para niños de 4 a 12 años, quienes tendrán la oportunidad de interactuar y aprender sobre el funcionamiento de diversos sistemas característicos de las Smart Cities. Entre estos sistemas, se incluyen un método unificado de cobro de transporte y el uso de paradas inteligentes. Además, el modelo facilitará el conocimiento sobre las operaciones de distintas entidades de seguridad en Cuenca. El desarrollo de esta propuesta abarcó la revisión de literatura sobre modelos aplicados en otras ciudades, la creación de planos eléctricos para las conexiones de red, los esquemas para la integración de dispositivos electrónicos y la elaboración de un presupuesto detallado para la implementación. El objetivo es transformar la pista de educación vial en un pequeño modelo de Smart City que sirva como herramienta educativa para niños y niñas.

Palabras clave: EMOV, Movilidad, Paradas Inteligentes, Transporte, Smart City.

Abstract

This work investigated and developed a technological proposal aimed at implementing a smart city model adapted to the traffic education park of the mobility company in the city of Cuenca, EMOV. This project is designed for children aged 5 to 10, who will have the opportunity to interact and learn about the operation of various systems characteristic of smart cities. These systems include a unified method of transportation fare collection and the use of smart stops. Additionally, the model will facilitate knowledge about the operations of various security entities in Cuenca. The development of this proposal included a literature review on models applied in other cities, the creation of electrical plans for network connections, schemes for the integration of electronic devices, and the elaboration of a detailed budget for implementation. The goal is to transform the traffic education park into a smart city that serves as an educational tool for children.

Keywords: EMOV, Mobility, Smart Stops, Transportation, Smart City.

Antecedentes

Las Smart Cities han existido hace varios años, y la historia de las ciudades sostenibles se remonta a los años 90 [1], cuando se empezó a fomentar proyectos piloto para aprovechar el potencial de la tecnología digital y así intentar crear ciudades más habitables y respetuosas tanto con las personas como con el medio ambiente [2]. Una de las primeras versiones de prueba de una Smart City fue la ciudad de Songdo, Corea del Sur, construida a principios de la década de 2000 [3], fue diseñada para ser una ciudad sostenible y eficiente, con transporte público integrado, un conjunto de sensores que proporcionan información sobre los parámetros ambientales y un sistema inteligente de gestión de residuos. Aproximadamente desde el 2010, el concepto de Smart City se popularizó y comenzaron a desarrollarse proyectos en todo el planeta [4]. Actualmente, existen cientos de Smart Cities en todo el planeta y su número sigue creciendo, todas estas con evidentes adelantos tanto en software como en hardware. Una de estas mejoras es la inclusión del Internet de las cosas (IoT), en las Smart Cities.

El impacto del IoT en las Smart Cities es un tema ampliamente investigado. En general, se concluye que IoT tiene potencial para transformar las ciudades y modernizar la vida de las personas [5].

IoT es una tecnología parcialmente nueva, pero ha ido creciendo de manera constante en los últimos años. La creciente disponibilidad de datos, acompañada de costos decrecientes tanto de los sensores como de la conectividad, dan pie a una realidad en la que las ciudades modernas tienen que enfrentar varios problemas: contaminación, tráfico, y seguridad vial, por ejemplo, y para ellos utilizan tecnología digital en aras de mejorar la oferta de servicios de transporte, educación y seguridad dentro de sus límites[6]. Los datos sobre el tráfico, los accidentes y el comportamiento

de los usuarios se utilizan en estas ciudades para identificar áreas con mayor riesgo de accidentes y crear planes para reducirlos. Algunas tecnologías para mejorar la educación vial incluyen sensores que detectan prácticas inseguras como exceso de velocidad [7]. La información proporcionada por los sensores se pueden utilizar para enviar advertencias a los usuarios de la vía o tomar medidas para prevenir estos comportamientos. La información recopilada sobre los usuarios de la vía pública puede utilizarse para personalizar la educación vial. Por ejemplo, se pueden enviar mensajes de seguridad vial específicos a los usuarios que tienen un mayor riesgo de sufrir un accidente, así mismo un sistema de semáforos inteligentes podría detectar a un peatón que está cruzando la calle de forma insegura y enviar una alerta al conductor de un vehículo que se aproxima [8]. Las Smart Cities deben incorporar la educación vial como una parte esencial porque puede contribuir a crear un entorno vial más seguro para todos. Al utilizar la tecnología para recopilar datos, educar y sensibilizar a los usuarios de la vía pública, estas ciudades pueden ayudar a reducir el número de accidentes y salvar vidas.

Las grandes ciudades han buscado mejorar todos los servicios que puede brindar a sus ciudadanos mediante la tecnología, incluyendo los servicios viales, sin embargo no todas estas ciudades han conseguido transformarse en Smart Cities por una serie de desafíos que acompañaban dichos sistemas, como pueden ser los costos, tecnología, privacidad, interoperabilidad y gestión [9]. La implementación de una plataforma digital para gestionar los servicios inteligentes puede ser costosa. Esto se debe a que la plataforma debe incluir una serie de componentes, como sensores, redes de comunicación, sistemas de gestión de datos y aplicaciones. La plataforma digital debe ser compatible con todos los modos de transporte, esto puede ser un desafío, ya que los diferentes modos de transporte utilizan diferentes tecnologías. Otro gran desafío es la seguridad de los ciudadanos, dado que es fundamental resguardar la información personal, por lo tanto deben implementar medidas preventivas para proteger los datos personales de los ciudadanos [10]. Los diferentes sistemas y tecnologías deben ser interoperables para que las plataformas digitales funcionen correctamente. Esto puede representar un reto porque diferentes sistemas y tecnologías pueden utilizar diferentes protocolos y formatos de datos. Las

plataformas digitales deben gestionarse de forma eficaz y eficiente. Esto requiere una cuidadosa planificación y asignación de recursos adecuados [11].

Justificación

La Municipalidad de la ciudad de Cuenca ha implementado diversas iniciativas para fomentar la educación vial, incluyendo una pista de educación vial en el Parque Paraíso. El objetivo de esta pista es enseñar a los más pequeños valores relacionados con la educación vial y el respeto hacia los demás usuarios de la vía desde edades tempranas. Se espera que estas iniciativas contribuyan a formar ciudadanos responsables y comprometidos para tomar decisiones informadas, como el funcionamiento de un sistema de transporte público con sistema de cobro unificado, el conocimiento de leyes de tránsito, el uso correcto de los servicios públicos. Estos espacios que están destinados a la educación vial no solo juegan un rol fundamental en el fomento de la educación vial y la conciencia ciudadana, sino que también representan una oportunidad para impulsar la adopción de nuevas tecnologías emergentes y contribuir al desarrollo de futuras smart cities.

Nuestra propuesta base de implementar una Smart Cite dentro de la pista de educación vial para niños de la EMOV, ofrecerá un ambiente interactivo que podría revolucionar la forma en que los niños aprenden sobre educación vial. Mediante la introducción de tecnologías innovadoras, como tarjetas de pago sin contacto y paradas inteligentes, se plantea la posibilidad de mejorar la efectividad y la atraktividad de la educación vial dirigida a niños en edad temprana. Esto significa que aprenderían los fundamentos de educación vial de una manera práctica y divertida, lo que, a su vez, haría que la educación vial sea más accesible y memorable para ellos. Este enfoque podría potencialmente influir positivamente en los patrones de comportamiento y en la toma de decisiones futuras de los niños al interactuar con el entorno vial en situaciones reales.

Esta propuesta tecnológica tiene el potencial de facilitar la conexión entre

infraestructuras y vehículos para niños mediante la implementación de tecnologías emergentes, lo que permitiría un monitoreo en tiempo real relacionado con la educación vial. El análisis de estos datos nos permitiría tomar medidas correctivas inmediatas al identificar las áreas con mayores problemas.

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar una propuesta de Smart City enfocada en la movilidad para el parque vial de la EMOV en la ciudad de Cuenca.

Objetivos específicos:

- Determinar mediante un análisis literario el modelo de Smart City factible para su implementación en el parque vial de la EMOV.
- Desarrollar una propuesta tecnológica de Smart City en el ámbito de movilidad urbana dimensionada para el parque de educación vial de la EMOV.
- Especificar las características presupuestarias necesarias para la implementación de la propuesta de Smart City en el parque vial de la EMOV.

Introducción

Las ciudades inteligentes representan un desarrollo revolucionario en la planificación urbana, combinando tecnología avanzada e infraestructura urbana para aumentar la condición de vida de los habitantes y optimizar la eficacia operativa [12]. Estas ciudades se caracterizan por la implementación estratégica de soluciones tecnológicas para abordar desafíos urbanos como la gestión del tráfico, la eficiencia energética, la seguridad pública y la ayuda de servicios gubernativos [13].

La ciudad de Cuenca es una de las ciudades más importantes del país, se destaca por su valiosa crónica, arquitectura colonial y encanto nato [14]. Por eso, en la constante búsqueda de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y enfrentar los desafíos urbanos del siglo XXI, se proyecta hacia el futuro con la visión de convertirse en una Smart City. Esta transformación busca mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, promover la sostenibilidad ambiental, fomentar la participación ciudadana e impulsar el desarrollo económico. Para lograrlo, se implementan proyectos en áreas como gobierno electrónico, movilidad inteligente, seguridad ciudadana, gestión energética y educación. La Municipalidad de la ciudad de Cuenca en conjunto con la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV EP) se plantearon el desarrollo de una propuesta de smart city aplicable al parque vial ubicado en el parque El Paraíso. Consideran que es de suma importancia que los niños desde tempranas edades, se familiaricen con las nuevas tecnologías en el ámbito vial para que su uso a posterior sea más amigable.

El desarrollo de la propuesta de smart city empieza con una revisión de la literatura de todo lo relacionado con el tema, esto nos ayuda a ver diferentes modelos, capas, sistemas, niveles, etc relacionados con la propuesta a desarrollar. Al tener claro el modelos a seguir y la ruta de desarrollo se plantea un propuesta tecnológica de

smart city destinada al ámbito de movilidad urbana dimensionada al parque vial y, finalmente, se especifica todas las características presupuestarias necesarias para la implementación de la propuesta.

Capítulo 1

Fundamentación Teórica

1.1. Diseño integral de una Smart City

Las Smart Cities integran diversos servicios como transporte, salud, vestimenta, redes y servicios públicos inteligentes. Aunque los requisitos de estas aplicaciones varían ampliamente, casi todas las aplicaciones se pueden inspeccionar bajo una arquitectura operativa estándar común de cinco capas: aplicación, detección, comunicación, datos y seguridad [15].

La capa de aplicación ejecuta los servicios, la capa de detección recolecta datos, la capa de comunicación los transmite, la capa de datos los analiza y la capa de seguridad protege la infraestructura y los datos. La capa de aplicación y la capa de seguridad están interconectadas a las otras tres capas porque la seguridad es fundamental para el buen funcionamiento de las otras cuatro capas ya que los protege de ataques externos [16]. Como se muestra en la Figura 1.1.

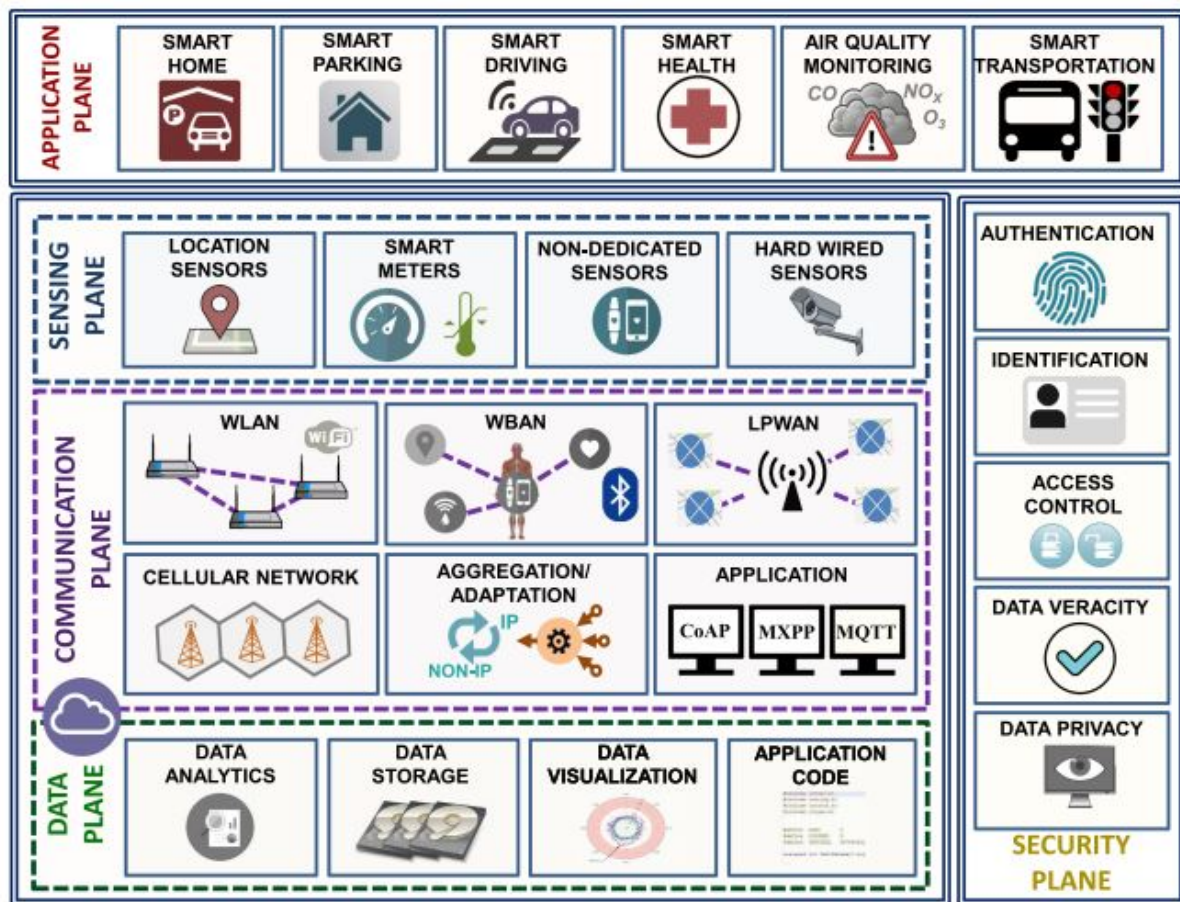


Figura 1.1: Una abstracción de la arquitectura de la Smart City que abarca cinco planos: plano de aplicación, plano de aplicación, plano de comunicación, plano de datos y plano de seguridad [15].

1.1.1. Capa de aplicación

La capa de aplicación es la interfaz entre una Smart City y sus usuarios, especialmente sus residentes. El objetivo es reducir costos, aumentar la automatización y mejorar la seguridad mediante un monitorio continuo. Para ello, se crea un vínculo entre el usuario y los datos [17].

Los desafíos de esta capa incluyen la interoperabilidad de diferentes aplicaciones, la gestión de sinergias entre aplicaciones y aspectos sociales como la aceptación social y el cumplimiento de los estándares de seguridad [18].

Algunos ejemplos de integración incluyen redes inteligentes, transporte inteligente y atención médica inteligente para optimizar los tiempos de respuesta de las unidades de emergencia.

1.1.2. Capa de detección

El plano de detección, similar a las redes de sensores inalámbricos, utiliza sensores y actuadores para recopilar datos del mundo real e interactuar con objetos. Su gran escala exige soluciones de auto captación de energía [19]. Los diversos tipos de datos y las condiciones cambiantes requieren flexibilidad, escalabilidad y algoritmos sofisticados para su procesamiento. Los dispositivos deben ser seguros, no invasivos y respetuosos con el medio ambiente [20]. Existen dos tipos de arquitecturas: dedicada y no dedicada. La dedicada, controlada por la ciudad, ofrece flexibilidad a costa de un mayor costo. La no dedicada, basada en dispositivos de usuarios, reduce costos pero depende de la cooperación de los usuarios. La elección entre ambas depende de las prioridades de la ciudad [21].

1.1.3. Capa de comunicación

La capa de comunicación es la columna vertebral que conecta los dispositivos de campo de las Smart Cities con la nube. El objetivo es transmitir datos de manera eficiente, segura y con baja latencia [22]. Sin embargo, enfrentan varios desafíos, como la baja disponibilidad de energía, la interferencia en áreas urbanas y la falta de interoperabilidad entre diferentes dispositivos y redes [23].

Se han implementado varias soluciones para superar estos obstáculos. Estas estrategias optimizan el consumo de energía ajustando la velocidad de datos, el retraso y el rango de transmisión [24]. Mitiga las interferencias mediante técnicas como salto de frecuencia y modulación robusta. Permite la interoperabilidad con puertas de enlace universales y estándares abiertos. Mejora la eficiencia de la transmisión agregando y preprocesando datos antes de enviarlos a la nube. La combinación de estas estrategias permite una comunicación eficiente, confiable y optimizada para las operaciones de Smart Cities [25].

Hay dos tipos de descubrimiento, dedicado y no dedicado, que se diferencian en el tipo de puerta de enlace. Las arquitecturas de comunicación pueden ser de un solo salto o de múltiples saltos y tener diferentes características en términos de consumo de energía, inmunidad al ruido y retardo [26].

El éxito de la capa de comunicación depende de la selección de la mejor solución para la situación específica de una Smart City, respondiendo a los desafíos del entorno urbano y garantizando eficiencia, seguridad y baja latencia en la transmisión de datos.

1.1.4. Capa de datos

El plano de datos es la parte central de las Smart Cities donde se procesan y analizan los datos del IoT. Su objetivo es convertir la gran cantidad de datos aparentemente incoherentes en información significativa y útil para mejorar la gestión de la ciudad. Estas técnicas de procesamiento necesitan de una alta capacidad computacional debido a la extensión del IoT y la tolerancia limitada al retraso en aplicaciones de Smart Cities [27].

Existen dos formas de implementarlo: distribuida (con clústeres) o centralizada (con servidores en la nube).

- **Distribuido:** Los nodos de la red trabajan juntos como una única infraestructura computacional. Esto reduce costos, pero requiere algoritmos que puedan ejecutarse de forma distribuida [28].
- **Centralizado:** Los servidores en la nube se encargan del procesamiento de datos. Es más costoso, pero ofrece mayor capacidad y flexibilidad [28].

Independientemente de la implementación, ambas opciones ofrecen procesamiento y almacenamiento de datos, utilizando módulos algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para extraer conocimiento y visualizarlo de forma efectiva [29]. La elección entre una u otra depende de la capacidad de procesamiento, la tolerancia a la latencia y el presupuesto. El almacenamiento de datos a largo plazo es crucial para la precisión de las aplicaciones de Smart Cities. La ciencia de big data y las herramientas de gestión de bases de datos se utilizan para almacenar y analizar grandes cantidades de datos [30].

La capa de datos es fundamental para las Smart Cities, ya que permite tomar decisiones más eficientes y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

1.1.5. Capa de seguridad

La capa de seguridad de una Smart City es un conjunto de medidas, tecnologías y estrategias que se utilizan para proteger la infraestructura crítica, los datos confidenciales y la privacidad de los ciudadanos [31].

Desafíos de seguridad en las Smart Cities:

- **Seguridad ignorada en las primeras etapas:** A pesar de los avances en el Internet de las cosas (IoT), la seguridad y la privacidad se pasan por alto en la exploración de nuevos servicios y la aceptación de los usuarios. Esta falta de concentración es motivo de creciente preocupación dado los recientes y sofisticados ciberataques contra infraestructuras críticas [32].
- **Diferentes requisitos de seguridad según el plan:** Proteger diferentes aspectos de una Smart City requiere diferentes enfoques. El cifrado disponible en el mercado puede proteger las comunicaciones, pero proteger dispositivos individuales requiere una solución más personalizada. Además, a menudo se prioriza la protección de la red sobre la protección de los dispositivos y los datos, lo que genera vulnerabilidades de seguridad. Un plan de seguridad eficaz requiere que todos los componentes estén igualmente protegidos [33].
- **Amenazas y soluciones comunes:** Las escuchas ilegales, la manipulación, la suplantación de identidad, los ataques de denegación de servicio y las fugas de datos son problemas comunes [34]. Las soluciones de cifrado establecidas, como AES, ECC y RSA, brindan protección contra muchas de estas amenazas. Sin embargo, los ataques concretos requieren enfoques no convencionales como la multiplicación de Montgomery [35].
- **Desafíos específicos de IoT:** La escala, la movilidad y la dinámica de las Smart Cities dificultan la identificación y autenticación de los participantes al tiempo que se protege el anonimato. El control de acceso es particularmente desafiante porque los derechos de acceso dentro de una red cambian constantemente [36].

1.2. Nivel de aplicación desde una perspectiva de sensores y comunicación.

Como se muestra en la Figura 1.1 la capa de aplicación se basa en un marco de tres componentes. Los datos sin procesar recopilados por los sensores de las Smart Cities pasan a través de la red hasta llegar al plano de datos, donde se procesan y almacenan. Estos últimos resultados se utilizarán para interpretar aplicaciones que garanticen la seguridad de la ciudad y mejoren la calidad de vida de sus residentes. Además del procesamiento de datos, los sensores y la comunicación son los componentes más importantes de cualquier aplicación de Smart City. En esta sección, consideramos varias aplicaciones de Smart Cities y analizamos el uso de sensores y tecnologías de comunicación disponibles [29].

1.3. Modelos de Smart Cities

Diversas organizaciones y académicos han desarrollado diferentes modelos para comprender y conceptualizar las Smart Cities con el objetivo de definir su alcance, objetivos y arquitectura [37]. Esto se puede observar en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1: Modelos de Smart Cities [38].

	Modelo	Descripción
IBM	Modelos de nueve pilares. Ecuación de una ciudad más inteligente.	Servicios de Planificación y Gestión Servicios de Infraestructura Servicios Humanos Instrumentación (la transformación de los fenómenos urbanos en datos) + Interconexión (de datos) + Inteligencia (traída por software)\
UIT	Indicadores clave de rendimiento las Smart Cities y sostenibles.	Sostenibilidad Ambiental, Productividad, Calidad de Vida, Equidad e Inclusión Social, Desarrollo de Infraestructura
Un hábitad	Dimensiones de la prosperidad de la ciudad.	La productividad y la prosperidad de las ciudades. Infraestructura urbana: base de la prosperidad. Calidad de Vida y Prosperidad Urbana, La equidad y la prosperidad de las ciudades. La sostenibilidad ambiental y la prosperidad de las ciudades
Anthopoulos	Dimensiones de la Smart Citie.	Recursos, Transporte, Infraestructura urbana, Vida, Gobierno, Economía, Coherencia
ISO	El desarrollo sostenible de Comunidades. Indicadores de servicios y calidad de vida de la ciudad.	Economía, Educación, Energía, Medio Ambiente, Finanzas, Incendios y Respuesta a Emergencias, Gobernanza, Salud, Recreación, Seguridad, Refugio, Residuos Sólidos, Telecomunicaciones e Innovación, Transporte, Urbanismo, Aguas Residuales, Agua y saneamiento
Neirotti y cols.	Dominios de Smart City.	Recursos naturales y energía, Transporte y movilidad, Edificios, Vida, Gobierno, Economía y Personas
Lee et al.	Marco para el análisis de Smart Cities.	Apertura Urbana, Innovación de Servicios, Formación de Asociaciones, Proactividad urbana, Integración de infraestructuras de Smart Cities, Gobernanza de Smart Cities, Proactividad urbana, Integración de infraestructuras de Smart Cities, Gobernanza de Smart Cities

- **IBM:** utiliza nueve pilares sistema y una ecuación que combina instrumentación, interconexión e inteligencia [39].
- **ITU:** definió indicadores claves de desempeño para Smart Cities consiguiendo que sean sostenibles [40].
- **UN Habit:** promueve el despliegue de la innovación tecnológica para lograr la sostenibilidad, la inclusión, la prosperidad y los derechos humanos [41].
- **Anthopoulos:** comparó ocho modelos y concluyó con una herramienta de modelado de siete ejes, que confirma las 6 dimensiones anteriores de la inteligencia ciudad y los amplía con coherencia en términos de equidad social y compromiso [42].
- **ISO:** ha propuesto un estándar para los servicios urbanos y la calidad de vida, como forma de medir el desarrollo sostenible de las Smart Cities [43].

- **Neirotti et al:** amplía las 6 dimensiones del modelado de Smart Cities con la incorporación de edificios inteligentes [44].
- **Lee et al:** presentó un marco para analizar las Smart Cities, centrándose en el aspecto de integración del crecimiento urbano. Algunos modelos de Smart Cities casi no tienen elementos superpuestos, mientras que los modelos ISO capturan una gran cantidad de aspectos. La amplitud de estos aspectos conduce a una falta de claridad del concepto. Sin embargo, existen 6 dimensiones que forman parte de la mayoría de los modelos; personas, gobierno, economía, movilidad, medio ambiente y vida [45].

1.4. Evaluación comparativa de Smart Cities

La evaluación comparativa tiene como objetivo comparar Smart Cities entre sí en función de diferentes conceptos y factores. La Tabla ??, suministra una descripción general de los enfoques comparativos para medir las Smart Cities desde diferentes perspectivas, como la sostenibilidad, el desempeño general de la ciudad, la resiliencia, la eficiencia del gobierno local, la competitividad urbana y la buena gobernanza urbana [46].

Respecto a las seis dimensiones de las Smart Cities, se ha identificado un modelo único con sus correspondientes indicadores para evaluar la inteligencia urbana. Dado el amplio alcance del campo, no sorprende que se hayan desarrollado muchos métodos de evaluación comparativa. Esto hace que sea difícil, si no imposible, comparar los resultados de las evaluaciones comparativas entre sí [47].

Tabla 1.2: Herramienta de evaluación comparativa para Smart Cities [38].

	Herramienta de evaluación comparativa	Descripción
Pires et al.	Indicadores Locales de Desarrollo Sostenible	Indicadores ECOXXI, agrupados en los siguientes sectores: Sostenible, Educación para el Desarrollo, Marina y Instituciones de Medio Ambiente Costero, Conservación de la Naturaleza y Biodiversidad, Planificación Forestal, Aire, Agua, Residuos, Energía, Transporte, Ruido, Agricultura, Turismo
Kourtit et al.	Índices de Medición del Desempeño de las Ciudades Globales	Economía, Investigación y Desarrollo, Interacción Cultural, Habitabilidad, Medio Ambiente, Accesibilidad.
Desouza and Flanery	Marco de Evaluación e Implementación de Ciudades Resilientes	Componentes de la ciudad: Recursos y Procesos (Físicos) Personas, Instituciones, Actividades (Sociales)
da Cruz y Marques	Cuadro de Mando de Gobierno Local Sostenible	Criterios Sociales, Económicos, Ambientales y de Gobierno
Singhal et al.	Parámetros de competitividad	Entorno Físico, Capital Social, Finanzas, Desarrollo, Inversión, Potencial de Usuario
UN Hábitat	Indicadores de Buena Gobernanza Urbana	Eficacia, Equidad, Participación, Rendición de Cuentas, Seguridad
Lazaroiu et al.	Modelo para calcular índices de "la Smart City"	Economía, Movilidad, Medio Ambiente, Personas, Vida, Gobernanza
Duarte et al.	Marco de Evaluación de la Ciudad Digital	Conectividad, accesibilidad y comunicabilidad

1.5. Recursos de una Smart City

Según el análisis del marco de la Smart City, los recursos de la ciudad se pueden agrupar en tres estructuras:

Superestructura (brainware): recursos institucionales, políticos y humanos encargados de organizar, gestionar y controlar los recursos tecnológicos [48].

Infraestructura (hardware): red digital, centro de datos e infraestructura informática que respalda los servicios de la ciudad [49].

Infoestructura (software): recursos tecnológicos relacionados con la gestión de aplicaciones, datos e información [50].

El desarrollo de una Smart City requiere de la integración de los tres tipos de recursos mencionados anteriormente, como se visualiza en la Tabla 1.3.

La superestructura es responsable de planificar y gestionar los recursos tecnológicos, la infraestructura proporciona la base física para el funcionamiento de los recursos tecnológicos y la estructura de información permite el intercambio y el análisis de datos e información. La integración de estos recursos permite a las ciudades mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, aumentar la eficiencia de los servicios públicos y reducir su impacto ambiental.

Tabla 1.3: Recursos de una Smart City.

Recursos	Características
Brainware (Cerebro) supraestructura	<ul style="list-style-type: none"> -Liderazgo: Voluntad política, visión, misión, estrategia y regulación -Planificación: Plan maestro, plan estratégico, hoja de ruta, anteproyecto, plan de acción y procedimiento estándar de operación. -Gobernanza: Gestión, arquitectura empresarial, medición del desempeño, auditoría y gestión del cambio -Modelo de negocios: optimización, proceso de integración y solución. -Experiencia del usuario: Comportamiento del usuario y participación del usuario. -Capital social: Crowdsourcing y financiación colectiva. -Marca: Marketing y promoción. -Co-creación de entidades: Comunidad, colaboración, triple hélice cooperación público-privada asociaciones y participación pública. -Apertura: Urbana y pro-actividad. -Objetivo del servicio; administración y entrega. -Servicio: organización, política, e innovación contextual.
Hardware (Infraestructura)	<ul style="list-style-type: none"> -Tecnología de la información (TI). -Tecnología inteligente móvil, virtual y tecnología verde. -Redes informáticas y TI infraestructura. -Acceso a internet de banda ancha, conexión y servicios. -Centro de datos, recuperación de datos centro y computación en la nube. -Herramientas de tecnología avanzada, diseño de sistema e infraestructura, instrumentación, interconexión, integración compatibilidad, interoperabilidad, integración, innovación y seguridad.
Software (Infoestructura)	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema de información (IS), aplicación, sistema operativo. -IS, aplicación y diseño de sistema, computación instrumentación, interconexión integración, compatibilidad, interoperabilidad, innovación y seguridad. -Privacidad y seguridad.

1.6. Las Tecnologías De La Información y Comunicación (TIC)

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se originan a partir de los avances científicos en los campos de la informática y las telecomunicaciones. Estas TIC constituyen el conjunto de tecnologías que posibilitan el acceso, producción, procesamiento y difusión de información en diversos formatos, como texto, imágenes, sonidos, entre otros, como son los teléfonos móviles, computadoras, televisores, etc. Uno de los aspectos más sobresalientes en el panorama de las nuevas tecnologías es, indiscutiblemente, la computadora y, más específicamente, Internet [51].

1.7. Tecnologías actualmente usadas en Smart Cities

1.7.1. Cámaras de seguridad

Las cámaras de seguridad tienen un rol importante dentro de la estructura de un Smart City. En la mayoría de los casos, estas cámaras pueden llegar a ser de una alta resolución para poder capturar imágenes y vídeos con un alto nivel de calidad. Hoy en día existen cámaras que incorporan tecnologías actuales [52].

Muchas de estas cámaras incorporan sistemas que permiten identificar placas de vehículos o personas que circulen dentro de su campo de visión. Estos recursos son utilizados para la seguridad y el control del tráfico, permitiendo así a las autoridades rastrear y gestionar el flujo de vehículos de una manera eficaz, ya sea para el control y seguridad de vehículos que cometen infracciones o delitos, o para la identificación de personas sospechosas o que cometan infracciones [53].

La implementación de cámaras de seguridad dentro de una Smart City permite que los temas de seguridad vial, prevención delictiva y una respuesta rápida en situaciones de emergencia sean abordados de una manera más eficaz. Este tipo de tecnologías se encuentran en una constante evolución, lo que significa que en el futuro tendremos avances muy significativos dentro de este campo [54].

1.7.2. Sensores de detección

Los sensores para la detección de automóviles tienen un rol fundamental dentro de una Smart City, ayudan a la gestión del tráfico dentro de carreteras y calles, esto permite que las autoridades tomen decisiones para optimizar la circulación vehicular. Existen varios tipos de estos sensores:

- Sensores magnéticos:

Son efectivos para detectar vehículos en movimiento o detenidos. Utilizan campos magnéticos para detectar la presencia de vehículos metálicos [55].

- Sensores inductivos: Funcionan detectando cambios en los campos electromagnéticos cuando un vehículo pasa sobre ellos. Utilizados en semáforos y sistemas de control de tráfico, se pueden instalar bajo el pavimento [55].

- Sensores ultrasónicos: Los sensores ultrasónicos emiten ondas de sonido y miden el tiempo que tarda en reflejarse en un objeto, lo que permite determinar la distancia a un vehículo [56].

- Sensores infrarrojos: Los sensores infrarrojos detectan la presencia de vehículos mediante la medición de la radiación infrarroja emitida por los objetos. Son eficaces para la detección de peatones en cruces de peatones [57].

1.7.3. Tecnología GPS

Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) también tienen un papel importante dentro de las Smart Cities para la gestión de tráfico, navegación y gestión. Navegación: Dentro del ámbito de la navegación el GPS permite a los ciudadanos y turistas movilizarse dentro la ciudad de una manera eficiente y rápida, mediante aplicativos móviles que muestran las rutas más rápidas, estimaciones del tiempo del viaje, etc. Seguimiento: Dentro de las Smart Cities se usan los GPS para el seguimiento y supervisión de vehículos de transporte público, recolección de residuos, entre otros. De esta manera, permite una mejor gestión de dichos recursos [58].

1.7.4. Internet de las cosas (IoT)

Internet de las cosas (IoT) hace referencia a la tecnología que conecta objetos con dispositivos cotidianos a internet, y que interactúan permitiendo el intercambio de datos y realizando acciones automatizadas, dando paso a una interconexión de una amplia variedad de objetos físicos a través del internet. Por lo general, los objetos cuentan con sensores y actuadores que pueden recopilar datos del entorno, entre ellos: ubicación, movimiento, humedad, temperatura, etc. A partir de esta información se toman acciones automatizadas, como variar la luz, la temperatura o enviar alertas de seguridad [59].

- Conexión de dispositivos:

El IoT conlleva la conexión de una amplia gama de dispositivos, desde electrodomésticos, vehículos hasta sensores industriales y dispositivos médicos, estos dispositivos son capaces de comunicarse entre sí. Sensores y recopilación de datos: Los dispositivos IoT por lo general llevan integrados sensores que recopilan datos, como movimiento, luz, humedad, ubicación, etc. Dichos datos son enviados a través de la red [60].

- Comunicación

Para la transmisión de los datos recolectados existen una serie de tecnologías de comunicación entre ellas: Wifi, Bluetooth, 4G/5G, Zigbee, y LPWAN la elección del medio de transmisión siempre dependerá de la aplicación que el usuario tenga [61].

- Automatización

La característica principal del IoT llega a ser el poder automatizar procesos o acciones a base de los datos recopilados, como podría llegar a ser: Un sistema de luces que se ajustará para encenderse en ciertos días y ciertas horas en las que los propietarios no se encuentren, al igual que dependiendo de la hora del día, se puedan cerrar o abrir las persianas de ciertas áreas de la casa, todas estas acciones serían a preferencia del usuario [62].

- Plataformas en la nube

Los datos que se llegan a recopilar son almacenados y procesados en plataformas dentro de la nube, ya que esto nos permite el acceso a esta información desde cualquier lugar en cualquier momento del día, y con base en esta información el usuario podrá tomar acciones [63].

1.8. Movilidad urbana

En diferentes lugares del mundo, numerosas ciudades han emprendido iniciativas exitosas con el fin de optimizar la movilidad urbana. Este esfuerzo por mejorar la movilidad urbana no solo ha generado beneficios tangibles para los habitantes de estas ciudades, sino que también ha tenido un impacto positivo en la calidad de vida, la sostenibilidad y el desarrollo económico local.

- Hong Kong, China

El sistema Octopus Card es una tarjeta inteligente que se utiliza para el transporte público como autobuses, metro, ferries y tranvías, y a su vez también puede ser utilizada en tiendas y restaurantes [64].

- Amsterdam, Países Bajos

Maneja la tarjeta llamada OV-chipkaart para que los pasajeros puedan acceder a trenes, tranvías, autobuses y metros. Esta tarjeta puede ser cargada con crédito y utilizarse para viajar sin problemas [65].

- Dubái, Emiratos Árabes Unidos

Este país tiene la tarjeta Nol Card para acceder al transporte público, como el metro, tranvía, autobús y taxis acuáticos. Los usuarios tienen la posibilidad de recargar estas tarjetas y verificar el saldo disponible en línea [66].

- Londres, Reino Unido

La ciudad ha implementado el sistema Oyster Card, que es una tarjeta inteligente que permite a los pasajeros acceder a los diferentes medios de transporte público, como el autobús, tranvía, metro y tren. Los pasajeros tienen la posibilidad de recargar sus tarjetas y usarlas en todo el sistema de transporte público [67].

1.9. Tecnologías actualmente usadas en sistemas integrados de transporte

1.9.1. Tecnología RFID

La tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es un sistema de comunicación inalámbrica que permite la identificación y el seguimiento de objetos. Esta tecnología se basa en la comunicación entre un lector y una etiqueta o transpondedor, que contiene información digital y se encuentra en el objeto que se desea identificar [68].

- Etiqueta RFID

Las etiquetas RFID están compuestas de un microchip y una antena que permite la comunicación inalámbrica. El microchip permite almacenar información y las antenas mediante ondas de radio permiten la comunicación con un lector [69].

- Lector RFID (interrogador)

El lector RFID es un emisor de radiofrecuencia que permite la comunicación con las etiquetas; pueden ser unidades fijas o portátiles. El lector envía una señal para activar las etiquetas cercanas [70].

- Activación de la etiqueta

Cuando una etiqueta RFID se halla dentro del alcance del lector y es alcanzada por la señal de radiofrecuencia, esta entra en estado de activación. Las etiquetas pasivas, en particular, carecen de una fuente de alimentación interna y obtienen la energía necesaria directamente de la señal emitida por el lector [71].

- Comunicación

Una vez activada, la etiqueta RFID procede a responder mediante la transmisión de la información previamente almacenada en su microchip. Esta información abarca desde un número de serie único hasta datos específicos de interés. La etiqueta envía estos datos de vuelta al lector a través de la señal de radiofrecuencia [72].

- Recepción y procesamiento de datos

El lector RFID se encarga de capturar la información entregada por la etiqueta y esta se envía a un software para procesarla. Esta información puede ser empleada en diferentes ámbitos como sistemas de pago sin contacto, registro de asistencia, entre otras [73].

- Acción o registro

El registro siempre dependerá de la aplicación que el usuario necesite, si es una etiqueta para el seguimiento de inventario, dicho sistema podrá actualizar el inventario en tiempo real, por otro lado, si se trata de un sistema de acceso, el sistema será el encargado de permitir o denegar el acceso [74].

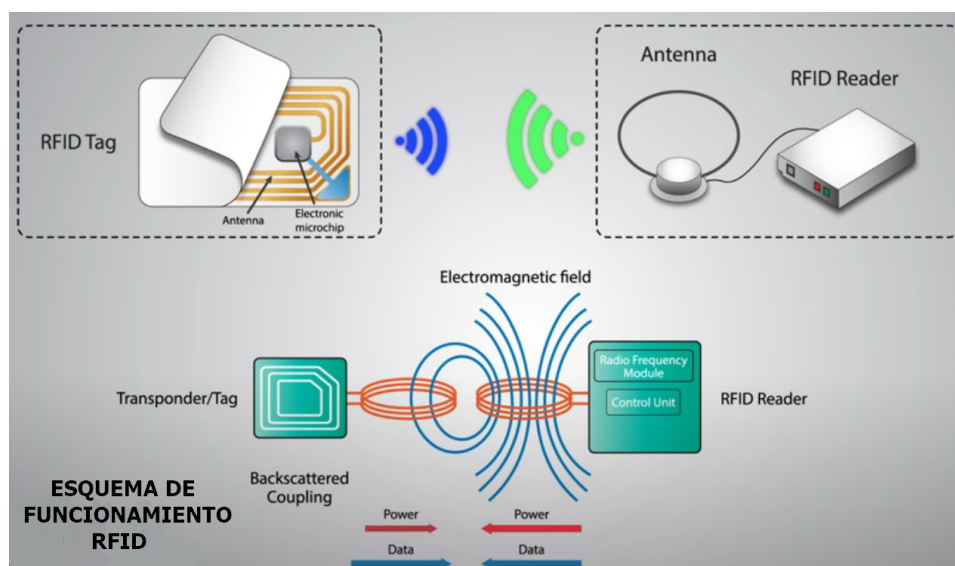


Figura 1.2: Esquema de Funcionamiento RFID [75].

1.10. Dispositivos de lectura y tarjetas RFID

1.10.1. Tarjetas RFID

Las tarjetas RFID, también conocidas como tarjetas de Identificación por Radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), constituyen dispositivos ingeniosos que incorporan un microchip y una antena que les confiere la capacidad de establecer comunicación inalámbrica con lectores RFID. Estas tarjetas han demostrado ser una

solución efectiva para la identificación y rastreo de objetos, activos o individuos sin la necesidad de establecer contacto físico directo.

Las tarjetas RFID pueden presentarse en diversas formas, desde tarjetas de plástico con similitud a las tarjetas de crédito, etiquetas adhesivas, tarjetas de acceso o llaveros, hasta incluso estar integradas en objetos o productos. Se dividen principalmente en dos categorías:

- Tarjetas RFID pasivas:

Las tarjetas RFID pasivas no tienen una fuente de alimentación interna, lo que significa que no requieren batería. Obtienen la energía necesaria para funcionar del lector RFID cuando este emite una señal de radiofrecuencia. Cuando una tarjeta RFID pasiva se expone a la señal del lector, responde transmitiendo su información almacenada [76].

- Tarjetas RFID activas:

Las tarjetas RFID activas, en cambio, cuentan con su propia fuente de alimentación, generalmente una batería. Esto les permite comunicarse de manera más independiente y a mayores distancias en comparación con las tarjetas pasivas. Las tarjetas RFID activas suelen utilizarse en aplicaciones que requieren un rango de lectura más amplio y una comunicación más constante [76].

1.10.2. Tipos de tarjetas RFID

- Tarjetas RFID pasivas UHF

Estas tarjetas operan en la frecuencia ultra alta (UHF) y son ideales para aplicaciones que requieren un amplio rango de lectura, como el seguimiento de activos en almacenes o el control de acceso a estacionamientos. Se utilizan comúnmente en la logística y la gestión de inventario.

- Tarjetas RFID pasivas HF

Funcionan en la frecuencia alta (HF) y se emplean en aplicaciones de control de acceso, identificación de empleados y sistemas de pago sin contacto, como las

tarjetas utilizadas en el transporte público.

- Tarjetas RFID pasivas LF

Operan en la frecuencia baja (LF) y se utilizan en aplicaciones que van desde el control de acceso hasta el seguimiento de animales, como los microchips para mascotas.

- Tarjetas RFID activas

Estas tarjetas cuentan con una fuente de alimentación interna, generalmente una batería, lo que les permite una comunicación autónoma y un mayor alcance en comparación con las tarjetas pasivas. Son adecuadas para aplicaciones de seguimiento a largo plazo de activos y sistemas de gestión de flotas.

- Tarjetas RFID de baja frecuencia de campo cercano (NFC)

Estas tarjetas son una variante de las tarjetas LF y son comunes en aplicaciones de pago sin contacto, como tarjetas de crédito con tecnología NFC o dispositivos móviles que admiten pagos con el teléfono.

- Tarjetas RFID de alta frecuencia de campo cercano (NFC)

Estas tarjetas también operan en la frecuencia alta y se utilizan ampliamente en aplicaciones de acceso seguro, como las tarjetas de acceso a edificios y sistemas de pago móvil.

- Tarjetas RFID de largo alcance

Estas tarjetas están diseñadas para aplicaciones que requieren un amplio rango de lectura, como el seguimiento de vehículos en carreteras de peaje o la gestión de flotas.

- Tarjetas RFID para control de acceso

Estas tarjetas se diseñan específicamente para controlar el acceso a edificios, habitaciones o áreas seguras y suelen ser compatibles con lectores de acceso.

- Tarjetas RFID de identificación de empleados

Se utilizan comúnmente en entornos empresariales para identificar a los empleados, a menudo incluyendo información como el nombre, número de empleado y foto.

- Tarjetas RFID de pago sin contacto

Estas tarjetas se emplean en sistemas de pago sin contacto, como tarjetas de crédito contactless y aplicaciones de billetera móvil [77].

1.10.3. Dispositivos de lectura para tarjetas RFID

- Lectores RFID fijos

Estos lectores se instalan en un lugar permanente, como en una puerta o en un punto de entrada, y son ideales para el control de acceso y la gestión de inventario en almacenes.

- Lectores RFID portátiles

Estos dispositivos son compactos y móviles, lo que los hace adecuados para aplicaciones de inventario en campo y seguimiento de activos en movimiento.

- Lectores RFID de largo alcance

Diseñados para aplicaciones que requieren un amplio rango de lectura, como el seguimiento de vehículos en carreteras de peaje o la gestión de flotas.

- Lectores RFID de baja frecuencia de campo cercano (NFC)

Estos lectores son ideales para aplicaciones de pago sin contacto y acceso seguro a edificios y áreas restringidas.

- Lectores RFID de alta frecuencia de campo cercano (NFC)

Utilizados en sistemas de acceso seguro, como tarjetas de acceso a edificios y sistemas de pago móvil [78].

- Lectores RFID industriales

Diseñados para entornos industriales y de fabricación, estos lectores son robustos y resistentes a condiciones adversas, como temperaturas extremas, vibraciones, polvo y humedad.

- **Lectores RFID de mano**

Dispositivos portátiles que se sostienen con la mano y son útiles para aplicaciones de inventario y seguimiento en terreno [79].

Capítulo 2

Marco Metodológico

Para el desarrollo de este proyecto partimos en primera instancia por una revisión literaria sobre los diferentes modelos de Smart Cities que se han aplicado en diferentes partes del mundo, y a la vez partimos con el levantamiento del terreno donde se implementaría el proyecto, para así poder tener un modelo manejable en un software y poder tener las herramientas necesarias para el diseño de los diferentes sistemas dentro del parque.

2.1. Planificación para el desarrollo del proyecto

En primera instancia, se definió una serie de etapas cruciales para dirigir el desarrollo de este proyecto. Estas etapas abarcan una planificación detallada de las actividades específicas a llevar a cabo en cada fase del proceso, como lo podemos observar la Figura 2.1.

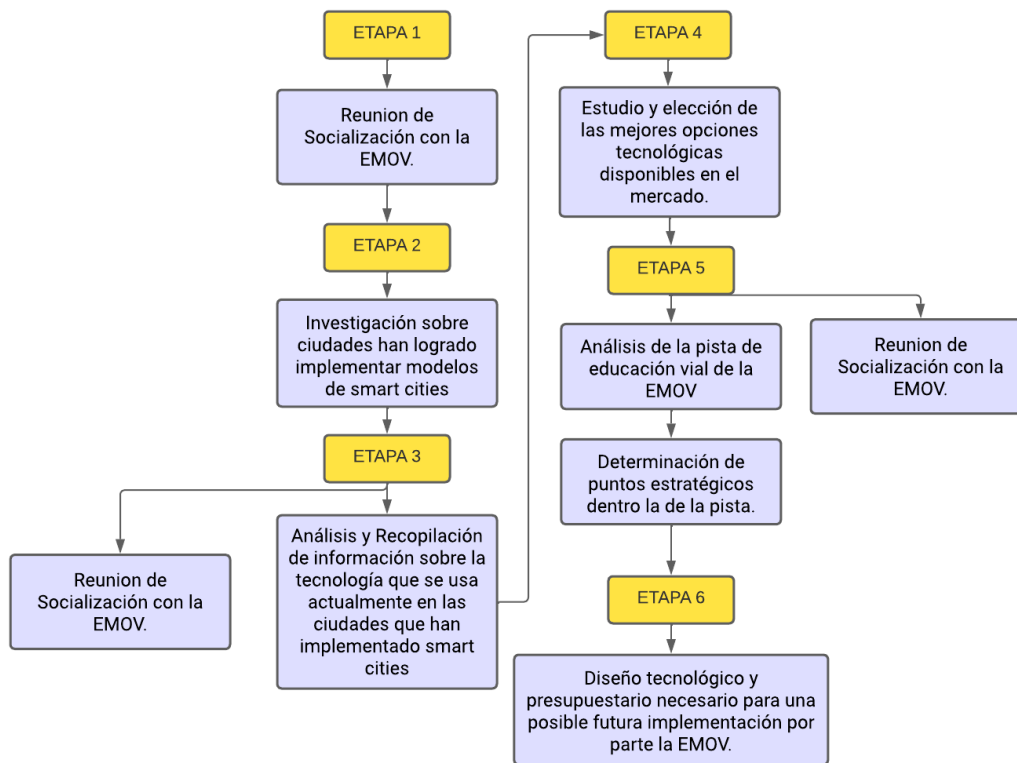


Figura 2.1: Etapas para el desarrollo de la propuesta tecnológica.

2.1.1. Estructura de Smart City a aplicar en la pista de edificación vial

En la Figura 2.2, podemos observar los niveles que comprende la planificación de una Smart City.

Cerebro urbano	Planificación	Gobernanza Urbana	
		EMOV	
		*Planificación *Gestión *Coordinación	
Software	Plataforma IoT	Tecnologías disponibles a usar	*Wifi *Bluetooth *Zigbee *Lora *Protocolo MWTT
Hardware	Insumos Tecnológicos	*Semaforos *Paradas inteligentes *Integración de servicios de transporte público (tecnología RFID)	*Cámaras de seguridad *Sensores

Figura 2.2: Estructura para el desarrollo de una Smart City.

2.2. Superestructura (brainware)

La gobernanza de la ciudad de Cuenca se refiere al conjunto de actores, procesos e instituciones que trabajan juntos para gestionar la ciudad, como se observa en la Figura 2.3. La Supraestructura aplicada a nuestra propuesta es un elemento esencial para el correcto desarrollo y funcionamiento del parque vial.

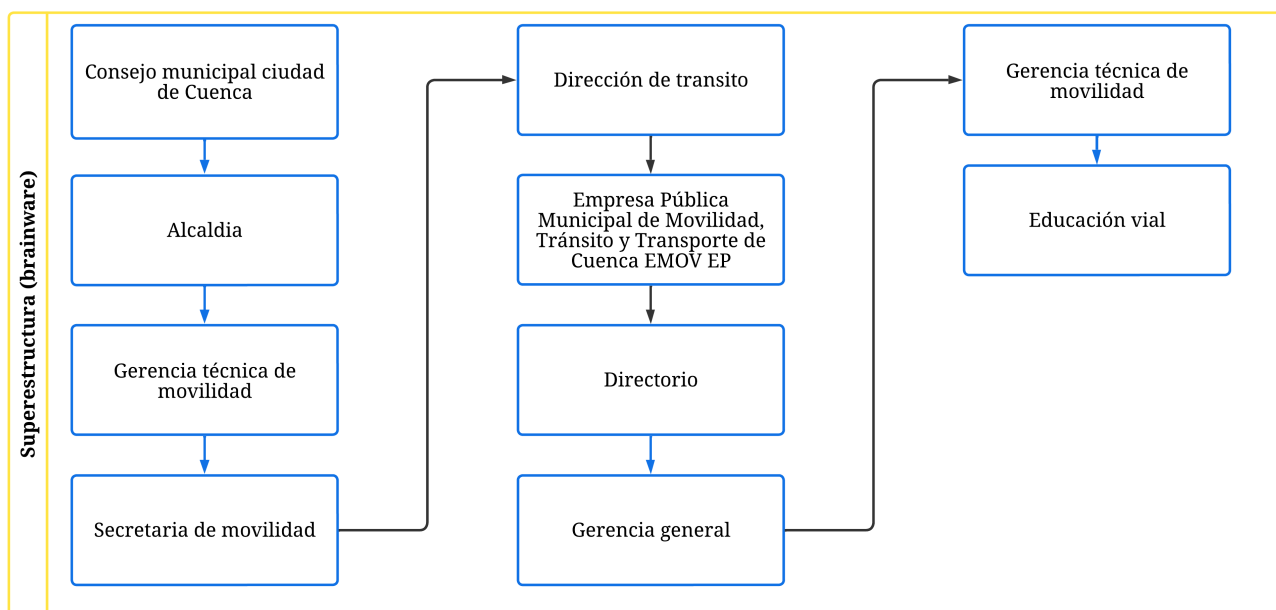


Figura 2.3: Supraestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.

La Supraestructura es encabezada por la Municipalidad de la ciudad de Cuenca, en la cual la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca EMOV EP es la encargada de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de Cuenca a través de un sistema de movilidad eficiente, seguro, sostenible e inclusivo. Para lograr este objetivo, uno de los enfoques de la EMOV EP es educar a la ciudadanía sobre seguridad vial y buenas prácticas de movilidad.

A continuación se proponen algunos aspectos claves por parte de la EMOV para una correcta planificación del parque vial:

- **Planificación Estratégica:**

La EMOV puede utilizar los datos recopilados y su futuro análisis para que tanto la ciudad como la misma institución puedan tomar decisiones informadas

sobre la inversión vial a futuro.

■ **Gestión Eficiente:**

Optimizar la gestión del tráfico mediante tecnologías inteligentes como la integración de los modos de transporte.

Actualizar y mejorar las tecnologías existentes en el parque vial puede ofrecer a sus usuarios una experiencia de aprendizaje más enriquecedora y efectiva, preparándolos para aprovechar al máximo las tecnologías emergentes.

■ **Seguridad Vial:**

Tratar de reducir los accidentes de tránsito a futuro mediante la educación vial y la aplicación de la ley.

Intentar inculcar a los niños hábitos responsables en entornos viales nos ayuda a que los niños que comprenden y siguen las reglas de seguridad vial tengan menos probabilidades de verse involucrados en accidentes de tráfico.

■ **Sostenibilidad Ambiental:**

Fomentar la creación de espacios verdes y zonas peatonales.

Incentivar el uso de transporte sostenible en la ciudad.

Motivar el uso de transportes compartidos.

2.3. Infraestructura (hardware)

La infraestructura o hardware de nuestra propuesta del parque vial comprenden todos los recursos tecnológicos relacionados con la gestión de aplicaciones, datos e información que se verán involucrados, como se muestra en la Figura 2.4.

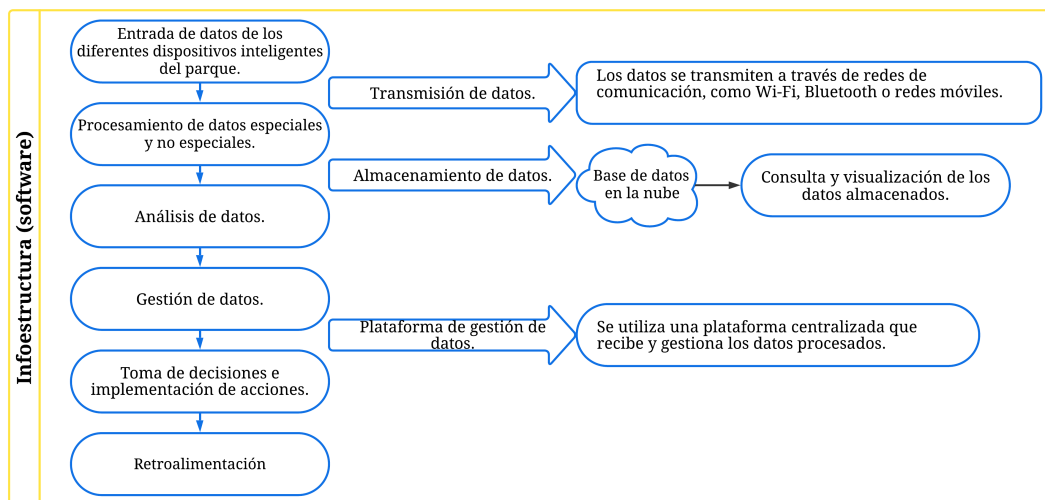


Figura 2.4: Infraestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.

Como se muestra en la Figura 2.5, el hardware relacionado con nuestra propuesta va a constar de diferentes niveles o capas y cómo se buscaría que fuera aplicada en el parque vial.

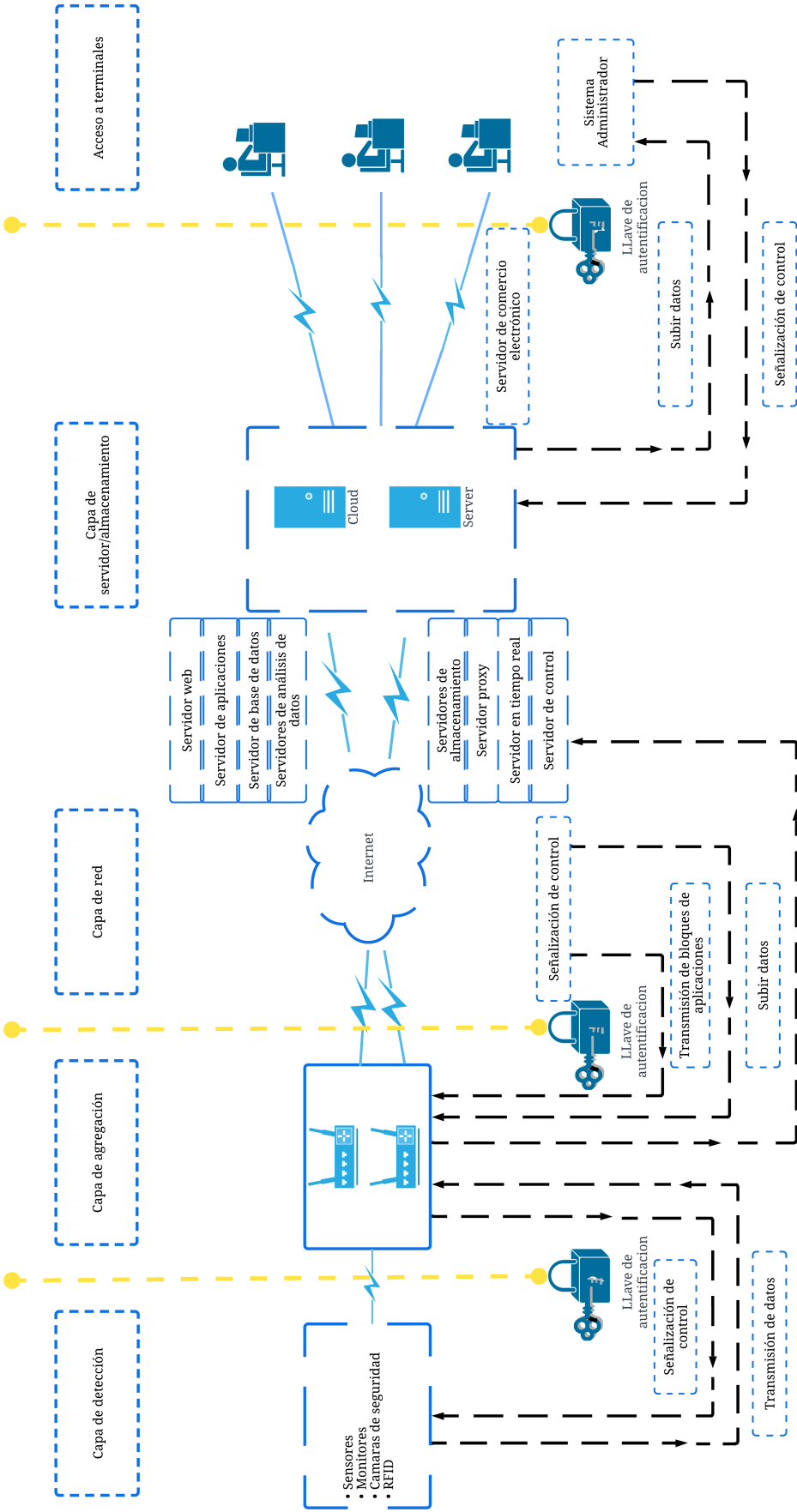


Figura 2.5: Diagrama de flujo aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.

2.3.1. Capa de detección

La capa de detección en el parque vial es fundamental para la toma de decisiones y la gestión eficiente de los recursos. Es la responsable de recolectar datos en tiempo real del entorno vial a través de una amplia red de sensores y dispositivos interconectados.

Nuestra propuesta consta con sensores ambientales que nos ayudarán a medir la intensidad de la radiación ultravioleta (UV) proveniente del sol o de fuentes artificiales y también los cambios de temperatura que proviene de la variación en el aire o del agua. Con estos datos se intenta que las personas que utilicen el parque vial tomen las debidas precauciones dependiendo de los resultados obtenidos de dichos sensores.

2.3.2. Capa de agregación

La capa de agregación del parque vial es el centro neurálgico de la información. Es donde se reúnen, procesan y preparan los datos provenientes de la capa de detección para ser utilizados por otras capas o aplicaciones.

Para un mejor entendimiento, la capa de detección se imagina como los ojos y oídos de la ciudad (sensores, cámaras), que recolectan constantemente información en bruto. La capa de agregación sería el cerebro, que toma esos datos y los transforma en algo significativo. Esta parte aplicada a nuestra propuesta iniciaría por los datos reunidos por los sensores y lectores RFID, en la parte de agregación, estos se les separan en significativos y no significativos.

2.3.3. Capa de red

Es el sistema circular que permite que la información fluya entre diferentes dispositivos y subsistemas. Los datos recopilados por los sensores (capa de detección) en el parque se transmiten de manera confiable y eficiente a una plataforma central donde se procesan y analizan.

Existen funciones clave de la capa de red para que la información circule de una manera correcta:

- **Comunicación:** Establece conectividad entre diversos dispositivos que forman

parte de una Smart City, como sensores, cámaras y lectores RFID.

- **Enrutamiento:** Selecciona la ruta más óptima para enviar datos desde una fuente (sensor) a un destino (plataforma central).
- **Seguridad:** Protege los datos contra el acceso no autorizado, filtraciones y la modificación de los mismos durante su transmisión.
- **Garantiza** que los datos lleguen a su destino completamente sin errores.

Para que la capa de red pueda lograr que estas funciones trabajen de manera eficiente, se puede basar en una variedad de tecnologías, que incluyen:

- **Redes inalámbricas:** Tecnologías como WiFi, Zigbee, LoRaWAN y celulares permiten que los dispositivos se conecten a redes sin cables.
- **Red de Fibra Óptica:** ofrece alta capacidad de transmisión y es ideal para transferir grandes cantidades de datos.
- **Protocolo de red:** TCP/IP es el protocolo más utilizado para la comunicación en Internet y también se utiliza en Smart Cities.
- **Dispositivos de red:** Los enrutadores, conmutadores y firewalls son esenciales para enrutar, filtrar y proteger el tráfico de red.

2.3.4. Capa de almacenamiento/servidor

La capa de almacenamiento/servidor es la columna vertebral del parque, ya que almacena y procesa la gran cantidad de datos que se generan en tiempo real por los diferentes sensores y dispositivos de la ciudad. Es la base fundamental para la toma de decisiones inteligentes y la gestión eficiente de los recursos.

Esta capa se compone de dos elementos principales:

Almacenamiento:

Se optó el almacenamiento en la nube del proveedor Amazon Web Service (AWS), nos decantamos por este tipo de almacenamiento ya que ofrece una serie

de ventajas sobre el almacenamiento tradicional, como menores costes, mayor accesibilidad, seguridad mejorada, escalabilidad y flexibilidad.

Servidores:

Los servidores son una parte importante, puesto que procesan los datos recopilados por los sensores y dispositivos, ejecutan aplicaciones que permiten la gestión y el análisis de los datos y proporcionan acceso a los datos a los diferentes usuarios y sistemas.

Los servidores que se utilizan en una Smart City dependen de los requisitos específicos de la ciudad, en nuestro caso, los requisitos del parque vial y de las aplicaciones que se ejecutan.

- **Servidores web:** Nos proporciona información y servicios a los usuarios del parque, además, aloja los sitios web y aplicaciones web del parque vial.
- **Servidores de aplicaciones:** Ejecutan las aplicaciones que gestionan los diferentes servicios del parque y procesan datos en tiempo real generando información útil para la toma de decisiones.
- **Servidores de bases de datos:** Almacenan los datos generados por los diferentes sensores y dispositivos del parque y nos permiten el análisis de dichos datos para obtener información del parque.
- **Servidores de análisis de datos:** Procesan y analizan los datos en tiempo real para obtener información útil para la gestión del parque. Permiten la detección de patrones y tendencias que pueden ayudar a mejorar la eficiencia de los servicios de la ciudad.
- **Servidores de almacenamiento:** Almacenan grandes cantidades de datos generados por el parque y nos permiten el acceso a los datos por parte de los diferentes usuarios y sistemas.
- **Servidores proxy:** Actúa como intermediario entre los dispositivos de la ciudad y los servidores remotos. Su función principal es mejorar la seguridad, el rendimiento y la eficiencia de la red en el parque.

- **Servidores en tiempo real:** Está diseñado para procesar y responder a las solicitudes de manera inmediata, en el menor tiempo posible, generalmente en milisegundos o microsegundos. Este servidor permite tomar decisiones rápidas y eficientes para optimizar la gestión del parque.
- **Servidores de control:** Actúa como el cerebro central de la infraestructura tecnológica. Su función principal es coordinar y controlar los diferentes sistemas y dispositivos que forman parte del parque vial.

2.3.5. Acceso a terminales

El acceso a terminales aplicado al parque vial se refiere a la capacidad de los usuarios y la administración de interactuar con los diferentes sistemas y dispositivos que forman parte de la infraestructura del parque.

2.4. Infoestructura (software)

En la Figura 2.6, podemos observar los niveles que comprende la planificación de una Smart City.

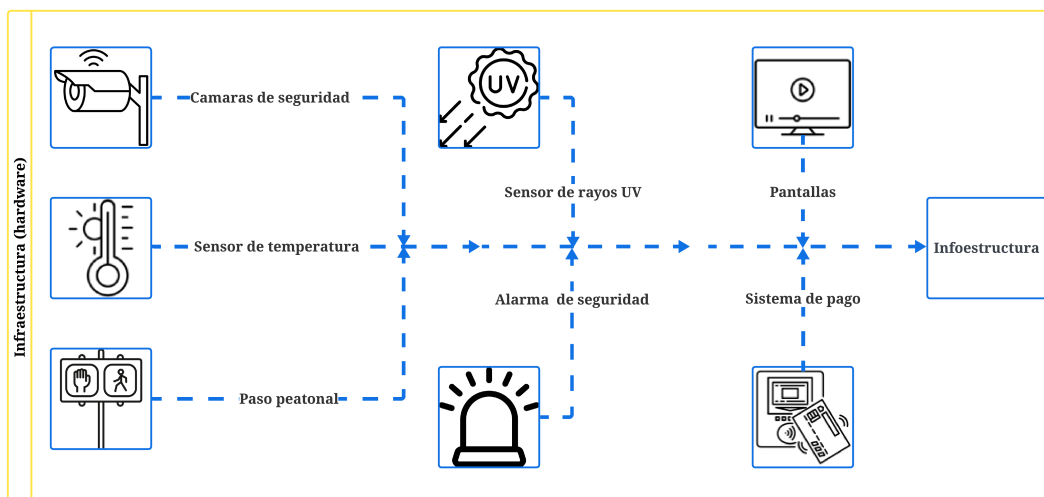


Figura 2.6: Infoestructura aplicada al parque vial en la ciudad de Cuenca.

2.4.1. Levantamiento del terreno

Para llevar a cabo este proyecto de manera efectiva, se inició con un exhaustivo levantamiento de información sobre las diferentes zonas que ya se encontraban establecidas dentro de la pista de educación vial, tal como lo podemos ver en la Tabla 2.1. Este proceso implicó la recopilación de datos detallados sobre cada zona, incluyendo su ubicación, dimensiones, características principales. Este análisis proporcionó una comprensión completa del entorno existente, lo que fue fundamental para el diseño y la implementación exitosa de las mejoras planificadas.

Tabla 2.1: Categorización de diferentes zonas.

Cantidad	Zonas
1	Rotonda
1	Ciclovia
1	Tranvia
1	Parada de tranvia
1	Hospital
3	Paradas de bus
1	Estación de bicicleta
6	Semáforos vehiculares

2.4.2. Elaboración del plano topográfico del terreno

Después de recopilar información detallada sobre las distintas zonas presentes en el área de estudio, se inició un proceso de medición del terreno en colaboración con un arquitecto. Este proceso implicó realizar mediciones precisas y sistemáticas en puntos estratégicos del terreno, como lo podemos observar en la Figura 2.7.

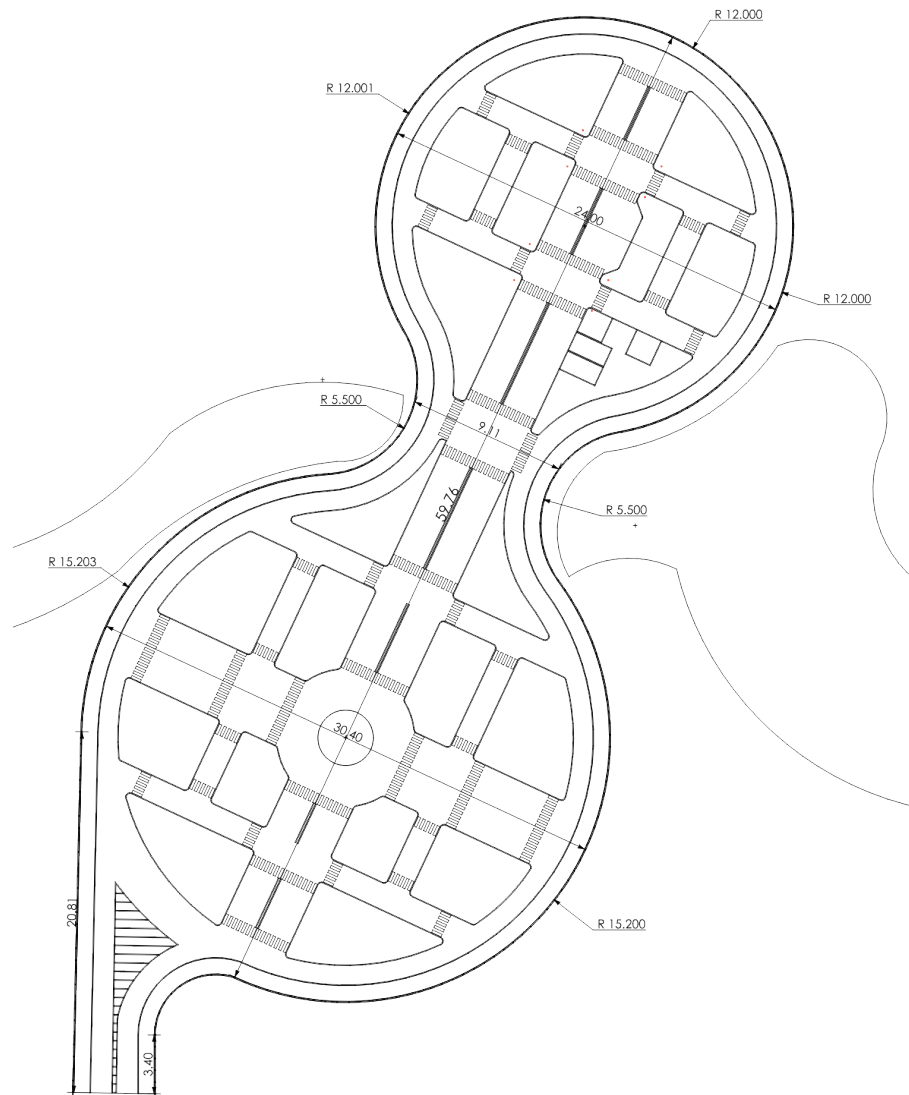


Figura 2.7: Plano Topográfico de la pista de educación vial.

2.4.3. Elaboración de un diseño renderizado detallando las vías principales.

Después de recopilar y procesar la información necesaria para la elaboración del plano topográfico, avanzamos hacia la siguiente etapa del proyecto, que implica la utilización del software Lumion. Este software nos permite dar vida al plano topográfico mediante la creación de un modelo renderizado tridimensional. Con

Lumion, podemos agregar detalles realistas al terreno, como texturas, vegetación y elementos arquitectónicos, para crear una representación visual precisa como se indica en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Renderizado del Terreno.

La imagen renderizada nos ayudará a manejar de manera adecuada la ubicación de las vías y los puntos estratégicos para el desarrollo de nuestra propuesta.

2.5. Propuesta de automatización

Una vez que hemos identificado las distintas áreas dentro de la pista de educación vial, avanzamos con la elaboración de una propuesta tecnológica destinada a optimizar los espacios existentes y a crear nuevos espacios adaptados a las necesidades educativas y tecnológicas, tal y como lo vemos en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Propuesta tecnológica para la pista de educación vial.

Zonas	Propuesta Tecnológica
Paradas de Autobus	Paradas inteligentes con pantalla informativas, con sensores de clima, incidencia UV, altavoces.
Paradas de Tranvia	Pantalla informativa, Sistemas de cobro unificado, altavoces.
Parada de Bicicletas	Sistema de cobro unificado, sistema magnético para liberación de bicicletas.
Autobus	Sistemas de cobro unificado
Hospital	Pantalla informativa, altavoces
Bomberos	Pantalla táctil para juego interactivo, altavoces
Policia	Pantalla informativa, altavoces, botón de pánico
ECU-911	Pantalla táctil para juego interactivo.
Transito	Pantalla informativa, radares de velocidad informativo.
Pista	Cámaras de seguridad
Pista	Estación de Verificación de saldo en tarjetas de cobro

2.6. Diseño del plano de red en el software Cisco Packet Tracer

Se creó el plano de red del terreno en Cisco Packet Tracer con el fin de obtener un modelo editable que nos permita elaborar los planos de conexión para visualizar el flujo de datos como lo representamos en la Figura 2.9.



Figura 2.9: Diseño en Cisco Packet Tracer del mapa de red.

2.7. Boceto del terreno en el software AutoCad

Se realizó un dibujo detallado del terreno utilizando Autocad, con el propósito de obtener un modelo editable que facilite la elaboración de los planos de conexión, tanto eléctricos como electrónicos. Este dibujo proporciona una representación precisa y detallada del terreno, lo que permite visualizar claramente la disposición de los elementos y la distribución de los sistemas eléctricos y electrónicos. Esta representación en Autocad nos brinda la capacidad de realizar modificaciones y ajustes según sea necesario, asegurando que los planos de conexión estén completamente alineados con las especificaciones y requisitos del proyecto. La Figura 2.10, muestra este proceso de dibujo del terreno en Autocad, proporcionando una visualización de la estructura y la organización de los planos de conexión.

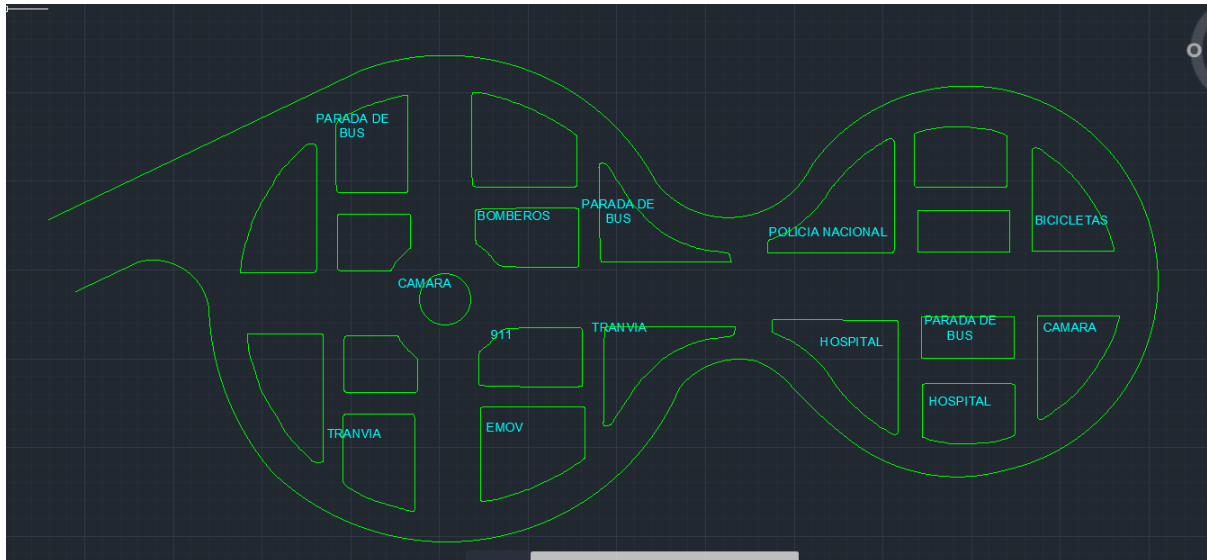


Figura 2.10: Diseño en AutoCad del terreno con sus respectivas zonas identificadas.

2.8. Pantallas Full HD alta definición

Los niños tienen la capacidad natural de absorber conocimientos a través de la observación y la experiencia sensorial. Los vídeos son una herramienta fantástica para facilitar el aprendizaje. Los vídeos captan la atención de los niños y les ayudan a comprender conceptos de manera más efectiva al proporcionarles estímulos visuales y auditivos, como podemos ver la Figura 2.11, la pantalla siendo utilizada en un ambiente exterior.



Figura 2.11: Pantalla Full HD para exterior [80].

2.8.1. Dimensiones del equipo

Como podemos observar en la Figura 2.12, tenemos las dimensiones del equipo, del marco metálico, así como de su pantalla.

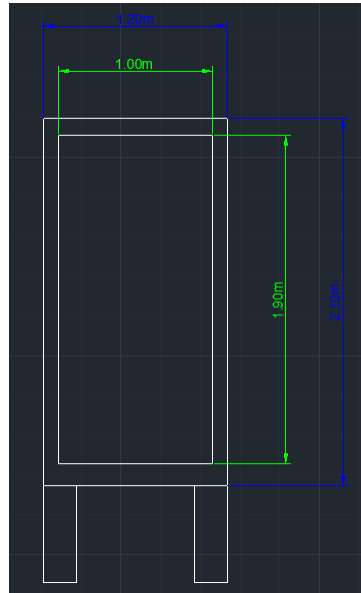


Figura 2.12: Dimensiones de pantalla Full HD.

A continuación en la Figura 2.13, se visualiza la imagen del gabinete modular P5 exterior.



Figura 2.13: Gabinete modular.

2.8.2. Rango visual

Las pantallas que hemos decidido utilizar son de la empresa Mundo Elektro, estas pantallas tienen una resolución Pixeles: 192 Px * 384 Px, por lo que nos permite un rango de visión al pixelaje P5, como lo podemos observar en la Figura 2.14, esto

implica que a medida que el número después de la "P" disminuye, la densidad de píxeles en la pantalla aumenta, lo que resulta en una mayor resolución.

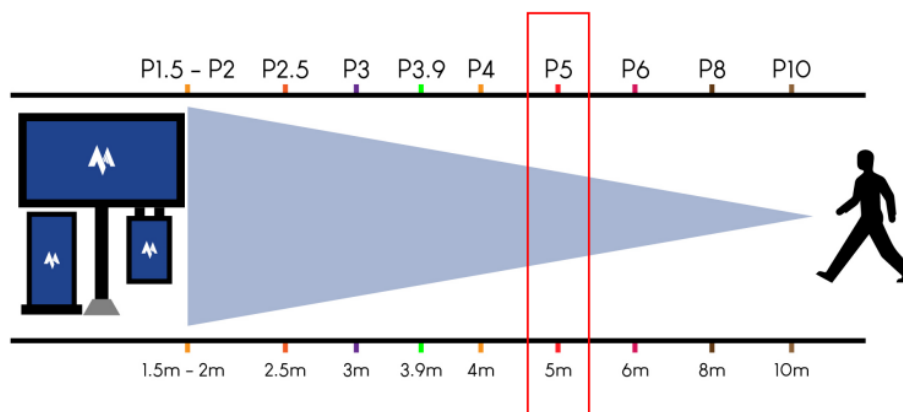


Figura 2.14: Rango de visión al pixelaje P5 [80].

2.8.3. Especificaciones técnicas del equipo

Como podemos observar en la Tabla 2.3, tenemos algunas de las características principales de este equipo.

Tabla 2.3: Especificaciones técnicas.

	Características
Definición	Pixel SMD P5
Resolución	192*384
Alimentación	110v/220v
Estructura	Metalica

2.9. Cámaras de seguridad

Para la seguridad y control de este parque se ha planteado la instalación de unas cámaras de seguridad, para este caso, hemos elegido una de las mejores marcas que es Hikvision, como lo podemos ver en la Figura 2.15, es el modelo TandemVu 8-inch Panoramic 4 MP 42X DarkFighter Network Speed Dome. Las cámaras TandemVu PTZ de Hikvision representan la vanguardia en diseño de cámaras de seguridad, al integrar múltiples lentes en una sola unidad. Esta innovación

permite capturar imágenes amplias y detalles precisos de manera simultánea. Con esta avanzada tecnología, las nuevas cámaras TandemVu PTZ de Hikvision ofrecen una visión panorámica incluso durante movimientos de panorámica, inclinación y zoom. Los usuarios disfrutarán de una visión completa en todo momento, lo que les brinda un entendimiento completo de la situación desde el momento en que la cámara se configura.



Figura 2.15: TandemVu 8-inch Panoramic 4 MP 42X DarkFighter Network Speed Dome [81].

La sinergia de múltiples lentes ofrece panoramas sobre extensos sitios con vistas detalladas y ampliadas al mismo tiempo.

- Vista súper amplia: el canal panorámico admite una vista ultra ancha de 180°.
- Enlace inteligente: detección automática de objetivos a través del canal panorámico con seguimiento instantáneo de objetivos a través del canal PTZ.

Para la oscuridad la tecnología ColorVu y DarkFighter

- ColorVu: proporciona imágenes a color durante la noche con una lente fija F1.0, que deja entrar la mayor cantidad de luz posible.
- DarkFighter: Gira, inclina y haz zoom para obtener detalles vívidos incluso con poca luz.

2.9.1. Inteligencia conmutable

La inteligencia implementada en esta cámara es uno de sus puntos más fuertes. A continuación detallamos la tecnología implementada en esta cámara. Como podemos observar en la Figura 2.16, es un ejemplo de la tecnología conmutable.

- **Protección perimetral**

- **Detección de personas y vehículos**

Esta tecnología emplea algoritmos sofisticados de análisis de vídeo para identificar patrones distintivos de personas y vehículos, lo que permite filtrar alertas y eventos pertinentes y optimizar así la eficacia de la vigilancia.

- **Auto tracking 3.0**

Seguimiento automático de objetos en movimiento dentro de un área de vigilancia. Esta tecnología permite que la cámara identifique y rastree objetos en movimiento, como personas o vehículos, sin intervención manual.

- **ANPR y detección de infracciones de tráfico**

El ANPR, o Reconocimiento Automático de Matrículas, y la detección de infracciones de tráfico son tecnologías esenciales para la gestión del tráfico y la seguridad vial. El ANPR permite la identificación automática de matrículas de vehículos, mientras que la detección de infracciones ayuda a identificar violaciones de las normas de tráfico, como excesos de velocidad o semáforos en rojo.



Figura 2.16: Imagen representativa de las tecnologías incorporadas [82].

2.9.2. Protección

- **IK10 (IEC 62262:2002): Protección contra vandalismo**

Este dispositivo tiene la clasificación más alta en esta escala y resiste hasta impactos de 20julios.

- **IP67 (IEC 60529-2013): Protección contra polvo y agua**

El dispositivo está completamente protegido contra el polvo, y puede resistir la inmersión en agua hasta una profundidad de 1 metro durante un máximo de 30 minutos.

- **Protección contra sobretensiones de 6000 V TVS:**

Protección contra sobretensiones y protección contra transitorios de voltaje,

2.9.3. Esquema de conexión

El esquema de conexión de las cámaras de seguridad compone varios dispositivos, como se muestra en la Figura 2.17, los cuales detallamos a continuación.

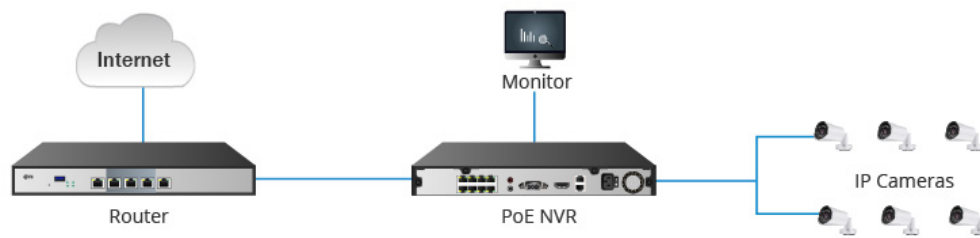


Figura 2.17: Esquema de conexión para las cámaras de seguridad [83].

- **Cámaras de seguridad:** Se conectan al switch mediante cables Ethernet para enviar señales de video.
- **Switch:** Distribuye la conexión de red a las cámaras de seguridad, el NVR y el router.
- **NVR:** Conectado al switch, recibe las señales de video de las cámaras y las almacena en su disco duro interno.
- **Router:** Conectado al switch, proporciona acceso a Internet y permite la visualización remota de las cámaras desde dispositivos en la red, como teléfonos inteligentes y computadoras.

2.9.4. Instalación de cámaras de seguridad en el terreno.

En la Figura 2.18, se muestran las áreas designadas para la ubicación de las cámaras de seguridad. Estas áreas se han seleccionado en base a la topografía del terreno, permitiendo así tener un cobertura completa de la pista.

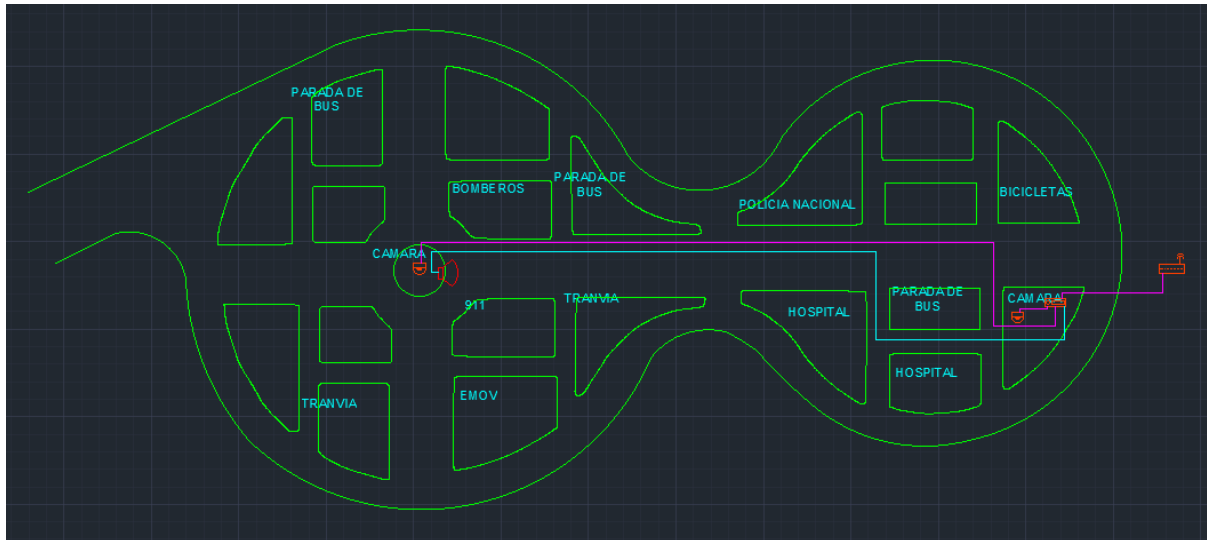


Figura 2.18: Diseño en AutoCad del terreno con las interconexión del sistema de vídeo vigilancia.

2.10. Sistema de cobro unificado RFID

Para implementar el sistema de cobro unificado en la smart city, hemos optado por utilizar tecnología RFID. Esta elección nos permite crear un sistema funcional y unificado, alineado con las prácticas adoptadas en otras smart cities a nivel mundial. Como podemos observar en la Figura 2.19, es un lector RFID de la marca HCCTG.



Figura 2.19: Lector RFID P18-L2 [84].

Lo que buscamos implementar en esta smart city es que los niños logren familiarizarse con un sistema de cobro unificado, actualmente la ciudad de Cuenca está en un proceso para que eventualmente se unifique el sistema de cobro de los servicios de transporte públicos como la bicicleta, el bus, y el tranvía.

2.10.1. Especificaciones físicas

En la siguiente Tabla 2.4, podemos visualizar las características físicas de estos dispositivos de lectura.

Tabla 2.4: Especificaciones físicas.

Especificaciones físicas	
Dimensiones	227mm × 140mm × 99mm
Carcasa de Color	Negro
Peso	880g
Protección	IP54

2.10.2. Conectividad

Este modelo cuenta con algunas características de conectividad que destacamos en la Tabla 2.5, del mismo modo podemos observar en la Figura 2.20, los diferentes ángulos del lector y sus puertos de conexión.

Tabla 2.5: Características de conectividad.

Conectividad	
RS232	3 líneas R * D, T * D y GND sin control de flujo
RS485	3 líneas A, B y GND
Ethernet	Integrado 10/100-base-T con conector RJ45
USB	USB 2,0 Host velocidad completa
GSM/GPRS/EDGE	900 MHz/1800 MHz
Doble banda UMTS/HSDPA/HSPA +	B1/B8
TD-SCDMA de doble banda	B34/B39
FDD-LTE de cuatro bandas	B1/B3/B7/B8
TDD-LTE de cuatro bandas	B38/B39/B40/B41
WiFi	IEEE 802,11 b/g/n



Figura 2.20: Características físicas del dispositivo [84].

2.10.3. Características de lectura del dispositivo

Este dispositivo cuenta con algunas características de lectura, entre ellas la distancia de lectura máxima, velocidad de escritura, y una frecuencia de operación las cuales se destacan en la Figura 2.21.

- **Velocidad de escritura:** Hasta los 424 Kbps
- **Distancia de lectura:** Hasta los 50mm
- **Frecuencia de operación:** 13.56 MHz, esto hace que la compatibilidad con tarjetas RFID sean altas dado que la gran parte de tarjetas RFID funcionan a 25 kHz y 13.56 MHz.



Figura 2.21: Características de lectura del dispositivo [84].

2.10.4. Especificaciones técnicas

Como podemos observar en la Tabla 2.6, se destacan las características principales del sistema de lectura de tarjetas RFID.

Tabla 2.6: Características del sistema RFID.

Características	
Número de modelo	P18-L2
CPU	32-bit ARM Cortex-A7 1GHz
Tarjetas Compatibles	ISO14443 Type A & B, Mi fare
Sistema Operativo	Linux 3.0
Periféricos Incorporados	LCD Display+Speaker+Buzzer+ LED Status Indicators
Sistema Operativo	Linux 3.0
Interface	4*ISO7816 SAM Sockets; 2*RS232

2.10.5. Tarjetas RFID

Las tarjetas RFID que se eligieron deben ser compatibles con el sistema de lectura, es decir, que la frecuencia sea compatible. En este caso, hemos optado por las tarjetas del fabricante Smacarte como podemos ver en la Figura 2.22.



Figura 2.22: Tarjeta RFID [85].

2.10.6. Características de la tarjeta

En la Tabla 2.7, podemos observar mas detalladamente las especificaciones principales de estas tarjetas.

Tabla 2.7: Especificaciones técnicas del producto.

Características	
Frecuencia	13.56MHz
Estándar	ISO 14443A
Capacidad de almacenamiento	1 kilobyte (1K)
Protección	Resistencia al agua
Dimensiones	3.366 x 2.126 in
Grosor	0.035 in

2.10.7. Funcionamiento del sistema de cobro y recompensas

Esta Smart City adecuada a la pista de educación vial necesita un sistema de cobro y un sistema de recompensas a base de las metas alcanzadas dentro del recorrido, como lo podemos observar en la Figura 2.23, se muestra el diagrama de flujo del mismo. En esta observamos cuál sería el funcionamiento del sistema de recompensas a lo largo del recorrido. Por otro lado, en la Figura 2.24, se representa un diagrama de flujo del sistema de cobro unificado para los medios de transporte.

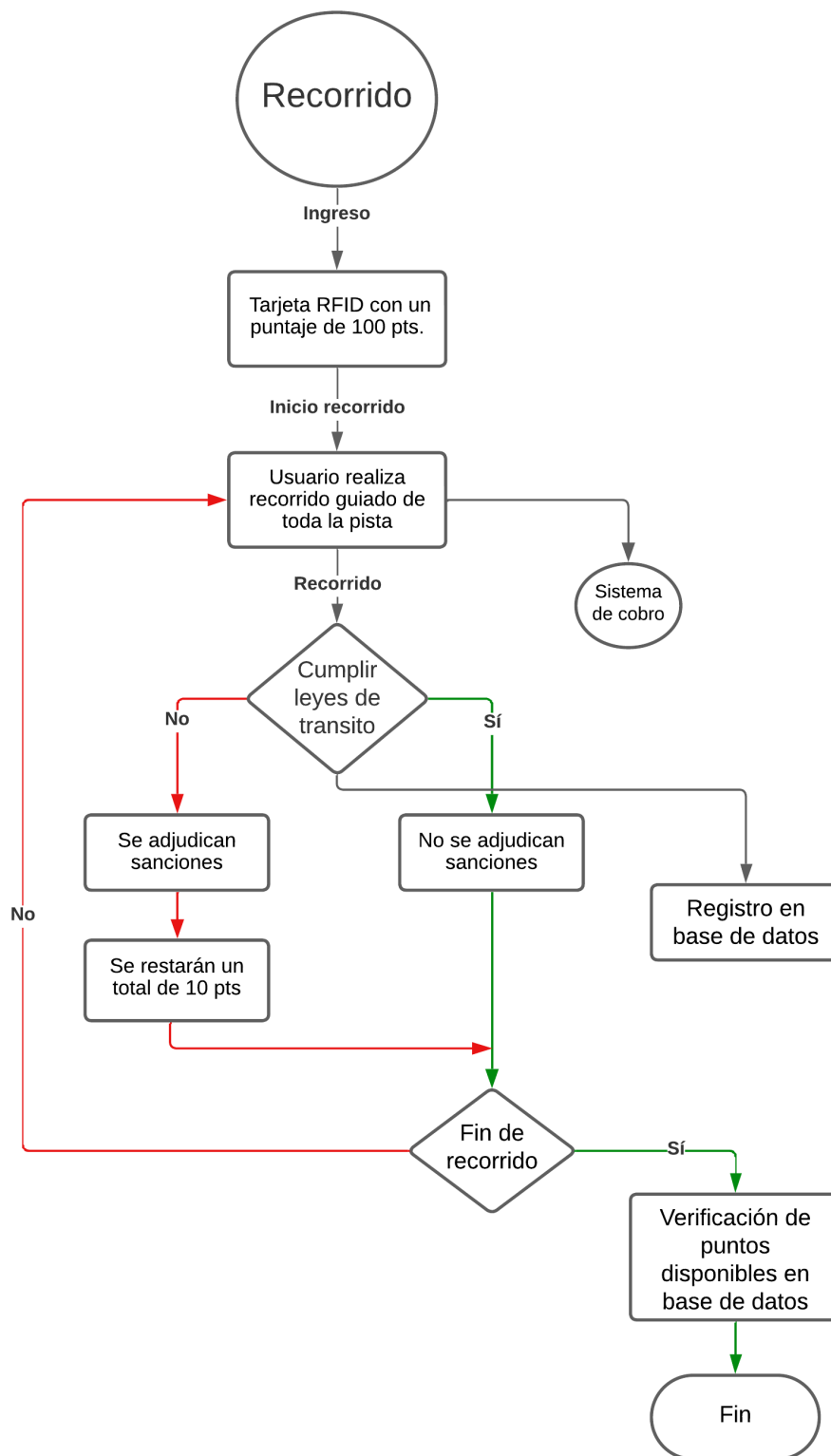


Figura 2.23: Diagrama de flujo sistema de recompensas

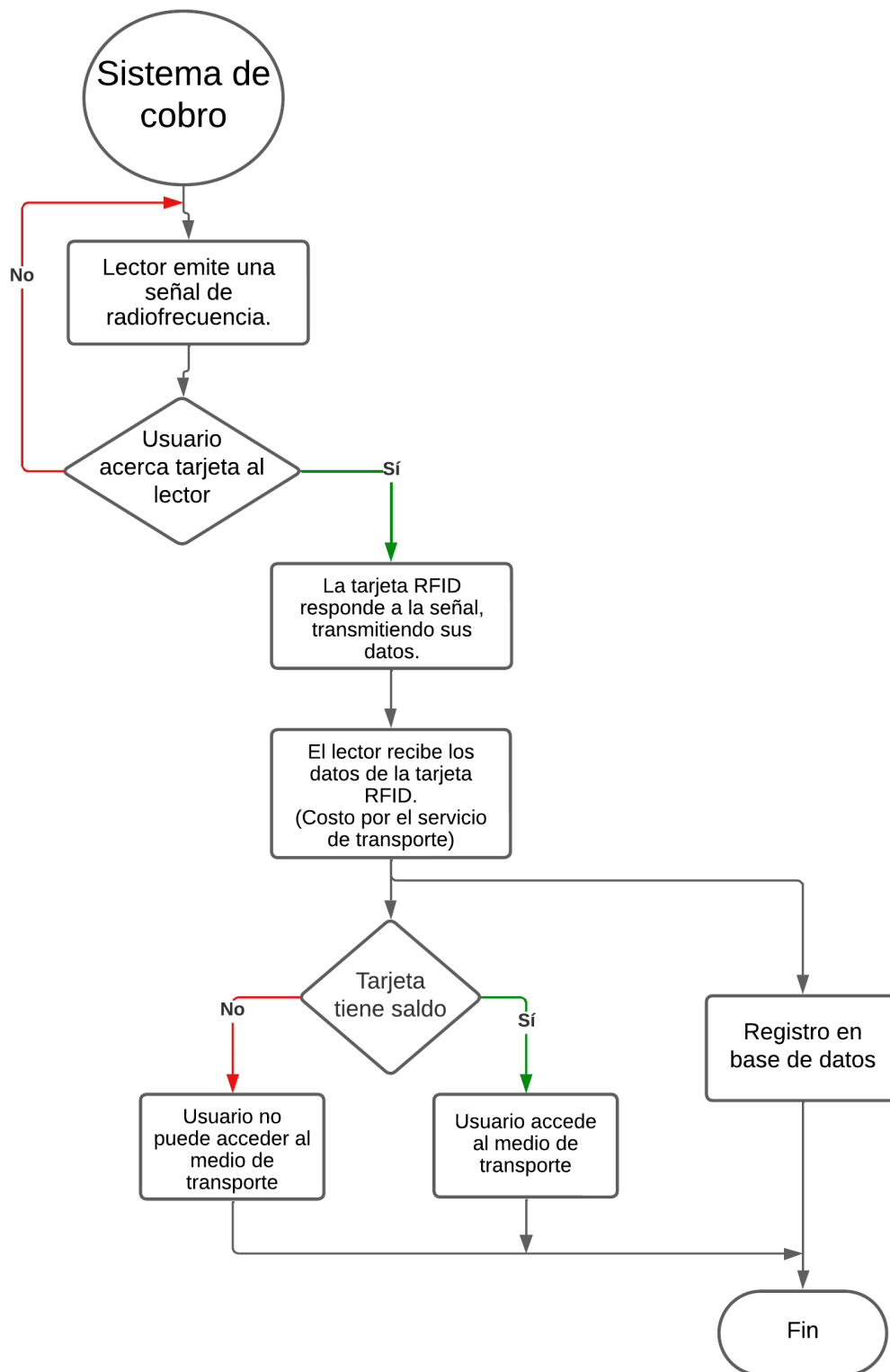


Figura 2.24: Diagrama de flujo sistema de cobro

2.10.8. Instalación de los equipos en el terreno

En la Tabla 2.25, se puede observar las áreas designadas para la ubicación de los equipos RFID.

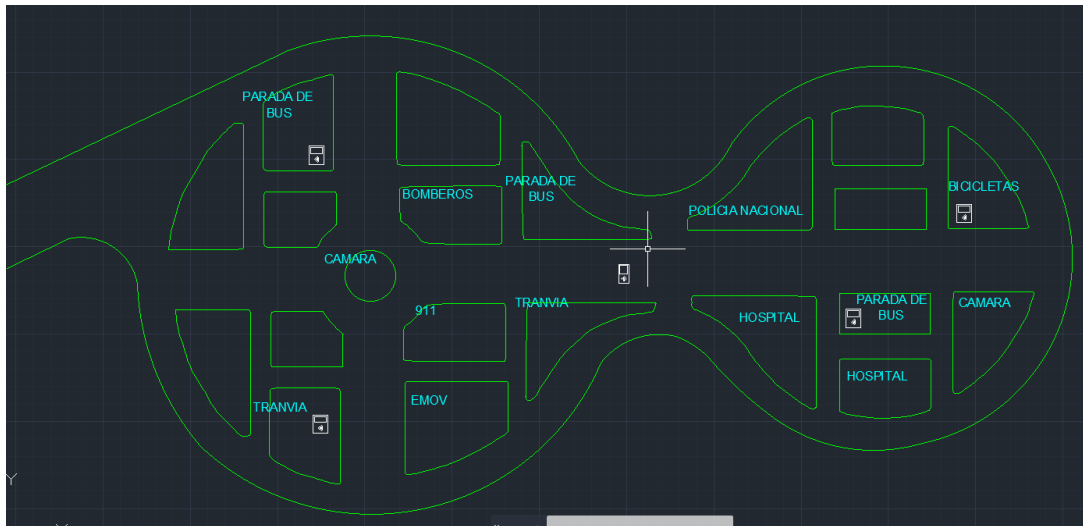


Figura 2.25: Ubicación de los dispositivos en el terreno.

2.11. Instalación de puntos eléctricos en el terreno.

Para la creación del plano eléctrico fue necesaria la representación de algunos equipos eléctricos. A continuación detallamos la simbología usada en la Figura 2.26.





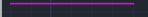

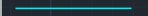







SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
	3X10AWG		MEDIDOR
	3X12AWG		PANTALLA LED
	Cable de red Ethernet UTP		SEMAFORO
	Cable de Audio		SEMAFORO PEATONAL
			TABLERO DE DISTRIBUCION
			TOMACORRIENTE
			CÁMARA DE SEGURIDAD
			NETWORK VIDEO RECORDER
			ROUTER
			BOCINA

Figura 2.26: Simbología utilizada.

En la Figura 2.27, se muestra una representación detallada de la disposición de los puntos eléctricos diseñados específicamente para acomodar los nuevos equipos dentro del área del terreno. Cada punto eléctrico ha sido estratégicamente ubicado para garantizar una distribución eficiente de la energía eléctrica, permitiendo así la instalación y funcionamiento óptimo de los equipos planificados. Esta disposición cuidadosamente planificada asegura una infraestructura eléctrica adecuada para satisfacer las necesidades de los dispositivos y contribuir al éxito del proyecto en su conjunto.

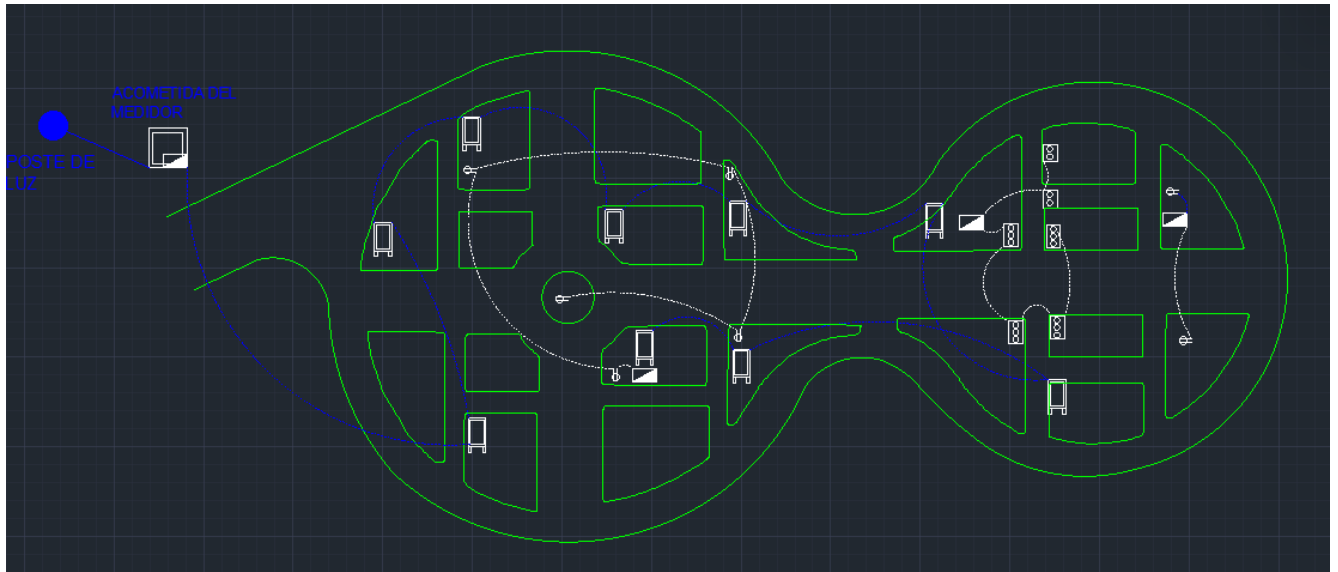


Figura 2.27: Diseño en AutoCad con las conexiones eléctricas necesarias.

2.12. Renderizacion final

Como podemos observar en la Figura 2.28, tenemos la primera cámara de seguridad ubicada en la rotonda cerca de la mitad del parque.



Figura 2.28: Primera cámara de seguridad en la rotonda de la pista.

En la Figura 2.29, podemos observar una de las pantallas didácticas donde los niños podrían visualizar y captar información de una manera fácil y digerible.

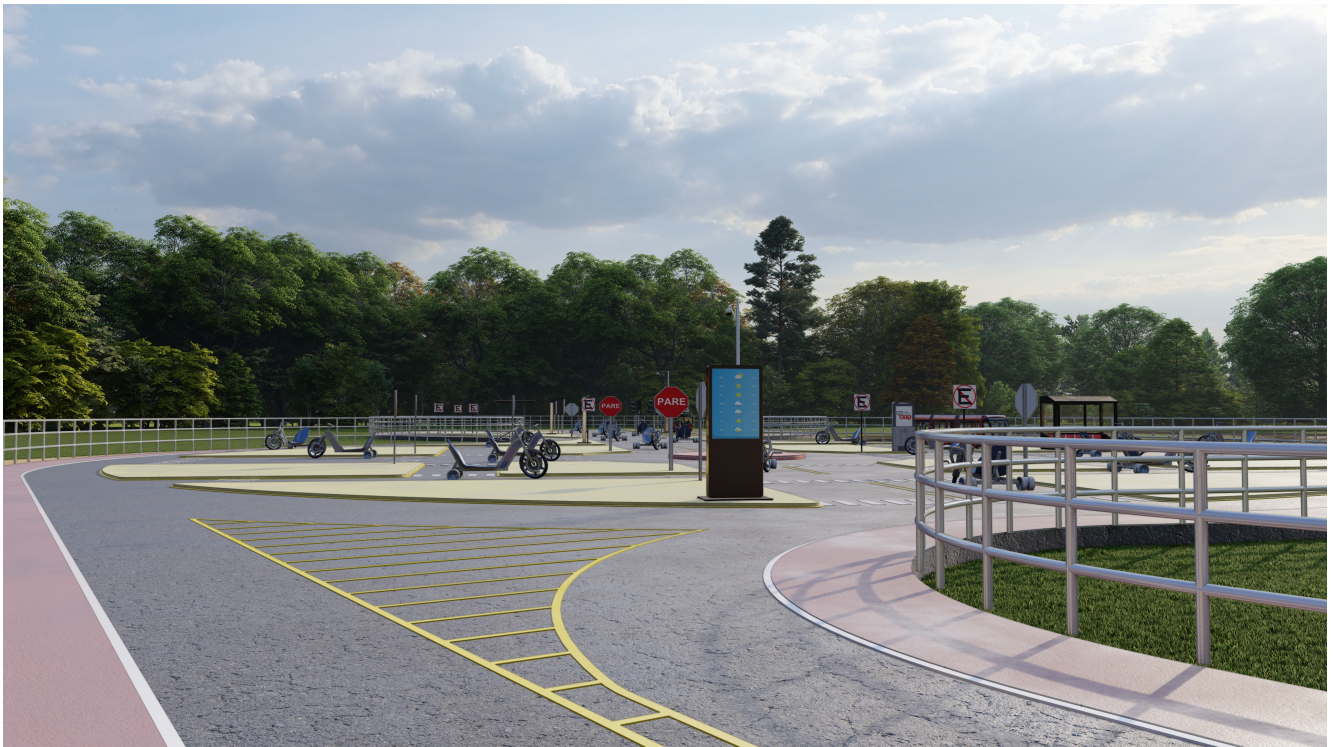


Figura 2.29: Pantalla didáctica para la transmisión de información.

En la Figura 2.30, tenemos una visión de la mitad de la pista donde podemos observar una de las paradas inteligentes, la segunda cámara de seguridad ubicada al final del parque.



Figura 2.30: Diseño en AutoCad con las conexiones eléctricas necesarias.

En la Figura 2.31, podemos observar la parada del tranvía con su sistema de cobro unificado y al lado una pantalla didáctica sobre el manejo para los números de emergencia.



Figura 2.31: Parada de tranvía.

En la Figura 2.32, podemos visualizar la parada de bicicletas con su sistema de liberación magnética mediante el pago con la tarjeta para los servicios de cobro unificado.



Figura 2.32: Parada de bicicletas automatizada.

Capítulo 3

Presupuesto

Para llevar a cabo este proyecto, se detallarán los presupuestos necesarios. Esto implica realizar un análisis minucioso de los costos asociados con cada etapa del proyecto, incluyendo materiales, mano de obra, equipos y otros gastos relacionados. Además, se tomará en consideración cualquier contingencia o imprevisto que pueda surgir durante la ejecución del proyecto para asegurar una planificación financiera sólida y precisa. Este proceso de especificación presupuestaria es crucial para garantizar la viabilidad económica del proyecto y para asegurar que se cumplan todas las metas y objetivos establecidos.

3.1. Pantallas informativas

A continuación, en la Tabla 3.1, se detallarán los costos necesarios para su implementación dentro de la pista de educación vial, al igual que su transporte e instalación. Estas pantallas cuentan con una resolución Full HD, adaptada para su funcionamiento en el exterior.

Tabla 3.1: Presupuesto para pantallas Full HD.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
9	Pantalla Full HD	\$2.632,14	\$23.689,29
-	-	12 %IVA	\$28.42,71
-	Transporte	incluido	incluido
-	Instalación	incluido	incluido
9	Sistema estructural	\$600	\$5.400
SUBTOTAL			\$31.932

3.2. Cámara de seguridad

Como podemos apreciar en la Tabla 3.2, se detallan los costos de su instalación dentro de la pista de educación vial, así mismo todos los costos necesarios para ello. Estas cámaras cuentan con protección IK10 contra vandalismo, el más alto en su categoría, del mismo modo cuentan con protección IP69, la más alta en protección contra polvo y agua. Estas cámaras cuentan con una tecnología conmutable: Detección de personas y vehículos, Auto tracking 3.0, ANPR y detección de infracciones de tráfico y protección perimetral.

Tabla 3.2: Presupuesto para cámaras de seguridad.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
2	Cámaras Hikvision	\$2.500,00	\$5.000,00
1	Costo mano de obra	\$700	\$700
1	Materiales	\$200	\$200
-	Instalación	incluido	incluido
-	Costos de importación y envío	incluido	incluido
SUBTOTAL			\$5.900,00

3.3. Estructuras metálicas

En la Tabla 3.3, podemos apreciar los costos necesarios de los postes para su implementación dentro de la Smart City donde serán las estructuras encargadas de sostener las cámaras de seguridad, así mismo se detallan sus características físicas como: el material de construcción, su altura, su diámetro, espesor y su base.

Tabla 3.3: Presupuesto de estructura metálicas para cámaras de seguridad.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
2	Postes metálicos	\$1.500,00	\$3.000,00
-	Transporte	\$200,00	\$200,00
-	Instalación	\$300,00	\$300,00
Descripción			
	Material: Acero galvanizado		
	Altura: 7 metros		
	Diámetro: 4 pulgadas		
	Espesor: 3 mm		
	Base: Placa de acero de 30 cm x 30 cm x 1 cm		
SUBTOTAL			\$3.500,00

3.4. Sistema de cobro RFID

En la Tabla 3.4, se presentan los costos necesarios de los equipos para el funcionamiento de este sistema dentro de la Smart City, del mismo modo, el número exacto de equipos y tarjetas. Los dispositivos y las tarjetas que se han seleccionado tienen una frecuencia de funcionamiento de 13.56 MHz.

Tabla 3.4: Presupuesto para sistema de cobro unificado.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
3	Lectores fijos RFID	\$3.000,00	\$9.000,00
1	Lector móvil	\$1.000,00	\$1.000,00
200	Tarjetas RFID(13.56Mhz)	\$0,80	\$160,00
-	Materiales y costos de importación	\$3.000,00	\$3.000,00
-	Transporte	incluido	incluido
-	Instalación	incluido	incluido
SUBTOTAL			\$13.160,00

3.5. Paradas inteligentes

En la siguiente Tabla 3.5, podemos ver el costo necesario para su fabricación e instalación dentro de la Smart City, del mismo modo podemos observar que los costos del personal técnico y profesional están incluidos. También encontramos una descripción de las tecnologías que estas paradas inteligentes integran.

Tabla 3.5: Presupuesto para paradas inteligentes.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
1	Paradas de tranvia inteligentes	\$5.000,00	\$5.000,00
3	Paradas de bus inteligentes	\$5.000,00	\$15.000,00
-	Electricista	incluido	incluido
-	Instalador de estructuras	incluido	incluido
-	Técnico en electrónica	incluido	incluido
Elementos que incluyen las paradas inteligentes			
	-Estructura de metal WiFi -Paneles de vidrio o policarbonato -Sensores de UV y temperatura -Pantalla LED Puntos de carga USB -Sensores Botón de pánico -Cargadores USB Luz -Botón de pánico		\$20.000,00
SUBTOTAL			\$20.000,00

3.6. Instalaciones eléctricas

En la Tabla 3.6, se visualiza el costo de los servicios del electricista, con ellos un aproximado de los materiales necesarios para realizar la instalación de todos los puntos eléctricos para los nuevos dispositivos que se implementarán.

Tabla 3.6: Presupuesto para instalaciones eléctricas.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
1	Electricista	\$6.000,00	\$6.000,00
	Cableado Cable THHN/THWN-2 de 12 AWG para circuitos de alumbrado Cable THHN/THWN-2 de 10 AWG para circuitos de fuerza Cable THWN/THWN-2 de 8 AWG		
SUBTOTAL			\$6.000,00

3.7. Presupuesto para excavación

En la Tabla 3.7, se presentan los diferentes valores aproximados que se necesitarían para la canalización de los cables eléctricos y de red, estos precios están sujetos a variar dependiendo la constructora encargada.

Tabla 3.7: Presupuesto para excavación y la instalación de conductos para el tendido de cables.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
-	Excavación	\$3.000,00	\$3.000,00
1	Colocación de los tubos	\$1.500,00	\$1.500,00
26	Tubos	\$15,00	\$390,00
1	Arena, cemento, asfalto	\$1.000,00	\$1.000,00
1	Otros materiales	\$1.000,00	\$1.000,00
1	Maquinaria pesada	\$2.000,00	\$2.000,00
-	Gastos administrativos	\$2.000,00	\$2.000,00
	SUBTOTAL		\$10.890,00

3.8. Diseño e implementación de sistema RFID

En la Tabla 3.8, detallamos el presupuesto necesario para la implementación del software necesario para el manejo de la información de las tarjetas, a su vez de los puntos de recarga de las mismas.

Tabla 3.8: Diseño del software para sistema de pago del parque vial.

Cantidad	Descripción del elemento	Costo unitario	Costo total
1	Pantalla táctil	\$300,00	\$300,00
1	Controlador central	\$400,00	\$400,00
50	Cables de datos USB	\$1,00	\$50,00
5	Puntos de corrientes	\$15,00	\$75,00
1	Software de gestión de puntos	\$1000,00	\$1000,00
1	Software de pantalla táctil	\$700,00	\$700,00
1	Estación de recarga	\$500,00	\$500,00
5	Estación del lector	\$300,00	\$1.500,00
1	Almacenamiento anual de datos	\$3.000,00	\$3.000,00
1	Herramientas de análisis de datos	\$1.500,00	\$1.500,00
1	Plataforma de visualización de datos	\$1.000,00	\$1.000,00
1	Diseño e implementación del sistema	\$1.000,00	\$1.000,00
1	Capacitación y soporte	\$800,00	\$800,00
	SUBTOTAL		\$10.825,00

3.9. Construcción de nueva oficina para administración de la pista

En la Tabla 3.9, se detallan los costos aproximados y los materiales necesarios para la creación de la nueva oficina para la administración de la Smart City. En este lugar se encontrarán los equipos tanto para el sistema de verificación de puntos, así como los de recarga de saldo.

3.9. CONSTRUCCIÓN DE NUEVA OFICINA PARA ADMINISTRACIÓN DE LA PISTA72

Tabla 3.9: Presupuesto para nueva oficina de administración.

Item	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Materiales			
Cimientos			
Cemento	15 sacos	\$10/saco	\$150,00
Arena	4 m3	\$50/m3	\$200,00
Grava	5 m3	\$70/m3	\$350,00
Varilla Corrugada	100 metros	\$3.5/metro	\$350,00
Agua	1200 litros	\$0.5/litro	\$600,00
Muros			
Bloque	1400 unidades	\$0.6/unidad	\$840,00
Mortero	8 m3	\$100/m3	\$800,00
Yeso	4 sacos	\$20/saco	\$80,00
Pintura	15 galones	\$25/galón	\$375,00
Techo			
Láminas de metal	65 unidades	\$10/unidad	\$650,00
Estructura metálica	30 tubos	\$15/tubo	\$450,00
Ventanas y puerta			
Marcos de aluminio	3 unidades	\$100/unidad	\$300,00
Vidrio	8 m2	\$30/m2	\$240,00
Instalaciones eléctricas			
Cableado	55 metros	\$1/metro	\$55,00
Focos	2 unidades	\$5/unidad	\$10,00
Enchufes	4 unidades	\$2/unidad	\$8,00
Politubo	55 metros	\$0.50/metro	\$27,50
Piso			
Cemento	8 sacos	\$10/saco	\$80,00
Arena	4 m3	\$50/m3	\$200,00
Agua	500 litros	\$0.5/litro	\$250,00
Maquinaria			
Retroexcavadora	1 día	\$350/día	\$350,00
Desalojo de material	2 días	400/día	800
Mezcladora de concreto	2 días	\$200/día	\$400,00
Herramientas manuales	1 juego	\$50	\$50,00
Mano de obra			
Albañiles	4 personas x 4 semanas	\$50/día/persona	\$6200,00
Electricista	1 persona x 2 días	\$100/día/persona	\$200,00
Pintor	1 persona x 1 día	\$120/día/persona	\$120,00
Arquitecto	-	-	\$3.000,00
Total			\$17.145,50

3.10. TOTAL ESTIMADO DEL PROYECTO

A continuación, se presenta en la Tabla 3.10, un estimado del presupuesto total destinado para la realización de este proyecto, con el propósito de ofrecer una visión general de los costos involucrados en su desarrollo.

Tabla 3.10: Presupuesto total estimado

Descripción del elemento	Costo total
Pantallas Full HD	\$31.932,00
Cámara de seguridad	\$5.900,00
Estructuras metálicas	\$3.500,00
Sistema de cobro RFID	\$13.160,00
Paradas inteligentes	\$20.000,00
Presupuesto para excavación	\$10.890,00
Diseño y creación de software	\$10.800,00
Diseño y creación multimedia	\$1.000,00
Construcción oficina	\$17.145,00
Electricista	\$6.000,00
Administradores del proyecto	\$10.000,00
TOTAL	\$130.327,00

3.11. Cronograma

En la Tabla 3.11, se puede visualizar el cronograma de actividades estimado para la implementación de este proyecto dentro de las pista de educación vial, como se visualiza se ha dividió en dos etapas. En la etapa 1 se estima toda la construcción de infraestructuras y adaptación de la pista para la implementación de las nuevas tecnologías. La etapa 2 consta ya solo de la instalación, calibración, y capacitación de estos equipos para el correcto funcionamiento del mismo.

Capítulo 4

Conclusiones y Trabajos Futuros

4.1. Conclusiones

Al haber realizado este proyecto, podemos apreciar el significativo impacto que las tecnologías emergentes tienen en nuestro entorno y la importancia de que sean parte del crecimiento y formación de las nuevas generaciones. En este caso puntual, una Smart City dentro de una pista de educación vial donde los niños de entre 4 y 12 años podrán familiarizarse con sus componentes.

La adopción de tecnologías innovadoras marca un hito para la ciudad de Cuenca, inaugurando una era donde niños y niñas se formarán en materia de educación vial desde sus primeros años en el corazón de una Smart City. Esta transformación no solo anticipa el surgimiento de ciudadanos capacitados en las dinámicas de una ciudad inteligente, sino que también promete forjar una generación con una profunda conciencia y cultura vial.

Nuestra ciudad está experimentando un constante crecimiento, avanzando hacia la transformación en una Smart City, probablemente la primera en Ecuador. La implementación de sistemas integrados para el cobro del transporte público, paradas inteligentes y monitoreo del transporte, refleja esta evolución. Este progreso subraya la importancia de crear espacios como la pista de educación vial para niños, que preparan a los nuevos actores de la sociedad para adaptarse a modelos urbanos emergentes en todo el mundo.

Este proyecto no solo es fundamental para nuestro entorno, sino que también

ofrece una visión amplia de las posibilidades que ofrece la tecnología actual. Además de la necesidad de tener adultos informados, se precisa que los niños también participen activamente en este cambio. Este proyecto representa una oportunidad para cultivar una sociedad informada, responsable y educada, siguiendo el ejemplo de las culturas europeas donde la educación vial es primordial.

4.2. Recomendaciones

Para diseñar adecuadamente el proyecto, se puede empezar por el proceso de planificación en conjunto con las entidades de la gobernanza, ya que estas instituciones nos permitirán obtener información acerca de las necesidades que se deben abordar. Este enfoque colaborativo permitirá alinear el proyecto con las prioridades y requisitos de las partes interesadas, aumentando así las posibilidades de éxito y aceptación por parte de la comunidad.

Una vez que se tengan identificadas las necesidades específicas, se procederá con el levantamiento topográfico del terreno para una distribución adecuada de las nuevas zonas. Se recomienda llevar a cabo el diseño en colaboración con expertos de cada área para garantizar resultados óptimos y evitar contratiempos. Para ello, es necesario contar con un presupuesto inicial que cubra los honorarios de estos profesionales durante la etapa de desarrollo y planificación.

Se recomienda que las cotizaciones de los diversos sistemas se realicen directamente con las empresas y se verifique el tiempo de validez vigente para cada proforma, ya que los precios, al incluir tecnología emergente, llegan a ser muy variables y pueden subir de manera significativa dependiendo de la disponibilidad. Por lo tanto, se recomienda que al momento de que el proyecto se realice, se verifique el tiempo de validez de cada proforma.

4.3. Trabajos futuros

La propuesta que hemos ideado establece los cimientos para una amplia gama de oportunidades futuras. Estas posibilidades incluyen la expansión de esta pista a

áreas más amplias, lo que podría permitir la incorporación de tecnología GPS en carritos que simulan medios de transporte. Esto permitiría la integración de paradas inteligentes que puedan visualizar el tiempo estimado de llegada del transporte público.

La creación de áreas similares a esta pista de educación vial en las principales ciudades de nuestro país ayudaría a que más niños a nivel nacional tengan la posibilidad de familiarizarse con estas tecnologías, al mismo tiempo que las personas que visiten nuestro país podrían conocer estos parques y obtener una impresión positiva de nuestra realidad, donde la educación vial es una prioridad.

La actualización de las cámaras de seguridad del parque para que mediante inteligencia artificial puedan ser capaces de detectar si algún transeúnte o conductor ha incumplido alguna norma dentro del parque, esto nos ayudará a que el parque funcione de una manera cada vez más independiente y segura.

La implementación de sistemas GPS de monitoreo a los vehículos dentro del parque, con esto podríamos saber si los conductores están respetando la normativa de velocidad establecida en el parque. Otra de sus utilidades sería tener una mayor exactitud sobre la llegada y salida de los servicios de transporte.

De igual manera, existe la posibilidad de que estos parques, inspiren el desarrollo de otros espacios nuevos y totalmente automatizados como supermercados, museos y parques inteligentes, con el fin de asemejarnos gradualmente a naciones donde estos espacios son comunes dentro de las ciudades.

Glosario

Bluetooth de Baja Energía Tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance que se caracteriza por su bajo consumo de energía.

Centro de Control de la Ciudad Centro desde el que se monitorizan y controlan los sistemas de la ciudad.

Ciudad Sensorizada Ciudad que utiliza sensores para recopilar datos sobre el entorno urbano.

Convergencia de Tecnologías de la Información Integración de las tecnologías de la información y las comunicaciones para crear un entorno de trabajo más eficiente.

Datos Masivos Conjunto de datos de gran tamaño y complejidad que no pueden ser procesados con herramientas tradicionales.

Diodo Emisor de Luz Dispositivo semiconductor que emite luz cuando se le aplica una corriente eléctrica.

Dióxido de Carbono Gas de efecto invernadero que se libera a la atmósfera como resultado de la combustión de combustibles fósiles.

EMOV EP Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca – Municipal Public Company of Mobility, Transit and Transportation of Cuenca.

Específico, Medible, Alcanzable, Relevante y Limitado en el Tiempo Criterio para establecer objetivos.

Inteligencia Artificial Tecnología que simula la inteligencia humana.

Interfaz de Programación de Aplicaciones Conjunto de reglas y especificaciones que permiten a dos aplicaciones comunicarse entre sí.

Internet de las Cosas Red de objetos físicos que están conectados a internet y que pueden recopilar y transmitir datos.

NFC Comunicación de Campo Cercanos – Near Field Communication.

Red de Área Amplia Red que cubre una gran área geográfica.

Red de Área Local Red de computadoras que se limita a un área geográfica pequeña.

Red Inalámbrica Red de área local que utiliza tecnología inalámbrica para conectar dispositivos.

RFID Identificación de frecuencia de radio – radio-frequency identification.

Sistema de Adquisición de Datos Sistema que se utiliza para recopilar datos del mundo real.

Sistema de Gestión de Bases de Datos Software que se utiliza para crear, administrar y acceder a bases de datos.

Sistema de Posicionamiento Global Sistema de navegación por satélite que permite determinar la posición, la velocidad y la altitud de un receptor.

Sistema de Transporte Inteligente Conjunto de tecnologías que se utilizan para mejorar la eficiencia y la seguridad del transporte.

Zigbee Red de Área Personal Inalámbrica que se caracteriza por su bajo consumo de energía.

Referencias

- [1] C. Yang, «Historicizing the smart cities: Genealogy as a method of critique for smart urbanism,» *Telematics and informatics*, vol. 55, pág. 101-138, 2020.
- [2] G. Haleboua, *Smart cities*. MIT press, 2020.
- [3] O. Benedikt, «The valuable citizens of smart cities: The case of Songdo City,» *Graduate Journal of Social Science*, vol. 12, n.º 2, 2016.
- [4] C. Harrison e I. A. Donnelly, «A Theory of Smart Cities,» *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011, Hull, UK*, vol. 55, n.º 1, 2011. dirección: <https://journals.issss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703>.
- [5] J. A. Parra-Valencia, C. D. Guerrero y D. Rico-Bautista, «IoT: Una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente,» *Revista Ingenio*, vol. 13, n.º 1, págs. 9-20, 2017.
- [6] D. Sikora-Fernández, «Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes,» *Revista Universitaria de Geografía*, vol. 26, n.º 1, págs. 135-152, 2017.
- [7] E. O. Sosa, D. A. Godoy, R. Neis et al., «Internet del futuro y ciudades inteligentes,» en *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2013.
- [8] A. Molina-Navarro, S. Zamora-Castro, M. Remess-Pérez y E. Lagunes-Lagunes, «Los semáforos inteligentes en la logística urbana sustentable,» *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, vol. 3, n.º 9, págs. 26-33, 2016.
- [9] J. M. F. Güell, «Ciudades inteligentes: la mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas,» *UPM*, n.º 395, págs. 17-28, ene. de 2015. dirección: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5248685>.

- [10] E. Estévez y T. Janowski, «Gobierno digital, ciudadanos y ciudades inteligentes,» *Bit Byte*, jun. de 2016. dirección: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53440/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- [11] S. Hernández-Moreno, «Interfaz entre ciudadanía y gobierno en la planeación de ciudades inteligentes,» *Arquiteturarevista*, vol. 16, n.º 2, págs. 237-258, 2020.
- [12] A. Meijer y M. P. R. Bolívar, «Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance,» *International review of administrative sciences*, vol. 82, n.º 2, págs. 392-408, 2016.
- [13] G. Seisdedos, «Qué es una Smart City,» *BIT Numerical Mathematics*, vol. 188, págs. 35-37, 2012.
- [14] *¿Por qué Cuenca es Patrimonio Cultural de la Humanidad? – Ministerio de Turismo*. dirección: <https://www.turismo.gob.ec/por-que-cuenca-es-patrimonio-cultural-de-la-humanidad/>.
- [15] H. Habibzadeh, T. Soyata, B. Kantarci, A. Boukerche y C. Kaptan, «Sensing, communication and security planes: A new challenge for a smart city system design,» *Computer Networks*, vol. 144, págs. 163-200, 2018, ISSN: 1389-1286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.08.001>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128618306534>.
- [16] L. G. Anthopoulos, M. Janssen y V. Weerakkody, «Comparing Smart Cities with Different Modeling Approaches,» en *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, ép. WWW '15 Companion, Florence, Italy: Association for Computing Machinery, 2015, 525–528, ISBN: 9781450334730. DOI: 10.1145/2740908.2743920. dirección: <https://doi.org/10.1145/2740908.2743920>.
- [17] K. Su, J. Li y H. Fu, «Smart city and the applications,» en *2011 International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC)*, 2011, págs. 1028-1031. DOI: 10.1109/ICECC.2011.6066743.
- [18] A. Solanas, C. Patsakis, M. Conti et al., «Smart health: A context-aware health paradigm within smart cities,» *IEEE Communications Magazine*, vol. 52, n.º 8, págs. 74-81, 2014. DOI: 10.1109/MCOM.2014.6871673.
- [19] «Avances en tecnologías de detección para ciudades inteligentes y redes eléctricas: una revisión,» DOI: 10.1109/JSEN.2017.2735539.

- [20] O. Arias, J. Wurm, K. Hoang e Y. Jin, «Privacy and Security in Internet of Things and Wearable Devices,» *IEEE Transactions on Multi-Scale Computing Systems*, vol. 1, n.º 2, págs. 99-109, 2015. DOI: 10.1109/TMSCS.2015.2498605.
- [21] H. Habibzadeh, Z. Qin, T. Soyata y B. Kantarci, «Large-Scale Distributed Dedicated- and Non-Dedicated Smart City Sensing Systems,» *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, n.º 23, págs. 7649-7658, 2017. DOI: 10.1109/JSEN.2017.2725638.
- [22] S. Ruiz-Romero, A. Colmenar-Santos, F. Mur-Pérez y África López-Rey, «Integration of distributed generation in the power distribution network: The need for smart grid control systems, communication and equipment for a smart city — Use cases,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 38, págs. 223-234, 2014, ISSN: 1364-0321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.082>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211400416X>.
- [23] M. Balfaqui y S. A. Alharbi, «Associated Information and Communication Technologies Challenges of Smart City Development,» *Sustainability*, vol. 14, n.º 23, pág. 16 240, 2022.
- [24] «Seguridad y privacidad en aplicaciones de ciudades inteligentes: desafíos y soluciones,» DOI: 10.1109/MCOM.2017.1600267CM.
- [25] I.-G. Lee y M. Kim, «Interference-aware self-optimizing Wi-Fi for high efficiency internet of things in dense networks,» *Computer Communications*, vol. 89-90, págs. 60-74, 2016, Internet of Things Research challenges and Solutions, ISSN: 0140-3664. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2016.03.008>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366416300664>.
- [26] R. Du, P. Santi, M. Xiao, A. V. Vasilakos y C. Fischione, «The sensible city: A survey on the deployment and management for smart city monitoring,» *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 21, n.º 2, págs. 1533-1560, 2018.
- [27] «El papel del big data en las ciudades inteligentes,» DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002.
- [28] «Análisis de arquitecturas de nube centralizadas y descentralizadas.»
- [29] «Un marco de información para crear una ciudad inteligente a través de Internet de las cosas,» DOI: 10.1109/JIOT.2013.2296516.

- [30] X. He, K. Wang, H. Huang y B. Liu, «QoE-Driven Big Data Architecture for Smart City,» *IEEE Communications Magazine*, vol. 56, n.º 2, págs. 88-93, 2018. DOI: 10.1109/MCOM.2018.1700231.
- [31] N. Moch y W. Wereda, «Smart security in the smart city,» *Sustainability*, vol. 12, n.º 23, pág. 9900, 2020.
- [32] L. Xia, D. Semirumi y R. Rezaei, «A thorough examination of smart city applications: Exploring challenges and solutions throughout the life cycle with emphasis on safeguarding citizen privacy,» *Sustainable Cities and Society*, vol. 98, pág. 104771, 2023, ISSN: 2210-6707. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104771>. dirección: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670723003827>.
- [33] M. Krichen, M. Lahami, O. Cheikhrouhou, R. Alroobaea y A. J. Maâlej, *Security testing of Internet of Things for smart city Applications: A formal approach*. jun. de 2019, págs. 629-653. DOI: 10.1007/978-3-030-13705-2_{_}26. dirección: https://doi.org/10.1007/978-3-030-13705-2_26.
- [34] K. Cabaj y W. Mazurczyk, «Using Software-Defined Networking for Ransomware Mitigation: The Case of CryptoWall,» *IEEE Network*, vol. 30, n.º 6, págs. 14-20, 2016. DOI: 10.1109/MNET.2016.1600110NM.
- [35] M. Rana, Q. Mamun y R. Islam, «Current lightweight cryptography protocols in smart city IoT networks: a survey,» *arXiv preprint arXiv:2010.00852*, 2020.
- [36] S. Chakrabarty y D. Engels, «A secure IoT architecture for Smart Cities,» *2016 13th IEEE Annual Consumer Communications Networking Conference (CCNC)*, págs. 812-813, 2016. DOI: 10.1109/CCNC.2016.7444889.
- [37] V. Drozhzhinov, V. Kupriyanovsky, D. Namiot, S. Sinyagov y A. Kharitonov, «Smart Cities: models, tools, rankings, and standards,» *International journal of open information technologies*, vol. 5, n.º 3, págs. 19-48, 2017.
- [38] L. G. Anthopoulos, M. Janssen y V. Weerakkody, «Comparing Smart Cities with different modeling approaches,» *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web*, 2015. dirección: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:24140096>.
- [39] T. P. Ola Söderström y F. Klauser, «Smart cities as corporate storytelling,» *City*, vol. 18, n.º 3, págs. 307-320, 2014. DOI: 10.1080/13604813.2014.906716. eprint: <https://>

- doi.org/10.1080/13604813.2014.906716. dirección: <https://doi.org/10.1080/13604813.2014.906716>.
- [40] *Overview of key performance indicators in Smart Sustainable Cities*, 2014. dirección: <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>.
- [41] U. Habitat, *State of the World's Cities 2012/2013: Prosperity of Cities*. mayo de 2013. dirección: https://openlibrary.org/books/OL28762183M/State_of_the_World's_Cities_2012_2013.
- [42] H. Chourabi, T. Nam, S. Walker et al., «Understanding Smart Cities: an Integrative Framework,» *In 45th Hawaii International Conference on System Science (HICSS)*, ene. de 2012. DOI: 10.1109/hicss.2012.615. dirección: <https://doi.org/10.1109/hicss.2012.615>.
- [43] S. A. Moschen, J. Macke, S. Bebber y M. B. C. Da Silva, «Sustainable development of communities: ISO 37120 and UN goals,» *International Journal of Sustainability in Higher Education*, vol. 20, n.º 5, págs. 887-900, jul. de 2019. DOI: 10.1108/ijsh-01-2019-0020. dirección: <https://doi.org/10.1108/ijsh-01-2019-0020>.
- [44] P. Neirotti, A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano y F. Scorrano, «Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts,» *Cities*, vol. 38, págs. 25-36, jun. de 2014. DOI: 10.1016/j.cities.2013.12.010. dirección: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>.
- [45] J. H. Lee, M. G. Hancock y M. Hu, «Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco,» *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 89, págs. 80-99, nov. de 2014. DOI: 10.1016/j.techfore.2013.08.033. dirección: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.08.033>.
- [46] H. Shi, S.-B. Tsai, X. Lin y T. Zhang, «How to evaluate smart cities' construction? A comparison of Chinese smart city evaluation methods based on PSF,» *Sustainability*, vol. 10, n.º 1, pág. 37, 2017.
- [47] K. A. Achmad, L. E. Nugroho, A. Djunaedi y Widyawan, «Smart City Model: a Literature Review,» págs. 488-493, 2018. DOI: 10.1109/ICITEED.2018.8534865.
- [48] H. Chourabi, T. Nam, S. Walker et al., «Understanding Smart Cities: An Integrative Framework,» en *2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2012, págs. 2289-2297. DOI: 10.1109/HICSS.2012.615.

- [49] L. Anthopoulos, «Defining smart city architecture for sustainability,» en *Proceedings of 14th electronic government and 7th electronic participation conference (IFIP2015)*, 2015, págs. 140-147.
- [50] R. B. Lorenzo y B. A. L. Rodríguez, «SMART CITY Y GOBERNANZA: ELEMENTOS CATALIZADORES Y DESARROLLO DE LA DEMOCRACIA. EL CASO DE LA RED ESPAÑOLA DE CIUDADES INTELIGENTES,»
- [51] C. B. Ortí, «Las tecnologías de la información y comunicación (TIC),» *Univ. Val., Unidad Tecnol. Educ.*,(951), págs. 1-7, 2011.
- [52] M. Bouskela, M. Casseb, S. Bassi, C. De Luca y M. Facchina, *La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Inter-American Development Bank, 2016.
- [53] N. D. Tovar-Espinoza, J. C. Rodríguez-Sánchez, V. M. Landassuri-Moreno, S. Lazcano-Salas y J. M. F. Albino, «Localización automática de placas de automóviles,» *Res. Comput. Sci.*, vol. 105, págs. 127-137, 2015.
- [54] Acis y J. D. C. Orjuela, «Seguridad ciudadana: modelo de transformación digital,» *ACIS*, n.º 148, págs. 18-29, ene. de 2018. DOI: 10.29236/sistemas.n148a4. dirección: <https://doi.org/10.29236/sistemas.n148a4>.
- [55] G. Fernández Amador, «Sensores magnéticos e inductivos,» 2005.
- [56] S. Gwirc, F. Ferdeghini, A. Comastri y D. Lupi, «Sensores ultrasónicos: respuesta a distintas formas de onda De emisión,» *Centro de Investigación y Desarrollo en Electrónica e Informática (CITEI) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*, 1998.
- [57] L. H. R. González, M. B. López y J. A. Valencia, «Implementación de un sistema de medición de sitancia con sensores infrarrojos utilizando dispositivos de lógica programable.,» *Scientia et Technica*, vol. 2, n.º 39, págs. 13-18, 2008.
- [58] H. V. Galende, «Smart cities: una apuesta de la Unión Europea para mejorar los servicios públicos urbanos,» *Revista de estudios europeos*, n.º 66, págs. 25-51, 2015.
- [59] J. Salazar y S. Silvestre, «Internet de las cosas,» *Techpedia. České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická*, 2016.
- [60] J. A. Guerrero-Ibañez, F. P. ESTRADA-GONZALEZ, M. A. MEDINA-TEJEDA et al., «SgreenH-IoT: Plataforma IoT para agricultura de precisión,» *Sistemas, cibernética e informática*, vol. 14, n.º 2, 2017.

- [61] D. R. González, «Arquitectura y Gestión de la IoT,» *Telemática*, vol. 12, n.º 3, págs. 49-60, 2013.
- [62] H. P. Breivold y K. Sandström, «Internet of things for industrial automation—challenges and technical solutions,» en *2015 IEEE International Conference on Data Science and Data Intensive Systems*, IEEE, 2015, págs. 532-539.
- [63] A. Pisano, «Internet de la Cosas,» 2018.
- [64] V. J. Breternitz, M. I. R. de Almeida, A. C. Galhardi y E. A. Maccari, «Dinheiro digital-uma implementação de micropagamentos,» *Revista Ibero Americana de Estratégia*, vol. 7, n.º 2, págs. 139-146, 2008.
- [65] P. Siekerman y M. van der Schee, «Security Evaluation of the disposable OV-chipkaart v1. 7,» *Computer and Network Group, Universiteit van Amsterdam*, 2007.
- [66] P. Gugler, M. Alburai y L. Stalder, «Smart City Strategy of Dubai,» *Harvard Business School: Boston, MA, USA*, vol. 27, 2021.
- [67] A. Tallada Cebrián, «Implementación de la tecnología RFID en el transporte público,» B.S. thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2015.
- [68] S. Alexandres Fernández, C. Rodríguez-Morcillo García y J. D. Muñoz Frías, «RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia,» 2006.
- [69] J. Pirrone, M. Huerta, R. Clotet y R. M. González, *Análisis del Uso de Etiquetas RFID Implantables en Seres Vivos*. ene. de 2013, págs. 440-443. DOI: 10.1007/978-3-642-21198-0_{_}113. dirección: https://doi.org/10.1007/978-3-642-21198-0_113.
- [70] J. Sánchez et al., «Sistema de Control de Acceso con RFID,» *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México*, 2008.
- [71] J. San José, J. Pastor y A. García, «RFID: La Identificación por Radiofrecuencia como futuro de la identificación de objetos,» *Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/275020704>*, 2012.
- [72] J. Melià-Seguí, J. Garcia-Alfaro y J. Herrera-Joancomartí, «Clasificación de las Amenazas a la Seguridad en Sistemas RFID-EPC Gen2,» *XII Reunión Española sobre Criptología y Seguridad de la Información. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona—Spain*, 2010.
- [73] M. M. Rivera, R. G. Bravo e I. K. R. Islas, «SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS VÍA RFID y CÓDIGO DE BARRAS,» *Pistas Educativas*, vol. 38, n.º 120, abr. de 2018. dirección: <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/621/553>.

- [74] V. J. A. Durán, A. G. Sandoval y J. S. S. Ariza, «Sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos RFID,» *Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC*, 2004.
- [75] Admin y Admin, *Tecnología RFID - Electrodaddy*, mar. de 2021. dirección: <https://www.electrodaddy.com/tecnologia-rfid/>.
- [76] R. S. Martinez Verand, «Diseño del sistema de control de asistencia en la Agencia Mercado de la Caja Huancayo aplicando tarjetas de proximidad de tecnología RFID,» 2017.
- [77] E. O. Castillo, H. E. Rojas y E. J. Gómez, «Modulo RFID de Acceso para oficinas,» *Tekhnê*, vol. 13, n.º 2, págs. 19-26, 2016.
- [78] R. Montero Lannegrand, «Estudio de tecnología de comunicación de campo cercano, NFC,» 2017.
- [79] C. RFID, *RFID*, 2012.
- [80] *Inicio – Mundo Elektro*. dirección: <https://mundoelektro.com.ec/inicio/>.
- [81] *DS-2SF8C442MXG-ELW/26*. dirección: <https://www.hikvision.com/en/products/IP-Products/PTZ-Cameras/Ultra-Series/ds-2sf8c442mxg-elw-26/>.
- [82] *Cámaras TandemVu PTZ*. dirección: <https://www.hikvision.com/es-la/products/IP-Products/PTZ-Cameras/tandemvu-ptz-cameras/?category=Productos+IP&subCategory=C%C3%A1maras+PTZ&checkedSubSeries=null>.
- [83] Sheldon, *¿Configurar NVR para cámaras IP con switch PoE o sin switch PoE? | Comunidad FS*. dirección: <https://community.fs.com/es/article/setting-up-nvr-for-ip-cameras-with-or-without-poe-switch.html>.
- [84] *| Escáner electrónico 4G NFC, lector Rfid de Terminal POS de Bus con P18 L2 de código QR | - AliExpress*. dirección: <https://es.aliexpress.com/i/4001259498905.html>.
- [85] *Tarjeta Mifare | 1K | DactradingCorp*. dirección: <https://www.dactradingcorp.com/product-page/tarjeta-mifare-1k>.