



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED
INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN Y FACTURACIÓN DE
COMANDAS EN TIEMPO REAL, APLICADO EN LA
IMPLEMENTACIÓN DE BARES-RESTAURANTES
INTELIGENTES”

Trabajo de titulación

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

AUTORES:

LISBETH MARCELA GUILCAPI QUISNANCELA

ROBERT MAURICIO OROZCO VALENCIA

DIRECTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba - Ecuador

2020

©2020, Lisbeth Marcela Guilcapi Quisnancela, Robert Mauricio Orozco Valencia.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES

El Tribunal de trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED INALÁMBRICA PARA LA GESTIÓN Y FACTURACIÓN DE COMANDAS EN TIEMPO REAL, APLICADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BARES-RESTAURANTES INTELIGENTES”**, de responsabilidad de la señorita Lisbeth Marcela Guilcapi Quisnancela y el señor Robert Mauricio Orozco Valencia, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación quedando autorizado su presentación.

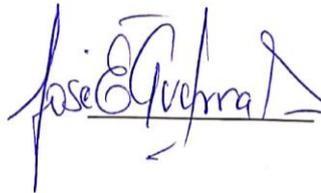
FIRMA

FECHA

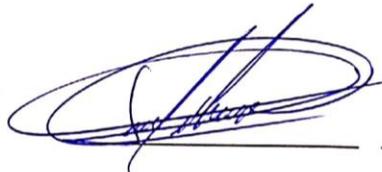
Ing. Patricio Adolfo Romero
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
TELECOMUNICACIONES Y REDES

 22-01-2020

Ing. José Enrique Guerra Salazar
DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

 22-01-2020

Ing. Paúl David Moreno Avilés
MIEMBRO DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN

 24/01/2020

Nosotros, Lisbeth Marcela Guilcapi Quisnancela y Robert Mauricio Orozco Valencia, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación, y el patrimonio de la misma pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Lisbeth Marcela Guilcapi Quisnancela

Robert Mauricio Orozco Valencia

DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios por darme la vida y la fortaleza necesaria para seguir adelante y llegar hasta este momento tan importante.

A mis padres Carlos y Clara por brindarme su amor, confianza, apoyo incondicional y por su esfuerzo realizado diariamente para que pueda seguir preparándome y cumplir mis sueños.

A mi hermano Marco, mi tía Carmita, mis primos Taty, Mayra y Byron y a toda mi familia por todos y cada uno de sus consejos para lograr cumplir con este proceso.

Lisbeth

El presente trabajo investigativo lo dedico a mis padres Holger y Carmen, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y cumplir un gran sueño. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, superación y valentía, son los mejores padres.

A mi tía Rocío, una segunda madre para mí y a mis hermanos Yessi, Santi, Alex y Vane por su afecto y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A Camila, una persona muy especial para mí por demostrarme siempre su cariño con su entusiasmo y buenos valores.

Finalmente dedico esto a mis amigos y amigas, Lisbeth, Evy, Eri, Carlitos, Fernando y Bryan por ser un gran aporte al desarrollo de esta tesis.

Robert

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento primordial a Dios por todas las bendiciones recibidas y por permitirme culminar de la mejor manera mi carrera universitaria. A mis padres Carlos y Clara por ser el pilar fundamental en mi vida, por su amor, paciencia y apoyo incondicional día a día para cumplir mis sueños. A mi hermano, mi tía, mis primos y toda mi familia por la confianza y buenos deseos hacia mi persona.

A mis estimados docentes que me han guiado durante toda la carrera, de manera muy especial al ingeniero José Guerra por su guía, paciencia y dedicación para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos Carlos, Fernando y Bryan con quienes hemos formado una gran familia, gracias por cada momento compartido dentro y fuera de esta prestigiosa institución, gracias por ser un apoyo y partícipes de este momento, principalmente a mi amigo y compañero de tesis Robert por su entrega y dedicación en la realización de esta tesis.

Lisbeth.

Primeramente, quiero agradecer a Dios por bendecirme día a día y poder llegar a cumplir un sueño que tanto he anhelado.

A mis padres, que siempre han sido un ejemplo para mí. Gracias a ellos estoy alcanzando mis metas con mucho orgullo y esfuerzo. Les debo un eterno agradecimiento y mi retribución total por su gran amor, los amo demasiado. De igual manera a mis hermanos por siempre creer en mí y ser una gran familia.

A mi director de Tesis, Ing. José Guerra que mediante su esfuerzo, dedicación, conocimiento, experiencia y motivación ha logrado que podamos culminar este trabajo de la mejor manera para culminar mis estudios con éxito.

Agradezco a mis docentes que durante todo el transcurso de mi carrera han aportado con un granito de arena a mi formación profesional.

A mis amigos y amigas que han sabido brindarme su sincera y valiosa amistad en los buenos y malos momentos. A mi compañera de tesis por todo el apoyo recibido para la realización de esta tesis.

A Camila por ser alguien que siempre está para mí en las buenas y en las malas y por siempre buscar la manera de hacerme sonreír. Gracias por todo.

Robert

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Bares y restaurantes.....	5
1.2. Comanda y facturación.....	5
1.3. Sistemas comerciales para la gestión de comandas.....	6
1.3.1. <i>Sistemas comerciales hardware</i>	6
1.3.2. <i>Sistemas comerciales software</i>	9
1.4. Situación actual de la gestión y facturación de comandas en la zona.....	11
1.5. Redes Inalámbricas.....	12
1.5.1. <i>Arquitectura de redes inalámbricas</i>	12
1.5.2. <i>Topologías de red</i>	13
1.5.3. <i>Modos de operación.</i>	14
1.5.4. <i>Tipos de redes inalámbricas</i>	15
1.6. Tecnologías Inalámbricas.....	16
1.7. Seguridad en redes inalámbricas.....	17
1.7.1. <i>Protocolos de seguridad inalámbrica</i>	18

1.8.	Escalabilidad de redes.....	18
1.9.	Dispositivos móviles.....	19
1.10.	Sistemas operativos móviles en el Ecuador	20
1.11.	Recursos y plataformas.....	21

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	24
2.1.	Análisis de encuestas aplicadas	24
2.2.	Requerimientos del sistema de Gestión y facturación de comandas SGFC.....	32
2.3.	Concepción de la arquitectura general del sistema.....	32
2.3.1.	<i>Módulo de Administración</i>	33
2.3.2.	<i>Módulo de Gestión</i>	34
2.3.3.	<i>Módulo de Preparación</i>	34
2.4.	Software del prototipo	35
2.4.1.	<i>Gestor de Base de datos</i>	35
2.4.2.	<i>Software del módulo de administración</i>	36
2.4.3.	<i>Software de los módulos de gestión y preparación</i>	38
2.5.	Selección del <i>hardware</i> que conforman los módulos prototipo.....	41
2.5.1.	<i>TABLET LENOVO TAB 2 A7-30</i>	42
2.5.2.	<i>TP-LINK TL-WR741ND</i>	42
2.5.3.	<i>Módulo Wi-fi ESP8266MOD</i>	43
2.6.	Esquema de conexión del circuito de notificación	44
2.7.	Configuración de red LAN.	45
2.8.	Diseño estructural del soporte para la <i>tablet</i>	46

CAPÍTULO III

3.	PRUEBAS Y RESULTADOS	47
----	----------------------------	----

3.1.	Pruebas de integridad de datos y almacenamiento de información	47
3.2.	Implementación del prototipo del sistema SGFC.....	51
3.3.	Análisis de escalabilidad de la red	69
3.4.	Análisis económico del prototipo SGFC.....	71
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ventajas y desventajas de las topologías cunes de red.....	14
Tabla 2-1:	Ventajas y desventajas de los modos de operación de redes inalámbricas.....	15
Tabla 3-1:	Características específicas de las tecnologías inalámbricas	17
Tabla 4-1:	Protocolos de seguridad WiFi	18
Tabla 5-1:	Diferencias entre Smartphone y tablet.	20
Tabla 6-1:	Comparativa entre el uso de diferentes sistemas operativos en el Ecuador.	22
Tabla 1-2:	Parámetros de rendimiento de la aplicación de gestión.....	41
Tabla 2-2:	Características de la tablet lenovo tab a7-30	42
Tabla 3-2:	Características técnicas del <i>router</i> inalámbrico TP-LINK TL-WR741ND.....	43
Tabla 4-2:	Características técnicas del NodeMCU EPS8266	44
Tabla 1-3:	Productos registrados en la base de datos.....	47
Tabla 2-3:	Indicadores de conexión de una señal wi-fi.....	54
Tabla 3-3:	Valores y calificaciones de las señales medidas.	54
Tabla 4-3:	Tiempo y tamaño de paquetes en la etapa de autenticación.	56
Tabla 5-3:	Resultados de la prueba Anova de un factor para la autenticación	57
Tabla 6-3:	Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)	58
Tabla 7-3:	Mediciones de tráfico generado en la red por una sola comanda	58
Tabla 8-3:	Información del envío de comandas al servidor en el primer evento.	59
Tabla 9-3:	Resultados de prueba la prueba anova de un factor en el primer evento.....	61
Tabla 10-3:	Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)	61
Tabla 11-3:	Información del envío de datos en crecimiento exponencial.....	62
Tabla 12-3:	Resultados de la prueba Anova de un factor del segundo evento.....	63
Tabla 13-3:	Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)	63
Tabla 14-3:	Tiempo de respuesta cuando se seleccionan la totalidad de productos.	64
Tabla 15-3:	Resultados de la prueba Anova de un factor del tercer evento.....	65
Tabla 16-3:	Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)	65
Tabla 17-3:	Tiempos de consulta de menú	67
Tabla 18-3:	Tiempos de toma de pedido.....	68
Tabla 19-3:	Prueba T de dos muestras emparejadas	69
Tabla 20-3.	Presupuesto económico del prototipo implementado.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Kioskos interactivos de McDonald's	6
Figura 2-1:	Dispositivos electrónicos de gestión y panel automático de pedidos.....	7
Figura 3-1:	Turnero Electrónico	8
Figura 4-1:	Discos localizadores y teclado	8
Figura 5-1:	Elementos del sistema de llamado al personal	9
Figura 6-1:	Ícono de Sirveme Online.....	10
Figura 7-1:	Interfaz de disponibilidad de mesas en Venta Fácil.....	10
Figura 8-1:	Estructura de red inalámbrica.....	13
Figura 9-1:	Cantidad de host por máscara de subred.....	19
Figura 1-2:	Concepción de la arquitectura general del sistema	33
Figura 2-2:	Diagrama de bloques del módulo de administración del sistema SGFC.....	34
Figura 3-2:	Diagrama de bloques del módulo de Gestión del sistema SGFC.....	34
Figura 4-2:	Diagrama de bloques del módulo de preparación del sistema SGFC	35
Figura 5-2:	Estructura de tablas de la base de datos para el sistema SGFC.....	36
Figura 6-2:	Diagrama de flujo del módulo de administración	37
Figura 7-2:	Pantalla principal del módulo de Administración del sistema SGFC.....	38
Figura 8-2:	Diagrama de flujo del módulo de gestión	39
Figura 9-2:	Interfaz principal de la aplicación de gestión del sistema SGFC.....	40
Figura 10-2:	Diagrama de flujo del módulo de preparación y entrega de pedidos	40
Figura 11-2:	Interfaz del módulo de preparación del sistema SGFC.....	41
Figura 12-2:	Tablet Lenovo Tab 2 A7-30.....	42
Figura 13-2:	Router Inalámbrico TP-LINK TL-WR741ND	43
Figura 14-2:	NodeMCU.....	44
Figura 15-2:	Esquema de conexión del circuito de notificación.....	45
Figura 16-2:	Soporte para el dispositivo móvil.....	46
Figura 1-3:	Evidencia del almacenamiento de información en la base de datos.....	48
Figura 2-3:	Evidencia de la visualización de productos.....	48
Figura 3-3:	Evidencia de la visualización del pedido en los módulos de administración y preparación.....	49
Figura 4-3:	Interfaz de selección y facturación múltiple.....	50
Figura 5-3:	Interfaz de Administración de facturas múltiples	50
Figura 6-3:	Evidencia del informe generado para las comandas.	51
Figura 7-3:	Esquema de distribución de mesas.....	52
Figura 8-3:	Instalación del soporte del módulo de gestión	52

Figura 9-3:	Disposición de dispositivos	53
Figura 10-3:	Ubicación de la pantalla de visualización.....	53
Figura 11-3:	Evidencia de medición de intensidad de señal	54
Figura 12-3:	Evidencia de las pruebas realizadas	67
Figura 13-3:	Proyección de mesas	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1:	Comparativa entre el uso de diferentes sistemas operativos en el Ecuador	21
Gráfico 1-2:	Resultados acerca de la manera de gestión de pedidos	25
Gráfico 2-2:	Resultados acerca del agrado de la utilización de dispositivos tecnológicos para la gestión de pedidos	25
Gráfico 3-2:	Resultados acerca de la manera de envío de pedido a preparar	26
Gráfico 4-2:	Resultados acerca de la manera de pago en el establecimiento	26
Gráfico 5-2:	Resultados acerca de la predisposición de instalar dispositivos tecnológicos para automatizar el proceso de gestión en el establecimiento.....	27
Gráfico 6-2:	Consideraciones para determinar la mejor manera de presentación del menú en dispositivos tecnológicos	27
Gráfico 7-2:	Resultado de la pregunta ¿Le gustaría que la factura se genere automáticamente desde el instante en que el cliente hace el pedido desde el dispositivo?	28
Gráfico 8-2:	Resultados de consideración frente a la interrogante de inversión en dispositivos tecnológicos.	29
Gráfico 9-2:	Resultado acerca de la expectativa de los productos en bares y restaurantes .	29
Gráfico 10-2:	Respuesta acerca de los problemas en un bar o restaurante	30
Gráfico 11-2:	Resultados acerca de los errores presentados en bares o restaurantes.....	30
Gráfico 12-2:	Resultado frente al agrado de la descripción de menús mediante dispositivos tecnológicos	31
Gráfico 13-2:	Resulta frente al agrado de tener un control en línea del consumo realizado..	31
Gráfico 1-3:	Comparativa de tiempos de autenticación.....	57
Gráfico 2-3:	Comparativa de tiempos de envío en el primer evento.	60
Gráfico 3-3:	Comparativa entre tiempos de envío en el segundo evento.	62
Gráfico 4-3:	Comparativa entre tiempos de envío en el tercer evento.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FORMATO DE ENCUESTA A LOS PROPIETARIOS DE BARES, RESTAURANTES DE PRIMERA Y SEGUNDA CATEGORÍA DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.
- ANEXO B:** FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA A LOS USUARIOS BARES, RESTAURANTES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA
- ANEXO C:** CÓDIGO DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN
- ANEXO D:** CÓDIGO DE LA APP DE GESTIÓN
- ANEXO E:** CÓDIGO DEL MÓDULO DE PREPARACIÓN.
- ANEXO F:** ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL MÓDULO DE GESTIÓN.
- ANEXO G:** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TAB 2 A7-30
- ANEXO H:** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ROUTER TL-WR741ND
- ANEXO I:** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL NODEMCU ESP8266
- ANEXO J:** CÓDIGO DE DESARROLLO DEL NODEMCU.
- ANEXO K:** CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DEL ROUTER

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

WPAN:	Wireless Personal Area Network (Red Inalámbrica de Área Personal)
WLAN:	Wireless Local Area Network (Red Inalámbrica de Área Local)
WMAN:	Wireless Metropolitan Area Network (Red Inalámbrica de Área Metropolitana)
WWAN:	Wireless Wide Area Network (Red Inalámbrica de Área Amplia)
MHz:	Megahercio
GHz:	Gigahercio
FFD:	Full Function Device (Dispositivo de función completa)
RFD:	Reduced Function Device (Dispositivo de función reducida)
SSID:	Service Set Identifier (Identificador de conjunto de servicios)
WPA:	Wi-Fi Protected Access (Acceso Wi-Fi protegido)
WEP:	Wired Equivalent Privacy (Privacidad equivalente a cableado)
WIFI:	Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)
PSK:	Pre Shared Key (clave compartida previamente)
APP:	Application (Aplicación)
IDE:	Integrated Development Environment (Entorno de desarrollo integrado)
SQL:	Structured Query Language (Lenguaje de consulta estructurada)
CPU:	Central Processing Unit (Unidad de Proceso Central)
PDA:	Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal)
Mbps:	Megabit por segundo
DHCP:	Dynamic Host Configuration Protocol (Protocolo de configuración dinámica de host)

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue el diseño y construcción de un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas en tiempo real, aplicado a la implementación de bares-restaurantes inteligentes. Está constituido por tres módulos que se comunican mediante tecnología Wi-fi. El módulo de la administración es quien proporciona la información necesaria para la gestión de comandas y facturas del usuario mediante el módulo de gestión que utiliza dispositivos táctiles, esta información generada es enviada directamente al módulo de preparación. La comunicación de cada módulo se establece con consultas SQL hacia el servidor de base de datos creada en phpAdmin. Para la manipulación del sistema se desarrollaron tres aplicaciones en los entornos de programación Android Studio y NetBeans. La metodología aplicada en base a encuestas facilitó la determinación de necesidades y requerimientos del prototipo. Para la validación del prototipo se realizaron una serie de pruebas sobre el funcionamiento integro y alcance de comunicación inalámbrica de este, estableciendo la distancia máxima de funcionamiento a los 33,75 metros, por lo que el funcionamiento no presentó problemas debido a que las dimensiones del local se encuentran dentro de este rango. Se verificaron tiempos de consulta de menú obteniendo que el sistema optimiza en un 86,00% y 56,73% los tiempos mínimos y máximos utilizados en la forma tradicional. Reduce notablemente el tiempo de gestión de comanda en un 14,54% y 62,90%. No se presentó saturación en la red ya que el tráfico generado representa apenas el 2,76% de la capacidad del enrutador. Para un mejor manejo de los datos se recomienda la utilización de un servidor remoto en la nube en lugar de un local.

Palabras clave: <PROTOTIPO INALÁMBRICO>, <TRÁFICO DE RED>, <SISTEMA INTELIGENTE>, <COMANDA>, <FACTURACIÓN>, <COMUNICACIÓN INALÁMBRICA>.

REVISADO

15 ENE 2020

Ing. Jhonatan Parreño Uguitas. MBA
(ANALISTA DE BIBLIOTECA 1)



ABSTRACT

This bachelor thesis is aimed at designing and building a wireless network prototype for the management and invoicing system of real-time commands, which is implemented to smart bar-restaurants. It is mainly made up of three modules that are interlinked through Wi-fi wireless technology. The administration module provides all the information required for commands management and invoices to the user through the management module that uses touch-based devices, this generated information is sent directly to the preparation module. The communication of each module is performed with SQL searches on the database server developed on phpAdmin. For the manipulation of the system three applications were carried out on the programming environments Android Studio and NetBeans. The applied methodology is based on surveys that determine the prototype needs and requirements. For prototype validation, a series of tests were conducted on the integral operation and wireless communication range of the latter, establishing the maximum operating distance at 33.75 meters, so that the operation did not present malfunctions due to the Location dimensions are within range. Menu query times were verified obtaining that the system optimizes in 86.00% and 56.73% the minimum and maximum times used in the traditional way. Significantly reduces command management time by 14.54% and 62.90%. There was no saturation in the network since the traffic generated only represented 2.76% of the router's capacity. For better data management, it is recommended to use a remote server on cloud-based services instead of a local network.

Keywords: <WIRELESS PROTOTYPE>, <NETWORK TRAFFIC>, <SMART SYSTEM>, <COMMAND>, <INVOICING>, <WIRELESS COMMUNICATION>.



INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología permite dar soluciones a diversas situaciones o actividades presentes en la vida cotidiana facilitándolas y optimizando recursos. La tecnología se ve más inmersa en nuestra sociedad, insertándose incluso en las organizaciones de restaurantes, bares, cafeterías entre otras con el objetivo de facilitar y mejorar los servicios (Mahou San, 2019).

En el mundo se han creado sistemas inteligentes (IS). Un sistema inteligente se puede definir como aquel que incorpora inteligencia en las aplicaciones que manejan las máquinas, a su vez realizando búsqueda y optimización junto con capacidades de aprendizaje (Mankad, 2015). En base a esta definición se puede argumentar que un sistema inteligente es el cúmulo de aplicaciones y herramientas que en conjunto llevan a cabo la recopilación y el procesamiento de la información con el fin de crear medios inteligentes para diversos usos, como la automatización de establecimientos de servicios de alimentos y bebidas.

La toma de pedidos conocidas como comandas son documentos en los cuales se detallan la orden del cliente e identifica la mesa a la cual se debe entregar el producto, facilitando el control de la salida de los productos hasta los consumidores (Marquez, 2017). Por lo general en los establecimientos la toma de pedidos se lo realiza de manera manual, el camarero se acerca hasta la mesa del cliente para tomar su orden, lo que en varias ocasiones implica algunos inconvenientes en cuanto a la atención recibida (Roca, 2012).

Alrededor del mundo, en ciudades como Hong Kong, Madrid y Barcelona se han desarrollado sistemas inteligentes, que permiten al cliente tratar directamente con el personal encargado de la preparación de pedidos y agilizar el proceso de gestión de comandas. En la Universidad ORT de Uruguay se desarrolló como tema de titulación un sistema de gestión de comandas para restaurantes mediante dispositivos móviles que permiten la utilización de una aplicación disponible para Android que facilita el control de los pedidos (Mario et al., 2017). En el país se han utilizado dispositivos tecnológicos que permiten la organización del proceso de entrega de productos y se los puede encontrar implementados en patios de comidas por medio de turneros o localizadores que informan al cliente que su orden esta lista (Tekatronik, 2019).

Considerando que en Riobamba se desconoce de estudios o proyectos similares al tema de investigación y que el mecanismo existente de gestión y facturación de comandas no es el más adecuado. Se determinó la necesidad de diseñar un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas que mediante módulos permita la comunicación directa entre el consumidor y el personal encargado de la preparación del producto.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El mecanismo más popular de gestión de comandas utilizado en establecimientos tales como restaurantes, bares u otros, es la toma de pedidos manual. En ocasiones se generan problemas de equivocaciones de pedidos, retardos en la entrega, olvido de órdenes y lo más notable la inconformidad de los usuarios frente al servicio brindado. Esto puede representar pérdidas económicas y de clientela, determinando el éxito o fracaso del negocio. En varias ocasiones estos inconvenientes se dan por los recursos escasos que el local posee, obligando al personal a desplazarse de un lugar a otro para cumplir con esta labor (Roca, 2012).

Actualmente algunos establecimientos de alimentos y bebidas utilizan sistemas tecnológicos. Un claro ejemplo se encuentra en la región Administrativa Especial de Hong Kong en donde se implementaron mesas inteligentes, así los clientes que acuden a los bares pueden ordenar sus bebidas desde la mesa sin solicitar atención del servicio (Jintao, 2011). También se han desarrollado en varias universidades como tema de tesis estudios, diseños de dispositivos y aplicaciones para la gestión de comandas tanto en bares como en restaurantes en los países de Uruguay y España.

En la Universidad ORT Uruguay se desarrolló un “Sistema de gestión de comandas en restaurantes desde dispositivos móviles” en donde el sistema implementado consistió en una aplicación móvil, disponible para Android e iOS, y de una plataforma web a utilizarse en locales del rubro gastronómico (Mario et al., 2017). Otros estudios y proyectos realizados fueron en las ciudades de Madrid y Barcelona en la Universidad Pontificia Comillas con el tema “Sistema Integral para la Gestión de restaurantes” el cual consiste en un sistema que propone una revolución en la gestión de los diferentes elementos principales del negocio, haciendo uso de la tecnología en servicio de sus usuarios.

Constituido por dos módulos fundamentales, uno es el módulo de mesa, que está disponible en cada una de las mesas del salón de un restaurante, y otro es el módulo de cocina mediante una aplicación (Orbe, 2010), en la Universidad Autónoma de Barcelona también se realizó un proyecto bajo el título de “Sistema de Gestión de pedidos” que tuvo objetivo desarrollar una aplicación en formato web capaz de dar soporte a la gestión de los pedidos de restaurante (Rodríguez, 2010).

En el país se utilizan sistemas de turneros electrónicos generalmente en patios de comida, funcionan de tal manera que el cliente visualiza en pantallas el número de su pedido y debe esperar para acercarse a retirar sus productos. Los localizadores permiten alertar al cliente mediante una notificación cuando su orden esté lista (Tekatronic, 2019). Estos mecanismos de gestión empleados no son tan ideales, puesto que el cliente deba acercarse a realizar y retirar el pedido implicando

una pérdida de tiempo para ser atendido, sobre todo cuando existe gran cantidad de clientela en el local.

Conociendo los problemas existentes en cuanto a mecanismos de gestión de comandas se considera la implementación de un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas, logrando obtener una herramienta tecnológica que pueda corregir errores de atención y facilitar procesos. Los servicios de alimentos y bebidas son reconocidos como actividades turísticas según el Artículo 5 de la Ley de Turismo (Turismo, 2015). Este proyecto puede beneficiar al sector en donde se lo lleve a cabo al provocar una mayor acogida por la localidad y favoreciendo el desarrollo del turismo que es uno de los objetivos a alcanzar dentro del Plan estratégico de desarrollo de turismo sostenible para Ecuador “PLANDETUR 2020” implementando estrategias como el desarrollo, equipamiento y dotación de elementos necesarios para la creación, mejora y consolidación de los destinos turísticos de Ecuador (Maza, 2010).

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

El tema de investigación busca desarrollar e implementar una red inalámbrica que cumpla con los requerimientos necesarios para automatizar la gestión y facturación de comandas en un local de alimentos y bebidas.

Este proyecto se basa en el desarrollo de tres módulos principales. El primer módulo corresponde al de gestión de pedidos que se encuentra ubicado en cada una de las mesas del local, a partir de este módulo se generan las comandas con el detalle de productos solicitados por el cliente, la información es almacenada en la base de datos y reflejada en los módulos restantes. El segundo módulo de administración permite actualizar, insertar o eliminar los productos que el establecimiento oferta y a su vez visualizar informes y registros de las ventas realizadas. El tercer módulo corresponde al módulo de preparación, en donde se puede observar todos los productos que deben servirse en orden de llegada, este módulo activa una señal de notificación cuando el producto esté preparado mediante una tarjeta de desarrollo.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas aplicado en la implementación de bares-restaurantes inteligentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de mercado mediante técnicas de investigación que permita definir la necesidad de desarrollar el prototipo de red.
- Analizar topologías, comunicaciones inalámbricas e información utilizadas en los sistemas comerciales similares.
- Analizar los aspectos de seguridad que garantice la integridad de la información, confidencialidad y autenticación en el prototipo de red.
- Diseñar la red, forma de comunicación y módulos que el prototipo debe cumplir en base a los requerimientos establecidos para su implementación.
- Evaluar si el prototipo desarrollado cumple con los requerimientos planteados al inicio de la investigación.

El presente trabajo se define como una propuesta tecnológica, para su desarrollo se combinó métodos teóricos y empíricos. En el método teórico ya que se hizo una revisión documental de la información relacionada con la gestión y facturación de comandas, los sistemas comerciales desarrollados mundial y localmente, información de los avances y tecnologías que permitan la realización del prototipo. La sistematización, permite la aplicación de la información obtenida al diseño y construcción al sistema de gestión y facturación. El análisis y síntesis, para la evaluación de los resultados obtenidos del funcionamiento del prototipo y de esta manera llegar a las conclusiones y recomendaciones. Los métodos empíricos aplicados son: la experimentación, se basa en la realización de la simulación y comprobación de cada módulo que constituye el prototipo, la evaluación de las variables durante la implementación y la observación para la validación del prototipo.

El presente documento define el proceso realizado en esta investigación y se divide en tres capítulos. En el primer capítulo se detalla la información bibliográfica necesaria para la realización del prototipo. El segundo capítulo hace referencia al procedimiento de selección de *hardware* y *software* para implementar la propuesta considerando sus requerimientos. El tercer capítulo presenta las pruebas y resultados obtenidos en el proceso de evaluación del prototipo y finalmente se enuncian las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realizará una revisión bibliográfica relacionada con el tema de investigación, se estudia los sistemas comerciales existentes a nivel mundial y local, se analiza la situación actual de gestión de pedidos en la zona y se revisa las tecnologías de comunicación existentes.

1.1. Bares y restaurantes

Son establecimientos en los cuales su actividad principal es la elaboración y comercialización de bebidas y alimentos. Estas son reconocidas como actividades turísticas debido a que ayudan en la economía de los países (Almeida, 2013). A nivel mundial se destaca España como el país con mayor cantidad de bares y restaurantes por densidad de habitantes, ya que ostenta alrededor de 260.000 establecimientos, un bar por cada 175 personas aproximadamente (ATRESMEDIA, 2016).

Ecuador cuenta con 23.933 establecimientos reconocidos por el Ministerio de Turismo de los cuales un 70% corresponde al sector de bares y restaurantes, estas actividades contribuyen a la producción turística del país en un 24,6% (MINTUR, 2016).

La toma los pedidos en la mayoría de los locales por lo general se la realiza de forma manual, siendo el camarero el encargado de tomar las órdenes de cada cliente para posteriormente llevárselas al área encargada de la preparación de los productos solicitados. Este proceso incrementa su tiempo en dependencia del aumento de clientes (Burgos, 2015).

La gestión de pedidos de este tipo de establecimientos comúnmente genera inconvenientes a los usuarios, como: tiempos de espera prolongados para la toma de orden, atención y facturación. Escasa información de los productos disponibles y sus características, errores en el despacho de órdenes, cobros, entre otros (Rosanna, 2016). Debido a estos inconvenientes los dueños de establecimientos de alimentos y bebidas han adoptado algunos sistemas tecnológicos para mejorar su gestión.

1.2. Comanda y facturación

Se conoce como comanda al detalle de los pedidos del cliente en un establecimiento, este documento permite mantener un mejor control interno, tienen diferentes diseños dependiendo del tipo de establecimiento. Por lo general, las comandas son generadas de forma manuscrita

mediante lápiz y papel, aunque en varios lugares del mundo ya se está incluyendo la tecnología a través de dispositivos electrónicos para realizar esta actividad.

Independientemente de la manera de generación de este documento, se debe especificar ciertos datos como la numeración de la comanda, número de mesa, fecha además del detalle de productos solicitados. La importancia de la presencia de comandas en los establecimientos radica principalmente en que estas ayudan a tener mejor organización en el establecimiento y despacho de productos, brindando así una buena atención a los clientes (García, 2018).

La facturación es una obligación que tienen los empresarios y profesionales de expedir una factura por la compra o venta de bienes y prestaciones de servicios que realicen en el desenvolvimiento de su actividad mercantil (Morales y Morales, 2014). La factura es utilizada para documentar que una operación realizada entre dos partes ha sido de forma legal y satisfactoria, se demuestra también que la operación es válida y que se han pagado los impuestos correspondientes (GEDESCO, 2012).

1.3. Sistemas comerciales para la gestión de comandas.

Se han desarrollado varios sistemas tanto *hardware* y *software* para tratar de mejorar la gestión de bares y restaurantes en distintos países, incluyendo al Ecuador. A continuación, se detalla algunos de los sistemas representativos.

1.3.1. Sistemas comerciales hardware

Kioscos interactivos: Utilizados en Estados Unidos por diversas cadenas de comida como Panera, McDonald's, Wendy's entre otras. Son sistemas formados por pantallas táctiles distribuidos en el establecimiento que muestran el menú con gráficos y precios. El usuario debe acercarse a estas para seleccionar la comida deseada. Los pedidos se muestran en una pantalla con el número de orden y nombre del usuario para que se acerque a retirarlo (OPPENHEIMER ANDRES, 2018). En la figura 1-1 se puede apreciar la implementación de esos dispositivos en McDonald's.



Figura 1-1: Kioscos interactivos de McDonald's.

Fuentes: Martí Anna (2016),

Estos dispositivos fueron creados por la empresa china KMY y están constituidos de los siguientes elementos (Alibaba, 2019) :

- Una computadora con una unidad de procesamiento que puede ser i3, i5 o i7.
- Una pantalla táctil de 32”.
- Una impresora pequeña térmica.
- Altavoces y una carcasa de acero.
- Los sistemas operativos y controladores utilizados son Windows 7, Linux, Unix.
- Videocámara, alarma, dispensador de tarjetas y efectivo.
- Los costos por unidad oscilan entre 900 y 2000 dólares.

Foster: primer restaurante inteligente que se inauguró en marzo del 2018 en Argentina, en el cual no existe la presencia de camareros ni cajeros. Este sistema está formado por tabletas y pantallas que permiten la visualización y selección de los productos al igual que su cancelación que únicamente es mediante tarjetas de crédito. Los dispositivos están distribuidos al ingreso del local e indican el menú disponible. Para la entrega de pedido no es necesario el camarero, ya que este sistema tiene paneles automatizados en donde se visualiza el número y nombre del usuario que solicitó el pedido y así este se acerque a retirarlo, agilizando el proceso de gestión y entrega. La inversión del sistema de este restaurante inteligente fue alrededor de 500.000 dólares (Mármol, 2018). En la figura 2-1 se observa los dispositivos de selección de pedidos y el panel de entrega.

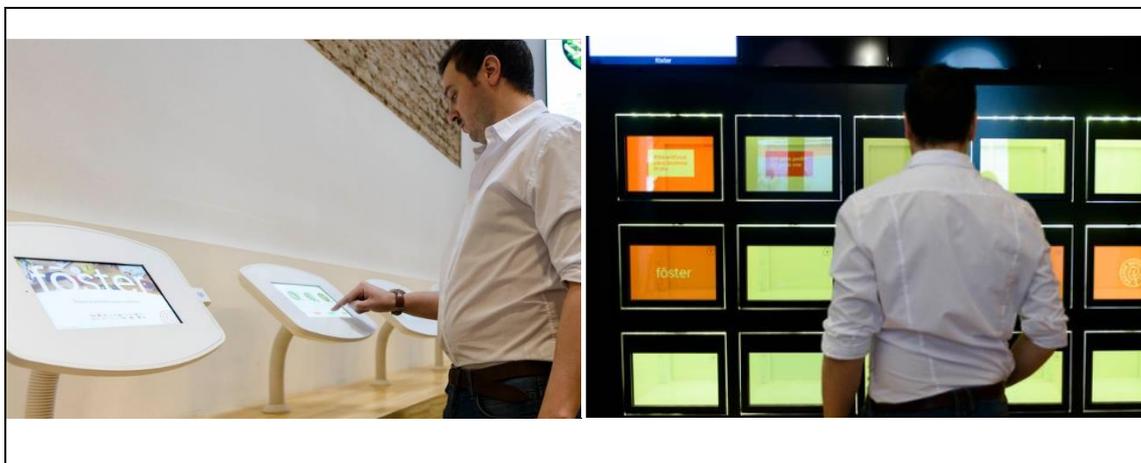


Figura 2-1: Dispositivos electrónicos de gestión y panel automático de pedidos.

Fuente: Mármol Hernán (2018).

En el país se han adoptado algunas estrategias especialmente en patios de comidas debido a la afluencia de comensales. A continuación, se detalla brevemente tres de las herramientas utilizadas.

Turnero electrónico: Se lo puede observar en la figura 3-1. Se trata de un sistema formado por un teclado que permite la inserción del número de la orden y un display en el cual el cliente puede

visualizar el número de orden lista. El teclado la pantalla se conectan de forma inalámbrica y su valor está próximo a 300 dólares (Automasis, 2016).



Figura 3-1: Turnero Electrónico

Fuente: Automasis (2016)

Localizadores de clientes: Son dispositivos inalámbricos en forma de disco y son entregados al cliente al momento en que realiza el pedido. Una vez lista la orden mediante vibraciones o emisiones de luz el dispositivo informa que debe acercarse a retirarla (Tekatronic, 2019). Este sistema se lo puede observar en la figura 4-1, donde se diferencia los discos localizadores que pueden ser hasta 20 unidades y un teclado que es utilizado por el personal del establecimiento para activar el disco correspondiente a la orden lista, está evaluado alrededor de 350 dólares.



Figura 4-1: Discos localizadores y teclado

Fuente: Tekatronic (2019)

Sistema de llamado: Formado por dispositivos inalámbricos circulares de tamaño reducido que se encuentran a disposición del cliente para solicitar la presencia y atención del personal del establecimiento. Estos emiten señales de aviso hacia una pantalla o a un reloj, logrando informar al personal la existencia de un llamado (Tekatronic, 2019). En la figura 5-1 se puede observar los elementos que constituyen este sistema, se puede diferenciar los botones de llamado, el reloj digital y la pantalla.



Figura 5-1: Elementos del sistema de llamado al personal

Fuente: Tekatronic (2019)

En base a la descripción de los sistemas anteriormente mencionados se resalta algunas desventajas de estos frente al trabajo propuesto:

- Los kioscos interactivos al igual que el sistema empleado en Foster requieren de una fuerte inversión económica debido a la infraestructura que utilizan tanto para la gestión al ser dispositivos de gran tamaño y cobro de productos ya sea en efectivo o mediante tarjetas de crédito.
- Los dispositivos de generación de comandos de los dos primeros sistemas se encuentran estáticos en sitios diferentes a la mesa del usuario.
- Los sistemas utilizados en el país tienen menor costo ya que poseen infraestructuras más reducidas y simples, pero más limitaciones.
- La principal limitante de los sistemas como turneros, localizadores y sistemas de llamado recae en que el usuario no puede generar directamente su comanda mediante un dispositivo, ya que estos sistemas han sido desarrollados con el propósito de evitar largas filas para la entrega de pedidos o para agilizar el llamado hacia el personal del establecimiento y así ser atendidos.
- Otra desventaja se refleja en que el usuario se guía por el menú entregado por el camarero o por las publicaciones en lugares estratégicos del establecimiento y estos no proporcionan información detallada de la composición de los productos.
- Por otra parte, la factura se la realiza en la parte administrativa, el cliente debe acercarse y solicitarla o en su defecto llamar al camarero.

1.3.2. *Sistemas comerciales software*

Sírveme Online: Aplicación móvil desarrollada en 2016, compatible con sistemas operativos iOS y Android, su última actualización fue a inicios del 2019. A través de la descarga de esta aplicación se puede acceder al menú ofertado del establecimiento que se presenta de manera gráfica y descriptiva. El usuario puede solicitar la presencia del mesero o directamente realizar su

pedido y enviarlo a caja para su posterior facturación. Está disponible en Europa y recientemente en Colombia (sirVeme, 2019). En la figura 6-1 se puede apreciar el icono de la aplicación que se encuentra en la play store.



Figura 6-1: Ícono de Sirveme Online

Fuente: (sirVeme, 2019).

Venta Fácil: Se trata de un *software* administrativo enfocado en bares y restaurantes del país. Permite el manejo de disponibilidad de mesas, facturación, inventarios, catálogos de productos, reportes de utilidades, control de bodega, realización de pedidos desde la parte administrativa del negocio. Además presenta la alternativa de incorporar dispositivos electrónicos táctiles que permiten al mesero tomar de manera digital las órdenes de los usuarios que previamente fueron mostrados de la manera tradicional mediante la entrega del menú (VentaFácil, 2017). Está disponible para una versión de escritorio, la interfaz del *software* se la puede apreciar en la figura 7-1, en donde se aprecia la disponibilidad de mesas.



Figura 7-1: Interfaz de disponibilidad de mesas en Venta Fácil.

Fuente: (VentaFácil, 2017)

Las herramientas *software* mencionadas presentan características similares al trabajo planteado al igual que desventajas que se enuncian a continuación:

- Sírveme online requiere que el usuario disponga de un dispositivo propio para la descarga y la utilización de esta.
- Venta fácil es un *software* pagado, su valor se encuentra alrededor de 400 dólares. Este *software* no permite que el usuario genere personalmente su comanda ya que el personal del establecimiento es el encargado de esta acción.
- El envío de la información de comandas hacia el área encargada de la preparación de productos de las dos herramientas lo realiza el personal del establecimiento.
- Ninguna de estas herramientas dispone de la opción de solicitud de generación de factura.

En base a la información de los sistemas tanto *hardware* y *software* desarrollados a nivel mundial y en el país y la identificación de algunas desventajas frente al trabajo planteado. Se determina el desarrollo de un prototipo inalámbrico para la gestión y facturación de comandas en tiempo real, teniendo en cuenta fortalezas diferentes a los sistemas existentes. Algunas de las características del prototipo son:

- Realizar un prototipo de gestión y facturación de bajo costo.
- Agilizar el proceso de gestión y facturación evitando tiempo de espera para solicitar atención al personal del establecimiento.
- Proporcionar comodidad al colocar los dispositivos de gestión al alcance del usuario, para que de esta manera el pueda seleccionar los productos y solicitar su factura.
- Brindar información detallada de los productos mediante la aplicación de gráficos, descripciones puntuales y en ciertos casos archivos audiovisuales.
- Reducir errores en el envío de información de comandas hacia el área de preparación y el área de administración mediante comunicación inalámbrica.
- Mejorar y agilizar la organización en el área de preparación de productos, permitiendo al personal tener acceso a la información de la comanda emitida.
- Proporcionar información relevante para el manejo del negocio como inventarios y reportes de ventas.

1.4. Situación actual de la gestión y facturación de comandas en la zona

Según información otorgada por la directora de Turismo del GAD Municipal de Riobamba correspondiente al Catastro realizado en mayo del 2018, en la ciudad de Riobamba existen 45 bares y 203 restaurantes los cuales se distribuyen en cuatro categorías (Murillo, 2018). Estas categorías difieren de acuerdo con varias características de los establecimientos como: infraestructura, variedad en productos ofertados, calidad de servicio y la capacidad económica.

Para determinar la situación actual en la ciudad se consideró los bares y restaurantes establecidos en las dos primeras categorías, con un total de 26 establecimientos. Se aplicaron dos encuestas a los propietarios de los locales y a clientes que frecuentan este tipo de establecimientos, con el

objetivo de obtener información acerca del mecanismo actual de gestión y facturación de comandas empleado. Los formatos de las encuestas aplicadas se pueden observar en los anexos A y B.

De estas encuestas se determinó que la manera actual en la mayoría de los establecimientos es de forma manual, siendo el mesero quien proporcione y envíe la información necesaria para la generación de comandas, pocos de estos sitios poseen tecnología que ayude en esta actividad. De la información proporcionada por los usuarios de este tipo de establecimientos se identificaron inconvenientes muy comunes como el tiempo prolongado de espera para la atención y gestión de comanda, descoordinación en la entrega de productos, información desactualizada e inconsistente de los productos ofertados, equivocaciones y cobros indebidos, entre otros. El análisis detallado de las encuestas se presenta en el siguiente capítulo

Considerando la situación actual de gestión y facturación de comandas desde el punto de vista de los propietarios y usuarios de los establecimientos, se ve la necesidad de realizar el diseño y construcción de un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas en tiempo real, aplicado en la implementación de bares-restaurantes inteligentes con el objetivo de obtener una herramienta que pueda ser útil para llevar a cabo estas actividades. Para el desarrollo del proyecto se realiza un estudio y análisis de redes y tecnologías inalámbricas de comunicación existentes que permitan cumplir con los requerimientos de este.

1.5. Redes Inalámbricas

Son redes que no presentan infraestructura cableada ni medios guiados para la transmisión de datos, sino que la realizan mediante ondas electromagnéticas. Este tipo de redes consiste en establecer la comunicación remota entre dispositivos. Algunas de las características más relevantes de son (Baran, 2012):

- La red no requiere de medios guiados para lograr la conexión entre dispositivos.
- La movilidad es posible dentro del área de cobertura.
- Se reduce los costos de mantenimiento que implicaría tener una red cableada.
- Facilidad de conexión con dispositivos que incluyan tecnologías inalámbricas.
- Proporcionan rapidez y mayor escalabilidad.

1.5.1. Arquitectura de redes inalámbricas

En este tipo de redes la arquitectura es similar a una red cableada, sin embargo, estas redes deben convertir las señales de información en una forma adaptable para lograr su transmisión a través de medios no guiados como el aire (Geier, 2008). En la figura 8-1 se indica la estructura de una red inalámbrica en donde se puede diferenciar dispositivos de cómputo, estaciones base y la infraestructura inalámbrica.

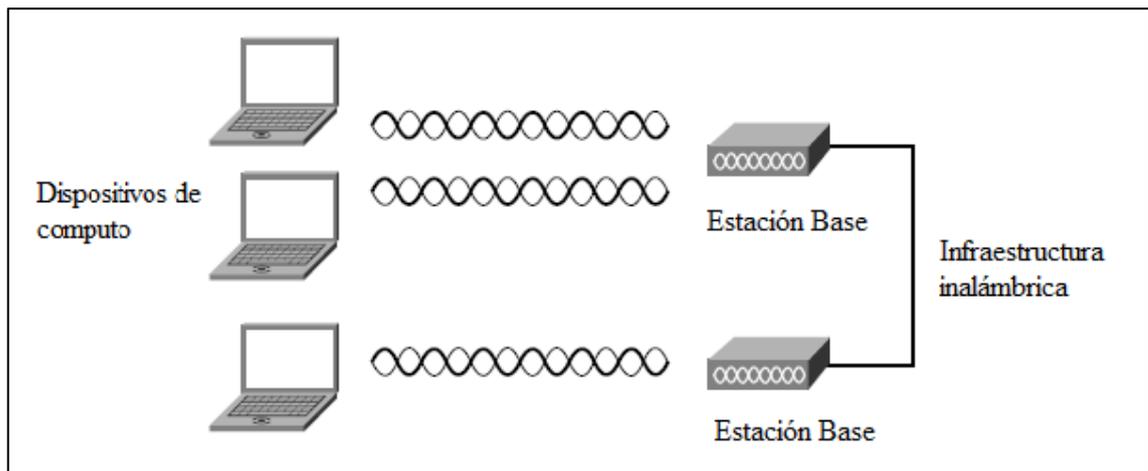


Figura 8-1: Estructura de red inalámbrica

Fuente: (Geier, 2008)

Los dispositivos de cómputo son aquellos elementos capaces de establecer la comunicación mediante ondas que se propagan en el aire. Generalmente llamados dispositivos informáticos que permite una variedad de funciones dependiendo de la aplicación y ofrecen una interfaz de red inalámbrica. Pueden ser impresoras, teléfonos móviles, tabletas, laptops entre otros, incluyendo servidores de base de datos y sitios web (Geier, 2008).

Las estaciones bases son las encargadas de interconectar las señales inalámbricas a una red cableada denominada sistema de distribución. Estas permiten el acceso a una serie de servicios de red, dependiendo a su aplicación varía su denominación, pueden ser llamados puntos de acceso al cual los dispositivos se conectarán para mantener la comunicación, puertas de enlace que se encargan del control de acceso y la conectividad de aplicación, mientras que los enrutadores deben permitir la operación de computadoras en una sola conexión (Geier, 2008).

La infraestructura de red permite la conexión de los usuarios inalámbricos y los sistemas finales, está constituida básicamente de estaciones base, controladores de acceso, *software* de conectividad de aplicaciones y de un sistema de distribución (Geier, 2008).

1.5.2. Topologías de red

Es la forma de disposición física o lógica de los componentes que integran una red. La topología física indica la ubicación de los elementos o dispositivos de red y su respectiva infraestructura de conexión y la lógica la manera en que los datos se transfieren a través de la red (Pandya, 2013). La tabla 1-1 indica algunas de las ventajas y desventajas de las topologías más comunes.

Tabla 1-1: Ventajas y desventajas de las topologías cunes de red

<u>TOPOLOGÍAS</u>	<u>VENTAJAS</u>	<u>DESVENTAJAS</u>
ANILLO	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento elevado para un número reducido de nodos • Simplicidad en la arquitectura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para la detección de falencias. • Si un nodo falla, toda la red falla. • Un cambio en la topología afecta a toda la red. • Al incrementar dispositivos, la transferencia de los datos es más lenta.
ESTRELLA	<ul style="list-style-type: none"> • Presenta mayor confiabilidad, es decir un fallo no afecta a toda la red. • Facilidad de detección de fallas. • Facilidad al insertar o eliminar dispositivos a la red. • La comunicación de los dispositivos es a convenir. • Buen rendimiento y fácil configuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia del nodo central o concentrador. • Más número de enlaces comparada con la topología de anillo, lo que implica un costo mayor.
MALLA	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los dispositivos pueden comunicarse entre sí. • Proporciona redundancia • Robustez frente a fallas. • La transmisión se los realiza por caminos dedicados • Facilidad de detección de fallas 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en la implementación. • Costo elevado debido al incremento de enlaces • Se requiere mayor cantidad de puertos

Fuente: (Rackley, 2007; Pandya, 2013)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

De acuerdo con la información descrita en la tabla 1-1, se definió que la topología apropiada para la realización de trabajo de titulación la de estrella, ya que presenta un buen rendimiento y simplicidad al momento de su configuración, costo menor frente a la topología de malla siendo que esta utiliza menor número de enlaces. Además, cuenta con la característica de tener un nodo central y cualquier fallo que presente los dispositivos de red conectados no afectará a la red en su totalidad.

1.5.3. Modos de operación.

La configuración de la arquitectura de este tipo de redes se la puede realizar de dos maneras ad-hoc e infraestructura, en la tabla 2-1 se indican características de cada una de estas definiendo ventajas y desventajas de estos tipos de modos (Baran, 2012) (Beuttrich y Escudero, 2007).

Tabla 2-1: Ventajas y desventajas de los modos de operación de redes inalámbricas

MODOS DE OPERACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
AD HOC	<ul style="list-style-type: none">• Establece la comunicación directa de la totalidad de componentes de la red.• No existe la presencia de estructuras y nodos fijos.• No utiliza un punto de acceso centralizado que permita la conexión entre componentes.• Generalmente para una cantidad pequeña de componentes.	<ul style="list-style-type: none">• Alteración respecto al rendimiento de la red al incrementar elementos.• No permiten el acceso a redes que utilizan estructura con cable ni a Internet sin la instalación de pasarelas o puertas de enlace especiales.
INFRAESTRUTURA	<ul style="list-style-type: none">• La conexión de los elementos de la red se la realiza mediante un punto de acceso.• Permite la conectividad con redes que utilizan estructura cableada mediante a estación base o punto de acceso.• La zona de cobertura incrementa al interconectar varios puntos de acceso.• Proporciona mayor escalabilidad y seguridad a la red.• Facilidad de gestión.	<ul style="list-style-type: none">• Incremento en los costos de implementación.

Fuente: (Beutrich y Escudero, 2007) (Baran, 2012)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Una vez que se detalló las ventajas y desventajas de cada uno de los modos posibles de operación de este tipo de redes, se seleccionó el modo infraestructura. Este modo cuenta con un dispositivo central conocido como punto de acceso que permite la conexión de los dispositivos que forman la red, si bien es cierto este modo implica un costo mayor frente al modo ad hoc sin embargo, proporciona facilidad de configuración, escalabilidad y el incremento de la cobertura al tener varios puntos de acceso conectados entre sí.

1.5.4. Tipos de redes inalámbricas

Dentro de las redes inalámbricas se distinguen algunos tipos de ellas dependiendo del alcance y aplicación. A continuación, se indica los tipos de redes inalámbricas (Andreu, 2011).

WPAN: Red de área personal está definido bajo el estándar IEEE 802.15. Diseñada principalmente para establecer la comunicación entre periféricos o dispositivos separados distancias cortas, alrededor de 10 metros. Su tasa de transferencia es baja al igual que el consumo de energía. Sus principales tecnologías son Bluetooth, Zigbee, RFID (Andreu, 2011).

WLAN: Red de área local, basada en el estándar IEEE 802.11, cubre áreas de hasta más de 100 metros. Comúnmente aplicados en ambientes educativos, de oficina y hogares, proporcionando conexión a la red cuando el usuario se encuentre en movimiento dentro del área de cobertura, la más popular es Wi-fi (Andreu, 2011).

WMAN: Red de área metropolitana definida por bajo el estándar IEEE 802.16 conocida como WiMax, su área de cobertura es mucho más amplia aproximadamente hasta 50 km. Esta red permite la conexión de redes locales y brinda mayores tasas de transferencia de datos (Baran, 2012).

WWAN: Red de área extensa, tiene un alcance de más de 50 km cubriendo grandes áreas. Presenta una tasa de transferencia de datos muy elevada. Dentro de estas redes se destacan las tecnologías relacionadas con telefonía móvil como CDMA, GPRS, GSM, entre otras y los satélites para enlaces de largo alcance (Baran, 2012).

1.6. Tecnologías Inalámbricas

El estándar 802.15.1 conocido como Bluetooth, esta tecnología de área personal establece la comunicación entre dispositivos a través de enlaces de radiofrecuencia, trabajando en la banda libre ISM de 2.4 GHz (Dar, Bakhouya, Gaber, Wack, & Lorenz, 2010; Suárez, 2016). Fue desarrollada para permitir la conectividad de periféricos y define dos roles de dispositivos maestro y esclavo para establecer la comunicación (Gómez, Oller y Paradells, 2012).

El estándar IEEE.802.15.4 o Zigbee es una tecnología de área personal comúnmente utilizada en aplicaciones con sensores, trabaja en las bandas ISM de 915 MHz y 2.4 GHz y define dos tipos de dispositivos, el de función completa (FFD) que siempre debe estar activo y que se encarga del mecanismo de enrutamiento, detección y coordinación y el de función reducida (RFD) que son los dispositivos finales como los actuadores o sensores (Dar et al., 2010; Ramya, Shanmugaraj, & Prabakaran, 2011).

El estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi es una tecnología de área local, fue creada para reemplazar las infraestructuras cableadas y opera en las bandas de 2.4 GHz y de 5GHz (Dar et al., 2010; Baran, 2012; Suárez, 2016). Esta tecnología es half-duplex evitando que los dispositivos puedan emitir y recibir los datos en el mismo canal y al mismo tiempo.

Cada una de las tecnologías inalámbricas presentan características que las definen. En la tabla 3-1 se indica características como: la topología utilizada, el número de dispositivos permitidos, la velocidad o tasa de transferencia de datos y el alcance de cobertura.

Tabla 3-1: Características específicas de las tecnologías inalámbricas

TECNOLOGÍA	TOPOLOGÍA	N.º NODOS	TASA DE TRANSFERENCIA	ALCANCE
BLUETOOTH	Punto a punto	8	1-10 Mbps	10-100 m
ZIGBEE	Punto a punto Malla Árbol	65000	20, 40 y 250Kbps	10-100 m
WI-FI	Punto a punto Punto a multipunto Malla	+100	11-54 Mbps	50-100 m

Fuente: (Carvajal, 2012; Dar et al., 2010; Usman y Shami, 2013; Suárez, 2016)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Para la selección de la tecnología apropiada se tomó en cuenta el tipo de topología que soporta, el número de nodos por red y la tasa de transferencia principalmente. Por tal razón, se determinó Wi-fi como la más apropiada ya que soporta distintos tipos de topologías, puede soportar más de 100 nodos conectados y su tasa de transferencia es mucho más alta a comparación de las dos tecnologías restantes. Es obvio que Zigbee soporta mayor número de nodos, pero el proyecto es enfocado a establecimientos como restaurantes y bares que por observación se determinó que poseen un promedio de 15 a 20 mesas lo que hace referencia a los nodos de la red.

1.7. Seguridad en redes inalámbricas

Hoy en día una red inalámbrica permite utilizar el computador desde cualquier sitio o lugar del hogar para conectarse a Internet o a otros equipos de la misma red. Si la red inalámbrica no es segura, existen riesgos a los que la red está expuesta y un hacker podría aprovechar estas debilidades para interceptar datos que envíes o recibas, acceder a tus archivos compartidos y robar información confidencial o incluso secuestra tu conexión a internet y usar todo el ancho de banda logrando que la red se vuelva lenta e insegura. A continuación se incluyen varias recomendaciones para proteger una red inalámbrica (Kaspersky, 2017):

No usar una contraseña predeterminada: Se tiene que elegir una serie compleja de letras y números para que no se pueda adivinar fácilmente.

Ocultar la presencia del dispositivo inalámbrico: Se desactiva la difusión del identificador de la red SSID para no anunciar la presencia de la red.

Renombrar el SSID: Evitar el uso de un nombre que se pueda adivinar fácilmente.

Cifrar los datos: Se pueden utilizar los protocolos de cifrado disponibles en el dispositivo, como WPA2, WPA o WEP.

Instalar un programa antimalware: Usar un programa eficaz en todos los ordenadores y dispositivos conectados a la red.

1.7.1. *Protocolos de seguridad inalámbrica*

Evitan que dispositivos no deseados controlados por personas desconocidas se conecten a la red inalámbrica, y encriptan los datos privados enviados a través de las ondas de radio.

En la tabla 4-1 se puede observar los diferentes protocolos y su evolución a lo largo del tiempo con sus características más relevantes.

Tabla 4-1: Protocolos de seguridad WiFi

PROTOCOLO	CARACTERÍSTICAS
WEP	-Fácil de romper, difícil de configurar. -Es altamente vulnerable. -WEP fue oficialmente abandonada por la Alianza Wi-Fi en 2004.
WPA	-Fácil de romper, configuración moderada. -Utilizan una clave precompartida (PSK). -Todavía es bastante vulnerable a la intrusión. -Permite cifrado TKIP
WPA2	-Seguridad alta, configuración normal. -Se introdujo en 2004. -La principal mejora frente a su antecesora es el uso de AES (Advanced Encryption Standard). -AES está aprobado por el gobierno de los EEUU para encriptar la información como de alto secreto, por lo que es muy bueno para proteger redes domésticas.

Fuente: (NetSpot, 2010)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En la tabla 4-1 se pudo apreciar que WPA-2 es la mejor opción para proteger una red inalámbrica precisamente porque usa AES como algoritmo de encriptación. Aunque WPA-2 necesita más potencia de procesamiento que WPA.

1.8. Escalabilidad de redes

Una dirección IP es única para cada terminal conectado a la red, específicamente una dirección es única para interfaz de red. Si una máquina contiene más de una interfaz, requiere una dirección IP por cada una (Ordinas, 2004).

La longitud de una dirección IP es de 32 bits (4 bytes), se escribe en forma decimal y separados por puntos, por ejemplo: 212.45.10.89

Está compuesta de dos partes, una de red y otra de host. La parte de red se utiliza para reconocer la red y es general en todos los terminales conectados. La parte de *host*, identifica un equipo partícula conectado en la red. La máscara de red determina la red y que parte está asignada al

nodo (Cisco, 2005). Existen clases A, B y C que tiene máscaras predeterminadas y se muestran a continuación:

Clase A: 255.0.0.0

Clase B: 255.255.0.0

Clase C: 255.255.255.0

La cantidad de host permitidos para la clase A se aprecia en la figura 9-1

Number of Bits Borrowed from Host Portion	Subnet Mask	Effective Subnets	Number of Hosts/Subnet	Number of Subnet Mask Bits
1	255.128.0.0	2	8388606	/9
2	255.192.0.0	4	4194302	/10
3	255.224.0.0	8	2097150	/11
4	255.240.0.0	16	1048574	/12
5	255.248.0.0	32	524286	/13
6	255.252.0.0	64	262142	/14
7	255.254.0.0	128	131070	/15
8	255.255.0.0	256	65534	/16
9	255.255.128.0	512	32766	/17
10	255.255.192.0	1024	16382	/18
11	255.255.224.0	2048	8190	/19
12	255.255.240.0	4096	4094	/20
13	255.255.248.0	8192	2046	/21
14	255.255.252.0	16384	1022	/22
15	255.255.254.0	32768	510	/23
16	255.255.255.0	65536	254	/24
17	255.255.255.128	131072	126	/25
18	255.255.255.192	262144	62	/26
19	255.255.255.224	524288	30	/27
20	255.255.255.240	1048576	14	/28
21	255.255.255.248	2097152	6	/29
22	255.255.255.252	4194304	2	/30
23	255.255.255.254	8388608	2*	/31

Figura 9-1: Cantidad de host por máscara de subred.

Fuente: (Cisco, 2005)

1.9. Dispositivos móviles

Son aparatos pequeños que pueden ser transportados en el bolsillo del propietario o en un pequeño bolso, que poseen capacidad de procesamiento, conexión a una red, disponibilidad de memoria y se asocia al uso individual de una persona, tanto en posesión como en operación (Morillo Pozo, 2011).

Actualmente existe una gama completa de dispositivos móviles como son: teléfonos móviles, organizadores y asistentes personales digitales (personal digital assistant), web-enabled phones, two-way pagers, smartphones, handheld PC, tablet PC, tablets y libros electrónicos (e-books). En

el presente documento se tratará de las *tablets* y los *smartphones* que son dispositivos que pueden servir como interfaz en el prototipo de red.

Un *smartphone* es una versión avanzada de los teléfonos celulares tradicionales, ya que tienen las mismas características, como la capacidad de hacer y recibir llamadas telefónicas, mensajes de texto y correo de voz, pero también pueden usarse para navegar por Internet, enviar y recibir correos electrónicos, participar en las redes sociales y compra online (Viswanathan, 2019).

Una *tablet* es un dispositivo ligero que integra las mejores funcionalidades de un móvil y un computador: se puede acceder a toda la información contenida en la red, leer e-book, ver vídeos, películas escuchar música, capturar imágenes, etc (EcuRed, 2017).

En la tabla 5-1 se aprecia las diferencias que existen entre *tablets* y *smartphones*, las *tablets* ofrecen mayores características de visualización debido a su pantalla amplia, calidad de imagen y su capacidad de almacenamiento. Además de que los diferentes dispositivos existentes en el mercado tienen precios accesibles, es por ello que se ve la necesidad de utilizar *tablets* en el presente trabajo de investigación.

Tabla 5-1: Diferencias entre Smartphone y tablet.

TABLET	SMARTPHONE
-Pantalla de visualización más amplia.	-Pantalla de visualización más pequeña.
-Mayor capacidad de almacenamiento en el dispositivo.	-Conexión 3G, 4G en todos los dispositivos.
-También pueden tener conexión 3G, pero el costo se eleva.	-Costos altos.
-Poseen mejor calidad de imagen.	
-Existe una gama de marcas y modelos de tablets desde las más baratas hasta las más caras dependiendo de las necesidades que el usuario tenga.	

Fuente: (Viswanathan, 2019) (EcuRed, 2017)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

1.10. Sistemas operativos móviles en el Ecuador

Se entiende por sistema operativo a la agrupación de *softwares* o programas de proceso que poseen rutinas de control necesarias para mantener continuamente operativos dichos programas (Martínez,[sin fecha]) .

En el grafico 1-1 se observa que en el año 2019 el 85,19% de dispositivos móviles en el Ecuador trabajan con sistema operativo Android y el 12,48% ocupan iOS. Por tal motivo se ve la importancia de desarrollar en esta investigación las aplicaciones móviles sobre el sistema operativo Android.

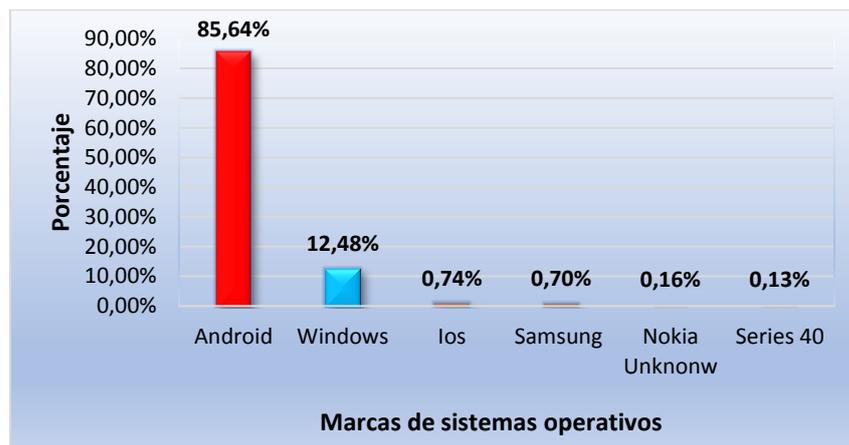


Gráfico 1-1: Comparativa entre el uso de diferentes sistemas operativos en el Ecuador

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

1.11. Recursos y plataformas

Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Muchas aplicaciones y sitios web no funcionarán a menos que tenga Java instalado. Java es rápido, seguro y fiable (Oracle Corporation, 2018). A continuación se describen las ventajas principales que Java ofrece (CampusMVP, 2019):

- **Es multiplataforma:** Hoy en día no es una ventaja tan grande con respecto a otras plataformas, pero es un hecho que Java funciona prácticamente en cualquier dispositivo.
- **Java es un código robusto:** Permite un manejo automático de la memoria y los objetos no hacen referencia a datos fuera de sí mismo. Logrando que sea imposible que una instrucción pueda corromper la memoria, ni comprometer datos de otras aplicaciones.
- **Es orientada a objetos:** Nos permite crear aplicaciones modulares y reutilizar partes de las mismas.
- **Funcionalidad de base y mucho código Open Source:** Se dispone de muchísimo código de terceros listo para ser modificado y utilizado. Esto facilita mucho la vida de los programadores.
- **Es fácil de aprender:** Netbeans es un entorno de desarrollo que facilita el aprendizaje, la compilación, depuración y despliegues.

Dado las características que posee Java y la compatibilidad que presenta ya sea con Android Studio o App Inventor se seleccionó NetBeans como para el desarrollo de la aplicación del administrador.

App Inventor es una herramienta visual e interactiva que permite arrastrar y soltar bloques para crear aplicaciones móviles en dispositivos Android (David Wolber, Hal Abelson, 2014). Es un software libre, multiplataforma y que permite realizar las aplicaciones de una manera más comprensible que creando el código directamente.

Android Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que cuenta con un potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, ofreciendo funciones que aumentan la productividad del programador durante la compilación de apps (Academia Android, 2014).

En la tabla 6-1 se presenta las ventajas y desventajas entre plataformas de desarrollo para crear aplicaciones Android, se observa que Android Studio tiene mayor soporte y flexibilidad de programación con respecto a APP inventor, sin embargo, APP inventor tiene mayor facilidad de uso mediante la opción de arrastrar bloques para diseñar la aplicación. Como desventajas se observa que Android Studio en un principio es difícil de entender, requiere conocer los comandos o el código necesario para realizar determinadas acciones y se necesita un computador con buenos requisitos para correr la plataforma y simulaciones. App Inventor solo funciona con internet, lo cual es una clara desventaja, además el diseño de la aplicación llega a ser un poco limitado con el alcance que la plataforma puede ofrecer. Dado que Android Studio posee mayores características con respecto a App Inventor se determina que se utilizará Android Studio como plataforma de desarrollo de la aplicación.

Tabla 6-1: Comparativa entre el uso de diferentes sistemas operativos en el Ecuador.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ANDROID STUDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Compilación rápida - Contiene todo lo necesario para desarrollar cualquier aplicación. - Alertas en tiempo real de errores sintácticos, compatibilidad o rendimiento antes de acabar la aplicación. - Vista previa, en diferentes tipos de proyectos y resoluciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los requisitos del PC para que funcione correctamente el emulador suelen ser elevados. - Requiere de grandes conocimientos de programación para el desarrollo de una aplicación - Todo el código de la programación debe escribirse.
APP INVENTOR	<ul style="list-style-type: none"> - No es necesario tener conocimientos de programación. - Se puede trabajar desde cualquier lugar mientras se tenga conexión a internet - MultiConnect: Permite optar por varias maneras de conectividad, tanto de forma directa, por WI Fi, Bluetooth o por medio de emuladores. 	<ul style="list-style-type: none"> - No genera el código Java para posteriores usos - No es flexible en comparación al código Java. - Solo funciona con internet.

Continúa

Continúa

- Mayor facilidad al desarrollar una aplicación mediante su entorno con botones.

Fuente: (Academia Android, 2014) (David Wolber, Hal Abelson, 2014)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se especifica los requerimientos que debe cumplir el sistema SGFC al igual que las funcionalidades de cada uno de los módulos y sus respectivos diagramas de flujo. Se seleccionan las herramientas tanto *hardware* y *software* necesarias para el sistema. Se detalla el desarrollo de las aplicaciones de cada módulo y la configuración de red que permite la implementación del sistema.

2.1. Análisis de encuestas aplicadas

Se aplicaron dos encuestas dirigidas a los propietarios y clientes de establecimientos como bares y restaurantes de la ciudad de Riobamba, con el objetivo de identificar las necesidades presentes en la actualidad con respecto a la gestión y facturación de comandas y definir los requerimientos del sistema. Los resultados obtenidos se indican a continuación.

2.1.1. Encuesta a los propietarios de bares y restaurantes

Esta encuesta se conformó por un grupo de ocho preguntas cerradas y de selección múltiple, en donde se identificó el mecanismo de gestión y facturación utilizado actualmente. Las preguntas se detallan a continuación:

1. *Marque la opción que utiliza su establecimiento para la gestión de pedidos*

El gráfico 1-2 indica que el 92% de establecimientos emplean el mecanismo tradicional en donde el mesero es quien toma los pedidos y en el 8% de estos el cliente realiza su pedido en la caja. Ninguno de los establecimientos utiliza dispositivos tecnológicos para llevar a cabo esta actividad.

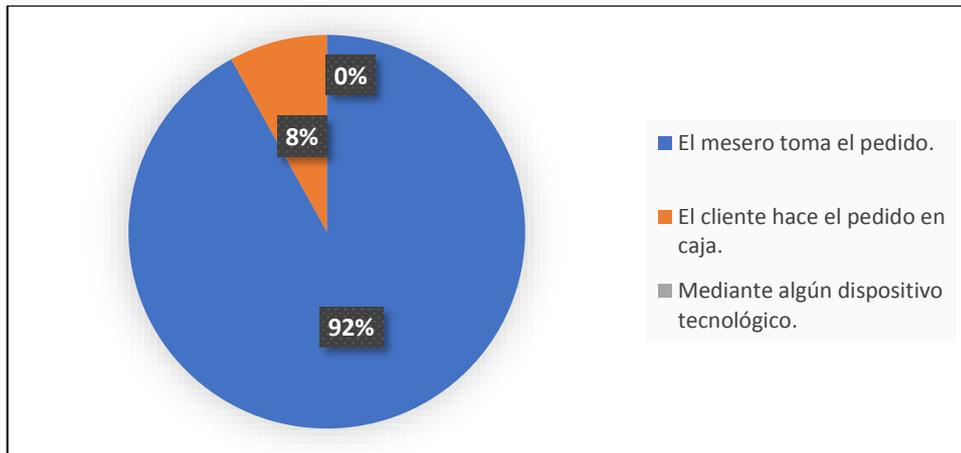


Gráfico 1-2: Resultados acerca de la manera de gestión de pedidos

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2. *Le gustaría utilizar dispositivos tecnológicos para brindar una atención inmediata al cliente y optimizar su tiempo en la toma de su pedido.*

En el gráfico 2-2 se observa que el 96% de los propietarios encuestados dieron una respuesta positiva frente a la idea de utilizar dispositivos tecnológicos para agilizar el proceso de gestión de pedidos, mientras que tan solo el 4% respondió de manera negativa a esta interrogante.

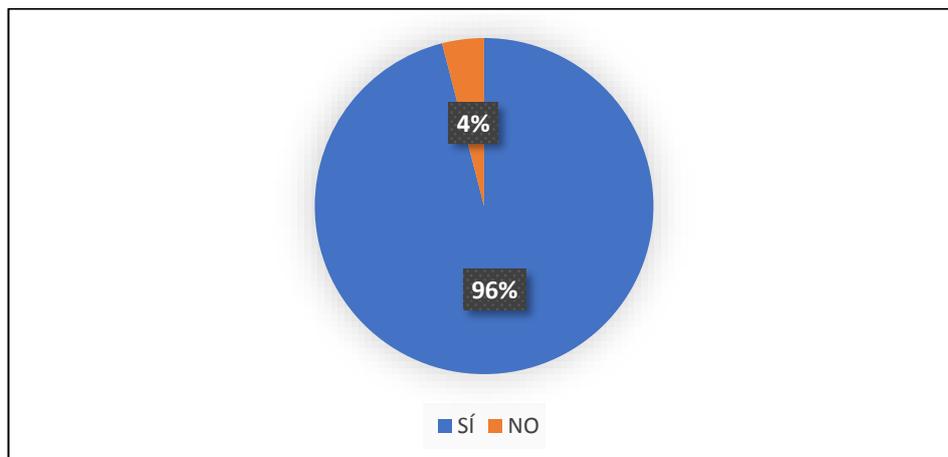


Gráfico 2-2: Resultados acerca del agrado de la utilización de dispositivos tecnológicos para la gestión de pedidos

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

3. *Marque la opción que utiliza su establecimiento para enviar los pedidos a preparar.*

Los resultados a esta pregunta de selección se los puede observar en el grafico 3-2, se determina que el 56% de los locales realiza el envío de pedidos para su preparación a través del personal de servicio, mientras que el 44% utiliza pantallas de visualización.

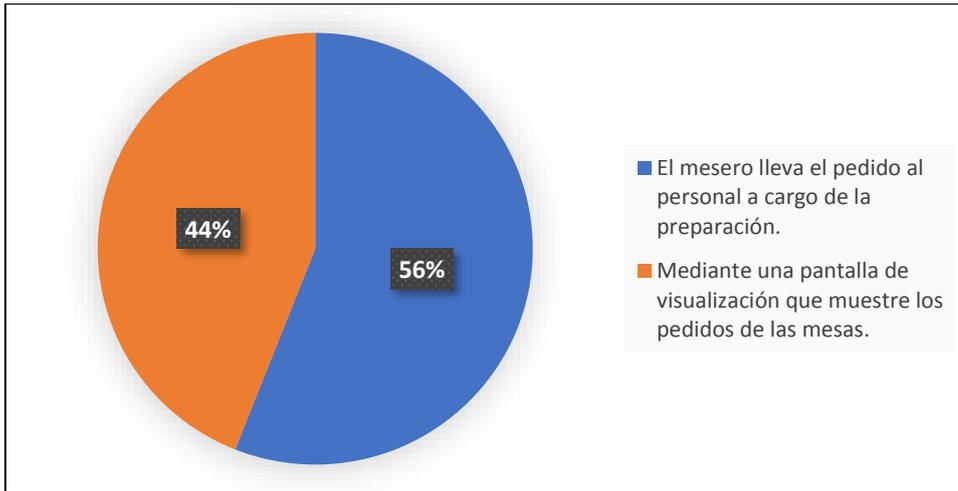


Gráfico 3-2: Resultados acerca de la manera de envío de pedido a preparar

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

4. *¿Cómo se realiza el pago en su establecimiento?*

Con respecto al pago o cancelación del consumo en el establecimiento, en el gráfico 4-2 se observa que en el 60% de locales el cliente cancela directamente al final en caja, el 24% realiza el pago al momento de solicitar los productos y el 16% cancela el valor de su pedidos al mesero.

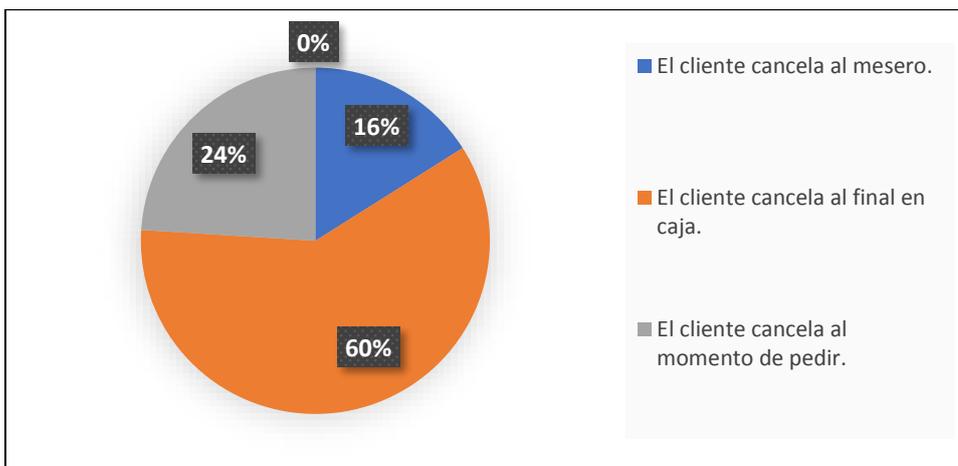


Gráfico 4-2: Resultados acerca de la manera de pago en el establecimiento

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

5. *¿Estaría dispuesto a instalar en su establecimiento dispositivos tecnológicos que le permitan automatizar el proceso de gestión de pedidos?*

En el gráfico 5-2 se puede observar que el 96% de los propietarios de establecimientos de alimentos y bebidas estarían dispuestos a instalar en su negocio dispositivos tecnológicos que le permitan automatizar el proceso de gestión de pedidos, mientras que el 4% de ellos no.

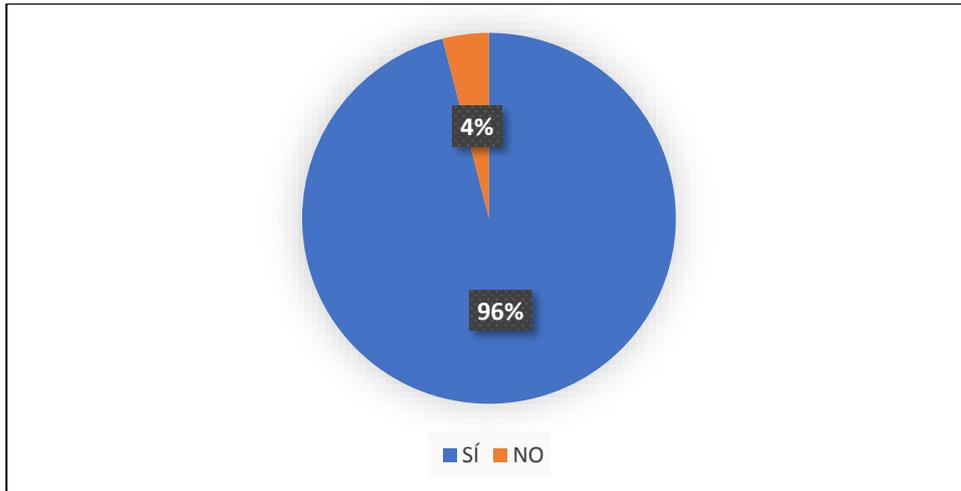


Gráfico 5-2: Resultados acerca de la predisposición de instalar dispositivos tecnológicos para automatizar el proceso de gestión en el establecimiento

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

6. De las siguientes opciones. ¿Cuál considera que sería la mejor presentación del menú en los dispositivos tecnológicos de su establecimiento?

En el gráfico 6-2 se puede observar que el 88% de los propietarios consideran que la mejor manera de presentar el menú en dispositivos tecnológicos sería a través gráficos, texto, indicando precios, descripciones y el monto total de los productos que el cliente consume, mientras que el 12% considera que la mejor manera sería únicamente a través de gráficos.

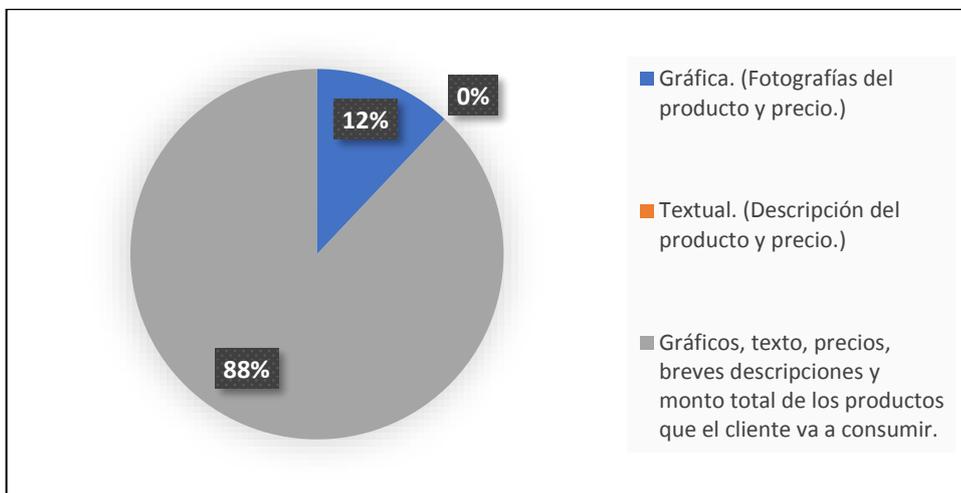


Gráfico 6-2: Consideraciones para determinar la mejor manera de presentación del menú en dispositivos tecnológicos

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

7. *¿Le gustaría que la factura se genere automáticamente desde el instante en que el cliente hace el pedido desde el dispositivo?*

El resultado a esta pregunta se lo puede observar en el gráfico 7-2, en donde se detalla que al 92% de los propietarios encuestados les agrada que la factura se genera automáticamente desde el instante en que el cliente realice el pedido desde el dispositivo, mientras que al 8% no está de acuerdo con esta consideración.

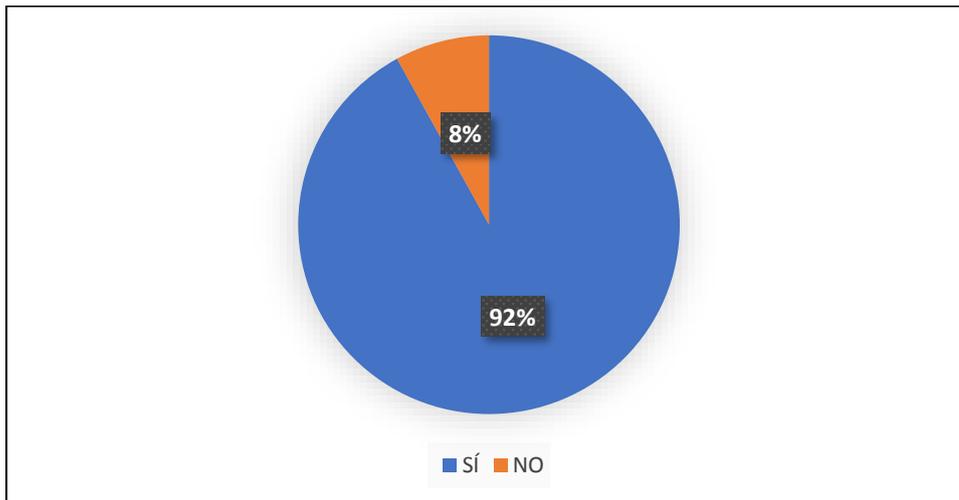


Gráfico 7-2: Resultado a la pregunta *¿Le gustaría que la factura se genere automáticamente desde el instante en que el cliente hace el pedido desde el dispositivo?*

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

8. *¿Estaría dispuesto a invertir en dispositivos tecnológicos que le permitan automatizar el proceso de gestión de pedidos en su establecimiento?*

Finalmente, la pregunta realizada consistió en indagar si el propietario estaría o no dispuesto a invertir en dispositivo tecnológicos que le permitan automatizar el proceso de gestión de pedidos en el establecimiento. En el grafico 8-2 se observa que el 88% de las respuestas fueron positivas, mientras que el 12% de estas no.

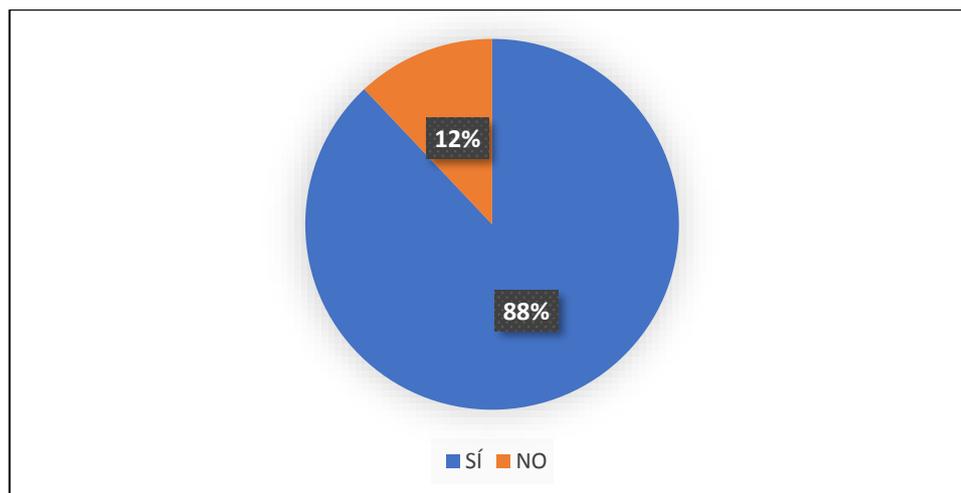


Gráfico 8-2: Resultados de consideración frente a la interrogante de inversión en dispositivos tecnológicos.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.1.2. Encuesta a clientes

Esta encuesta se conformó por cinco preguntas cerradas y de selección múltiple, con la finalidad de identificar los principales problemas, inconvenientes y errores que se presentan en este tipo de establecimientos. Los resultados a cada pregunta realizada se los indican a continuación:

1. *Al asistir a un bar o restaurante. ¿Alguna vez los productos pedidos no cumplieron con la expectativa presentada en el menú?*

En el gráfico 9-2 se observa que el 83 % de los clientes que han asistido a establecimientos tales como bares y restaurantes indicaron que en alguna ocasión los productos solicitados no cumplieron con la expectativa presentada en el menú, mientras que el 17 % no ha experimentado este inconveniente.

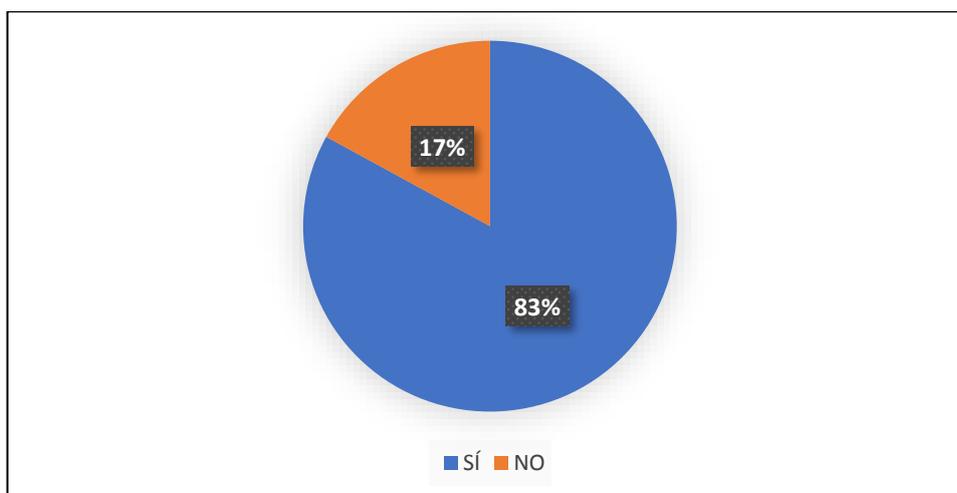


Gráfico 9-2: Resultado acerca de la expectativa de los productos en bares y restaurantes

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2. *Del siguiente listado. Seleccione los problemas que se le han presentado en un bar o restaurante. (Selección múltiple)*

Esta pregunta de selección múltiple se aplicó para determinar los principales inconvenientes que se dan en bares y restaurantes. En el gráfico 10-2 se puede observar que el 51% de los usuarios presentan inconformidad frente a la demora en la atención y toma de pedidos, el 21% en la demora y descoordinación en la entrega de los productos, un 16% a la falta de información de los productos que ofertan y 12% en la desactualización de los productos ofertados.

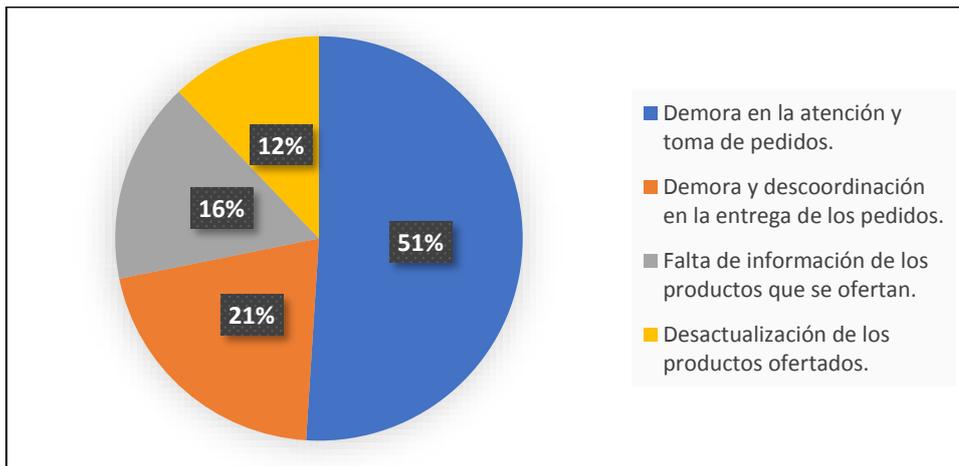


Gráfico 10-2: Resposta acerca de los problemas en un bar o restaurante

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

3. *Del listado. Mencione que errores de servicio se le han presentado en un bar o restaurante. (Selección múltiple). Escriba otro error si se le ha presentado.*

Los resultados de esta pregunta de selección múltiple se los observa en el gráfico 11-2. Se define que el 65% de los usuarios encuestados han presenciado equivocaciones en su orden, el 32% cobros indebidos y el 3% otros problemas como inconsistencia en menús.

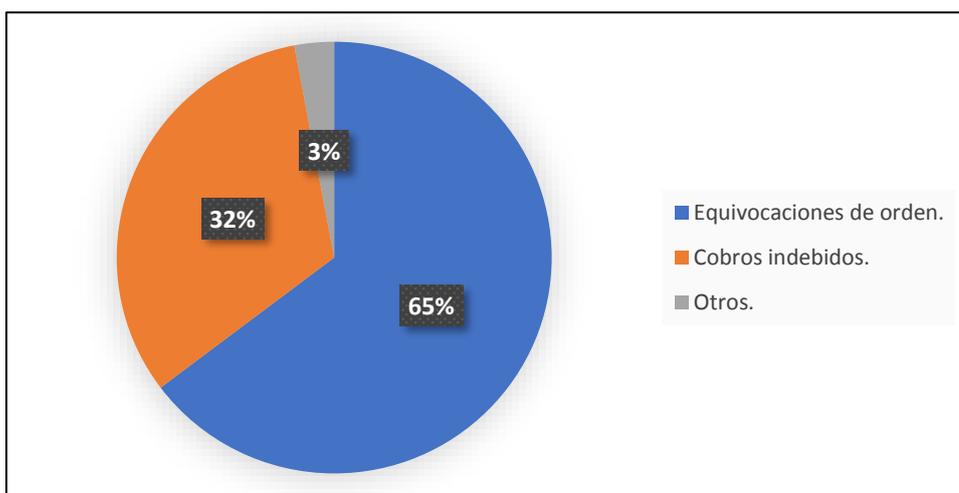


Gráfico 11-2: Resultados acerca de los errores presentados en bares o restaurantes

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

4. ¿Le gustaría que en los menús se describan con gráficos, descripciones y precios los productos mediante dispositivos tecnológicos?

El gráfico 12-2 presenta el resultado frente al agrado de tener una descripción de menús mediante dispositivo tecnológicos indicando imágenes, detalles y precio de los productos, se puede observar que al 96% de los usuarios presentan aceptación frente a esta manera de descripción, mientras que el 4% de ellos no.

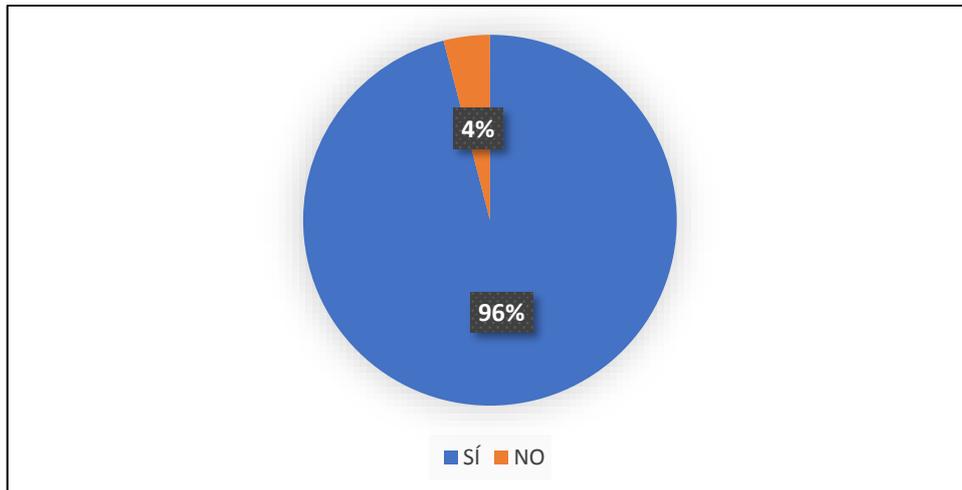


Gráfico 12-2: Resultado frente al agrado de la descripción de menús mediante dispositivos tecnológicos.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

5. ¿Le gustaría tener un control en línea del consumo realizado para agilizar su facturación?

Los resultados con respecto al agrado de los usuarios de tener un control en línea del consumo realizado para agilizar su facturación se presentan en el gráfico 13-2. El 96% de los usuarios respondieron de manera positiva y tan solo el 4% no lo hizo de la misma manera.

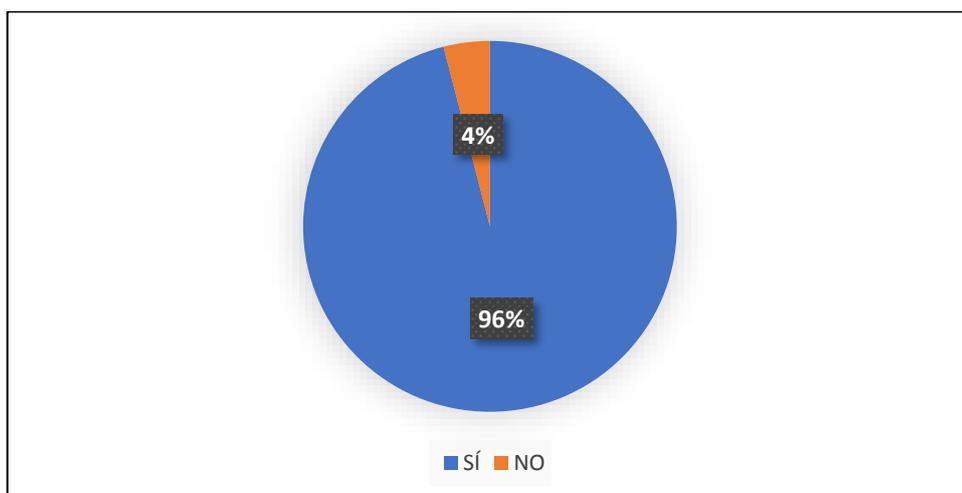


Gráfico 13-2: Resulta frente al agrado de tener un control en línea del consumo realizado

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.2. Requerimientos del sistema de Gestión y facturación de comandas SGFC.

Luego de la revisión bibliográfica de aspectos teóricos relevantes y afines al tema y del análisis de las encuestas aplicadas, se definen los requerimientos necesarios para el diseño del prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas en tiempo real, aplicado en la implementación de bares-restaurantes inteligentes. A continuación, se indican los requerimientos necesarios del sistema:

- Visualización de menú virtual del establecimiento.
- Generación y envío de comandas en tiempo real, definidas por el usuario.
- Administración y actualización de los productos del establecimiento.
- Proporcionar información detallada acerca de la composición, precios y promociones de los productos del establecimiento de una manera didáctica para la comprensión del usuario.
- Generación de informes diariamente de consumo y ventas del establecimiento.
- Generación e impresión de factura de la comanda emitida.
- Visualización de la información de las comandas generadas.
- Emitir mensajes de aviso para indicar el estado de la comanda.
- Comunicar los módulos inalámbricamente en tiempo real.
- El sistema debe ser fácil de instalar, escalable y de bajo costo.

2.3. Concepción de la arquitectura general del sistema.

Se puede apreciar en la figura 1-2 la estructura de la red de gestión y facturación de comandas, la cual está constituida por tres módulos: el módulo de administración formado por el servidor de base de datos y una impresora, permite eliminar, añadir, visualizar y actualizar la información de los productos disponibles y la impresión de la factura o nota de venta. La información acerca de los productos es proyectada en el módulo de gestión que está a disposición del usuario permitiéndole visualizar y generar su pedido a través de una pantalla táctil, el pedido el receptado en el módulo de preparación, el cual permite únicamente visualizar el detalle de la comanda y emitir una alerta para comunicar al personal respectivo que la orden esta lista y proceda a su entrega. La comunicación del sistema se la realiza mediante la tecnología inalámbrica Wi-fi en la banda de frecuencia libre 2.4Ghz.

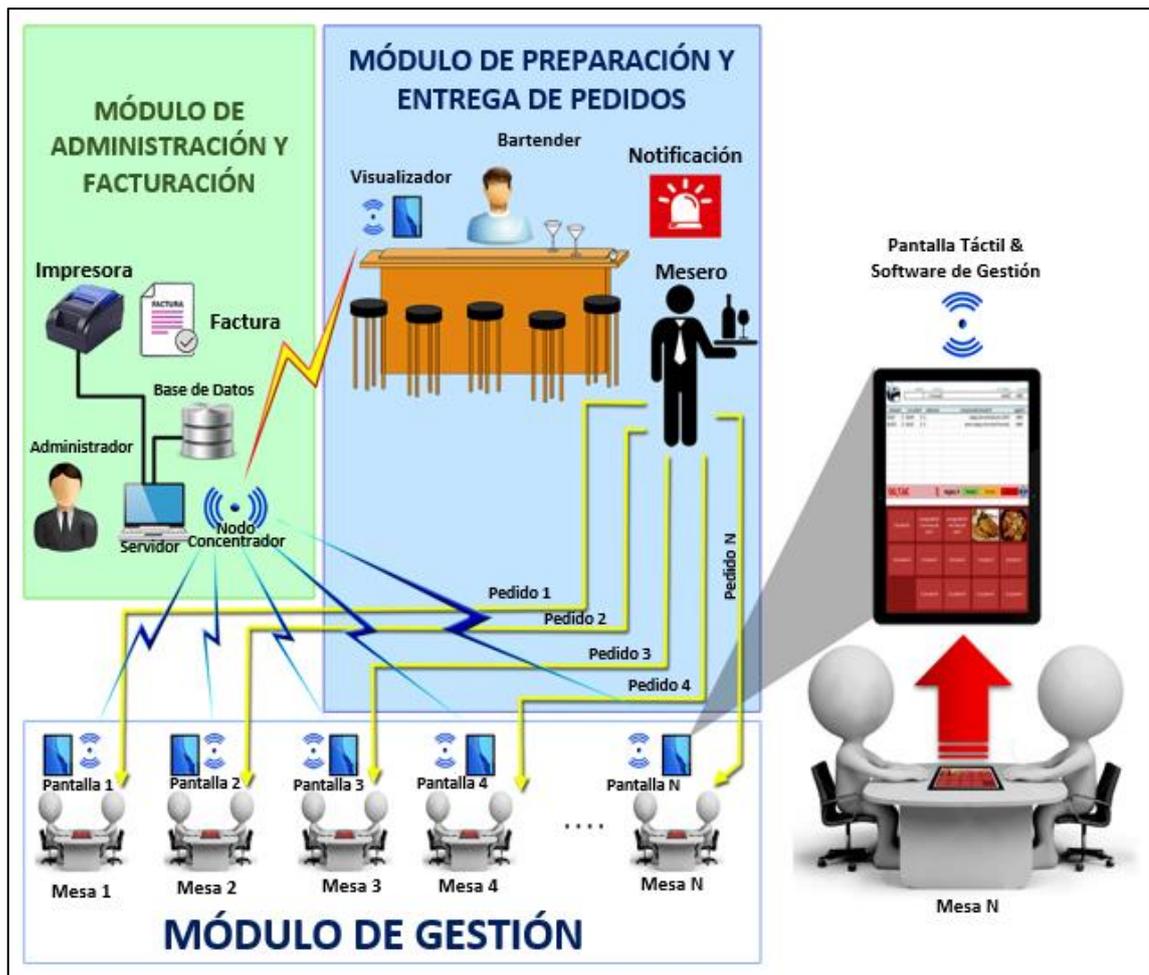


Figura 1-2: Concepción de la arquitectura general del sistema

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.3.1. Módulo de Administración

La figura 2-2 muestra el diagrama de bloques del módulo de administración del sistema SGFC que está constituido por seis bloques. El bloque de procesamiento toma la información del bloque de recepción que son todos los datos emitidos de los módulos de gestión y preparación. Esta información es transmitida mediante Wi-fi, almacenada para su visualización y utilizada en la generación de reportes e impresión de facturas o notas de venta. El bloque de alimentación se encarga de proporcionar la energía necesaria para el funcionamiento de este módulo.

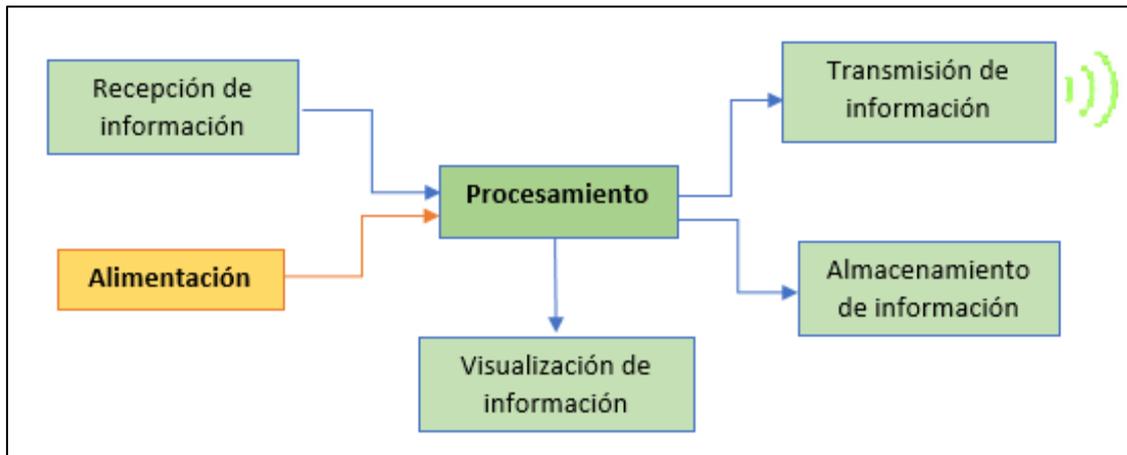


Figura 2-2: Diagrama de bloques del módulo de administración del sistema SGFC

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.3.2. Módulo de Gestión

La figura 3-2 muestra el diagrama de bloques del módulo de gestión del sistema SGFC, indica la forma de conexión de los cinco bloques que lo conforman. La información receptada del módulo de administración es tomada por el bloque de procesamiento que permite la visualización de la información proporcionada y la transmisión mediante Wi-fi de los datos ingresados a través de este módulo. El bloque de alimentación genera la energía necesaria para su funcionamiento.

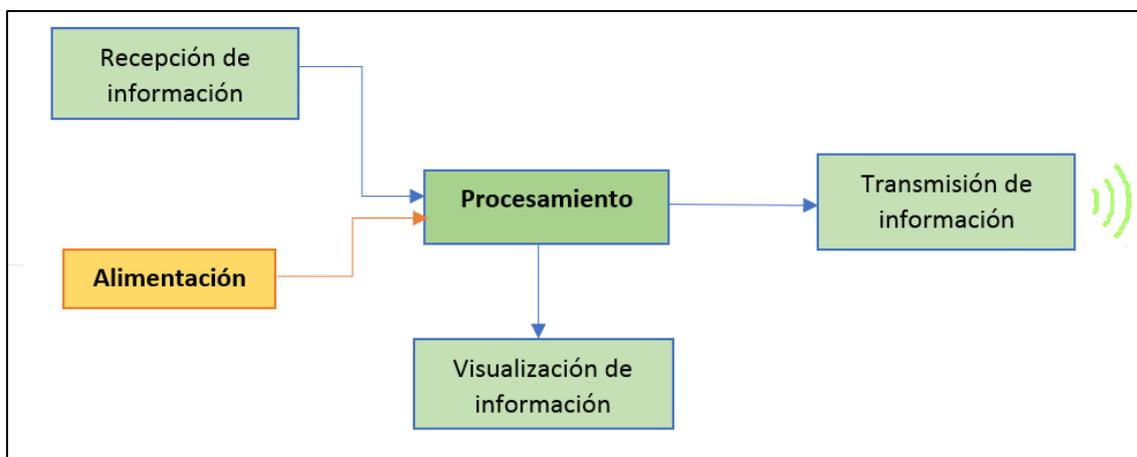


Figura 3-2: Diagrama de bloques del módulo de Gestión del sistema SGFC

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.3.3. Módulo de Preparación

La figura 4-2 muestra el diagrama de bloques del módulo de preparación del sistema SGFC, está constituido por cinco bloques. El bloque de procesamiento recibe la información generada por el módulo de gestión, permite su visualización y mediante el bloque transmisión, utilizando tecnología Wi-fi envía una notificación para indicar el estado de los productos solicitados al personal a cargo de su entrega y al módulo de administración. El bloque de alimentación otorga la energía para el funcionamiento de este módulo.

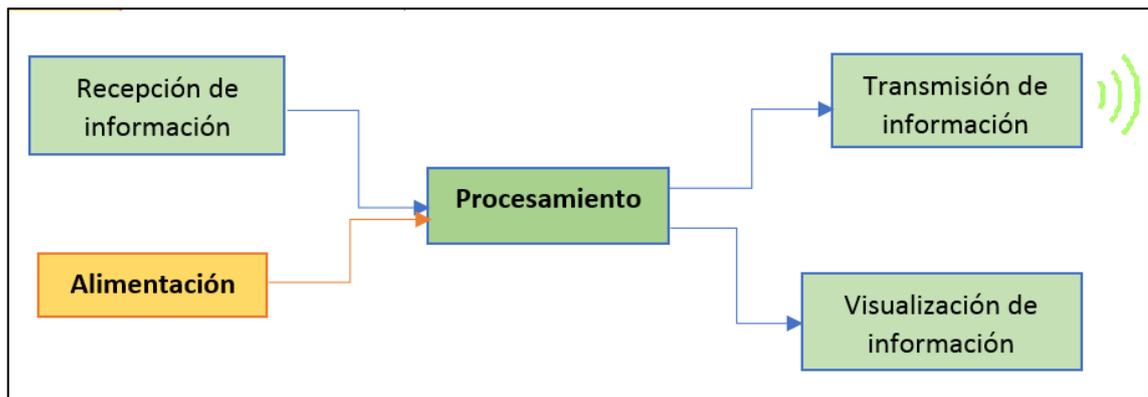


Figura 4-2: Diagrama de bloques del módulo de preparación del sistema SGFC

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.4. *Software del prototipo*

El sistema SSGFC requiere de herramientas *software* que permitan tener el control de los dispositivos *hardware*, la elaboración de las aplicaciones del sistema y el almacenamiento de la información generada.

2.4.1. *Gestor de Base de datos*

Se conoce como base de datos a la recopilación de información que puede ser utilizada para llevar cabo distintos procesos o actividades de una manera más organizada. Para la creación de la base de datos necesaria del sistema se utilizó el gestor de base de datos MySQL. Este *software* fue seleccionado ya que se trata de un sistema gestor libre, de código abierto y presenta facilidad en su manipulación e instalación (Arias, 2015). El manejo a través de la web de MySQL se lo puede realizar mediante el *software* libre de código abierto phpMyAdmin, que proporciona funcionalidades usuales de administración de base de datos utilizando una interfaz gráfica intuitiva para el usuario (PhpMyAdmin, 2019).

El diseño de la base datos depende directamente de los requerimientos que el sistema debe cumplir, por tal motivo se construyó una base de datos “sistema_comandas” para organizar y administrar la información necesaria en el *software* phpMySQL versión 2.1.0 con el motor de almacenamiento InnoDB que permite bases de datos relacionales principalmente y posee alto rendimiento para la gestión de consultas múltiples simultáneamente (Ponceelrelajaado, 2017). Se empleó el modelo conceptual que trata fundamentalmente de la organización de la información en tablas a las mismas que se les conoce como entidades y se definen relaciones entre sí. La figura 5-2 muestra las tablas necesarias de la base de datos.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a
<input type="checkbox"/> comanda	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KB	
<input type="checkbox"/> detalle_comanda	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	48 KB	
<input type="checkbox"/> factura	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KB	
<input type="checkbox"/> productos	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	77	InnoDB	utf8_general_ci	2.5 MB	
<input type="checkbox"/> usuario	★ Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	2	InnoDB	utf8_general_ci	16 KB	
5 tablas	Número de filas	85	InnoDB	utf8_general_ci	2.7 MB	

Figura 5-2: Estructura de tablas de la base de datos para el sistema SGFC.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Los atributos de cada entidad almacenan información necesaria para el funcionamiento de las aplicaciones de los tres módulos del sistema SGFC. Esta información es vital para la administración de comandas, generación de informes de ventas, manejo de productos y administración de usuario y contraseñas para la autenticación a la aplicación de gestión.

2.4.2. *Software del módulo de administración*

Es una aplicación de escritorio creada mediante el lenguaje de programación orientado a objetos Java en el entorno de desarrollo integrado NetBeans IDE 8.2. Este IDE es gratuito y está disponible para sistemas operativos Windows, Linux y Mac, además permite la edición rápida de código, posee una interfaz gráfica proporcionando facilidad de creación de interfaces (BBVAOPEN, 2015). Las funcionalidades que se realizan a través de esta aplicación se detallan a continuación, en la figura 6-2 se indica su diagrama de flujo y su código de programación se encuentra en el Anexo C.

- Inicio de aplicación de administración.
- Ingreso de información de usuario para su autenticación.
- Si la autenticación no es satisfactoria, el usuario debe ingresar nuevamente la información correcta.
- Visualización de la interfaz de administración del sistema SGFC.
- Elección de actividades: Productos, Comandas, Informes, Configuraciones o Salir.
- La opción Productos permite:
 - Crear productos ingresando información como código, nombre, descripción, precio, estado e imagen.
 - Actualizar la información de los productos existentes, en el caso de existir comandas solo se actualiza el estado para evitar inconstancias en la información.
 - Eliminar productos.
- La opción Comandas permite:

- Visualización del detalle de comandas pendientes y atendidas.
- Generación e impresión de facturas o notas de venta.
- La opción Informes permite:
 - Visualización del consumo de productos indicando cantidades, precios unitarios y total de ventas.
 - Control del total de ventas diarias.
 - Almacenamiento de datos históricos para posteriores reportes.
 - Generación de reportes en archivos Excel y Pdf.
- La opción Configuraciones permite:
 - Selección del icono de inicio de la aplicación de administración.
 - Actualización de la información de del establecimiento como nombre, dirección y teléfono.
 - Ingresar, actualizar y eliminar la información de usuario y contraseña de cada una de las mesas del establecimiento, esta información es necesaria para la autenticación en el módulo de gestión.
- La opción Salir permite:
 - Eliminar la información almacenada de comandas, pedidos e informes diarios.
 - Finalmente, cerrar la aplicación.

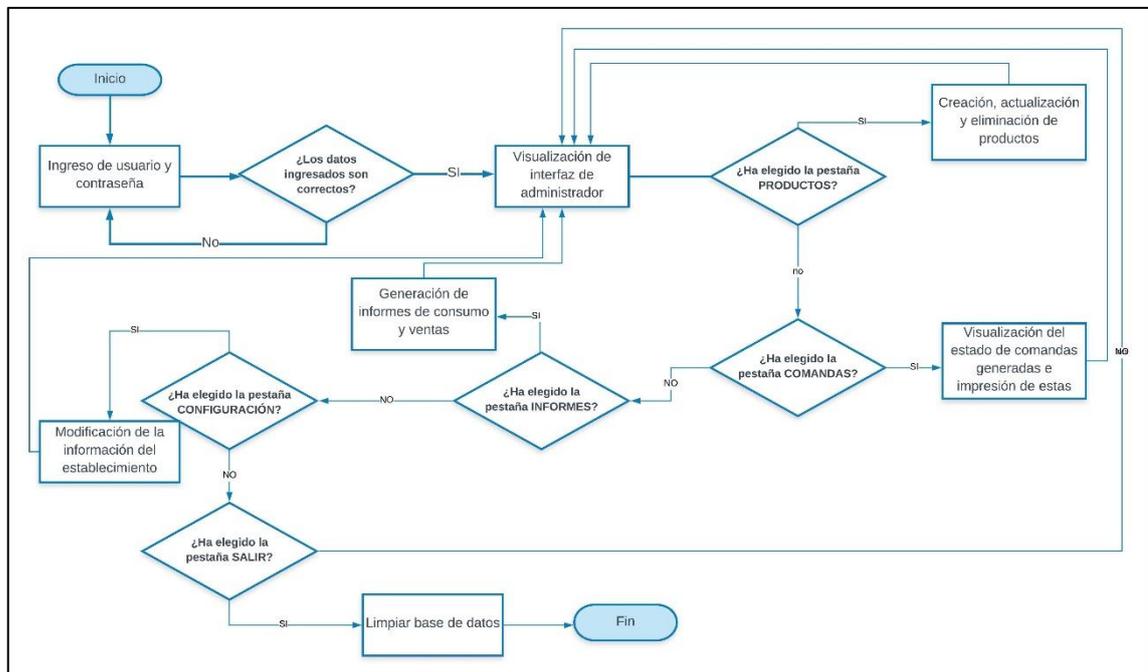


Figura 6-2: Diagrama de flujo del módulo de administración

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

La aplicación diseñada es de fácil utilización, intuitiva para el usuario y se maneja a través de botones o menús, los cuales permiten cumplir todas las funcionalidades anteriormente descritas. La pantalla principal de la aplicación de administración se observa en la figura 7-2.



Figura 7-2: Pantalla principal del módulo de Administración del sistema SGFC.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.4.3. *Software de los módulos de gestión y preparación*

La aplicación del módulo de gestión es la herramienta principal que representó y sirvió de interfaz interactiva entre el usuario o cliente con el menú del establecimiento, ya que permitió mostrar todos aquellos productos que se ofertan y están disponibles. El módulo de gestión debe ser rápido y eficaz en cuanto a funcionalidad se refiere, es por ello que se utilizó la versión Android Studio 3.4 (distribuida en abril del 2019) para su programación, este potente entorno de desarrollo facilitó la programación de la app para poder mostrarla con la más alta calidad en el dispositivo Android. Esta aplicación cumple varias funcionalidades que se detallan a continuación. En la figura 8-2 se observa el diagrama de flujo de su funcionamiento.

- Inicio de Aplicación.
- Ingreso de información de usuario y contraseña.
- Verificación de la información ingresada.
- Si la información es errónea, nuevamente debe ingresar los datos correspondientes.
- Si la información es correcta, se genera un pedido.
- Visualización del menú virtual, en donde se indica el detalle de cada uno de los productos disponibles del establecimiento.
- Elección de productos deseados.
- Si se han seleccionado los productos se muestra el detalle de los mismos y el valor a cancelar.
- Si la comanda está organizada completamente el usuario puede enviar su pedido a los módulos correspondientes, caso contrario podrá continuar seleccionando productos.



Figura 9-2: Interfaz principal de la aplicación de gestión del sistema SGFC.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

También se desarrolló la aplicación que compete al módulo de preparación de pedidos, en donde se visualizan los productos de cada pedido generado en orden de llegada. Esta aplicación se enfoca en un *activity* que sirve para recoger el detalle de los productos seleccionados por los clientes en cada comanda, y poder visualizarlos en orden de llegada. Al igual que la app del módulo de gestión funciona en un dispositivo Android y se utiliza de manera interactiva. Además, de la visualización de la información de la comanda esta aplicación envía una notificación inalámbricamente sobre el estado del producto al personal encargado de la entrega de productos y al módulo de administración. La figura 10-2 muestra el diagrama de flujo de la funcionalidad de este módulo.

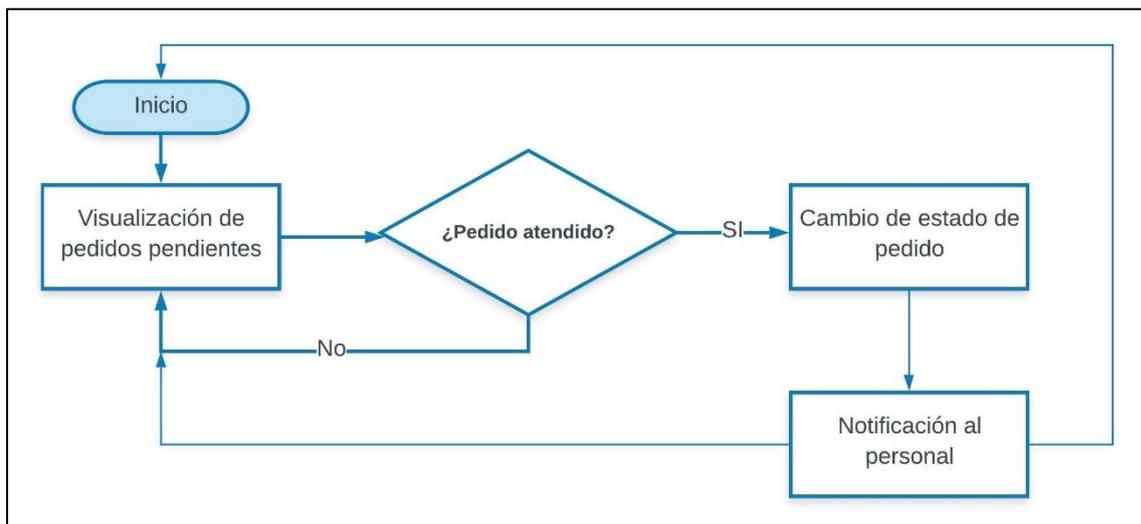


Figura 10-2: Diagrama de flujo del módulo de preparación y entrega de pedidos

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

La interfaz principal de la app de preparación de pedidos se muestra en la figura 11-2 y su código de desarrollo se encuentra en el anexo E.

N° de Pedido	Cantidad	Nombre	Estado
22	1	PINCHOS SIMPLE DE CARNE	PENDIENTE
22	1	CLUB VERDE	PENDIENTE
24	1	HAMBURGUESA TRIPLE	PENDIENTE
24	1	PAPAS DE LA CASA	PENDIENTE
24	1	CLUB VERDE	PENDIENTE
24	1	PAPAS CON CHAMPINIONES	PENDIENTE
24	2	NACHOS CON GUACAMOLE	PENDIENTE

ACTUALIZAR TABLA

Figura 11-2: Interfaz del módulo de preparación del sistema SGFC.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.5. Selección del *hardware* que conforman los módulos prototipo

Se indican las características mínimas que los dispositivos seleccionados deben cumplir para el correcto funcionamiento del sistema SGFC. Al final de documento se indican los *datasheet* de cada uno.

Se utilizó App Tune-up Kit, una herramienta que permite perfilar cualquier aplicación de Android en un tiempo determinado y evaluar su rendimiento en cinco áreas (CPU, GPU, energía, datos térmicos y de red). En la tabla 1-2 se observa los parámetros de rendimiento evaluados en 10 minutos de utilización de la app (Apkpure, 2016). Ver anexo F.

Tabla 1-2: Parámetros de rendimiento de la aplicación de gestión

Tamaño	20.99 MB
Utilización del CPU	12.5%
Consumo de energía	1.179 mW
Pico de consumo de energía	2.575 mW
Consumo de datos	76.4 KB
Datos enviados	8.9 KB
Datos recibidos	67.5 KB

Fuente: (Apkpure, 2016)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En base a los resultados mostrados anteriormente se determinó que no se necesita un dispositivo móvil de gran capacidad o avanzado para la ejecución de la aplicación. Por esta razón se seleccionaron los siguientes dispositivos.

2.5.1. TABLET LENOVO TAB 2 A7-30

Las *tablets* son un tipo de computadora portátil, de mayor tamaño que un Smartphone o una PDA, integrado en una pantalla táctil (sencilla o multitáctil) con la que se interactúa primariamente con los dedos, sin necesidad de teclado físico ni ratón. Se la puede observar en la figura 12-2 y sus características en la tabla 2-2 (Lenovo, 2019). Ver anexo G.



Figura 12-2: Tablet Lenovo Tab 2 A7-30

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 2-2: Características de la *tablet* lenovo tab a7-30

CPU	MT 8382 M 1.3 GHz
Display	7 Pulgadas / 1024 x 600 IPS
Memoria	1GB RAM
Tecnología inalámbrica soportada	802.11 b/g/n
Sistema operativo	Android
Almacenamiento interno	16 GB
Batería	3.8 voltios / 13.1 w/h

Fuente: (Lenovo, 2019).

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.5.2. TP-LINK TL-WR741ND

Es un dispositivo de red que permite la comunicación mixta con otros dispositivos dentro de la misma área de cobertura. Está constituido por una antena omnidireccional, cuatro puertos LAN y un WAN, en la figura 13-2 se puede observar el dispositivo y en la tabla 3-2 sus especificaciones técnicas (TP-Link Technologies, 2019). Ver anexo H.



Figura 13-2: Router Inalámbrico TP-LINK TL-WR741ND

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 3-2: Características técnicas del *router* inalámbrico TP-LINK TL-WR741ND
TP-LINK TL-WR741ND

• Velocidad inalámbrica	150Mbps
• Estándar compatible	IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
• Frecuencia de operación	2.4- 2.4835 GHz
• Ganancia de antenas	5dBi
• Seguridad	64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2,WPA-PSK / WPA2-PSK
• Fuente de alimentación	5VDC/0.6 ^a

Fuente: (TP-Link Technologies, 2019)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.5.3. *Módulo Wi-fi ESP8266MOD*

El NodeMCU es de las primeras placas de desarrollo con el microcontrolador ESP8266 incorporado, se lo puede observar en la figura 14-2. Permite programar el microcontrolador de una manera más sencilla ya que es compatible con el entorno de desarrollo de Arduino (Martín, 2018). Las características del NodeMCU se pueden visualizar en la tabla 4-2 (Handsontec, 2017). Ver anexo I.

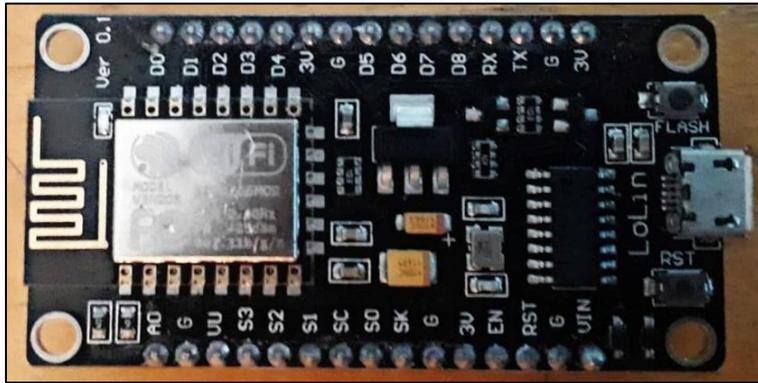


Figura 14-2: NodeMCU

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 4-2: Características técnicas del NodeMCU EPS8266

Voltaje de Alimentación (USB):	5V y 3V en entradas y salidas
Frecuencia de Reloj:	80MHz/160MHz
Data RAM	96KB
Antena	Impresa en PBC
Compatibilidad con Wi-Fi	802.11 b/g/n, Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP

Fuente: (Handsontec, 2017)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.6. Esquema de conexión del circuito de notificación

La conexión del circuito se observa en la figura 15-2. Está conformado principalmente por el módulo MCU EP8366 que permite la comunicación inalámbrica, un módulo relé de 5V y un foco a 120V. Las conexiones realizadas se detallan a continuación:

- El módulo ep8266 fue alimentado con 5V y se lo configuró como servidor, asignándole estáticamente una dirección IP, el código de su programación se observa en el anexo J.
- Los pines GND y Vin se conectaron a los pines de alimentación del módulo relé GND Y Vcc respectivamente para energizarlo.
- La salida digital D1 se conectó al pin de entrada de la señal del módulo relé.
- El suministro de energía a 120V se conectó en el terminal C (común) del módulo relé y la lámpara en el terminal NO (normalmente abierto).
- La lámpara se encenderá durante 10 segundo cuando la señal recibida sea Alta.

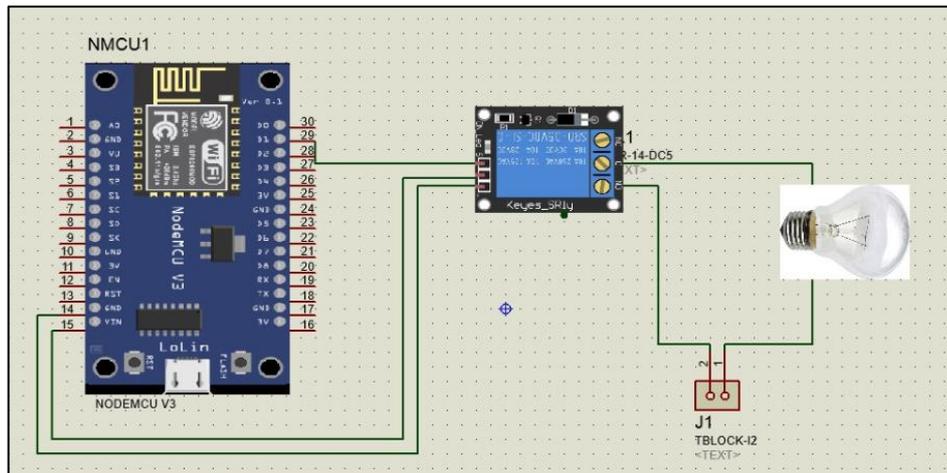


Figura 15-2: Esquema de conexión del circuito de notificación

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

2.7. Configuración de red LAN.

Se diseñó una red LAN cliente-servidor. El servidor es el dispositivo en donde se encuentran los recursos y se encarga de compartirlos con otros conocidos como clientes. Algunas de las ventajas de esta son la seguridad de recursos, confiabilidad, facilidad de respaldar recursos y mayor desempeño, a pesar de que requiere un dispositivo de más procesamiento y memoria que funcione como servidor (Alvarado, 2011). La topología utilizada fue la de estrella con un modo de operación en infraestructura que presenta una administración centralizada de la red al tener un punto de acceso que permite la comunicación entre los dispositivos de los módulos del sistema dentro del área de cobertura.

En la interfaz del *router* se configuró una red privada con dirección 192.168.100.0 y máscara 255.255.2255.0 que permite 254 conexiones inalámbricas. Mediante el protocolo DHCP se asignaron las direcciones a los diferentes dispositivos de red. Se utilizó un rango de 30 direcciones excluyendo la 192.168.10.100 y la 192.168.10.50, ya que estas son utilizadas por el servidor y el *nodeMCU* respectivamente. En el anexo K se indican las configuraciones realizadas en el equipo enrutador. Se consideraron los siguientes aspectos de seguridad para la configuración de la red (Baran, 2012):

- Autenticación: mediante la utilización de un usuario y contraseña en las aplicaciones para establecer la comunicación entre los dispositivos.
- Control de acceso: limitando la utilización de los recursos de red al personal no autorizado, para esto se estableció una red privada destinada únicamente para el funcionamiento de los dispositivos integrantes del sistema.
- Integridad de datos: la información que se recibe debe ser igual a la emitida, esto se logra mediante los campos propios de la trama del estándar 802.11. El campo encargado de realizar esta actividad es conocido como FCS (Secuencia de verificación de trama), se

trata del cálculo de un valor tanto en la recepción y transmisión, si este valor es diferente el paquete es considerado como alterado y es descartado. Al tratarse de consultas SQL se utiliza el protocolo de transporte TCP que es orientado a conexión y proporciona retransmisión de datos.

- Confidencialidad: existen algoritmos de encriptación o cifrado de datos que el estándar ha desarrollado, los más comunes son WEP, WPA, WPA2. Para el diseño de esta red se utilizó el protocolo WPA2.

2.8. Diseño estructural del soporte para la *tablet*

En *SOLIDWORKS* se diseñó un soporte con un mecanismo de brazos articulados que permite un giro de 180° horizontalmente para facilitar el uso al cliente. El brazo más largo posee una extensión de 15cm y el brazo más corto posee una extensión de 10cm logrando alcanzar una extensión máxima de 25cm. Además, la caja principal contiene un mecanismo donde se asegura un tornillo para mantener la *tablet* inmóvil permitiendo mantener la integridad física del dispositivo móvil. Cabe mencionar que el soporte puede ser construido a base de madera, plástico o metal. En la figura 16-2 se puede visualizar el diseño del soporte en *SOLIDWORKS*.

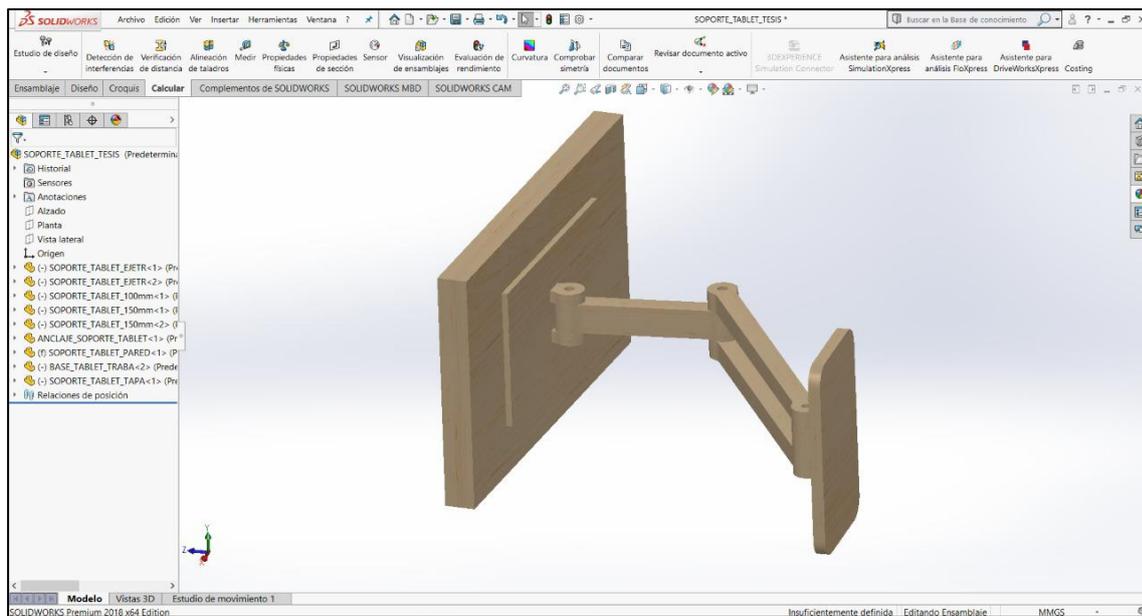


Figura 16-2: Soporte para el dispositivo móvil.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

CAPÍTULO III

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se especifica los resultados obtenidos de realizar las pruebas en cada uno de los módulos que constituyen el prototipo, en donde se evaluó el desempeño del hardware y software del sistema SGFC y el análisis económico del prototipo. Se realizaron pruebas para verificar el almacenamiento e integridad de datos en la transmisión, el alcance de la comunicación inalámbrica, el monitoreo y análisis de tráfico en la red en la implementación del prototipo y su escalabilidad.

3.1. Pruebas de integridad de datos y almacenamiento de información

Estas pruebas se llevaron a cabo con el objetivo de verificar que la información de los productos registrados en la base de datos se recoge sin errores por la aplicación del módulo de gestión y las comandas se envían correctamente a los módulos restantes sin ser corrompidas. Se realizaron cuatro pruebas, las cuales consisten en el registro de diez productos, la visualización de los productos registrados en el módulo de gestión, el registro de comandas, generación de facturas y reportes.

a) Registro de productos

Esta prueba se realizó con la finalidad de comprobar que los productos registrados se almacenaron correctamente, sin la presencia de errores en todos sus campos de detalle. En la tabla 1-3 se aprecia la información de diez productos registrados para esta prueba y en la figura 1-3 su almacenamiento en la base de datos.

Tabla 1-3: Productos registrados en la base de datos.

COD	NOMBRE	DESCRIPCION	PRECIO	IMAGEN
HH1	HAMBURGUESA SIMPLE	Pan, tomate, lechuga, papas, carne o pollo, salsas al gusto.	2	HH1.jpg
HH2	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	Pan, tomate, lechuga, papas, carne y pollo, salsas al gusto.	2,5	HH2.jpg
HPF1	PAPAS FRITAS CON CARNE	Papas, ensalada y carne.	2	HPF1.jpg
HPF2	PAPAS FRITAS CON QUESO	Papas, ensalada y queso.	2,5	HPF2.jpg
BCR1	PILSENER	Cerveza pilsener 600 cm3	2	BCR1.jpg
BCR2	CLUB	Cerveza club 600 cm3	1,75	BCR2.jpg
CA1	POLLO A LA PLANCHA	Arroz, papas, ensalada, pollo y salsas al gusto.	2	DCA1.jpg

Continúa

Continúa

CA2	CHULETA A LA PLANCHA	Arroz, papas, ensalada, chuleta y salsas al gusto.	2.50	DCA2.jpg
BJR1	CANELA	Preparado con sabor a naranjilla	5	BJR1.jpg
BJR2	VINO HERVIDO	Preparado de vino caliente.	5	BJR2.jpg

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

+ Opciones		id_producto	codigo	nombre	descripcion	precio	imagen	ruta
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	1	HHA1	HAMBURGUESA SIMPLE	Pan, tomate, lechuga, papas, carne o pollo, salsas...	2	HHA1.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	2	HHA2	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	Pan, tomate, lechuga, papas, carne y pollo, salsas...	2.5	HHA2.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	3	HPF1	PAPAS FRITAS CON CARNE	Papas, ensalada y carne.	2	HPF1.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	4	HPF2	PAPAS FRITAS CON QUESO	Papas, ensalada y queso.	2.5	HPF2.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	5	BCR1	PILSENER	Cerveza pilsener 600 cm3	2	BCR1.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	6	BCR2	CLUB	Cerveza club 600 cm3	1.75	BCR2.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	7	CA1	POLLO A LA PLANCHA	Arroz, papas, ensalada, pollo y salsas al gusto.	2	DCA1.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	8	CA2	CHULETA A LA PLANCHA	Arroz, papas, ensalada, chuleta y salsas al gusto.	2.5	DCA2.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	9	BJR1	CANELA	Preparado con sabor a naranjilla	5	BJR1.jpg	
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	10	BJR2	VINO HERVIDO	Preparado de vino caliente.	5	BJR2.jpg	

Figura 1-3: Evidencia del almacenamiento de información en la base de datos.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

b) Visualización de los productos en la aplicación del módulo de gestión

El objetivo de esta prueba fue verificar que la información registrada fue proyectada satisfactoriamente en la aplicación del módulo de gestión y no presenta inconvenientes o alteraciones durante su utilización. Esta prueba consistió en la generación de una comanda seleccionando los productos que fueron registrados en la prueba anterior. En la figura 2-3 se observa la información recogida por la aplicación. En la parte derecha se encuentra el detalle de los productos tal cual fueron registrados en la base de datos y en la izquierda se observa la comanda.

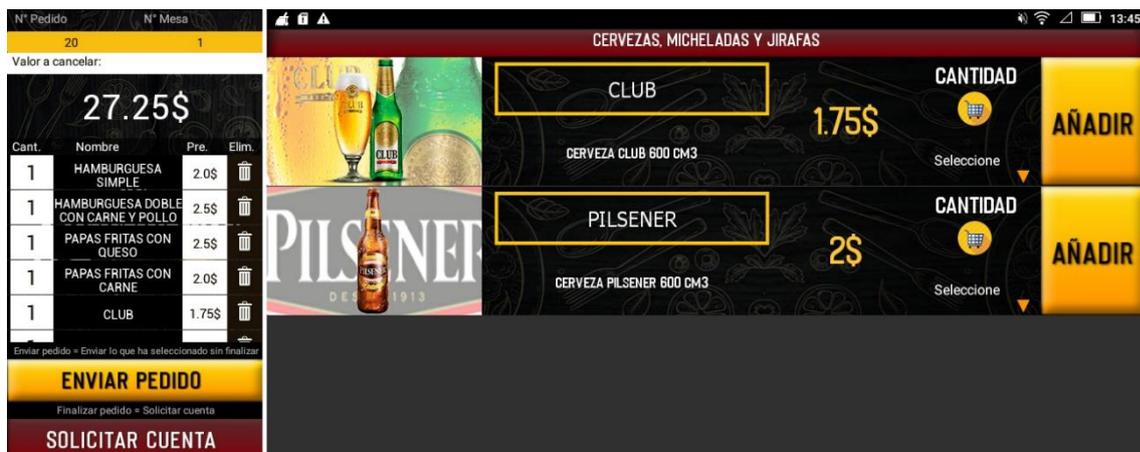


Figura 2-3: Evidencia de la visualización de productos.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

c) **Registro de detalle de comandas y visualización en los módulos de administración y preparación.**

Esta prueba se efectuó con el objetivo de comprobar el almacenamiento de la comanda realizada en la base de datos y la visualización exacta de este en los módulos de administración y preparación. La figura 3-3 indica el detalle de la comanda en cada módulo. En la parte izquierda se observa interfaz del módulo de administración con los datos correspondientes a la comanda y los datos de la factura, a la derecha se muestra la interfaz del módulo de preparación indicando el orden de llegada de cada producto solicitado.

DETALLE DE COMANDA				LISTA DE PRODUCTOS A PREPARAR																																															
LA CHIMENEA RESTO-BAR 984282349 AV. 11 DE NOVIEMBRE Y MANUEL ZAMBRANO Nombre: CONSUMIDOR FINAL Nº Factura: 87 Dirección: NULL Comanda: 20 CI/RUC: 999999999 Nº Mesa: 1 Teléfono: 999999999																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Nombre</th> <th>Precio U.</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>CANELA</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td>CHULETA A LA PLANCHA</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>1</td><td>CLUB</td><td>1.75</td><td>1.75</td></tr> <tr><td>1</td><td>HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>1</td><td>HAMBURGUESA SIMPLE</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>PAPAS FRITAS CON CARNE</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>PAPAS FRITAS CON QUESO</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>1</td><td>PILSENER</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>POLLO A LA PLANCHA</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>VINO HERVIDO</td><td>5</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Cantidad	Nombre	Precio U.	Total	1	CANELA	5	5	1	CHULETA A LA PLANCHA	2.5	2.5	1	CLUB	1.75	1.75	1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5	2.5	1	HAMBURGUESA SIMPLE	2	2	1	PAPAS FRITAS CON CARNE	2	2	1	PAPAS FRITAS CON QUESO	2.5	2.5	1	PILSENER	2	2	1	POLLO A LA PLANCHA	2	2	1	VINO HERVIDO	5	5	Subtotal: 23.98 IVA(12%): 3.27 Total Cancelar: 27.25						
Cantidad	Nombre	Precio U.	Total																																																
1	CANELA	5	5																																																
1	CHULETA A LA PLANCHA	2.5	2.5																																																
1	CLUB	1.75	1.75																																																
1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5	2.5																																																
1	HAMBURGUESA SIMPLE	2	2																																																
1	PAPAS FRITAS CON CARNE	2	2																																																
1	PAPAS FRITAS CON QUESO	2.5	2.5																																																
1	PILSENER	2	2																																																
1	POLLO A LA PLANCHA	2	2																																																
1	VINO HERVIDO	5	5																																																
2019-11-27 14:20:37.0																																																			
Nº de Pedido	Cantidad	Nombre	Estado																																																
20	1	HAMBURGUESA SIMPLE	PENDIENTE																																																
20	1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	PENDIENTE																																																
20	1	PAPAS FRITAS CON QUESO	PENDIENTE																																																
20	1	PAPAS FRITAS CON CARNE	PENDIENTE																																																
20	1	CLUB	PENDIENTE																																																
20	1	PILSENER	PENDIENTE																																																
20	1	CHULETA A LA PLANCHA	PENDIENTE																																																

Figura 3-3: Evidencia de la visualización del pedido en los módulos de administración y preparación

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

d) **Generación de facturas**

Esta prueba se llevó a cabo con el objetivo de verificar la consistencia de la información al momento de la generación de la factura correspondiente. La app del módulo de gestión permite generar facturas únicas o múltiples. Se generaron dos facturas en donde se especificó los productos que cada una contiene, en la figura 4-3 y 5-3 se observa la interfaz de usuario para la selección del detalle de cada factura y la interfaz de administración en donde se visualizan las facturas múltiples de la comanda respectivamente.

PEDIDO GENERAL				FACTURA #		LISTA FACTURAS
Ud. elige que productos añadir a cada factura.				Roberto Orozco		Factura 504
Cant.	Nombre	Pre.	Añadir.	Macas		Factura 503
1	POLLO A LA PLANCHA	2.0\$	AÑADIR	1400788020		
1	JARRA VINO HERVIDO	5.0\$	AÑADIR	995135461		
1	PAPAS FRITAS CON CARNE	2.0\$	AÑADIR			
1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5\$	AÑADIR			
1	CHULETA A LA PLANCHA	2.5\$	AÑADIR			
				Cant.	Nombre	Precio
				1	PILSENER	2\$
				1	PAPAS FRITAS CON QUESO	2.5\$
				1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5\$
				1	HAMBURGUESA TRIPLE	3\$
				Subtotal%		8.8\$
				Iva 12%		1.2\$
				Total		10.0\$
FINALIZAR SESIÓN				GUARDAR FACTURA		NUEVA FACTURA

Figura 4-3: Interfaz de selección y facturación múltiple

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

LISTA DE COMANDAS			DETALLE DE COMANDA																							
Nº MESA	Nº COMANDA	...	LA CHIMENEA RESTO-BAR																							
1	407	...	984282349																							
1	408	...	AV. 11 DE NOVIEMBRE Y MANUEL ZAMBRANO																							
1	410	...	Nombre: Roberto Orozco	Nº Factura: 504																						
1	411	...	Dirección: Macas	Comanda: 420																						
1	412	...	CI/RUC: 1400788020	Nº Mesa: 1																						
1	413	...	Teléfono: 995135461																							
1	416	...	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad</th> <th>Nombre</th> <th>Precio U...</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>HAMBURGUESA TRIPLE</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>PAPAS FRITAS CON QUESO</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>PILSENER</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>				Cantidad	Nombre	Precio U...	Total	1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5	2.5	1	HAMBURGUESA TRIPLE	3	3	1	PAPAS FRITAS CON QUESO	2.5	2.5	1	PILSENER	2	2
Cantidad	Nombre	Precio U...	Total																							
1	HAMBURGUESA DOBLE CON CARNE Y POLLO	2.5	2.5																							
1	HAMBURGUESA TRIPLE	3	3																							
1	PAPAS FRITAS CON QUESO	2.5	2.5																							
1	PILSENER	2	2																							
1	417	...	Subtotal: 8.8																							
1	418	...	IVA(12%): 1.2																							
1	419	...	Total Cancelar: 10.0																							
1	420	...	2019-12-10 10:56:20.0																							
LISTA DE FACTURAS																										
Nº COMANDA	Nº FACTURA																									
420	503																									
420	504																									

Figura 5-3: Interfaz de Administración de facturas múltiples

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Como se puede observar la información no presenta alteraciones y los datos son registrados y distribuidos correctamente en cada factura sin afectar los valores totales de la comanda general en donde se detalla todos los productos y cantidades monetarias a cancelar.

e) Generación de reportes

Esta prueba se realizó con el propósito de verificar que la información generada en los reportes del establecimiento coincide con la almacenada en la base de datos. Los informes fueron generados en dos tipos de archivos .xml y .pdf, para llevar el control del consumo de productos y

el total de ventas diarias. En la figura 6-3 se observa el informe generado en formato de una hoja de cálculo en donde se detalle la información correspondiente a las ventas realizadas de un día específico.

	A	B	C	D
1	NÚMERO DE COMANDA	TOTAL SIN IVA	VENTA TOTAL	FECHA DE VENTA
2	19	11.22	12.75	2019-11-27 14:49:27.0
3	20	23.98	27.25	2019-11-27 14:45:46.0
4	21	20.9	23.75	2019-11-27 14:45:35.0
5	22	5.72	6.5	2019-11-27 14:49:37.0
6	23	2.64	3.0	2019-11-27 14:49:45.0
7				

Figura 6-3: Evidencia del informe generado para las comandas.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Es indispensable que la información generada por cada uno de los módulos que conforman el sistema SGFC se mantenga de manera íntegra, ya que de la consistencia de toda esta información dependerá el correcto funcionamiento en su totalidad. Mediante la aplicación de las distintas pruebas realizadas y detalladas anteriormente se logró verificar por observación que los datos generados son registrados y enviados sin la presencia de alteraciones o errores, manteniendo así la consistencia e integridad de estos.

3.2. Implementación del prototipo del sistema SGFC.

Una vez comprobado que el sistema SGFC mantiene la integridad de datos en cada uno de los módulos existentes, se llevó a cabo su implementación en el establecimiento “La Chimenea Resto- Bar” ubicado en la ciudad de Riobamba. Las dimensiones del establecimiento son de 10,8m x 14,5m, la distribución de las mesas se observa en la figura 7-3. La implementación del prototipo consistió en la ubicación de un dispositivo para el módulo de gestión, la instalación del punto de acceso y los equipos correspondientes a los módulos de administración y preparación. En el local atienden dos camareros y existen dos cocineros encargados de la preparación de productos.

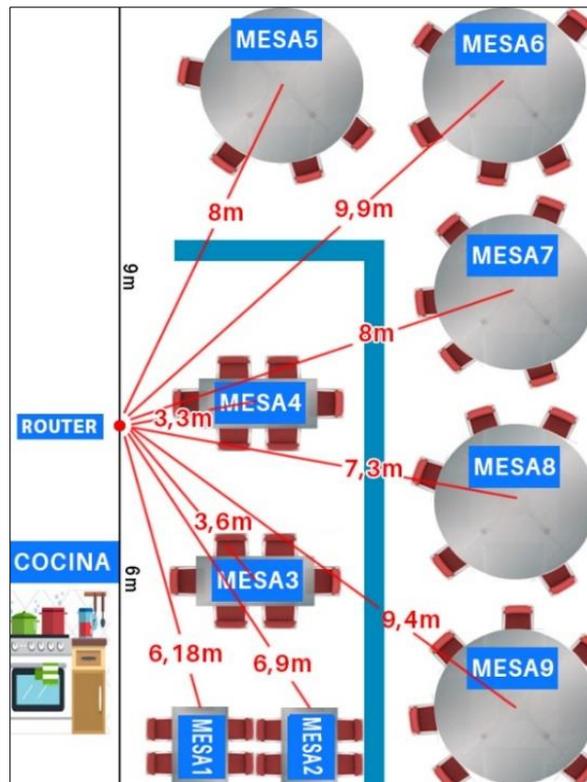


Figura 7-3: Esquema de distribución de mesas

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En la figura 8-3 se observa la instalación del soporte construido a base de madera, y la incorporación de la *tablet* en su interior.



Figura 8-3: Instalación del soporte del módulo de gestión

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

El computador, la impresora térmica, el *router* y el equipo de notificación se ubicaron en el lugar destinado para la atención al cliente de una manera organizada y su disposición se observa en la figura 9-3.



Figura 9-3: Disposición de dispositivos

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Finalmente, la *tablet* del módulo de preparación se ubicó en la cocina a una distancia y altura considerable del personal que desempeña sus funciones y tratando de cuidar la integridad física del dispositivo. En la figura 10-3 se observa el dispositivo del módulo de preparación ubicado.

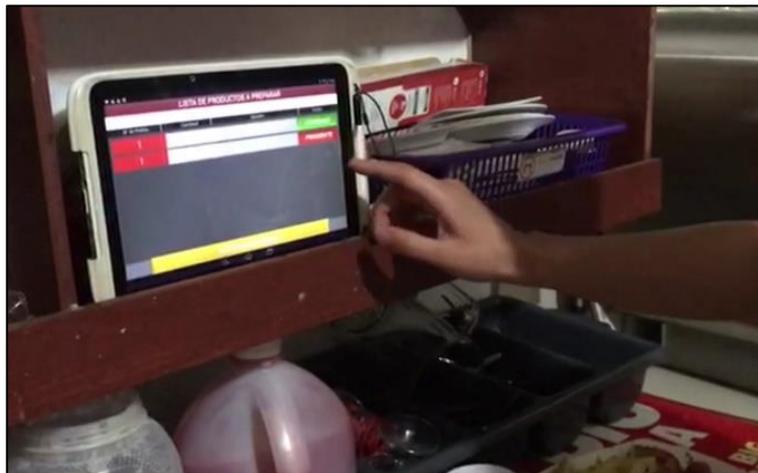


Figura 10-3: Ubicación de la pantalla de visualización.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Los componentes de cada módulo fueron instalados sin ningún problema, posterior a esto se procedió a realizar las pruebas en funcionamiento del sistema. Se evaluó el alcance de la señal inalámbrica, se realizó el monitoreo y análisis de tráfico en la red y se realizaron pruebas comparativas entre las dos formas de atención al cliente, el tradicional y mediante el sistema SGFC.

a) Prueba de alcance de comunicación inalámbrica.

Se aplicó esta prueba para determinar la distancia máxima a la que se establece la comunicación inalámbrica entre el módulo de gestión y el punto de acceso evaluando la intensidad de señal *Wi-fi* que llega al dispositivo al variar la distancia en un rango 5 a 35 metros.

Se utilizó una herramienta *software* desarrollada por KEUWLSOFT llamada *Wifi Analyzer*, que permite calcular la intensidad de la señal Wi-fi en dBms que recibe el dispositivo móvil (KEUWLSOFT, 2018). En la tabla 2-3 se puede observar los indicadores de conexión de una señal Wi-fi (NetSpot, 2019):

Tabla 2-3: Indicadores de conexión de una señal wi-fi

Intensidad	Calificador	Usos adecuados
-30 dBm	Excelente	Señal adecuada, no ocurren pérdida de paquetes.
-50 dBm	Excelente	Es un excelente valor y es un uso adecuado para todos los usuarios de la red.
-65 dBm	Muy bueno	Valor recomendado para dispositivos móviles.
-67 dBm	Muy bueno	Este valor es suficiente para Voz IP y Streaming.
-70 dBm	Aceptable	Este valor de señal es mínimo para poder asegurar una transmisión de paquetes que sea fiable.
-80 dBm	Malo	La entrega de paquetes ya no es confiable.
-100 dBm	Peor	Ruido

Fuente: (NetSpot, 2019)

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En la figura 11-3 se observa la evidencia de las mediciones de intensidad realizadas en el interior del establecimiento y en la tabla 3-3 se visualizan los resultados obtenidos.

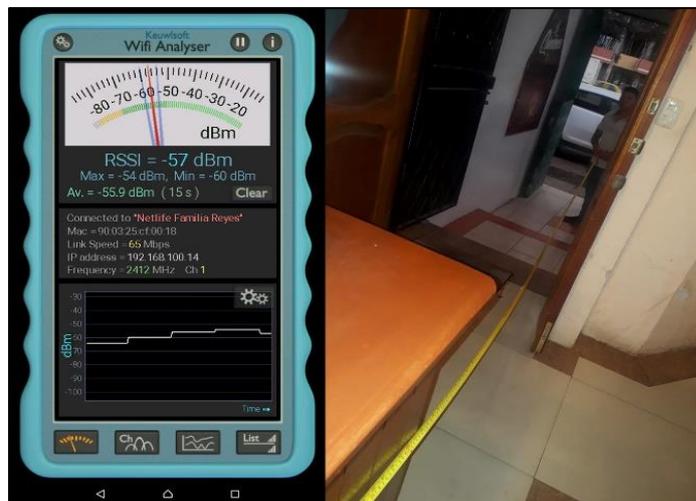


Figura 11-3: Evidencia de medición de intensidad de señal

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 3-3: Valores y calificaciones de las señales medidas.

Distancia (m)	Intensidad de la señal (dBm)	Calificación
5m	-44dBm	Excelente
10m	-57dBm	Muy buena
15m	-66dBm	Muy buena
17,5m	-69dBm	Aceptable

Continúa

Continúa		
20m	-73dBm	Mala
25m	-77dBm	Mala
30m	-78dBm	Mala
32,5m	-84dBm	Peor
33,75m	---	Pérdida de conexión.
35m	---	No hay conexión.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

La tabla 3-3 indica las variaciones de las distancias del módulo de gestión con respecto al punto de acceso con sus respectivos valores de intensidad de señal, en donde se obtuvo una conexión “excelente” a una distancia de 5m. Desde los 10m hasta los 15m la señal se considera “muy buena” y en los 17,5m se obtiene un valor aceptable de intensidad de señal con -69dBm lo cual permite asegurar que la transmisión de datos se realiza de manera confiable. Para las distancias mayores a 17,5 metros la intensidad de la señal decae y se califica como “mala” o incluso “peor” alcanzando niveles de -84dBm, lo cual indica que puede existir conexión, pero la transmisión de paquetes no es fiable.

Para determinar la pérdida de conexión se varió la distancia en intervalos más pequeños teniendo que a 32,5m la señal empeora, pero aún existen conexión con una intensidad de -84dBm, el punto exacto de la pérdida de conexión fue a los 33,75m metros.

Teniendo en cuenta los resultados detallados anteriormente y las dimensiones del local para la implementación del sistema SGFC, se determinó que no existen inconvenientes en la conexión inalámbrica, ya que la distancia máxima de transmisión de paquetes confiable es hasta los 17,5m.

b) Monitoreo y análisis de tráfico en la red

Se realizó una serie de pruebas para evaluar el rendimiento de la red al generar tráfico desde los dispositivos que fueron ubicados en las mesas del establecimiento. Se consideraron tres escenarios principales, autenticación, tiempo de consulta del cliente y envío de comandos.

Las pruebas aplicadas tuvieron la finalidad de analizar los tiempos de respuesta en cada una de las etapas de envío de información. Se utilizaron *tablets* y teléfonos inteligentes con sistema operativo Android para su ejecución. La aplicación se instaló en nueve dispositivos, se realizó ocho mediciones en cada uno y los escenarios planteados consistieron en la comprobación del funcionamiento con los dispositivos emitiendo tráfico simultáneamente. Se aplicaron también pruebas estadísticas a los valores obtenidos para las cuales se empleó la herramienta estadística IBMS SPSS versión 25 que facilita el análisis de los datos, las pruebas estadísticas que se llevaron a cabo fueron de normalidad, Anova de un factor y T (Sudent) de dos muestras emparejadas.

Etapa de autenticación

Esta prueba se realizó con el objetivo de medir los tamaños de los paquetes y los tiempos que tardan en ingresar a la pantalla principal del módulo de gestión. Se utilizaron los nueve dispositivos con diferentes usuarios accediendo a la aplicación. El monitoreo de tráfico se realizó mediante *WireShark* y los resultados se evidencian en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Tiempo y tamaño de paquetes en la etapa de autenticación.

Dispositivos		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
Med-1	(s)	0,82	0,026	0,681	0,226	0,017	0,046	0,625	0,031	0,015
	(Bytes)	971	958	958	958	971	963	958	958	971
Med-2	(s)	0,57	0,027	0,817	0,53	0,128	0,894	0,742	0,028	0,226
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971
Med-3	(s)	0,546	0,015	0,621	0,437	0,813	0,051	0,793	0,02	0,542
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971
Med-4	(s)	0,062	0,016	0,223	0,802	0,622	0,072	0,511	0,019	0,151
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971
Med-5	(s)	0,312	0,018	0,015	0,031	0,932	0,778	0,818	0,017	0,611
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971
Med-6	(s)	0,249	0,027	0,727	0,019	0,038	1,302	0,320	0,030	1,062
	(Bytes)	971	958	958	958	971	970	958	958	971
Med-7	(s)	0,04	0,029	0,276	0,268	0,49	0,038	0,117	0,014	0,552
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971
Med-8	(s)	0,0474	0,018	0,036	0,037	0,122	2,034	0,116	0,017	0,251
	(Bytes)	971	958	958	958	971	971	958	958	971

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Como se puede observar los tiempos de inicialización del módulo de gestión son mínimos para cada uno de los dispositivos, el tiempo mínimo ocurre en el dispositivo 8 en la medida 7 y es de 0,014s y el mayor se da en el dispositivo 6 en la medida 8 con un tiempo de 2,034s. En el gráfico 1-3 se puede observar una comparativa entre los tiempos de autenticación obtenidos en cada medida.

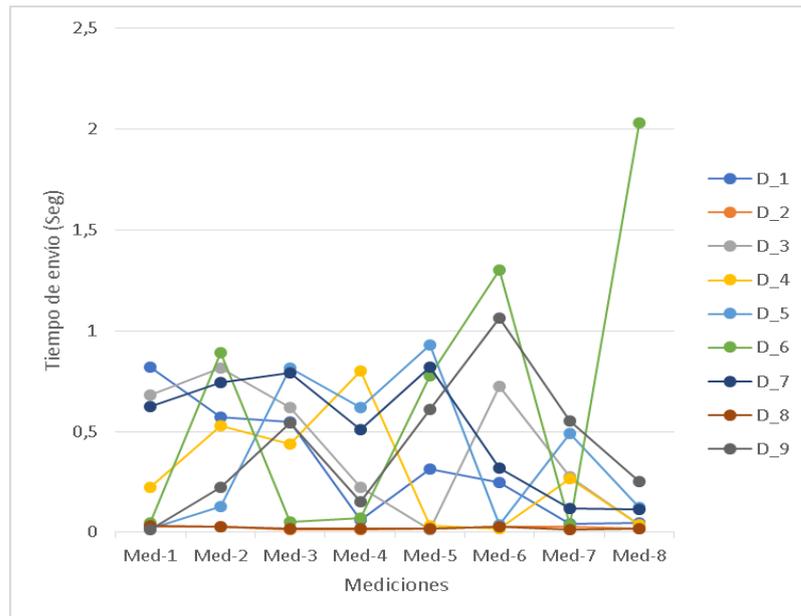


Gráfico 1-3: Comparativa de tiempos de autenticación.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Se aplicó la prueba de normalidad a través del *test* de Sharipo-Wilk. Se obtuvo probabilidades mayores al nivel de significancia del 5%, por lo tanto, se determinó que los datos presentados con respecto al tiempo de autenticación de usuarios presentan una distribución normal. Cumpliendo con la condición de normalidad se ejecutaron dos pruebas la Anova de un factor y de Post hoc (Tukey) en donde se considera una hipótesis nula que supone que las medias de tiempos medidos en los dispositivos son iguales y una alternativa que indica que existe al menos una pareja de medias diferentes. La prueba de Tukey permitió identificar los dispositivos que realmente son distintas comparando los valores entre ellas.

En la tabla 5-3 se observa los resultados de la prueba Anova, el valor de interés para tomar una decisión es 1,2% que corresponde a la probabilidad de la prueba y es menor al nivel de significancia del 5%, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alternativa, corroborando esta decisión con los resultados de la tabla 6-3 que indica los subconjuntos homogéneos en donde los tiempos de autenticación independientemente del dispositivo utilizado son similares a excepción del dispositivo seis ya que presenta una probabilidad alta del 55,5%.

Tabla 5-3: Resultados de la prueba Anova de un factor para la autenticación

ANOVA					
Tiempo de autenticación					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,772	8	0,346	2,712	0,012
Dentro de grupos	8,047	63	0,128		
Total	10,819	71			

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 6-3: Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)

Tiempo de autenticación			
HSD Tukey ^a			
dispositivos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
d2	8	0,022	
d8	8	0,022	
d4	8	0,296	0,296
d1	8	0,331	0,331
d5	8	0,395	0,395
d3	8	0,425	0,425
d9	8	0,426	0,426
d7	8	0,505	0,505
d6	8		0,652
Sig.		0,167	0,555

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Los tamaños de paquetes van desde los 958 a los 971 Bytes, lo cual es un tamaño relativamente pequeño. Por lo tanto, se determina que la etapa de autenticación en el sistema SGFC funciona de una manera adecuada sin inconveniente y no presenta saturación en la red.

Etapa de envío de comanda

Las pruebas se realizaron con el objetivo de determinar los tiempos de envío de información al servidor y el tráfico generado en la red tomando en cuenta dos escenarios, el envío de comandas utilizando el dispositivo incorporado en el establecimiento y mediante nueve dispositivos.

Envío de una comanda en un dispositivo

La prueba se realizó con el objetivo de evaluar el tiempo de envío y tamaño de paquete de datos a través del prototipo implementado en una *tablet*, este sería el mínimo de consumo de recursos que podría presentarse en la red. Se tomaron ocho mediciones del envío de una comanda con cinco productos distintos, la cantidad de productos se determinó gracias a los datos históricos de establecimiento. En la tabla 7-3 se observan los resultados de las mediciones realizadas en donde se diferencia el tiempo de envío y el tamaño de paquetes generados en la red.

Tabla 7-3: Mediciones de tráfico generado en la red por una sola comanda

RETARDO Y TRÁFICO DE RED									
Dispositivos		Med_1	Med_2	Med_3	Med_4	Med_5	Med_6	Med_7	Med_8
Dis_1	(s)	0,512	0,755	2,241	0,635	0,348	0,587	1,147	0,415
	(bytes)	5057	5057	5136	5196	5067	5058	5786	5046

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

De esta prueba se obtuvo que el tiempo máximo de envío de comanda es de 2,241 segundos con un tamaño de paquete de 5136 bytes, mientras que el mínimo empleado fue de 0,348 segundos con 5067 bytes. Al observar los resultados se determinó que la transferencia de los datos de una comanda se realiza en pocos segundos, lo que implica que el sistema SGFC funciona de manera ágil y óptima.

Envío de nueve comandas

En este escenario planteado se generaron comandas con los nueve dispositivos que representan las nueve mesas disponibles del establecimiento para determinar los tiempos de envío de comandas y el tráfico generado por cada una. Además, se consideraron tres eventos en los cuales se variaron las cantidades de productos de las comandas generadas.

Primer evento

En el primer evento se generaron comandas en cada mesa con cinco productos para evaluar el comportamiento de la red y verificar si existe saturación. La información se envió simultáneamente al servidor, a través de *Wireshark* se capturó el tráfico y se obtuvieron los siguientes resultados que se observan en la tabla 8-3 que indica el tamaño de los paquetes y el tiempo que demora en llegar cada comanda a la base de datos que se almacena en el servidor.

Tabla 8-3: Información del envío de comandas al servidor en el primer evento.

Dispositivos		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
Med-1	(s)	0,453	1,983	1,519	0,654	0,637	0,892	0,369	0,689	0,444
	(bytes)	5307	5104	4985	5034	5658	5316	4922	4979	4919
Med-2	(s)	0,431	0,862	1,468	0,785	1,352	1,755	0,479	0,893	0,557
	(bytes)	4998	4984	4989	4925	5251	5464	4981	4981	5049
Med-3	(s)	0,419	2,227	0,763	0,318	0,462	2,423	0,372	1,484	0,263
	(bytes)	5266	5497	4997	5046	5250	6417	4914	4905	5702
Med-4	(s)	0,312	0,826	0,576	0,767	1,436	0,836	0,791	0,728	0,339
	(bytes)	5131	5174	4903	5059	5262	5048	4912	4976	4983
Med-5	(s)	0,423	0,481	0,891	0,467	0,991	1,086	1,196	1,173	0,841
	(bytes)	4980	5044	5000	5084	4987	5516	4989	5113	5183
Med-6	(s)	0,707	0,368	1,899	0,646	0,36	0,987	0,997	0,402	0,653
	(bytes)	5657	4980	4981	4999	4931	4980	5785	5050	5443
Med-7	(s)	0,596	1,658	0,693	0,942	0,349	1,476	0,726	0,603	0,397
	(bytes)	5266	4982	4924	4943	5308	5095	5122	4904	5186
Med-8	(s)	0,667	0,301	0,67	0,314	2,137	0,477	0,863	1,596	0,325
	(bytes)	5466	4980	4998	5067	4991	5242	4941	4980	5600

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En el gráfico 2-3 se observa una comparativa de los tiempos de envío en las mediciones realizadas, el tiempo mínimo se da en el dispositivo 9 en su medición 3 con 0,263s y el tiempo máximo acontece en el dispositivo 6 en la medición 3 con 2,423s.

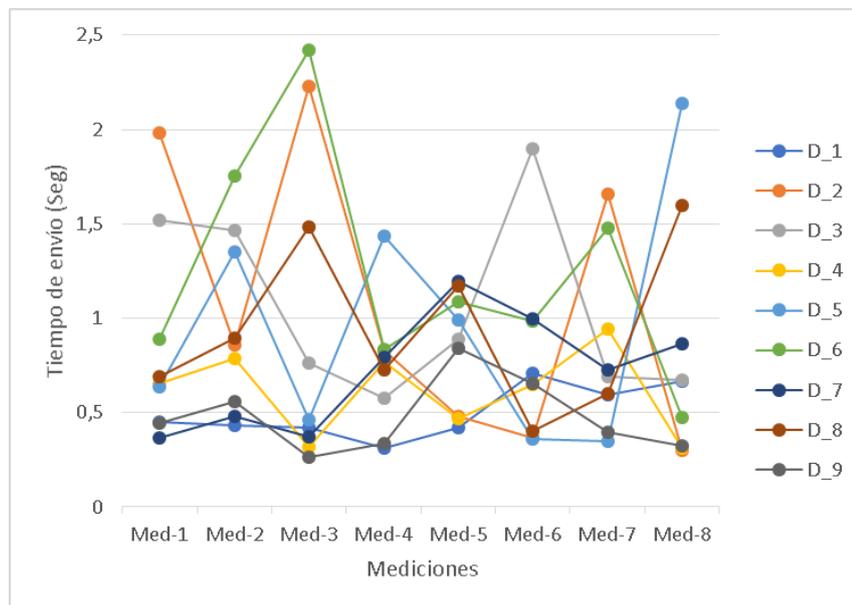


Gráfico 2-3: Comparativa de tiempos de envío en el primer evento.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

El tamaño del paquete mínimo ocurre en el dispositivo 3 en la medición 4 con un tamaño de 4093 Bytes y el máximo se da en el dispositivo 6 en la medición 3 con 6417 bytes. Mediante las mediciones obtenidas en esta prueba se determinó que los tamaños de los paquetes varían muy poco cuando se envía una misma cantidad de productos y los tiempos pueden variar desde los 0,263s hasta los 2,5s aproximadamente, estos tiempos dependen de la distancia a la que se encuentra ubicado el dispositivo. Como se puede observar en la figura 7-3, el dispositivo 6 es aquel que se encuentra más lejos del punto de acceso (9,9m) por lo tanto los tiempos de envío de información aumentaron en comparación a los demás dispositivos.

De la tabla 8-3 se observó las variaciones en tiempos de envío respectivamente en las mediciones realizadas y se aplicó la prueba de normalidad mediante el método estadístico de Sharipo-Wilk y se obtuvo probabilidades mayores al nivel de significancia del 5%. Por esta razón, se determinó que los datos presentados con respecto al tiempo de envío de comandos del primer evento siguen una distribución normal. Cumpliendo con la condición de normalidad se ejecutaron dos pruebas la Anova de un factor y de Post hoc (Tukey) considerando la hipótesis nula y alternativa definidas anteriormente.

En la tabla 9-3 se observa los resultados de la prueba Anova, el valor de la probabilidad de interés para tomar una decisión es 1,1% que por ser menor al nivel de significancia del 5% se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alternativa, corroborando esta decisión con los resultados de la tabla

10-3 que indica los subconjuntos homogéneos en donde los tiempos de envío independientemente del dispositivo utilizado son similares a excepción del dispositivo seis ya que presenta una probabilidad alta del 21%.

Tabla 9-3: Resultados de prueba la prueba anova de un factor en el primer evento

ANOVA					
Tiempo de envío de comandas					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,879	8	0,610	2,748	0,011
Dentro de grupos	13,981	63	0,222		
Total	18,860	71			

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 10-3: Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)

Tiempo de envío de comandas			
HSD Tukey ^a			
Dispositivos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
d9	8	0,477	
d1	8	0,501	0,501
d4	8	0,612	0,612
d7	8	0,724	0,724
d8	8	0,946	0,946
d5	8	0,966	0,966
d3	8	1,059	1,059
d2	8	1,088	1,088
d6	8		1,242
Sig.		0,210	0,060

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Segundo evento

El segundo evento se realizó con el objetivo de simular una fase intermedia de saturación de tráfico en la red. El número de productos enviados en cada pedido fueron de 25 que corresponde a la mitad del menú total que se oferta. Al igual que en la prueba anterior la información se envió de manera simultánea y se capturó el tráfico mediante *WireShark*. Los resultados obtenidos del tiempo que toma cada dispositivo en enviar los datos al servidor y el tamaño de paquetes generado se pueden visualizar en la tabla 11-3.

Tabla 11-3: Información del envío de datos en crecimiento exponencial.

Dispositivos		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
Med-1	(s)	2,272	2,378	2,169	2,657	3,943	5,197	2,133	2,188	2,821
	(bytes)	25126	25004	25112	24965	25063	25555	26250	25012	24715
Med-2	(s)	2,445	1,535	1,582	2,021	2,497	3,035	3,484	1,196	2,162
	(bytes)	24966	24983	24907	25847	24887	25497	25006	24992	24733
Med-3	(s)	1,623	1,788	1,517	1,423	2,841	4,564	2,86	2,099	4,026
	(bytes)	24909	25081	24995	25016	25984	24796	26470	25108	24275
Med-4	(s)	1,81	2,173	1,098	1,283	1,778	3,232	3,703	1,623	3,411
	(bytes)	24991	24963	24845	24940	24970	25476	23388	25658	25596
Med-5	(s)	1,348	1,675	1,269	2,162	2,421	5,849	3,719	1,261	2,175
	(bytes)	25112	24762	24909	24808	24873	24195	24772	25270	25491
Med-6	(s)	1,631	2,396	1,474	1,198	1,95	3,708	2,745	1,978	3,284
	(bytes)	24202	25010	24943	24884	24312	25291	24918	24998	25431
Med-7	(s)	2,051	1,054	1,108	1,757	2,903	5,129	1,854	3,482	2,184
	(bytes)	24030	24129	24001	25016	24901	24703	25174	25341	24879
Med-8	(s)	1,804	2,542	1,217	2,657	3,418	4,302	2,074	1,361	3,504
	(bytes)	25129	25230	24892	24965	24111	25149	25049	24974	25561

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En el gráfico 3-3 se presenta la comparativa de los tiempos de envío obtenidos. El tiempo mínimo de envío se da en el dispositivo 2 en su medición 7 con 1,054s y el máximo ocurre en el dispositivo 6 en su medición 5 con 5,849s. El tamaño mínimo de paquete sucede en el dispositivo 7 en su medición 4 con 23388 Bytes y el máximo se da en el dispositivo 7 en su medición 3 con 26470 Bytes.

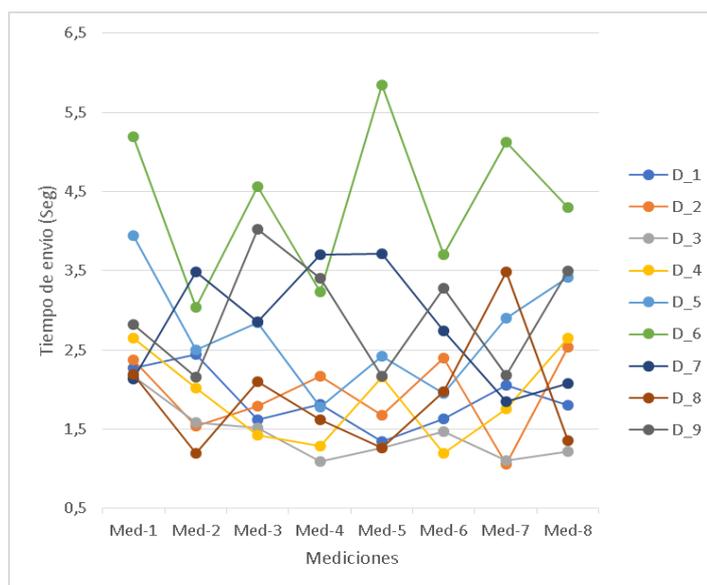


Gráfico 3-3: Comparativa entre tiempos de envío en el segundo evento.

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Se comprobó la distribución normal en los datos correspondientes al tiempo de envío de comandas en este segundo evento mediante el método estadístico de Shapiro-Wilk, ya que se obtuvieron probabilidades mayores al nivel de significancia del 5%. Cumpliendo con esta condición se ejecutaron las pruebas Anova de un factor y Post hoc (Tukey).

En la tabla 12-3 se observa los resultados de la prueba Anova, el valor de interés para tomar una decisión fue de 0,00% que por ser menor al nivel de significancia se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alternativa, reafirmando esta decisión con los resultados de la tabla 13-3 que indica los subconjuntos homogéneos en los cuales los tiempos de envío independientemente del dispositivo utilizado son similares entre ellos a excepción del dispositivo seis ya que presenta una probabilidad máxima de 100%.

Tabla 12-3: Resultados de la prueba Anova de un factor del segundo evento

ANOVA					
Tiempo de envío de comandas					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	51,295	8	6,412	14,342	0,000
Dentro de grupos	28,166	63	0,447		
Total	79,460	71			

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 13-3: Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)

Tiempo de envío de comandas				
HSD Tukey ^a				
dispositivos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
d3	8	1,429		
d1	8	1,873	1,873	
d4	8	1,895	1,895	
d8	8	1,899	1,899	
d2	8	1,943	1,943	
d5	8		2,719	
d7	8		2,822	
d9	8		2,946	
d6	8			4,377
Sig.		0,834	0,050	1,000

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tercer evento

Por último, en el tercer evento se simuló el caso que más saturación podría generar en la red. Considerando que cada comanda solicita el número máximo de productos, este sería el peor

escenario que la red debe soportar. Las peticiones se envían de forma simultánea y se captura el tráfico mediante *WireShark*. Los resultados de esta prueba se aprecian en la tabla 14-3.

Tabla 14-3: Tiempo de respuesta cuando se seleccionan la totalidad de productos.

Dispositivos		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
Med-1	(s)	4,074	4,536	4,349	3,43	3,284	4,907	3,937	4,712	4,492
	(bytes)	51363	49575	49593	58173	49681	60997	50692	50505	49774
Med-2	(s)	3,31	3,018	3,189	4,45	4,276	5,739	3,432	3,109	4,506
	(bytes)	50176	51091	50447	57626	59330	60860	51682	50494	50428
Med-3	(s)	4,58	3,061	3,035	4,01	3,067	6,407	3,234	4,322	4,925
	(bytes)	49779	49230	49194	48094	60053	54501	50428	50098	52556
Med-4	(s)	3,772	3,393	3,364	4,76	3,831	5,304	2,957	3,497	4,335
	(bytes)	50246	49198	47942	56750	55149	57044	49966	50164	49582
Med-5	(s)	4,011	4,649	3,54	3,324	4,181	6,965	3,593	3,861	4,689
	(bytes)	52445	56404	51526	53937	54725	52298	63110	57478	58438
Med-6	(s)	4,481	4,902	4,028	3,176	4,849	4,673	3,483	3,019	3,852
	(bytes)	51779	49247	50149	63049	50549	60196	56437	57254	50131
Med-7	(s)	4,285	3,739	4,8	4,731	3,972	5,663	3,194	4,592	4,969
	(bytes)	53889	55880	48871	46921	51063	58666	51634	62079	54644
Med-8	(s)	4,71	3,408	3,518	3,971	3,417	5,014	4,86	4,748	3,95
	(bytes)	52342	57545	50614	60541	53926	54405	50566	50606	61433

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En el gráfico 4-3 se muestran las comparativas de los datos obtenidos. El tiempo mínimo de envío ocurre en el dispositivo 7 en su medición 4 con 2,957s y el máximo se da en el dispositivo 6 en su medición 5 con 6,965s.

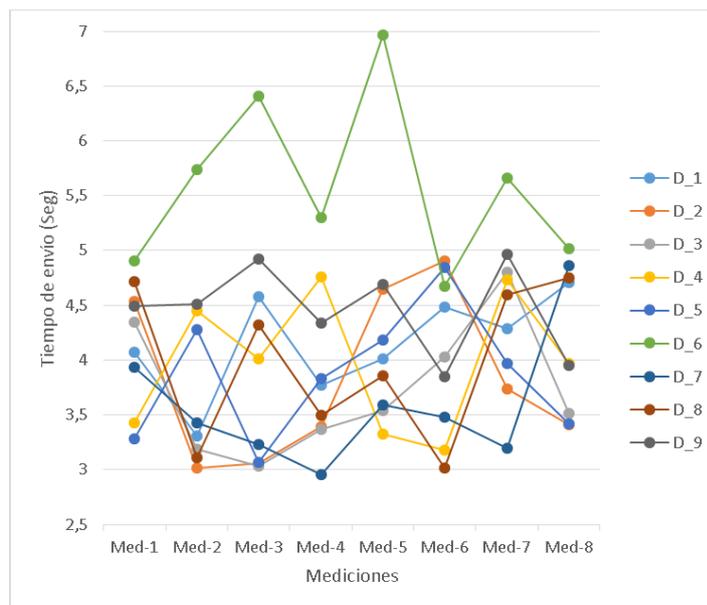


Gráfico 4-3: Comparativa entre tiempos de envío en el tercer evento

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

El tamaño mínimo de paquete ocurre en el dispositivo 4 en su medición 7 con 46921 Bytes y el máximo en el dispositivo 7 en su medición 5 con 63110 Bytes. Al igual que las pruebas realizadas anteriormente los tamaños de los paquetes crecen al aumentar el número de productos en cada comanda, al elegir los 50 productos del menú los tamaños pueden variar desde 40Kbytes hasta los 65Kbytes aproximadamente.

Se confirmó la distribución normal en los datos correspondientes al tiempo de envío de comandas en este tercer evento mediante el método estadístico de Shapiro-Wilk, ya que se obtuvieron probabilidades mayores al nivel de significancia definido. Al cumplir con esta condición se ejecutaron las pruebas Anova de un factor y Post hoc (Tukey).

En la tabla 15-3 se observa los resultados de la prueba Anova, el valor de interés para tomar una decisión fue de 0,00% que por ser menor al nivel de significancia se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alternativa, corroborando esta decisión con los resultados de la tabla 16-3 en donde se indica los subconjuntos homogéneos en los cuales los tiempos de envío independientemente del dispositivo utilizado son similares entre ellos a excepción del dispositivo seis ya que presenta una probabilidad máxima de 100%.

Tabla 15-3: Resultados de la prueba Anova de un factor del tercer evento

ANOVA					
Tiempo de envío de comandas					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23,089	8	2,886	7,351	0,000
Dentro de grupos	24,734	63	0,393		
Total	47,823	71			

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 16-3: Subconjuntos homogéneos de la prueba Post Hoc (Tukey)

Tiempo de envío de comandas			
HSD Tukey ^a			
dispositivos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
d7	8	3,586	
d3	8	3,728	
d2	8	3,838	
d5	8	3,859	
d4	8	3,982	
d8	8	3,983	
d1	8	4,153	

Continúa

Continúa

d9	8	4,465	
d6	8		5,584
Sig.		0,135	1,000

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En base a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas se concluye que el tiempo de autenticación y envío de comandas es similar sin tener en cuenta el dispositivo utilizado, a excepción del dispositivo seis que es el que comúnmente presenta diferencias debido a la distancia en que se encuentra ubicado, ya que esta influye en el tiempo necesario para enviar los paquetes. Los tiempos obtenidos se consideran muy buenos para una transmisión de datos confiables asegurando el envío y recepción de la información. Los tamaños de los paquetes no representan una amenaza de saturación en la red porque se encuentran en el orden de los Kbytes. Por lo tanto, el sistema SGFC funciona de una manera óptima y fiable con respecto a la transferencia de datos generados en cada dispositivo.

c) **Prueba comparativa entre el método de atención tradicional y el sistema SGFC**

Esta prueba se realizó para comparar los tiempos de atención al cliente en el método tradicional y utilizando el sistema SGFC, se llevó a cabo dos pruebas, el tiempo de consulta del menú y el tiempo de toma de pedido a los clientes en ambos mecanismos.

Tiempo de consulta de menú

Esta prueba se realizó con la finalidad de evaluar la eficiencia de la aplicación para mostrar todos los productos disponibles del menú en la pantalla de visualización, comparando el tiempo que tarda el usuario en conocer la totalidad de productos registrados en la base de datos a través del dispositivo y el tiempo invertido de hacerlo de manera tradicional, es decir, la información proporcionada por el mesero.

La prueba se realizó a 18 clientes que se ubicaron en las diferentes mesas del local. En la figura 12-3 se puede visualizar las pruebas realizadas y en la tabla 17-3 se indican los tiempos obtenidos de forma tradicional y mediante el sistema SGFC.



Figura 12-3: Evidencia de las pruebas realizadas

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Tabla 17-3: Tiempos de consulta de menú

FORMA TRADICIONAL		
Tiempo		
Mesero		9,36 min
SISTEMA SGFC		
Mesa	Cliente	Tiempo
1	Cliente 1	3,37 min
	Cliente 2	2,58 min
2	Cliente 3	3,24 min
	Cliente 4	3,06 min
3	Cliente 5	3,12 min
	Cliente 6	2,50 min
4	Cliente 7	3,27 min
	Cliente 8	2,17 min
5	Cliente 9	3,42 min
	Cliente 10	4,05 min
6	Cliente 11	1,40 min
	Cliente 12	3,47 min
7	Cliente 13	3,06 min
	Cliente 14	3,57 min
8	Cliente 15	3,26 min
	Cliente 16	2,33 min
9	Cliente 17	2,51 min
	Cliente 18	1,31 min

Continúa

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En la tabla 17-3 se observa que el tiempo mínimo empleado en la consulta del menú es 1,31 min y el máximo es 4,05 min mediante la utilización de la aplicación del módulo de gestión. Estos tiempos comparados con el método tradicional en donde el mesero tardaría 9,36 min en explicar el menú completamente, marcan una diferencia de 8,05 min y 5,31 min, los mismos que representan una disminución del tiempo utilizado de 86,00% y 56,73% respectivamente. Por esta razón se consideró que mediante el sistema SGFC se agiliza y se reduce considerablemente el tiempo de consulta del menú del establecimiento.

Tiempo de toma de pedido

Esta prueba se realizó con el objetivo de comparar el tiempo de toma de pedido a los clientes cuando el establecimiento está a máxima capacidad. Se consideraron ambos mecanismos el tradicional y mediante el sistema SGFC. Se realizó en días diferentes manteniendo el detalle de cada comanda y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 18-3.

Tabla 18-3: Tiempos de toma de pedido

Cliente \ Tiempo	TRADICIONAL (min)	SISTEMA SGFC (min)
Cliente 1	6,15	1,24
Cliente 2	0,55	1,06
Cliente 3	4,53	1,57
Cliente 4	6,55	1,53
Cliente 5	3,10	1,39
Cliente 6	6,35	2,40
Cliente 7	3,47	1,11
Cliente 8	4,30	0,47
Cliente 9	3,35	2,43

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

Al analizar la tabla 18-3 se puede observar que con el sistema SGFC y con el método tradicional el tiempo mínimo de toma de pedido es de 47s y de 55s respectivamente en donde se aprecia que se reduce el tiempo de toma de pedido en un 14,54%. Los tiempos máximos de toma de pedido mediante el sistema SGFC y con el método tradicional corresponden a 2,43min y 6,55min respectivamente reduciendo en un 62,9% el tiempo empleado para recoger el pedido del cliente.

Para aseverar los resultados obtenidos anteriormente se llevó a cabo una prueba estadística T para medias de dos muestras emparejadas posterior a la realización de la prueba de normalidad que se observa en la tabla 19-3. En esta prueba se definió que realmente existen diferencias notables en las medias al comparar los dos métodos aplicados, ya que se obtuvo una probabilidad de dos colas de 0,19%. Este valor es menor al nivel de significancia del 5%, indicando que la media de los tiempos del método tradicional es mayor a la utilizada por el sistema SGFC, esto

implica que la utilización del sistema es más eficiente con respecto a los tiempos en la toma de pedidos.

Tabla 19-3: Prueba T de dos muestras emparejadas

	TRADICIONAL	SISTEMA SGFC
Media	4,261	1,467
Varianza	3,728	0,395
Observaciones	9	9
Coefficiente de correlación de Pearson	0,274	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	4,508	
P(T<=t) una cola	0,000989	
Valor crítico de t (una cola)	1,859	
P(T<=t) dos colas	0,00197	
Valor crítico de t (dos colas)	2,306	

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

3.3. Análisis de escalabilidad de la red

Este análisis se realizó para obtener una estimación de la cantidad de dispositivos que se podrían conectar a la red. En el establecimiento se utilizó la típica máscara de subred 255.255.255.0 dado que es la más adecuada para una red doméstica permitiendo conectarse hasta 254 dispositivos. La mayoría de los fabricantes suelen recomendar no conectar más de 16 dispositivos inalámbricamente al mismo tiempo. Sin embargo, esto no quiere decir que no vayan a conectarse, sino que podrían existir problemas de conexión y tener un bajo rendimiento (Jiménez, 2019).

El ancho de banda requerido por el sistema SGFC se recoge de la tabla 14-3 y es de 4.133 Mbps. Este valor se da debido a que ocurre la saturación del local, es decir la peor situación en la que se puede encontrar la red. De la tabla 3-2 se obtiene que el *router* utilizado en el prototipo de red inalámbrica puede soportar una velocidad inalámbrica de hasta 150Mbps, bajo estas condiciones se puede determinar el máximo número de dispositivos que podrán conectarse a la red con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{Ancho de banda}}{\text{Ancho de banda requerido}} * N \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde n representa al número de dispositivos que podrá conectarse y N es la cantidad de dispositivos utilizados en el establecimiento. Al utilizar esta ecuación se establece que el prototipo de red permite hasta 326 dispositivos conectados simultáneamente. Por lo tanto, se determina que sin las direcciones que ocuparían el *router*, el ordenador del administrador, el *nodeMCU* de

notificación, la *tablet* de visualización y la dirección necesaria para el Gateway se podrían conectar 249 dispositivos en la red debido a la máscara de subred utilizada.

Ahora bien, la cantidad máxima de mesas que existen en un local de Riobamba es de 85 unidades. Este valor se obtuvo por observación y representa el 34,14% del número máximo de dispositivos que la red con un router TP-LINK puede soportar. Sin embargo, en base a los datos obtenidos en la tabla 3-3 una conexión muy buena se dará hasta una distancia máxima de 15 metros, por ello se realiza una distribución gráfica para obtener un valor aproximado de las mesas a las que el prototipo de red puede brindar cobertura.

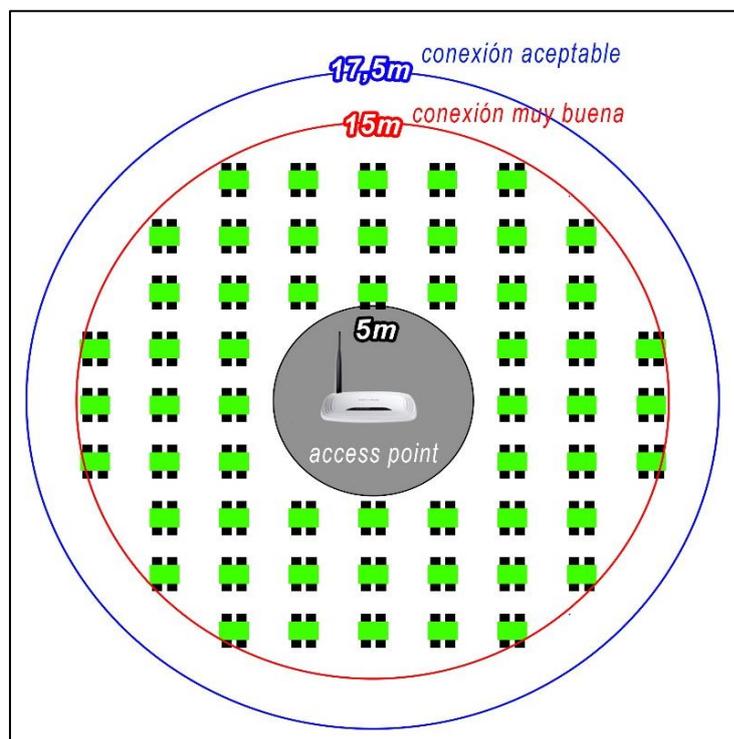


Figura 13-3: Proyección de mesas

Elaborado por: Guilcapi, Lisbeth; Orozco, Robert; 2020.

En la figura 13-3 los puntos verdes representan las mesas cuyas dimensiones son de 1,5mx1m y la distancia existente entre ellas es de 2m. El punto de acceso se encuentra ubicado en la cocina en el centro de la distribución y comprende un área de 5m de radio. Además, los puntos verdes son las mesas a las que el sistema SGFC daría cobertura. Al analizar el gráfico se determina que con un radio de 15 metros se pueden ubicar 56 dispositivos lo que representa el 22,49% de los 249 dispositivos que puede soportar el prototipo de red.

En base a los cálculos realizados se determina que el prototipo de red funciona de manera adecuada y consistente de acuerdo a los requerimientos del local ya que el número de mesas es reducido y el consumo del ancho de banda es mínimo en cada dispositivo. En caso de expandir el

espacio del establecimiento y querer aumentar el número de mesas se debe utilizar repetidores para expandir el alcance de la señal.

3.4. Análisis económico del prototipo SGFC.

En la tabla 20-3 se puede observar el presupuesto del sistema SGFC, tomando en cuenta los valores de cada dispositivo que conforma los diferentes módulos del prototipo implementado.

Tabla 20-3. Presupuesto económico del prototipo implementado.

Módulos	Dispositivos	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (\$)
Administración (MA)	Computador	1	590,00	590,00
	Impresora térmica	1	170,00	170,00
	Router TP-Link	1	27,00	27,00
Costo del módulo de Administración				787,00
Gestión (MG)	Tablet	1	80	80
	Soporte	1	18,5	18,5
Costo del módulo de Gestión				98,5
Preparación (MP)	Tablet	1	80	80
	Lámpara	1	1,50	1,50
	Nodo MCU	1	7,99	7,99
	Relé	1	2,45	2,45
	Fuente de 5V	1	5,00	5,00
Costo del módulo de Preparación				96,94
COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO (CP)				982,44

Fuente: Guilcapi Lisbeth, Orozco Robert (2020).

Elaborado por: Guilcapi Lisbeth, Orozco Robert (2020).

El costo total de implementación del prototipo fue de 982,44\$. El módulo de administración posee el mayor costo con 787\$ y representa el 80,11% del valor total. El módulo de preparación tiene un costo de 96,94\$ y representa el 9,87% del valor total y de gestión un valor de 98,50\$ representando el 10,03% del valor total.

El valor de inversión del prototipo variará dependiendo el número de mesas que el establecimiento considere necesario. Para ello se plantea la siguiente fórmula para evaluar al costo del prototipo:

$$CP = MA + MP + MG * C \quad \text{Ecuación (2)}$$

En donde CP es el costo total del prototipo, MA el módulo de administración, MP el módulo de preparación, MG el módulo de gestión y C la cantidad deseada de terminales por el propietario del establecimiento. Cabe recalcar que este valor no incluye costos de mano de obra.

Comparando el costo total del prototipo realizado con el de sistemas comerciales existentes que cumplen con funcionalidades similares, este representa apenas el 49,12% de 2000\$ en que estos encuentran valorizados. Por lo que se determina que el prototipo es de bajo costo.

CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó un prototipo de red inalámbrica para la gestión y facturación de comandas en tiempo real, aplicado a la implementación de bares-restaurantes inteligentes el cual está constituido por tres módulos que trabajan con la tecnología inalámbrica Wi-fi en la banda libre de frecuencias de 2,4 GHz.
- Se desarrollan tres aplicaciones intuitivas, dinámicas, de fácil utilización, dos móviles y una de escritorio para controlar las funcionalidades de cada uno de los módulos que constituyen el sistema SGFC en los entornos de desarrollo Android Studio 3,4 y NetBeans 8,2 comprobando integridad de datos y la concordancia en el envío y recepción de la información.
- Mediante las pruebas realizadas de alcance se verifica que la distancia máxima de comunicación inalámbrica del prototipo es de 33,75 metros, indicando que no presenta inconvenientes al momento de la implementación del sistema ya que el establecimiento seleccionado tiene dimensiones más pequeñas al valor obtenido.
- Mediante la aplicación de las pruebas Anova de un factor y Post hoc (Tukey) se determina que existen variaciones en cuanto al tiempo de autenticación y envío de datos a medida que aumenta la distancia del punto de acceso, por lo que se concluye que la distancia influye en los tiempos de envío de datos y es independiente del dispositivo utilizado.
- Al analizar los tiempos de consulta mínimos y máximos del menú del establecimiento utilizando el Sistema SGFC y la forma tradicional se determinó que existe una reducción del 86,00% y 56,73% respectivamente. Lo que concluye que el prototipo propuesto disminuye el tiempo empleado en conocer los productos disponibles en un local.
- Al analizar los tiempos mínimos y máximos obtenidos en la gestión y envío de comandas entre el prototipo de red inalámbrica (Sistema SGFC) y la forma tradicional se determinó que existe una reducción del 14,54% y 62,90% respectivamente. Lo que concluye que el sistema implementado mejora los tiempos de toma y envío de comandas.

- De las pruebas de análisis de tráfico se obtuvo que aquel generado por el sistema SGFC representa apenas el 2,76% de los 150Mbps que puede soportar el *router*. Y en base al análisis de escalabilidad de la red se determinó que pueden conectarse 56 dispositivos a un radio de 15 metros de distancia, lo cual representa el 22,49% de la cantidad de conexiones que puede llegar a tener el punto de acceso. Por lo tanto, se concluye que los dispositivos utilizados poseen las características suficientes para llevar a cabo la implementación del sistema SGFC.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el tiempo de pruebas para identificar posibles mejoras en el funcionamiento del prototipo.
- Se recomienda estudiar la posibilidad de implementar dispositivos que presenten menús interactivos proyectables en la mesa con la finalidad de evitar daños en los equipos móviles.
- Se recomienda que el *software* que compone el prototipo implementado se migre a sistemas multiplataforma con la finalidad de diversificar el tipo de dispositivos que se pueden integrar al sistema.
- Se recomienda que se estudie la posibilidad de ampliar la cobertura de comunicación inalámbrica y aplicar técnicas de encriptación de datos para generalizar el prototipo a diferentes dimensiones de establecimientos y mejorar su seguridad.

BIBLIOGRAFÍA

ACADEMIA ANDROID, *Android Studio v1.0: características y comparativa con Eclipse – Academia Android*. . 2014.

ALIBABA, *No Title*. [en línea]. 2019. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/32-inch-touch-screen-interactive-fast-food-self-order-mcdonalds-kiosk-60769551687.html?spm=a2700.8699010.normalList.19.3d485c96Iskqtw>.

ALMEIDA, Victoria Torres, *La importancia del Subsector Hoteles , Bares y Restaurantes en la economía ecuatoriana durante la última década . Resumen*. S.l.: s.n. 2013.

ALVARADO, Luis, *REDES DE COMPUTADORAS Manual*. S.l.: s.n., 2011.

ANDREU, Joaquin, *Redes Inalámbricas (Servicios de Red)*. S.l.: s.n., 2011.

APKPURE, *Diálisis App for Android - APK Download*. . 2016.

ARIAS, Ángel, *Base de datos con MySql 2da Edición [en línea]*. S.l.: s.n., 2015. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EojJCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=mysql+base+de+datos&ots=FEe80SfN7f&sig=Dxo8noIXKZz0bRn31yuUtqnUFnM#v=onepage&q=mysql+base+de+datos&f=false>.

ATRESMEDIAA, *España, el país con más bares del mundo*. . 2016.

AUTOMASIS, *Automatismos y Sistemas*. [en línea], 2016. Disponible en: <http://www.automasis.ec/patio-de-comidas.html>.

BARAN, Nicolas, *Redes Inalámbricas [en línea]*. S.l.: s.n., 2012. ISBN 9781447152927. Disponible en: <http://www3.uah.es/vivatacademia/ficheros/n54/redesinalam.PDF>.

BBVAOPEN, *No erramientas básicas para los desarrolladores en Java*. [en línea]. 2015. Disponible en: <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/herramientas-basicas-para-los-desarrolladores-en-java>.

BEUTTRICH, Sebastián y ESCUDERO, Alberto, *Topología e Infraestructura Básica logía e*

Infraestructura Básica de Re de Redes des Inalámbricas Inalámbricas. , pp. 1-22. 2007.

BURGOS, Carlos, *Desarrollo de un Sistema Web para la Gestion de Pedidos en un Restuarante. Aplicacion a un Caso de Estudio.* , pp. 90. 2015.

CAMPUSMVP, *5 motivos por los que utilizar Java para desarrollar tus aplicaciones | campusMVP.es.* . 2019.

CARVAJAL, L.E.Z., *Tecnologías inalámbricas.* , 2012.

CISCO, *Cantidades de host y subredes - Cisco.* . 2005.

DAR, Kashif, BAKHOUYA, Mohamed, GABER, Jaafar, WACK, Maxime y LORENZ, Pascal, *Wireless communication technologies for ITS applications [Topics in Automotive Networking. IEEE Communications Magazine*, vol. 48, no. 5, pp. 156-162. 2010. ISSN 0163-6804. DOI 10.1109/mcom.2010.5458377.

DAVID WOLBER, HAL ABELSON, Ellen Spertus &.Liz Looney., *App Inventor.* S.l.: s.n., 2014. ISBN 9781449397487.

ECURED, *Tableta (informática) - EcuRed.* . 2017.

GARCÍA, Pablo, *En la Cocina. PEDIDOS Y COMANDAS: ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO ENTRE COMEDOR Y COCINA [en línea].* 2018. Disponible en: <https://enlacocina.telemesa.es/gestion-administracion-restaurantes/pedidos-y-comandas-organizacion-del-servicio-entre-comedor-y-cocina/>.

GEDESCO, *¿Qué es y para qué sirve una acción bursátil? .* 2012.

GEIER, Jim, *Wireless System Architecture : How Wireless Works.* , 2008.

GÓMEZ, Carles, OLLER, Joaquim y PARADELLS, Josep, *Overview and evaluation of bluetooth low energy: An emerging low-power wireless technology. Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 9, pp. 11734-11753. 2012. ISSN 14248220. DOI 10.3390/s120911734.

HANDSONTEC, *Handson Technology User Manual V1.2. Hanson Technology [en línea]*, pp. 1-22. 2017. Disponible en: http://www.handsontec.com/pdf_learn/esp8266-V10.pdf.

JIMÉNEZ, Javier, *Routers. Este es el máximo número de dispositivos que pueden conectarse a un router y así puedes modificarlo.* 2019.

JINTAO, Hu, *La mesa inteligente llega a los bares de Hong Kong.* [en línea]. 2011. Disponible en: <http://spanish.people.com.cn/101336/101358/7268803.html>.

KASPERSKY, *Consejos de seguridad para redes inalámbricas | Kaspersky.* . 2017.

KEUWLSOFT, *Wifi Analyser.* . 2018.

LENOVO, *Tablet Lenovo TAB 2 A7-30 | Entretenimiento Android de 7" | Lenovo México.* . 2019.

MAHOU SAN, Miguel, *Rentabilizar.* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.rentabilizar.es/ponte-al-dia/ideas-practicas/gestionar-comandas-movil>.

MANKAD, Kunjal Bharatkumar, *Handbook of Research on Artificial Intelligence Techniques and Algorithms.* India: s.n., 2015.

MARIO, Agustín, GALLO, González, BUJÁN, Diego Danieli, BARRETO, Ernesto González, MARTÍN, Gerardo y DELGADO, Ricca, *COMANDA: Sistema de gestión de comandas en restaurantes desde dispositivos móviles.* , 2017.

MÁRMOL, Hernán, *Innovación: Inauguran en el microcentro el primer restaurante de Argentina con el modelo Amazon.* [en línea]. 2018. Disponible en: https://www.clarin.com/tecnologia/inauguran-microcentro-primer-restaurante-argentina-modelo-amazon_0_BJo0av-5z.html.

MARQUEZ, Magi, *COMANDAS ¿QUE SON? Y ¿PARA QUE SIRVEN?* [en línea]. 2017. Disponible en: <https://contadorcontado.com/2017/04/25/comandas/>.

MARTÍN, Germán, *Cómo programar NodeMCU con IDE Arduino, tutorial paso a paso.* . 2018.
MARTÍNEZ, Luis, *OPERATIVOS.* , [sin fecha].

MAZA, Mónica, *Plan Estrategico De Desarrollo De Turismo.* [en línea], pp. 3. 2010. Disponible en: <file:///C:/Users/ERIKA/Downloads/plandetur.pdf>.

MINTUR, *Distribución de establecimientos a nivel nacional 313 1.854*. 2016. 2016.

MORALES, José y MORALES, Arturo, *La facturación*. , pp. 285. 2014.

MORILLO POZO, Julian David, *Introduccion a los dispositivos moviles*. *Universitat Oberta de Catalunya*, 2011.

MURILLO, Gabriela, 2018. No Title. . S.l.:

NETSPOT, *WEP, WPA y WPA2 y sus diferencias*. . 2010.

NETSPOT, *La intensidad de la señal WiFi y su impacto en su red*. . 2019.

OPPENHEIMER ANDRES, *¡Sálvese quien pueda!* S.l.: s.n., 2018.

ORACLE CORPORATION, 2018. *¿Qué es Java y para qué es necesario?* 2018. S.l.: s.n.

ORBE, Gorka Díaz de, *Sistema Integral para la Gestión de Restaurantes*. □□□□□□□□□□
□□□□□, pp. 210. 2010.

ORDINAS, María José, 2004. *Software libre Redes*. . S.l.:

PANDYA, K., *Network Structure or Topology*. *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies [en línea]*, vol. 1, no. 2, pp. 22-27. 2013. Disponible en: www.ijarcsms.com.

PHPMYADMIN, *Bringing MySQL to the web*. [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.phpmyadmin.net/>.

PONCEELRELAJAADO, *MyISAM vs InnoDB, elige tu motor de almacenamiento MySQL*. [en línea]. 2017. Disponible en: <https://ponceelrelajado.com/myisam-vs-innodb-elige-motor-almacenamiento-mysql/>.

RACKLEY, Steve, *Wireless Networking Technology:From Principles to Successful Implementation [en línea]*. S.l.: s.n., 2007. ISBN 9780750667883. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750667883500421>.

RAMYA, C. Muthu, SHANMUGARAJ, M. y PRABAKARAN, R., *Study on ZigBee technology. ICECT 2011 - 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology*, vol. 6, pp. 297-301. 2011. DOI 10.1109/ICECTECH.2011.5942102.

ROCA, Sebastián, *Virtual camarero.* , pp. 2011-2012. 2012.

RODRÍGUEZ, Francisco, *Sgp: sistema de gestión de pedidos.* , 2010.

ROSANNA, Carceller, *Cosas que nos molestan en los restaurantes. [en línea].* 2016. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20161121/411961241921/derechos-consumidor-restaurantes-reclamacion-hosteleria-facua.html>.

SIRVEME, *No Title. Sirveme.Online [en línea].* 2019. Disponible en: <http://www.sirveme.online/wp/>.

SUÁREZ, Wilman Roberto, *“PROTOTIPO ELECTRÓNICO PROGRAMADO MEDIANTE BLOQUES CON UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN A NIÑOS DE 10 A 12 AÑOS EN LA CIUDAD DE IBARRA”.* , 2016.

TEKATRONIK, *Sistemas para restaurantes, turneros para patios de comida. [en línea].* 2019. Disponible en: <http://www.tekatronic.com.ec/restaurante.html>.

TP-LINK TECHNOLOGIES, *TP-Link. Routers Inalámbricos [en línea].* 2019. Disponible en: <https://www.tp-link.com/ar/home-networking/wifi-router/tl-wr741nd/#overview>.

TURISMO, Ministerio de, *Ley Especial de Desarrollo Turístico. Ley de Turismo [en línea],* pp. 11. 2015. Disponible en: www.lexis.com.ec.

USMAN, Ahmad y SHAMI, Sajjad Haider, *Evolution of communication technologies for smart grid applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews [en línea],* vol. 19, pp. 191-199. 2013. ISSN 13640321. DOI 10.1016/j.rser.2012.11.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.002>.

VENTAFÁCIL, *Software facturación de restaurantes. [en línea].* 2017. Disponible en: <http://venta-facil.com/productos/sistema-facturacion-restaurantes-ecuador/>.

VISWANATHAN, Priya, *What Is a Mobile Device?* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://www.lifewire.com/what-is-a-mobile-device-2373355>.





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO



DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / Enero / 2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)	
Lisbeth Marcela Guilcapi Quisnancela Robert Mauricio Orozco Valencia	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Informática y Electrónica	
Carrera: Ingeniería en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes	
Título a optar: INGENIERO EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES	
f. Analista de Biblioteca responsable:	<p>DIRECCION DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION</p> <p> Ing. Jonathan Parreño Uquillas M.B.A. ANALISTA DE BIBLIOTECA 1</p> <p><i>[Handwritten Signature]</i></p>