

Estrategia de TI apoyada en el modelo de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP para entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander

Diego Alberto Gómez

Director:

Ph D. Juan Carlos Vesga

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-

Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías - ECBTI

Maestría en Gestión de Tecnología de Información

Bucaramanga

2022

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 4 de marzo de 2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a:

Dios, fuente suprema de luz y sabiduría.

Mi familia por su apoyo en todo momento, mis padres; Fredy Alberto Gómez y María Isabel Montañez, mis abuelos; Alfonso Montañez e Isabel Sánchez.

Mi hijo Diego Alejandro Gómez, por su apoyo incondicional material y afectivo en el logro de
mis metas.

Diego Alberto Gómez

Agradecimientos

El autor del trabajo de grado expresa sus más sinceros agradecimientos a:

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por la formación brindada, sólido sustento para un excelente desempeño personal y profesional.

Los docentes y director de proyecto de grado por sus aportes en mi formación.

Todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este proyecto de grado.

Diego Alberto Gómez

Resumen

Trabajo de grado que tiene como objetivo analizar las estrategias de tecnologías de información (TI) apoyada en el modelo de gestión de proceso para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP para entornos rurales en el Municipio de Piedecuesta, Santander, teniendo en cuenta la infraestructura existente en los entornos rurales, este tipo de conexión es la más indicada para dar solución en la mejora del servicio y proveer mayor cobertura, se parte de los estudios tanto en el requerimiento de una red adecuada para los entornos rurales, como de las tecnologías, y se concreta la solución más idónea para la implementación de la red con miras en el mejoramiento de la calidad y cobertura basadas en el modelo de gestión de procesos, realizado el análisis preliminar de las tecnologías, la red WISP es la solución para el acceso a internet local, ya que se evitan altos costos en el despliegue de una red cableada y brinda a los usuarios el disfrute de un servicio de alta calidad.

Palabras clave: Red, inalámbrica, tecnologías de información, WISP, BPM, telecomunicaciones.

Abstract

Degree work that aims to analyze information technology (IT) strategies supported by the process management model for improving the quality of service in WISP wireless connections for rural environments in the Municipality of Piedecuesta, Santander, taking into account Considering the existing infrastructure in rural environments, this type of connection is the most indicated to provide a solution in the improvement of the service and provide greater coverage, it is part of the studies both on the requirement of an adequate network for rural environments, as well as technologies, and the most suitable solution for the implementation of the network is specified with a view to improving the quality and coverage based on the process management model, the preliminary analysis of the technologies has been carried out, the WISP network is the solution for local internet access, since high costs are avoided in the deployment of a wired network and provides users with the enjoyment of a service high quality.

Keywords: Network, wireless, information technology, WISP, BPM, telecommunications.

Tabla de Contenido

	Pág.
Lista de Tablas	10
Lista de Figuras	11
Introducción	12
Planteamiento del Problema	13
Formulación del Problema	16
Justificación	17
Objetivos	25
Objetivo General	25
Objetivos Específicos	25
Marco Referencial	26
Estado del Arte	26
Marco Teórico	28
Impacto de internet en los negocios	28
Tecnologías de la Información en la era digital	28
Importancia de la Gestión de Procesos de Negocios (BPM)	29
Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP)	30
Marco Conceptual	31
Marco Contextual	33

El municipio de Piedecuesta y la zona rural	33
División político-administrativo.	34
Zona rural del municipio de Piedecuesta.	34
Metodología	37
Tipo de Estudio	37
Método de Investigación.....	37
Diseño Metodológico.....	38
Fase: 1 Recolección de información.	38
Fase: 2 Análisis de la información.....	38
Fase 3. Planeación de la propuesta	38
Resultados	39
Tecnologías de Información adecuadas para mejorar la calidad de servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales	39
Parámetros base para la toma de decisiones	39
Antecedentes de las TIC en zonas rurales y apartadas en Colombia.....	40
Tendencias en infraestructura de Tecnologías de las Información y Comunicación.....	42
Modelos y políticas de reglamentación comercial.....	45
Proyectos en desarrollo referentes a las conexiones inalámbricas.....	46
Selección de tecnología adecuada para el Municipio de Piedecuesta.....	48
Tecnologías inalámbricas a utilizar en zona rural.....	54

Ubicación de las estaciones repetidoras de señal de internet, zona rural, Piedecuesta.....	60
Modelo de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) para el desarrollo de la estrategia TI.....	63
Lineamientos de una estrategia TI basada en el modelo de gestión de proyectos BPM para el mejoramiento de la calidad de servicio en sistema WISP en entornos rurales	68
Estrategia TI basada en el modelo de gestión BPM	68
Propuestas	74
Recomendaciones del uso de la tecnología 5G en las zonas rurales.....	75
Evaluación de los modelos de TI.....	76
Conclusiones	81
Referencias Bibliográficas	83
Apéndices.....	93
Apéndice A. Modelo de encuesta de calidad del servicio	93

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Población con acceso fijo a internet	19
Tabla 2 Hogares de Piedecuesta con acceso a internet	23
Tabla 3 Referencias investigativas 1.....	26
Tabla 4 Veredas del municipio del Piedecuesta	35
Tabla 5 Tecnologías utilizadas en las conexiones rurales	43
Tabla 6 Tabla comparativa para la selección de tecnologías alámbrica e inalámbricas	49
Tabla 7 Lista comparativa para selección tecnologías inalámbricas	55
Tabla 8 Lista comparativa para selección de software	57
Tabla 9 Tipología de antenas a utilizar	59
Tabla 10 Altitud de las diferentes veredas	62
Tabla 11 Tareas del modelo	70
Tabla 12 Especificaciones de los requerimientos	73
Tabla 13 Resultados coeficientes de Cronbach	78
Tabla 14 Prueba t para medias de dos muestras	79

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Población con acceso fijo a internet en el Departamento de Santander	19
Figura 2 Hogares con acceso a internet centros poblados (cabeceras) vs. Rural disperso	20
Figura 3 Uso de internet, según actividad.....	21
Figura 4 Comportamiento por edades.....	22
Figura 5 Hogares de Piedecuesta con acceso a internet.....	23
Figura 6 Localización del municipio de Piedecuesta en el contexto regional y nacional.....	33
Figura 7 División veredal del municipio de Piedecuesta.....	36
Figura 8 Ubicación de estaciones repetidoras de señal internet zona rural Piedecuesta	63
Figura 9 Modelo BPM	72
Figura 10 T Student	80

Introducción

El Plan Nacional de Conectividad rural tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos que habitan las zonas rurales, para lo cual despliega la infraestructura necesaria para garantizar el acceso a internet, en la cual se materializa lo acordado en el punto 1.3 de la reforma rural integral denominado “Planes nacionales para la reforma rural integral”, incluido en el acuerdo final para la terminación del conflicto y construcción de una paz estable y duradera.

En este propósito en el presente proyecto se propone una estrategia TI basada en el modelo de gestión de procesos de negocio (BPM), para el mejoramiento de la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del municipio de Piedecuesta, Santander.

Lo anterior se inscribe dentro del objetivo de disminuir la brecha digital y garantizar el acceso a internet a ciudadanos del campo de baja densidad poblacional, poca alfabetización y áreas geográficas difíciles; unido a esto se busca ofrecer opciones para el suministro de internet mediante operadores WISP, aplicando el modelo BPM, el cual sigue una metodología de trabajo en la cual a través de una secuencia de pasos se busca mejorar los procesos y facilitar la colaboración con un enfoque hacia el cliente.

Planteamiento del Problema

Colombia en la última década ha venido presentando un crecimiento importante en su economía y una reducción en el índice de pobreza de su población, según un informe realizado por el Banco Mundial (2018), el país se ubica en el puesto 70 del ranking mundial en un escalafón de 164 países, cuenta con cerca de 2,2 millones de ciudadanos que poseen un poder adquisitivo de 1,90 dólares al día, lo que posiciona al país con el propósito de erradicar la pobreza extrema en las diferentes ciudades del país, lo cual exige la implementación de políticas asentadas a brindar mayor bienestar económico y social a los colombianos (El Tiempo, 2018).

Dentro de estas políticas se encuentra el Plan Nacional de Desarrollo (PND), donde se derivan un sinnúmero de estrategias para luchar contra la pobreza, una de ellas es el plan de banda ancha llamado “Vive Digital”, sumándose al auge mundial de inversiones planificadas por el gobierno en la expansión del acceso de banda ancha de fibra óptica, ampliando así el acceso a internet, como medio para promover el desarrollo del país, ya que a medida que el internet se hace global los datos se convierten en factor importante en el crecimiento económico de la nación, pues se estima que el flujo de datos contribuyen en 7.8 billones de dólares a la actividad económica internacional en los últimos 10 años, representando un 10% del PIB mundial (Meltzer & Pérez, 2016).

El uso de internet ha tenido un impacto importante en todos los sectores económicos del país, puesto que los beneficios surgen de su uso en lugar de su producción. En Colombia el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) representa alrededor del 1,2% del PIB y menos del 2% de la fuerza laboral. El 75% del impacto de internet en 12 grandes países desarrollados pertenece a empresas de sectores tradicionales que poseen tecnologías de información (TI) (Grupo Banco Mundial, 2018).

En este contexto, la conectividad rural en el país es uno de los desafíos que tiene el Estado, con el objetivo de disminuir la brecha digital, primordialmente garantizar un efectivo acceso a internet especialmente para aquellas personas que habitan en zonas rurales, con áreas geográficas difíciles, baja densidad poblacional y sin alfabetización digital, brindando a la población, acceso a las TIC, si bien es cierto, en la actualidad existen empresas telefónicas o de cable que se encargan de proveer a los hogares y comercio, servicio de internet, estas empresas lo hacen por medio de conexiones que demandan instalaciones físicas, dando lugar al cableado, el cual forma parte de una infraestructura interconectada.

Con el auge del internet, surgen los proveedores de servicios de internet inalámbrico (WISP, por sus siglas en inglés), una red que no necesita cableado, convirtiéndose en una opción para las zonas de difícil acceso, además de brindar al usuario una rápida y sencilla conexión a internet. La proliferación de los WISP generó incremento en la oferta, pero no en la demanda, creando saturaciones en este mercado, devaluando así, los servicios ofertados.

Aunque existen políticas creadas por parte del Gobierno Nacional, Departamental y municipal, además de las organizaciones civiles y multilaterales, el reto de lograr proveer internet en los entornos rurales del país, es grande, debido a las enormes inversiones que demandan los proyectos de redes habituales, un nivel bajo adquisitivo de la población rural y el paulatino retorno en la inversión (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), 2018).

Para el gobierno actual, la meta de dar acceso a internet a todo el país está fijada para el 2022, puesto que en la actualidad, según datos del censo 2018, tan solo el 45% de los hogares del país, poseen este servicio, mientras que el Departamento de Santander cuenta con una conexión a este servicio en el 61% de los hogares, aunque el 39% que no lo está, sigue siendo un porcentaje

mayor comparado con países desarrollados, donde la cobertura a internet, es mayor, sobre todo porque éste 39% hace parte la población de estratos 1, 2 y 3, entre ellos, las zonas rurales y lugares de difícil acceso (MinTIC, 2019).

Santander se caracteriza por ser el cuarto departamento del país en contar con conectividad a internet media, perdiendo dos puestos en el ranking, con relación a las principales economías a nivel nacional, según el número de suscriptores. Debido a su desarrollo en infraestructura física ayuda a que los procesos de innovación logren enfrentar los retos tecnológicos del país.

El Municipio de Piedecuesta cuenta con cerca de 149.219 habitantes de los cuales, 27.238 habitan en las zonas rurales, según Censo 2015, cuenta con 41 veredas que conforman el entorno rural del municipio (Alcaldía Municipal de Piedecuesta, 2018), es uno de los municipios que conforman el área metropolitana de Bucaramanga, según cifras del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD,2018), Piedecuesta contaba con 65.345 hogares conectados a internet en el año 2016 (Universidad Industrial de Santander, Universidad Autónoma de Bucaramanga, SEtic, CETICS, 2018).

En la actualidad, la mayoría de los hogares urbanos tienen acceso a internet, pero la zona rural en general carece del servicio por distintas causas: acceso geográfico difícil, falta de infraestructura tecnológica; solo un 8% de los hogares rurales tienen acceso a servicio de internet por contrato con operadores; analfabetismo digital y falta de formación en el mismo, además de que la instalación del servicio es costosa y no está al alcance de la mayoría de la población.

Sumado a las problemáticas planteadas hasta ahora, se encuentra un factor relevante que ha generado una menor cobertura en el acceso a internet en las áreas rurales, y es el caso de las empresas proveedoras inalámbricas más grandes, las cuales se han centrado exclusivamente en la

banda ancha móvil, lo que conlleva a una limitación en el acceso a internet en dichas zonas. La mayoría de las redes las manejan utilizando cableado o líneas de abonado digital (DSL). Existen muy pocos lugares con acceso inalámbrico en estas zonas, debido a que los proveedores que proporcionan el servicio local de internet inalámbrico son proveedores comerciales y WISP, operadores de telefonía o por comunidades y gobiernos locales (Albenia Systems S.A., 2017).

De acuerdo a la anterior situación problemática, se propone una estrategia de TI que se apoya en el modelo de gestión de proceso de negocio (BPM), para mejorar la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del municipio de Piedecuesta, Santander.

Formulación del Problema

Dada la anterior situación problemática se propone un estudio orientado a dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar la calidad del servicio de acceso a internet en entornos rurales del municipio de Piedecuesta mediante conexiones inalámbricas WISP, a través de una estrategia de TI basada en el modelo de gestión de procesos de negocios (BPM)?

Justificación

La demanda de acceso a internet ha crecido de manera exponencial a medida que los usuarios experimentan la necesidad de este medio en casi todos los aspectos, bien sea educativo, empresarial, laboral, económico, combinada con la necesidad de estar constantemente conectados por el uso de las redes sociales como una forma de comunicación, el acceso a internet está mejorando la productividad, eficiencia y la competitividad de la economía nacional. Por ejemplo, las empresas están utilizando el acceso a servicios digitales como la computación en la nube para reducir los costos de TI y así aumentar su competitividad en mercados domésticos y globales.

El internet también está aumentando la importancia de los servicios en el comercio internacional, ya que los servicios que se pueden proporcionar en línea representan más del 12% de las exportaciones totales de Colombia, y esto aumenta a más del 17,5% si se suma el valor agregado de dichos servicios (Centro de Investigación Económica y Social (Fedesarrollo), 2017), las empresas también utilizan internet para proporcionar servicios digitales como parte de las ofertas de productos más tradicionales, lo que aumenta su valor general. Esto incluye el uso de sensores y análisis de datos para rastrear productos, por ejemplo, agrícolas, mejorando la eficiencia de las operaciones de fabricación, entre otros.

Para que Colombia logre aprovechar las oportunidades de internet, debe establecer un entorno propicio integral, esto incluye ampliar el acceso, reducir los costos y construir una base de habilidades que pueda maximizar las oportunidades para la innovación y la producción, así mismo, fortalecer la confianza de los consumidores en el uso de redes inalámbricas como garantizar la seguridad y la privacidad.

En un contexto Departamental, Santander en la actualidad es uno de los que ha implementado la mejor de las tecnologías para la prestación del servicio de redes móviles e internet, por tal motivo, el acceso es uno de los componentes de mayor influencia a la hora de dar uso a los dispositivos móviles, computadoras y tabletas por parte de la población en general.

Internet se ha convertido en una herramienta importante para la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el contexto académico, como medio de comunicación a través del uso de redes sociales y como estrategia comercial, impulsando la economía del país. Por lo que se ha convertido en parte fundamental para los establecimientos gubernamentales crear políticas y regulaciones de conectividad para que la población en general tenga accesibilidad a este servicio, pues este, además, ayuda a abordar necesidades específicas para los ciudadanos, como al acceso a la información y de servicios que brindan las diferentes organizaciones tanto nacional como internacional.

La implementación de las TIC como herramienta integrante en el uso de internet, provocó un cambio en la forma de llevar a cabo la enseñanza y el aprendizaje, también amplió los contextos educativos generalmente formales y la forma en que se accede a ellos (Trujillo y Cáceres, 2010). No obstante, todavía se pueden encontrar lagunas con respecto a la desigualdad en el acceso a internet y herramientas de las TIC y, por lo tanto, en el acceso universal al conocimiento y la educación.

Según un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2018), en donde analizar los esfuerzos del Gobierno de Colombia para convertirse en un gobierno digital con el objetivo de mejorar el servicio a los ciudadanos por medio del desarrollo de políticas y uso de internet, se evidenció que cerca de 2.080.000 de

habitantes de Santander tienen acceso fijo a internet, lo que equivale al 15% del total de la población (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), 2018).

Tabla 1

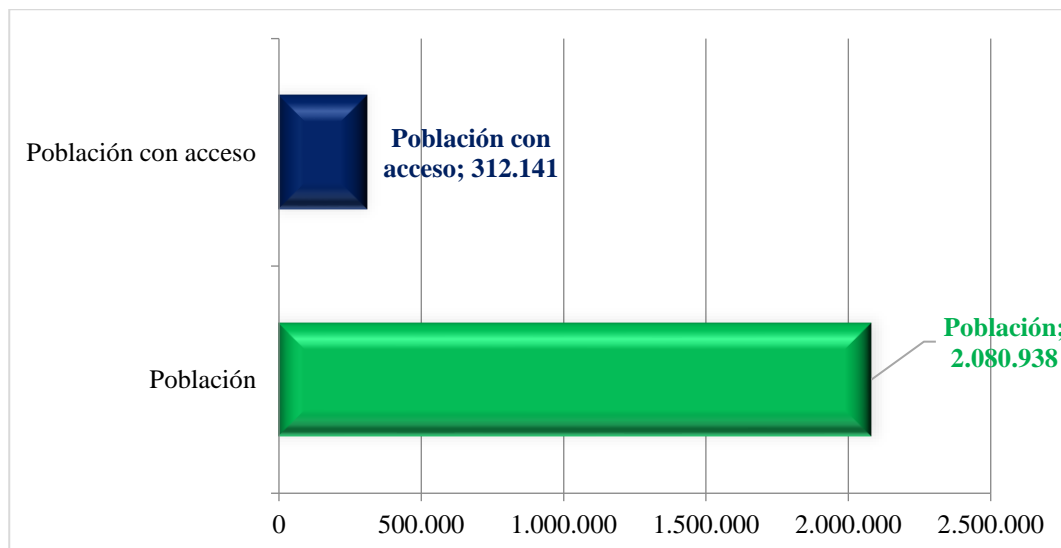
Población con acceso fijo a internet

Departamento de Santander	
Población	Población con acceso (%)
2.080.938	15%

Nota. Adaptado de *Revisión del Gobierno Digital en Colombia: Hacia un Sector Público impulsado por el Ciudadano*, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD (2018).

Figura 1

Población con acceso fijo a internet en el Departamento de Santander

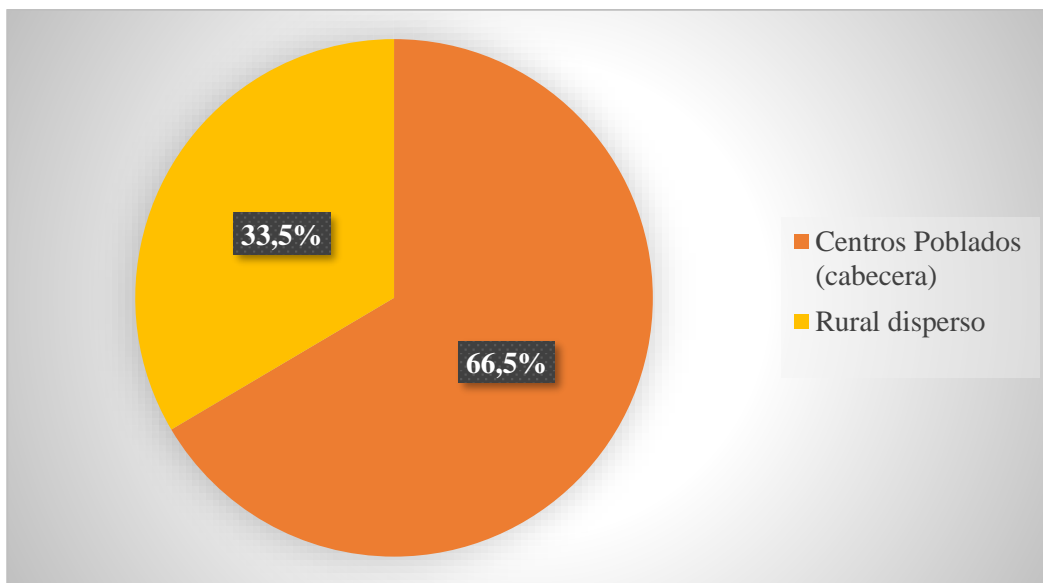


Nota. Adaptado de *Revisión del Gobierno Digital en Colombia: Hacia un Sector Público impulsado por el Ciudadano*, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD (2018).

Con respecto a los hogares que cuentan con acceso a internet, el Boletín Técnico del DANE (2019), reporto que el 66,5% de los hogares en Santander en centros poblados poseen internet, mientras que solo el 33,5% de los habitantes de entornos rural disperso tienen acceso a este servicio.

Figura 2

Hogares con acceso a internet centros poblados (cabeceras) vs. Rural disperso

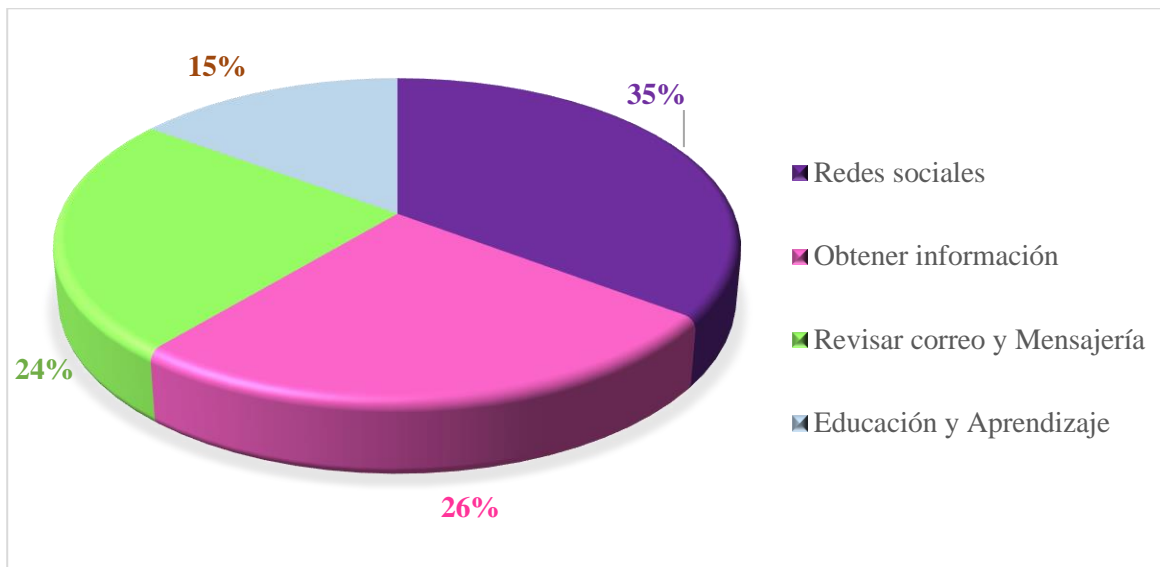


Nota. Adaptado de *Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación – TIC en hogares y personas de 5 y más años de edad* del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2018).

Según el Boletín Técnico presentado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2019), el 80,6% de los santandereanos usaron internet para tener acceso a redes sociales, el 59% lo hizo para obtener información, el 54,9% tuvo acceso para revisar correo y mensajería y el 34% dio uso a internet para desarrollar actividades de educación y aprendizaje (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2018, pág. 23).

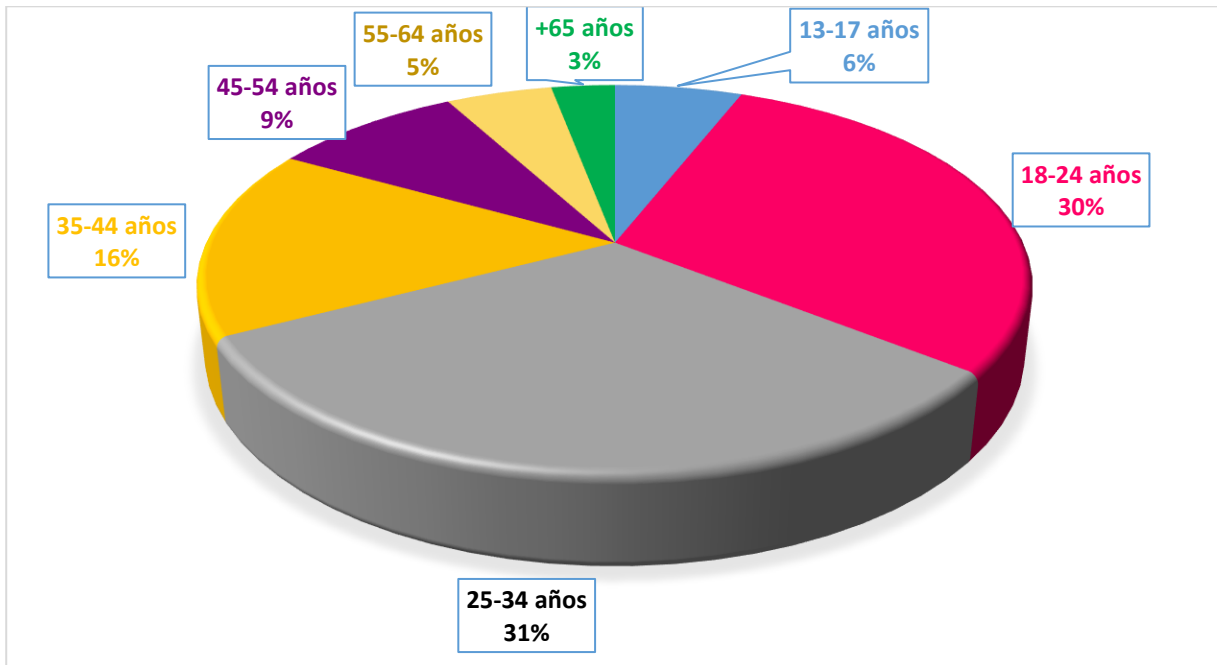
Figura 3

Uso de internet, según actividad



Nota. Adaptado de *Revisión del Gobierno Digital en Colombia: Hacia un Sector Público impulsado por el Ciudadano*, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD (2018).

En Santander, el 62% de la población que se conecta se encuentran entre un rango de edad entre los 18 a 34 años, según un estudio realizado por Tigo-Une y la Universidad Eafit (2018), solo el 17% de la población está conformada por usuarios entre un rango de 45 a 65 años, el 16% lo conforman usuarios entre 35 a 44 años y tan solo el 6% de la población está conformada por jóvenes entre los 13 y 17 años (TigoUne y Universidad Eafit, 2018).

Figura 4*Comportamiento por edades*

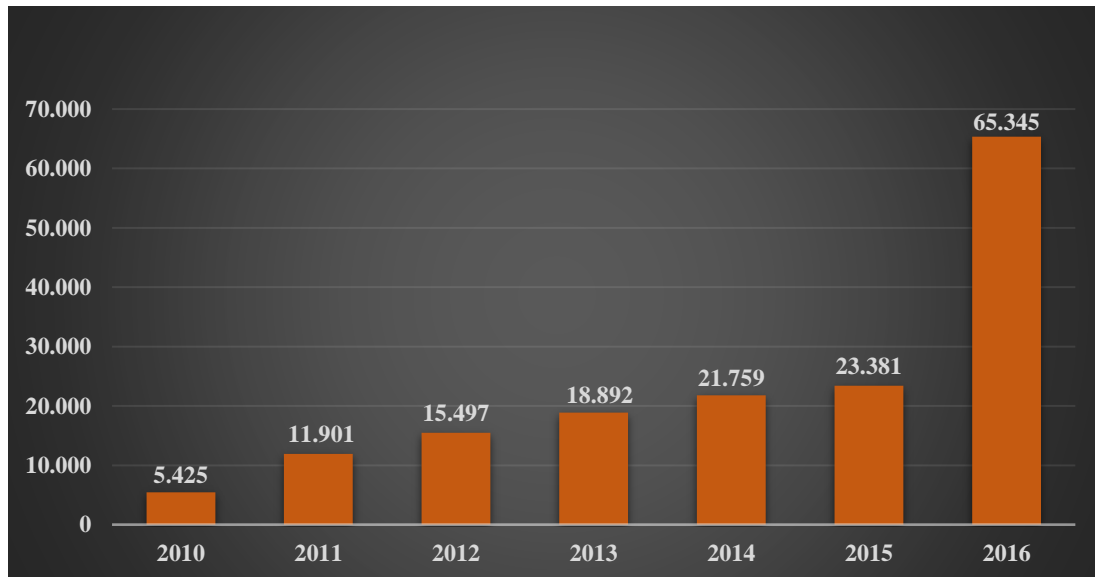
Nota. Adaptado de *Redes sociales, lo que más consumen los santandereanos*, de Ruíz, L.F. (2018)

Con respecto al municipio de Piedecuesta, el acceso a internet de los habitantes, ha tenido un avance significativo, aumentando casi en un 600% el acceso de esta herramienta en los hogares del municipio durante los años 2010 hasta 2016, según datos suministrados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), (2018), teniendo en cuenta el número de suscriptores, evidenciando la importancia para la vida de las persona el uso de internet, como herramienta de comunicación, acceso a información, educación, entre otros.

Tabla 2*Hogares de Piedecuesta con acceso a internet*

Piedecuesta	Acceso a Internet						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	5.425	11.901	15.497	18.892	21.759	23.381	65.345

Nota: Adaptado de *Línea base: objetivos de desarrollo sostenible municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander*, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD (2018).

Figura 5*Hogares de Piedecuesta con acceso a internet*

Nota. Adaptado de *Línea base: objetivos de desarrollo sostenible municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander*, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD (2018).

Con respecto al análisis anterior, la red WISP, como prestador de servicios de conectividad a internet por medio de redes inalámbricas, logra reducir costos con respecto al equipamiento, se ha convertido en una solución para las zonas rurales, puesto que ofrecen internet inalámbrico a bajo costo y gracias las tecnologías punto-multipunto y punto a punto, logran expandir el acceso a los habitantes que residen en las regiones más apartadas del casco urbano (Levy, 2018).

Es por ello, que la forma de conectarse mediante acceso a internet ha tenido una gran evolución, ya que la red WISP brinda mayor calidad y eficiencia en el servicio de conexiones, pues una de sus ventajas es que no requiere instalar cableado en aquellas zonas que hacen parte de los entornos rurales, logrando mejoras en el servicio, con la ayuda de implementación de estrategias de tecnologías de información apoyada en el modelo de gestión de procesos, logrando además, disminuir la brecha digital.

Objetivos

Objetivo General Error! Marcador no definido.

Proponer una estrategia de gestión TI basada en el modelo de gestión de procesos de negocio BPM para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander.

Objetivos Específicos

Describir tecnologías de información adecuadas para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander.

Determinar características del modelo de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) aplicado para el desarrollo de la estrategia.

Formular los lineamientos de una estrategia de TI apoyada en el modelo de gestión de procesos de negocio BPM para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander.

Marco Referencial

Estado del Arte

Tabla 3

Referencias investigativas 1

Título	Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y El Caribe
Autores	Chamorro, Lilian y Pietrosevoli, Ermanno (2008)
Descripción	Criterios
Resumen	El artículo desarrollado por Chamorro y Pietrosevoli (2008), se basa en la implementación de redes inalámbricas comunitarias en entornos tanto rurales como urbanos gracias a iniciativas locales, realizando una investigación de cómo esta tecnología puede determinar el nivel de inequidad en la regio Caribe y América Latina. El Enfoque que tienen los autores sobre las redes inalámbricas, se realiza teniendo en cuenta la importancia que ha tomado la conectividad a través de tecnologías digitales como medios de comunicación e información alrededor del mundo.
Problemática	La problemática principal es la carencia que existe en la creación de políticas a nivel nacional y regional con respecto a la ampliación del impacto positivo de las redes inalámbricas comunitarias en el desarrollo de la región.
Objetivo General	Implementar Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y El Caribe.
Aportes al Trabajo	El aporte que realiza el artículo al presente trabajo de investigación está relacionado con la implementación de redes inalámbricas en entornos rurales, ya que este tipo de tecnologías proveen desarrollo en el país, además de equilibrar la balanza de equidad y lograr que todos los habitantes, sin importar los entornos en los que vivan, puedan contar con acceso a internet.

Aunque la implementación del proyecto llevado a cabo por las autoras del artículo lo desarrollan en los países que pertenecen a América Latina y El Caribe, las problemáticas planteadas son similares a las presentadas en la actualidad en el municipio de Piedecuesta, en cuanto a la importancia de éste servicio en zonas apartadas del casco urbano o ciudades metropolitanas, además de la facilidad y economía que brinda las instalaciones inalámbricas para el acceso a internet por parte de la población que habita estas regiones.

Nota: Adaptado de *Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y el Caribe*, de Chamorro, L. y Pietrosemoli, E. (2008).

Marco Teórico

Impacto de internet en los negocios

La forma en que las empresas utilizan internet y los datos es una de las oportunidades clave en una economía digital, el comercio electrónico de empresa a empresa representó aproximadamente el 90% del total de \$51.7 billones del comercio electrónico en 2017 (Revista Dinero, 2019).

Internet permite aumentos en la eficiencia y la productividad del negocio a través del acceso a insumos comerciales rentables, como servicios de comunicación y publicidad en línea, computación en la nube y acceso a conocimiento e información críticos sobre mercados extranjero, también ayuda a mejorar la productividad a través de su impacto en la organización interna del lugar de trabajo de las empresas donde su uso hace que las personas sean más productivas al reducir la necesidad de tareas repetitivas, lo que permite que los empleados se enfoquen en actividades de mayor valor agregado, además da lugar a una amplia gama de modelos comerciales innovadores que además requerirán diferentes habilidades de sus trabajadores.

Tecnologías de la Información en la era digital

Las TI desempeñan en la actualidad desempeñan un papel importante en las organizaciones privadas y públicas, el éxito de una organización, en una economía global y un mundo interconectado, depende de estas tecnologías y de la forma en que se gestionan en la mayoría de las empresas grandes y medianas, los procesos de implementación de las TI son ejecutados por una unidad organizativa que se encuentra posicionada al más alto nivel jerárquico de gestión (Kearns & Lederer, 2003).

La implementación de las TI en los diferentes negocios se ha llevado a cabo desde hace varios años, con el surgir de internet, se ha demostrado que las empresas que logran mayores beneficios de productividad, rendimiento y presencia en el mercado son las que pueden aprovechar las ventajas de las tecnologías y alinear las TI con las empresas.

Uno de los objetivos más importantes de la gestión TI es lograr un alto grado de alineación entre el negocio y la TI. Por lo tanto, los encargados de implementar deben asegurarse de que los sistemas de información y la plataforma brinden el soporte efectivo que los procesos comerciales demandan para lograr los objetivos estratégicos de la empresa, según lo establecido en los modelos de gestión de procesos.

Importancia de la Gestión de Procesos de Negocios (BPM)

Es un gran desafío para las organizaciones, cuando se deja sin organizar y sin sistematizar, los procesos comerciales diferentes esto puede conducir al caos, a nivel individual, las personas solo ven una parte de un proceso, y muy pocas pueden escanear y ver los efectos completos de un proceso, donde comienza y termina, los datos clave necesarios y donde se encuentran posibles ineficiencias (Sánchez, 2011).

- Escenarios perjudicados
- Tiempo perdido
- Más errores
- Mayor culpa
- Falta de datos
- Empleados desmoralizados

La aplicación de la gestión de procesos de negocios en una organización, pueden mejorar sus procesos y mantener todos los aspectos de las operaciones funcionando de manera óptima.

Pasos en la gestión de procesos de negocio (Sánchez, 2011):

- Diseño
- Modelo
- Ejecución
- Monitor
- Optimizar

Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP)

La mayoría de los usuarios de internet obtienen su servicio por parte de una compañía telefónica o de cable, proporcionando conexiones físicas a los hogares y negocios. La ventaja de los WIPS es la de no utilizar cableado al lugar de ubicación, por lo que se convierte en una buena solución para servir a las zonas rurales donde las empresas de telecomunicaciones y cable no necesitan invertir en ello. A medida que la tecnología inalámbrica ha evolucionado, los WISP compiten en áreas urbanas en velocidad y precio (Check Fiber Company, 2019).

Un WIPS es diferente de otros servicios inalámbricos que se utilizan actualmente. La mayoría de los proveedores de servicios de telefonía celular ofrecen servicio de internet inalámbrico, siendo LTE la tecnología actual más veloz, pero eso no los convierte en WIPS. Los proveedores de servicios de telefonía celular no esperan que use su servicio las 24 horas del día, los 7 días a la semana, y la mayoría establece límites muy bajos en la calidad y cantidad de datos que pueden transferir a través de sus redes cada mes cobrando tarifas elevadas si se excede esa cantidad) (Albenia Systems S.A., 2017).

Poder acceder a internet mientras está fuera de casa es una ventaja clara, pero las velocidades de datos LTE son relativamente lentas y la cobertura puede ser irregular, especialmente, cuando están lejos de las grandes áreas metropolitanas.

Marco Conceptual

Innovación

La importancia de internet para la innovación abarca toda la economía e incluye el desarrollo de nuevos procesos comerciales digitales, el uso de análisis de datos para identificar nuevas formas de hacer negocios, reducir, costos y brindar un mejor servicio a los clientes.

Tecnologías de Información (TI)

Es un conjunto de procesos cuyos objetivos principales son planificar, implementar, operar, mantener y mejorar la arquitectura empresarial de una organización (Díaz, Pérez, & Florido, 2011).

Gestión de Procesos de Negocios (BPM)

Es la forma en que una empresa crea, edita y analiza los procesos predecibles que constituyen el núcleo de su negocio, con BPM, una empresa da un paso atrás y analiza los procesos en forma total e individual, analiza el estado actual e identifica áreas de mejora para crear una organización más eficiente y efectiva.

Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico (WISP)

El término WISP se refiere a Wireless Internet Service Provider (por sus siglas en ingles), en donde se presta servicio de conectividad a internet por medio de redes inalámbricas. Esta tecnología ayuda a reducir costos de equipamiento debido a que no necesita cableado para su instalación (Levy, 2018).

Red

En informática, se define como la interconexión de un número de computadoras determinadas por medio de dispositivos inalámbricos o alámbricos, que, mediante ondas electromagnéticas, impulsos eléctricos, y otros medios físicos, permite recibir y enviar información en paquetes de

datos, actuar como conjunto organizado y compartir sus recursos. Existen varios tipos de redes: LAN, MAN y WAN (Raffino, 2020).

Servicios de Telecomunicaciones

Es la utilidad que resulta del uso, prestación y aplicación de facilidades y capacidades de la telecomunicación, con el objetivo de satisfacer necesidades e intereses de los usuarios, incluyendo el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Entre 101 servicios se encuentran: telefonía pública, local extendida, telefonía móvil, servicio de televisión, radio difusión sonora e internet (MinTIC, 2018).

Marco Contextual

El municipio de Piedecuesta y la zona rural

Localizado en la parte noreste del departamento, limita con los municipios de Tona, Floridablanca y Bucaramanga por el Norte; por el Sur con Guaca, Cepitá, Aratoca y Los Santos; por el Oriente con Santa Bárbara; y por el Occidente con el municipio de Girón. El municipio de Piedecuesta hace parte del Área Metropolitana desde 1984 mediante Ordenanza No. 048.

Un 24,71% corresponda al territorio urbano y un 75,28% al rural, la extensión total del municipio es de 481 km².

Figura 6

Localización del municipio de Piedecuesta en el contexto regional y nacional



Nota. Adaptado de *Ubicación geográfica del municipio de Piedecuesta*, de L. Pérez, 2019,

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/110/11063117012/html/index.html>

División político-administrativo.

De acuerdo a información suministrada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, en el municipio se reconocen 40 veredas en su cartografía, pero para fines del ordenamiento del territorio rural se reconocen.

Zona rural del municipio de Piedecuesta.

Los centros poblados en el sector rural están representados por Umpalá, Sevilla, la Esperanza y Pescadero, los cuales prestan una función de servicios básicos a las veredas que conforman estos mismos sectores. Existen otros asentamientos de menos categoría con igual importancia que los anteriores como lo son La Vega, Buenos Aires, y Holanda, ubicados en el sector Uno, y otra serie de conjuntos que aglutinan viviendas en sectores suburbanos que son Ruitoque Golf, Menzuly, Tablanca, Barroblanquito, los Cacaos, los cuales predominan sobre los sectores Uno y del Valle Medio del Rio de oro. En la vereda de Guatiguará han venido creciendo tres asentamientos humanos precarios denominadas Altos de Guatiguará, La Vega y Nueva Colombia.

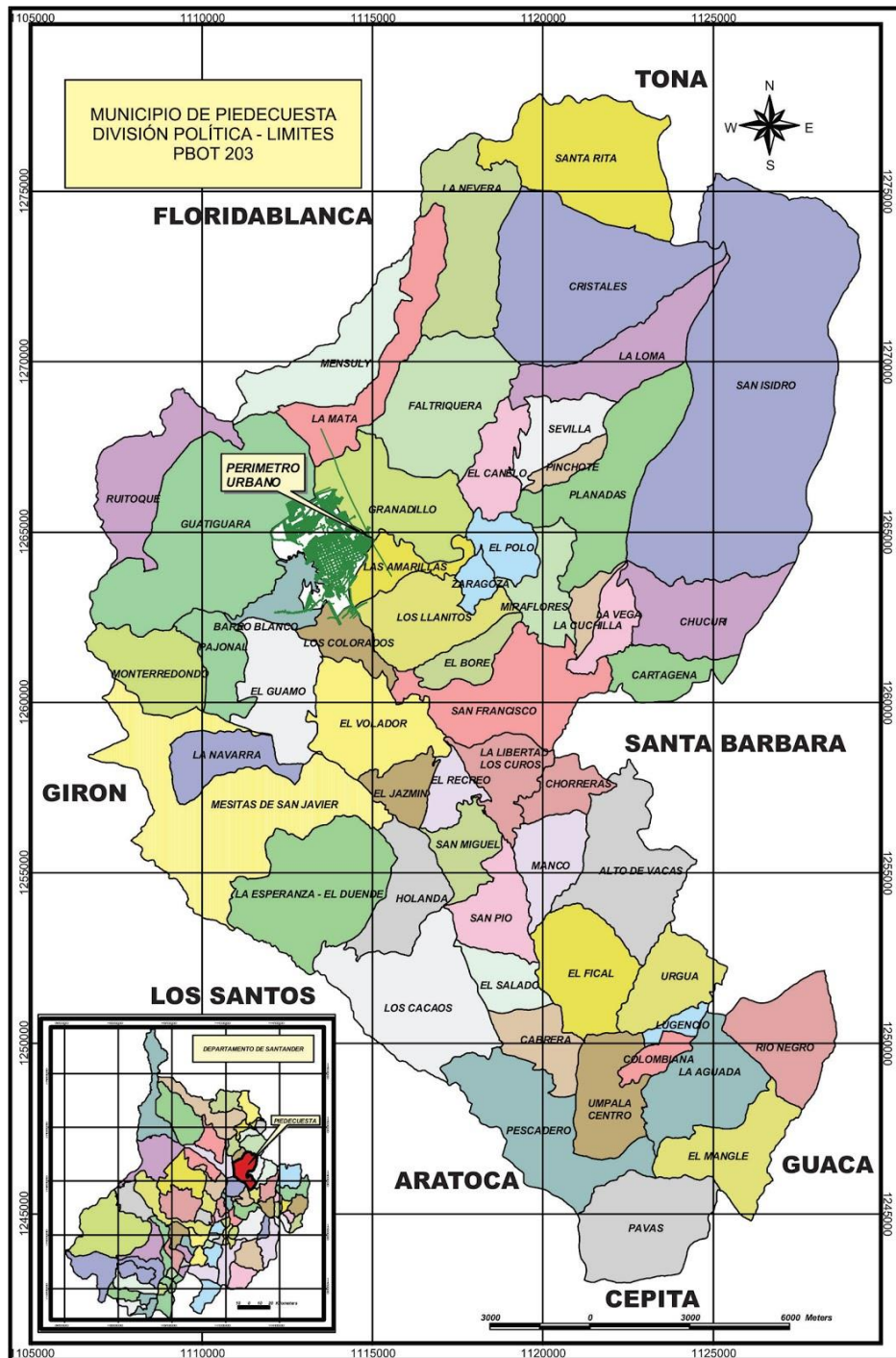
Tabla 4*Veredas del municipio del Piedecuesta*

Aguadas	El Salado	Los Llanitos
Alto de Vacas	El Volador	Mensulí
Barroblanco	Faltriqueras	Mesa de Jéridas
Borbón	Guatiguará	Mesa de Ruitoque
Chinavegas	Guayanas	Mesitas de San Javier
Chorreras	Ladradas	Pajonal
Cristales	La Mata	Pavas
Guango	La Urbua	Planadas
El Centro	La Vega	Quebradas
El Contento	Las Amarillas	San Francisco
El Fical	Las Vegas	San Isidro
El Granadillo	Los Colorados	San Jair
El Guamo	Los Curos	San Pio
Sevilla	Trincheras	

A continuación, se presenta la división política – administrativa del municipio según zona geográfica bien sea esta rural o urbana, como aparece en el siguiente mapa.

Figura 7

División veredal del municipio de Piedecuesta



Nota. Adaptado de *División veredal del municipio de Piedecuesta*, de L. Pérez, 2019,

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/110/11063117012/html/index.html>

Metodología

Tipo de Estudio

Trabajo de tipo descriptivo, con un enfoque mixto que combina la información cuantitativa con el análisis cualitativo; a partir de la consulta documental sobre datos estadísticos procedentes de la Gobernación de Santander, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), así como en el Departamento Administrativo Nacional Estadístico (DANE), El Banco Mundial y documentación adquirida en diarios de prensa, recursos electrónicos, además de las fuentes bibliográficas sobre estudios investigativos desarrollados con respeto al tema objeto de estudio.

Método de Investigación

Se utilizó el método de investigación descriptivo, ya que se buscaba especificar las características, propiedades y elementos necesarios para el establecimiento de una estrategia de TI apoyada en el modelo de gestión BPM, por medio de la recopilación de información de manera conjunta, sin indicar el relacionamiento de las variables.

(Hernández, Baptista, & Fernández, 2014)

La recolección de datos se realizó a través de un análisis documental de fuentes primarias, como la Encuesta mundial denominada “Cuestión 5/1: Telecomunicaciones/TIC para las zonas rurales y distantes”; y fuentes secundarias, como el Plan de Ordenamiento Territorial, documentación del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Municipales, los Planes de Desarrollo (PNUD) y Municipios, los planes de desarrollo del Municipio de Piedecuesta, y proyectos de investigación relacionados con el objeto en estudio.

Diseño Metodológico

Para el desarrollo del presente trabajo se definen 3 fases específicas para lograr el objetivo general.

Fase: 1 Recolección de información.

Durante el desarrollo de esta fase se realizó con análisis documentales de fin de información del Departamento de Santander y el municipio de Piedecuesta.

Fase: 2 Análisis de la información ;Error! Marcador no definido..

En esta fase, se analizó la información recolectada anteriormente, a través de datos estadísticos, proyectos que actualmente funcionan en el país y los que se están implementando en el municipio de Piedecuesta, con el fin de poder establecer las necesidad de la población en temas de acceso a internet, la calidad del servicio y las conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales, así mismo, se analizará el contexto de mejoras por medio de TI apoyada en el modelo de gestión de procesos BPM, para lograr el desarrollo del proyecto planeado en el presente documento.

Fase 3. Planeación de la propuesta

Plantear una propuesta para la puesta en marcha de una estrategia TI basada en el modelo de gestión de procesos de negocio BPM para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP para entornos rurales del Municipio de Piedecuesta. Se estudió la situación actual en el país con respecto a al servicio en conexiones inalámbricas WISP.

Resultados

En este capítulo se desarrollan las temáticas de los objetivos específicos: descripción de tecnologías WISP adecuadas para entornos rurales, descripción del modelo de gestión de procesos de negocio (BPM) y formulación de lineamientos para una estrategia TI basada en el modelo BPM.

Tecnologías de Información adecuadas para mejorar la calidad de servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales

Parámetros base para la toma de decisiones

De acuerdo con el documento “Cuestión 5/1: Telecomunicaciones/TIC para las zonas rurales y distantes”, estas zonas son definidas como lugares alejados de las grandes ciudades o pueblos que suelen estar escasamente pobladas en comparación con la zonas urbanas y suburbanas. (Comisión de Estudio del UIT-D, 2017) Estas zonas se pueden caracterizar por los siguientes aspectos, los cuales se deben tener en cuenta para la selección de las Tecnologías de Información adecuadas para el mejoramiento en la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander:

- **Aspecto geográfico:** se pueden presentar problemas a causa de la distancia, la orografía, la mala calidad de las redes viales y de transporte.
- **Aspecto técnico:** se puede presentar ausencia de infraestructura básica, como, por ejemplo, la falta de suministro eléctrico regular o la ausencia de una infraestructura de telecomunicaciones adecuada. También, existe una falta de personal técnico que apoye la construcción de redes en zonas rurales. Se debe tener en cuenta la infraestructura de los operadores móviles, ya que ellos cuentan con IMT o Telecomunicaciones Móviles

Internacionales, en el que se disponen de diferentes bandas que pueden ser clave para el impulso de los territorios, su población y sus negocios.

- **Aspecto económico:** los costos del acceso físico y la instalación de los equipos puede incrementar debido a los problemas geográficos identificados. Los costos de explotación se elevan al no tener infraestructuras adecuadas para dar soporte a las instalaciones. Por otro lado, la pobreza relativa de la población rural hace que no se tenga la disponibilidad de ingresos para invertir en proyectos de TI. La ausencia generalizada de financiación pública y privada también impacta en la selección de la tecnología.
- **Aspecto demográfico:** se puede presentar una baja densidad geográfica de la población objetivo, es decir, existen pequeñas aldeas muy distanciadas entre sí.
- **Aspecto social:** existencia de un alto grado de analfabetismo en ciertas zonas rurales o ignorancia de los beneficios de las tecnologías de la información y comunicación, lo que genera una baja demanda en estos lugares.
- **Aspecto legal o normativo:** limitaciones por parte de organismos reguladores, organizaciones internacionales, operadores, distribuidores, fabricantes de equipos y organismos donantes bilaterales y multilaterales. (Carneiro, Toscano, & Díaz, 2021)

Antecedentes de las TIC en zonas rurales y apartadas en Colombia

Para la definición de las tecnologías que actualmente se están utilizando en zonas rurales, es importante conocer el antecedente en Colombia, dentro del cual se resaltan los siguientes hechos relevantes:

- Las primeras iniciativas respecto de cobertura de redes y servicios de telecomunicación iniciaron con una infraestructura de internet básica, con 63 centros de acceso comunitario y desde el 2008 se efectuó la migración de puntos de telefonía rural comunitaria hacia

393 centros de acceso comunitario a Internet rurales adicionales, los cuales finalizaron operaciones en el 2013.

- Se contaba con un programa denominado “Compartel”, en el que se encontraban conectadas escuelas, bibliotecas, juzgados, hospitales, guarniciones militares, casas de justicia y alcaldías.
- Se partió con la destinación del 60% de las líneas del país al 30% de la población, lo cual resultó en 4.209 localidades con servicio de voz, 919 localidades con servicios de datos y 1.901 con ambos servicios.
- Se formula el Plan Vive Digital 2010-2014, en el que se buscó dinamizar el mercado de las telecomunicaciones por medio de la modernización de la infraestructura de transporte inicialmente en las cabeceras municipales, con miras a atraer a nuevos operadores para que se expandiera hacia el sector rural.
- En el 2013. Al ver que no resultó viable tener fibra óptica, se implementó el Proyecto Nacional Conectividad de Alta Velocidad, el cual logró la ampliación del programa de Telecomunicaciones Sociales y la implementación de 800 Tecno centros Nacionales, permitiendo integrar infraestructura de redes de transporte de alta velocidad con soluciones tecnológicas inalámbricas para la disminución de brechas digitales en zonas como Amazonía, Orinoquía y el Chocó.
- En el 2014, para las zonas rurales, el Gobierno destino KVD o Kioscos Vive Digital, de los que se destinaron 4.200 KVD para zonas rurales y apartadas donde se encuentran centros poblados con más de 100 habitantes; esta solución fue una alternativa debido a los altos costos de implementación de soluciones inalámbrica para la época.

- En el 2018, se contaron con 5.524 KVD, con dos modalidades diferentes, la primera, a través de establecimiento y sedes educativas que prestaban su servicio de conectividad a la comunidad educativa en la jornada escolar y a la comunidad en general en contra jornada durante 20 horas a la semana y la segunda, por medio de resguardos y comunidades indígenas, parques naturales nacionales de Colombia, bases militares y zonas de consolidación, los cuales prestaban sus servicios a la comunidad en general durante 40 horas a la semana.
- En 2019, se brindaron 6.879 KVD en 952 municipios, con el principal objetivo de beneficiar a sedes educativas. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2020)

Tendencias en infraestructura de Tecnologías de las Información y Comunicación

Es importante conocer que tendencias se están implementando y que se analizaron para el mejoramiento de la calidad del servicio y las conexiones inalámbricas WIPS en entornos rurales, por lo que se establece el siguiente cuadro a continuación:

Tabla 5*Tecnologías utilizadas en las conexiones rurales*

Tecnología		Descripción	Acceso	Red Inmediata
Tipología	Nombre			
Alámbrica	Cable de fibra óptica	Son sistemas que deben amplificarse a largas distancias para evitar fallos, pero ofrecen una gran capacidad de información. Comprenden el uso de cables coaxiales de cobre que pasan por los nodos de la red. Entre ellas se encuentran las líneas de abonado digital asimétricas (ADSL), los servicios de datos por cable y las comunicaciones por línea eléctrica (PLC).	Fibra hasta el hogar	Fibra óptica incluidos los OPGW
	Cable de cobre		Cable de cobre, cable de pares hasta el hogar	Cables coaxiales, entre ellos los cables submarinos
Inalámbrica	Terrenal	Las tecnologías Wi-Fi resultan sumamente eficaces en los casos en que el punto de amarre de la red troncal	Red móvil, WiMax, 2G, 3G, LTE.	No hay
			Wi-Fi	No hay

Tecnología		Descripción	Acceso	Red Inmediata
Tipología	Nombre			
		no está lejos de la localidad, y pueden utilizarse para crear una red en malla. Son sistemas que permiten a los operadores de red ofrecer banda ancha de ultra alta velocidad en áreas rurales y suburbanas. Por medio de sistemas de satélites de largo trayecto, con independencia de si son de órbita terrestre baja o no. Tienen una capacidad de información amplia o elevada, para dar cabida a numerosos usuarios compartidos con cada usuario titular de una antena que reúna los correspondientes requisitos de direccionamiento y apuntamiento.	Acceso inalámbrico fijo	Red terrenal por microondas
	Por satélite		Red de satélites	No hay
			Enlace de satélite / V-SAT	Satélite / V-SAT

Nota. Adaptado de Comisiones de estudio UIT-D (2020). Desarrollo de la banda ancha y soluciones de conectividad para las zonas rurales y alejadas. Tomado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/oth/07/23/D07230000020003PDFS.pdf

Modelos y políticas de reglamentación comercial

Los modelos de reglamentación son utilizados para conceder licencias a grandes proveedores de servicios móviles o de satélites, ya que proporcionan una amplia cobertura y una calidad de servicio (QoS) garantizada; es importante conocer los modelos de concesión de licencias, debido a la falta de interés de los grandes operadores por prestar servicios en zonas rurales y alejadas. Algunos modelos de reglamentación son:

Modelo de Operador de redes móviles virtuales (MVNO). Los operadores en este tipo de modelo no poseen la infraestructura, sino que se apoyan en la de otros operadores más grandes. Se tiene en cuenta que este modelo de operador no es el más idóneo para zonas rurales y alejadas, ya que ejercen su actividad en las mismas zonas de cobertura de los operadores grandes. Son conocidos como pequeños operadores tiene menos restricciones, pero están sujetos a una serie de autorizaciones, las cuales son menos estrictas que las licencias. La prestación de servicios es a través de datos y no de voz por IP, debido a que deben proteger a los operadores que pagan cánones y esto los hace brindar un acceso limitado de manera geográfica, es decir, que muchas zonas no son abarcadas de manera completa.

Modelo de Red Comunitaria. Son redes de pequeña o mediana escala, que busca la inclusión de miembros de la comunidad del sector objeto del proyecto. Estos operadores funcionan a través de convenios con grandes operadores o previa obtención de licencias limitadas, por lo que se ha transformado en una estrategia implementada en diversos países de América Central y América Latina, y se está introduciendo en países de África con el apoyo de Internet Society.

Modelo Híbrido. El modelo híbrido es una combinación de grandes y pequeños operadores, en el que los primeros, proporcionan la capacidad de conexión a Internet y los

segundos disponen de las redes comunitarias que proporcionan la conectividad de último kilómetro. Uno de los ejemplos más destacados, es la red constituida por Internet Society, el Gobierno de Georgia y la comunidad de Tusheti, la cual, brinda acceso a internet a la zona comprendida en las laderas septentrionales de las grandes montañas del Cáucaso, que limitan con las repúblicas rusas de Chechenia y Daguestán, lo cual ha permitido la sostenibilidad económica de la región. (Comisiones de Estudio UIT-D, 2019)

Proyectos en desarrollo referentes a las conexiones inalámbricas

Para dar un mayor contexto acerca de los procesos para brindar conexiones inalámbricas en zonas rurales y alejadas, se realizó una revisión del proyecto en desarrollo que se están presentando en Colombia, para comprender las tecnologías o estrategias implementadas. A continuación, se presentan algunos ejemplos:

Proyecto Acceso Universal Social de Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). Este proyecto tiene contemplado llevar conectividad gratuita a 10.000 centros poblados ubicados en los 32 departamentos del país, con el fin de brindar acceso al servicio de internet a zonas rurales, colocando como rango temporal, la finalización de la operación hasta el 2030.

La estrategia consiste en la instalación de Centros Digitales en sedes educativas, bases militares, comunidades indígenas, puestos de salud y parque naturales, los cuales funcionarán a través de una red inalámbrica, para que las comunidades disfruten del servicio de internet. Este proyecto tiene un presupuesto superior a los \$2 billones y forma parte de la segunda etapa del Programa de Conectividad Rural del Ministerio TIC, el cual dejó instaladas 1.000 Zonas Digitales Urbanas en 381 municipios de 20 departamentos en el año 2019. (Ministerio TIC, 2020)

Apoyo de la Organización de Estados Americanos a Colombia. La Organización de Estados Americanos realizó un aporte de \$2.138 billones de pesos colombianos a través del Fondo Único de TIC a la generación de soluciones WiFi para 9.410 centros poblados, caracterizados por dificultades de acceso geográfico, distribuidos en los 32 departamentos del país. El dimensionamiento técnico fue determinado por los datos sobre el comportamiento del tráfico por hora, el factor de concurrencia en las horas pico y los comportamientos observados en proyectos de acceso rural ejecutados. En este proyecto se tiene en cuenta que, una vez agotados los datos en el sitio asignados para el mes, el operador tiene la libertad de comercializar el acceso. (Organización de los Estados Americanos, 2020)

Acceso móvil 4G a zonas rurales en el 2021. De acuerdo con la ministra Karen Abudinem (2021), se anunció el acceso de servicio móvil 4G a 954 localidades de zonas rurales y se están realizando pruebas 5G, gracias a los permisos otorgados a seis empresas para el despliegue de 42 pilotos de esta tecnología en Bogotá, Cali, Medellín, Barrancabermeja y Tolú; este proyecto se trata de la subasta de la banda de 3.500 MHz, que permitiría colocar a la vanguardia al país en servicios tecnológicos.

Los operadores Tigo y Claro anunciaron su modernización de redes que pasarán de 2G y 3G a 4G, en un plazo máximo de 4 años, permitiendo reducir la brecha digital y mejorar la calidad de vida de la población beneficiada en zonas rurales y urbanas. Con el desarrollo de pruebas técnicas de las redes 5G, se determinaron 42 puntos estratégicos que permitirán la validación e identificación de oportunidades de negocio a través de esta tecnología móvil.

El enfoque del proyecto está orientado hacia el abordaje de casos relacionados con la teleeducación, telemedicina, entretenimiento, banda ancha móvil mejorada, pruebas de acceso inalámbrico fijo 5G, los cuales tiene como objetivo comprender los aspectos económicos y

técnico de la implementación de esta tecnología, Las frecuencias de espectro radioeléctrico de interés fueron las bandas 700, 1900, 2500 y 35000 MHz; en la primera banda se recibieron ofertas de operadores como Comcel, ETB y Partners Telecom Colombia, al igual, estos operadores, estuvieron interesados para la banda de 2.500 MHz. Para la banda de 1.900 MHz, sólo ETB manifestó estar interesada y para la banda de 3.500 MHz, se recibieron propuestas de operadores como Comcel, EMCALI, ETB, Colombia Telecomunicaciones y Colombia Móvil. En diciembre de 2020, se publicó la Política Pública de Espectro 2020-2024, que tiene en cuenta el nuevo marco legal y la mejores prácticas y experiencias internacionales para brindar bienestar y desarrollo para el país. (Ministerio TIC, 2021)

Selección de tecnología adecuada para el Municipio de Piedecuesta

Para la selección de la tecnología más adecuada para la zona rural del Municipio de Piedecuesta, se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 6

Tabla comparativa para la selección de tecnologías alámbrica e inalámbricas

Aspecto por analizar	Red 4G	Wi-Fi	LTE	Red de Satélites	Acceso inalámbrico fijo	Wimax
Aspecto geográfico	En Colombia, por parte del operador Claro, se cuenta con más de 8.500 estaciones base que hacen posible la conectividad de la red 4G. Se tiene un buen despliegue de esta tecnología en todo el país, ya que se tienen grandes avances a nivel territorial. (Andesco, 2021)	Esta tecnología está llegando a beneficiar a 366 zonas apartadas del Chocó; 773 de Cauca; 733 de Nariño; 262 de La Guajira; 192 de Putumayo; 151 de Caquetá; 110 de Casanare; 165 del Meta; 73 de Arauca; 57 del Guaviare; 33 del Amazonas; 30 del Vaupés, 79 del Vichada, y 13 zonas rurales en nuestro archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Esta tecnología está diseñada para lograr una expansión mundial, ya que puede utilizarse en bandas desde 700 MHz hasta 2.7 GHz. Es apta para cualquier entorno geográfico ya que posee una tecnología dúplex que permite la comunicación en un mismo canal, pero la transmisión y recepción en dos canales de frecuencia diferentes, pero de manera simultánea. (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019)	Se cuenta en Colombia con 1.500 zonas rurales conectadas a internet gratuito; además, se tiene un despliegue a 3.658 localidades rurales, que han permitido pasar de una cobertura del 9.7% al 80%. (González, 2020)	Las implementaciones en zonas rurales han requerido de la instalación de equipos externos con trayecto visual hacia el repetidor, por lo que hacer este proceso en largas distancias resulta en muchos casos complejo, costoso y lento. (COMMSCOPE, 2021)	El alcance del Wimax es más amplio que el del wifi, ya que puede llegar hasta 70 u 80 km cómo máximo desde el repetidor. La conexión puede llegar a zonas alejadas y permite el uso simultaneo por parte de varios usuarios. (Adeva, 2021)
Aspecto demográfico	A través de está red, se han podido beneficiar grandes	Se espera que se tenga cobertura con esta tecnología de	Gracias a operadores como Tigo, se logró aumentar la	De acuerdo a este punto se tiene 100 puntos wifi	Actualmente en Colombia no se cuenta con la	En zonas como el Eje Cafetero ya cuenta con antenas

Aspecto por analizar	Red 4G	Wi-Fi	LTE	Red de Satélites	Acceso inalámbrico fijo	Wimax
Centros poblados de zonas rurales y alejadas, ayudando a población perteneciente a escuelas, bibliotecas, instituciones, y a las personas de las regiones apartadas. (Andesco, 2021)	8.786 Centros Digitales en una de las zonas más apartadas del país, como una meta de 10.000 en operación. (Ministerio TIC, 2021)	Centros cobertura por medio de 2.300 antenas, llegando a los 10.000 Km2 en todo el país. Este enfoque se ha orientado hacia el mejoramiento en el campo colombiano y la mujer rural, los cuales son los menos conectados y se realiza esta implementación para que cada día sean más competitivos. (ACIS, 2021)	cobertura por medio de 2.300 antenas, llegando a los 10.000 Km2 en todo el país. Este enfoque se ha orientado hacia el mejoramiento en el campo colombiano y la mujer rural, los cuales son los menos conectados y se realiza esta implementación para que cada día sean más competitivos. (ACIS, 2021)	comunitarios, los cuales han generado que la red satelital sea posible en Colombia. Estos puntos comunitarios pueden brindarle conectividad a 100 o 200 personas y por le lado de la empresa HughestNet, cuentan con más de 25.000 abonados. Facebook es otra de las empresas importantes proveedoras de este servicio. (El Tiempo, 2020)	banda 5G, por lo que los avances en esta tecnología no son viables para su implementación, teniendo en cuenta que los Centros Poblados en Colombia son bastante alejados. (COMMSCOPE, 2021)	para la implementación de esta tecnología, por lo que ya el país cuenta con un ejemplo claro del funcionamiento. (Super Redes, 2021)
Aspecto social	El ingreso de esta tecnología ha permitido que los proveedores de red puedan ofrecer mejor calidad del	La tecnología Wifi tiene un enfoque hacia el beneficio del comercio electrónico, la educación virtual, la	La red LTE permite tener una mayor conectividad ya que hay manejar dos canales de frecuencia en simultáneo, le	Esta tecnología le está apostando a la conectividad en zonas rurales, ya que se tiene pensada su	Desde la Comisión de Regulación de Comunicaciones, se ha observado el mejoramiento del	Es una buena alternativa para sectores rurales, debido al uso de repetidores y torres, que

Aspecto por analizar	Red 4G	Wi-Fi	LTE	Red de Satélites	Acceso inalámbrico fijo	Wimax
servicio, además de brindar conectividad y velocidad más grandes, teniendo en cuenta aspectos de mayor seguridad y confiabilidad en las conexiones. (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019)	telemedicina y la gestión de procesos digitales para las personas del áreas rurales, con un enfoque especial en las escuela, con una proyección de cobertura del 70% del país y con una provisión del servicio al 42% del escuela rurales oficiales. (Ministerio TIC, 2021)	permite tener velocidades cada vez mayores. Esta tecnología pensada para impulsar la educación, crecimiento de negocios y generar espacios para nuevos emprendimientos. (Semana, 2020)	permite tener velocidades cada vez mayores. Esta tecnología pensada para impulsar la educación, crecimiento de negocios y generar espacios para nuevos emprendimientos. (Semana, 2020)	implementación para el mejoramiento de procesos educativos, comerciales de la parte de los campesinos y un acceso a la información para las comunidades y zonas rurales. (González, 2020)	sector de las TIC en Colombia, teniendo en cuenta el crecimiento de velocidad de servicios fijos en un 28,6%. (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2020)	facilitan el acceso a más personas.
Aspecto normativo	La Resolución 964 de 2019 establece los parámetros para el uso del espectro radioeléctrico, definiendo plazos de permisos y las condiciones técnicas que se tiene que tener en cuenta para la implementación de esta tecnología por parte de los	De acuerdo con la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), desde el 2019, los operadores de Wifi solo podrán permitir como mínimo velocidades de 25 Mbps de bajada y 5 Mbps de subida. (Comisión de Regulación de	La Resolución 964 de 2019, también aplica para la red LTE, la cual se contempla dentro de los rangos establecidos por los operadores, se tiene en cuenta que se deben cumplir condiciones mínimas que garanticen la calidad de los servicios. (Ministerio TIC, 2019)	La Resolución 964 de 2019, establece los puntos iniciales respecto del uso de la red de satélites, aun no se tiene completamente reglamentado el uso del espectro por medio de esta tecnología.	Aun se encuentran 1753 asignaciones a empresas privadas y Entidades del Estado y se prevé que en el 2027 tenga vencimiento 1217 licencias de servicio fijo. (ANE, 2020)	Se toma en cuenta como una red inalámbrica normal y se le hace exigencia de igual manera que el resto de tecnologías, colocando restricciones y determinando la calidad del servicio.

Aspecto por analizar	Red 4G	Wi-Fi	LTE	Red de Satélites	Acceso inalámbrico fijo	Wimax
Aspecto económico	operadores. (Ministerio TIC, 2019)	Comunicaciones, (2019)		(Ministerio TIC, 2019)		(Ministerio TIC, 2019)
	Proporciona alta velocidad de transmisión, alta calidad y gran capacidad, además de seguridad y servicios de bajo costo para voz y datos, multimedia e internet. (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019)	La red wifi permite tener costos bajos ya que se puede beneficiar a varias personas dependiendo de su capacidad de cobertura y de la ubicación estratégica del punto de transmisión; Colombia se utilizan los Centros Digitales. (La República, 2021)	A pesar de que la tecnología LTE es más fácil para tener mayor cobertura, el terreno montañoso de Colombia ha generado que se requiera mayor inversión en repetidores, pero, se debe tener en cuenta que operadores como Claro y Tigo, ya han avanzado en esta creación de infraestructura. (ACIS, 2021)	Los costos de la red satelital son muy altos, debido al valor de los equipos, la operación y el manejo de satélite; aunque, se debe tener en cuenta la instalación de puntos comunitarios o wifi comunitarios, que permiten que esta tecnología sea más accesible. (El Tiempo, 2020)	Se puede observar que su implementación puede ser bastante costosa con la infraestructura que requiere para el funcionamiento, los puntos de agregación pueden transformarse en algo tedioso para la instalación y llegar a elevar costos del servicio. Aun así, esta tecnología es más económica que la fibra. (Lorenzo, 2020)	No se presentan gastos de instalación y cuenta con cifrado de información, aunque no se cuenta con una proyección establecida en Colombia. (Adeva, 2021)E
Aspecto técnico	Posee mayor eficiencia del espectro para manejar usuarios a velocidades	La infraestructura de red Wifi está mejor desarrollada en el área urbana, y requiere de un modem el cual	Long Term Evolution o LTE, permite alta tasa de transferencia de datos, ya que soporta hasta 100 Mbit/s de	Para el funcionamiento de la red satelital es necesario contar con antenas de 90 cm	Una solución para zonas rurales en cuanto a acceso inalámbrico fijo es el FWA, denominado	El WorldWide Interoperability for Microwave Access, es una tecnología similar a la wifi, pero

Aspecto por analizar	Red 4G	Wi-Fi	LTE	Red de Satélites	Acceso inalámbrico fijo	Wimax
datos a través del canal de radio. Está basada en el modelo IP (Internet Protocol) (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019)	emite una señal que viaja a través del aire, dificultando su acceso al encontrarse con objetos que bloquean su paso. (Tigo, 2020)	bajada y 50 Mbit/s de subida. LTE utiliza la técnica de conmutación por paquetes IP para voz, con la tecnología VoLTE que mejora la calidad del audio y optimiza el tiempo de establecimiento de la llamada. (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2019)	de diámetro, con un provisionamiento de router con wifi en cada finca a la que se le desea brindar acceso a internet; la instalación se realiza con las empresas proveedoras del servicio, un ejemplo en Colombia es HughestNet, la cual se encuentra en el país desde el 2017. (González, 2020)	Acceso Inalámbrico Fijo 5G, en el que se emplea arquitecturas 3GPP (3rd Generation Partnership Project), donde se involucra una red que se divide de forma lógica en una infraestructura de red troncal (Core Network, CN) y una de red de acceso (Access Network, AN). (Lorenzo, 2020)	utiliza microondas basadas en estándares de comunicación IEEE, la cual se maneja en frecuencias de 2.5 a 5.8 GHz. (Adeva, 2021)	

Tomando como base los criterios anteriores, se debe hacer una combinación de tecnologías como es el caso del Wimax, en que se puede adaptar a la infraestructura establecida por los operadores actuales en Colombia, específicamente, a los entornos rurales de Piedecuesta, Santander. Para lugares apartados se recomienda el uso del Wimax, ya que se utiliza el método de transmisión tipo microondas. La banda a utilizar sería 5 GHz, ya que tiene mejor desempeño, debido a que opera con un mayor ancho de banda, posee 23 canales, dentro del cual, el 80 MHz es el más adecuado para superar interferencias y aunque no brinda gran rango de cobertura, se puede ajustar a que los routers ubicados de manera estratégica, establezcan una máxima potencia en la intensidad de emisión de la señal. (Telefónica, 2021)

Este tipo de conexión, ayuda a que se pueda brindar alta velocidad en lugares retirados, de forma simétrica, es decir, con la misma velocidad de subida y de bajada. (Eninetworks, 2020)

Tecnologías inalámbricas a utilizar en zona rural

Para la selección de las tecnologías inalámbricas a utilizar en zona rural, teniendo en cuenta listados de páginas expertas en cada una de las TI, se realizó la siguiente tabla comparativa:

Tabla 7*Lista comparativa para selección tecnologías inalámbricas*

EQUIPAMIENTO DE RED			
Nombre del proveedor	Nombre del Router	Aplicaciones	Especificaciones técnicas
Mikrotik (Mikrotik, 2021)	Router Board RB433AH	Provee internet inalámbrico e interconecta sucursales de manera eficiente debido a su potencia. Es adecuado para áreas rurales de gran extensión.	Velocidad CPU: 680 MHz RAM: 128 MB Arquitectura: MIPS-BE Tipo de memoria: MicroSD Power Jack: 10-28 v Rango PoE: 10-28 v
Linksys (Linksys, 2021)	Linksys EA9500- EU	Uno de los últimos router con tecnología Tri-banda, que brinda velocidad de conexión y estabilidad óptimos. Es adecuada para sectores privados en zonas rurales.	Velocidad CPU: 1.4 GHz RAM: 1 GB Tecnología: Tecnología Beamforming Tipo de memoria: 2 puertos UBS (uno de 3.0 y uno de 2.0) Número de antenas: 8
TP-Link (TP- Link, 2021)	Archer C20	Posee tres antenas para brindar una señal omnidireccional estable y una cobertura inalámbrica superior y es catalogado como un router de próxima generación. Es adecuado para conexiones rurales. Este dispositivo cuenta con dos antenas LTE desmontable y es compatible con tarjetas SIM de más de 100 países; posee conexiones estables eficientes y es adecuado para trabajos empresariales.	Velocidad CPU: 580 MHz RAM: 64 MB Capacidad WiFi: Banda Dual Tipo de memoria: MicroSD Power Jack: 9 V = 0,6 A Rango PoE: 9 V = 0,6 A
TP-Link (TP- Link, 2021)	TL-MR6400 V5.2		Velocidad CPU: 580 MHz RAM: 64 MB Tipo de memoria: Micro SIM Power Jack: 9V/0.85A Rango PoE: 9V/0.85A

EQUIPAMIENTO DE RED			
Nombre del proveedor	Nombre del Router	Aplicaciones	Especificaciones técnicas
D-Link	DWR-M921	Utilizado para conectar cualquier tipo de dispositivo, este router permite conexiones de alta velocidad a internet.	Velocidad CPU: 580 MHz RAM: 1 GB Tipo de memoria: Micro SIM Power Jack: 2V / 1.5A Rango PoE: 2V / 1.5A

Nota. Elaboración propia.

Dentro del conjunto de proveedores se escoge Mikrotic, para el equipamiento de red para puntos de acceso, basada en la distribución Router OS con hardware en versión 5.7 por su flexibilidad y potencia en red. Se debe tener en cuenta que el Router Board RB433AH cuenta con unas características que le permiten adecuarse a grandes espacios.

Para complementar el equipamiento de red, se realizó un análisis del software y aplicativos complementarios para un mejor desempeño del router, por lo que se revisaron aquellos que fueran compatibles con Mikrotic.

Tabla 8*Lista comparativa para selección de software*

Nombre del Software	Características	Aplicativos complementarios
GNU/Linux (Stallman, 2021)	Sistema operativo libre que contiene un conjunto de programas que permiten el desarrollo normal, gracias a la distribución eficiente que integra el Sistema GNU con el núcleo de Linux.	GNU/Linux, puede implementar varias funcionalidades como: NAT, Firewall, OSPF, BGP, IPv6, DHCP, Radius, VPN, WEB caché, entre otras, que permiten tener un control según las necesidades específicas de cada solución que se desee implementar. Para la operación de este sistema se puede utilizar Winbox, la cual es una pequeña aplicación que permite la administración de Mikrotik RouterOS usando una interfaz gráfica.
Debian GNU/Linux (Debian, 2021)	Es un sistema operativo de uso libre, destacado por ser seguro y estable, el cual, tiene disponibles controladores no libres para el hardware cuando el software libre no es suficiente. Debian proporciona actualizaciones sin complicaciones y sirve como base para otras distribuciones como Ubuntu, Knoppix, PureOS, SteamOS o Tails.	Este sistema operativo soporta un amplio rango de dispositivos como Raspberry Pi, variantes de QNAP, dispositivos móviles, enrutadores domésticos y muchos ordenadores de placa reducida. Puede ser utilizado con Open Source para la administración y Monitoreo del sistema.
FreeBSD (FreeBSD, 2021)	Es un sistema operativo, derivado de BSD, desarrollado por diversos desarrolladores. Se encuentra en desarrollo la generación de soporte para otras arquitecturas y sirve como servidor ideal para servicios de Internet o Intranet, ya	Este sistema operativo es compatible para arquitecturas x86 compatibles (incluyendo Pentium® y Athlon™), amd64 compatibles (incluyendo Opteron™, Athlon™64 y EM64T),

Nombre del Software	Características	Aplicativos complementarios
	que proporciona servicios de red robustos y hace uso eficaz de la memoria para tener óptimos tiempos de respuesta ante numerosos procesos simultáneos de usuarios.	Alpha/AXP, IA-64, PC-98 y UltraSPARC®.

Nota. Elaboración propia.

En cuanto al software, se centralizan los servicios en un único servidor, se escoge la distribución “Debian” de Linux, por tener un buen compromiso entre fiabilidad, escalabilidad y soporte, para la administración y monitorización del sistema se reduce a la plataforma *Open*

Source: entorno Lamp basado en la distro Linux Debian, Apache 2, MySQL y PHP.

Las antenas a utilizar, serían de radioenlace, que tengan una mayor ganancia y alcance, por lo que se establecen las tipologías referenciadas en la Tabla 9:

Tabla 9*Tipología de antenas a utilizar*

Tipo de antena	Especificaciones técnicas	Observaciones
Tipo Rocket	Ganancia: 34 dBi Frecuencia: 5GHz Montaje en poste universal	Ubicada en la parte alta
Antena Ubiquiti	Ganancia: 23 dBi Frecuencia: 5GHz Tipo de antena direccional	De alto alcance
Antena Ubiquiti Nanostation	Ganancia: 25 dBm Frecuencia: 5GHz Tipo de antena sectorial	Mejora la escalabilidad de la red

Nota. Elaboración propia.

Respecto a las bandas de frecuencia del wifi, los routers ofrecen dos bandas de frecuencias en que transmiten los datos de la señal a la residencia. Las frecuencias pueden ser de 2.4 o de 5 GHz, la primera es la más usada por los routers y la mayoría de los dispositivos, pero que ha venido siendo reemplazada por la segunda, que ofrece mayor velocidad.

La banda de frecuencia 2.4 GHz se divide en 13 canales de 22 MHz, los cuales son estrechos y se solapan con los canales cercanos, haciendo lento el tráfico, produciendo saturación

e interferencia. Por el contrario, la banda de frecuencia de 5 GHz se divide en 23 canales que no se solapan y que permiten alcanzar mayores velocidades de transmisión y una menor interferencia.

Con la llegada del wifi 4 se introdujo un nuevo estándar de transmisión de datos mediante wifi en la banda 5 GHz, con incremento de velocidad y cobertura que libera la carga soportada para la banda 5 GHz. En Piedecuesta la banda 2.4 GHz es la más utilizada en zonas urbanas densamente pobladas, por esta razón el tráfico puede ser lento y se incrementa la posibilidad de interferencias; por lo cual se selecciona la banda 5 GHz por su velocidad y por la tendencia a su uso en aplicaciones TI. (Vesga, Contreras , & Pérez, 2018)

Ubicación de las estaciones repetidoras de señal de internet, zona rural, Piedecuesta

Las antenas se deben ubicar a una altura adecuada sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayor altura y separaciones entre ellas, con el fin de superar posibles obstáculos. La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y re direccionan la señal. (Leija Hernández, López Bonilla, & Iturri Hinojosa, 2013)

Es importante conocer la topografía del terreno en donde se hará la ubicación de las estaciones repetidoras de señal de internet ya que la visibilidad directa entre estaciones es importante y el cálculo de la posición de las antenas en altura respecto a la superficie terrestre se debe realizar de manera adecuada. La posición de las antenas establece la longitud de las líneas de transmisión que conectan las antenas con los equipos transceptores. La longitud de estos alimentadores de antenas define la pérdida en decibelios que disminuye la potencia de la señal de radiofrecuencia (RF), de acuerdo al dato del fabricante. Así mismo, es necesario que los haces,

que siguen distintas direcciones resultado del efecto multitrayectoria, arriben en fase con la señal de RF transmitida entre equipos transceptores. (Vela Remache, 2015)

Debido a lo anterior, se tomaron en cuenta las siguientes características para realizar el análisis de la ubicación de las estaciones repetidoras:

- Banda ancha
- Facilidad para el acceso geográfico
- Altura sobre el nivel del mar (msnm)
- Infraestructura disponible
- Topografía y líneas de vista

Una vez finalizado el análisis y teniendo en cuenta cada una de las características, se determinó que la ubicación idónea para las estaciones repetidoras, de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10*Altitud de las diferentes veredas*

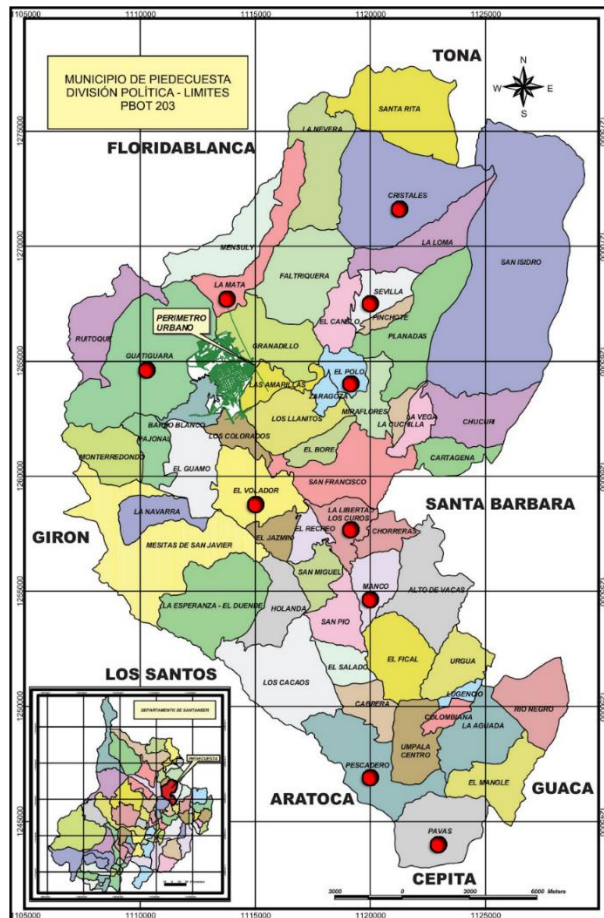
Nombre de la vereda	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Cristales	2509
Manco	1969
Sevilla	1906
El Polo	1828
Las Pavas	1486
El Volador	1241
La Mata	988
Los Curos	988
Guatiguará	983
Pescadero	679

Nota. Elaboración propia.

A través del software “Radio Mobile”, en el cual se ingresaron los datos de elevación de terreno para predecir el comportamiento del sistema. Estos puntos se encuentran en líneas de vista y están libres de obstáculos. La disposición gráfica de las estaciones se muestra en la siguiente figura.

Figura 8

Ubicación de estaciones repetidoras de señal internet zona rural Piedecuesta



Nota. Elaboración propia.

Modelo de Gestión de Procesos de Negocio (BPM) para el desarrollo de la estrategia TI

Una de las formas que se deben tener en cuenta para garantizar la gestión sistemática de los procesos de negocio es la metodología empresarial “Business Process Management” o BPM, en el que se busca generar modelos, automatizarlos y optimizar tareas de manera continua, de tal forma que se haga uso de las tecnologías de la información para dar agilidad a los cambios que se puedan presentar en la estrategia propuesta en el presente proyecto. (Decide Soluciones, 2020)

BPM es infraestructura de negocio, aúna todas las dimensiones de negocio, y permite nuevos niveles de participación y colaboración entre equipos, especialmente entre el personal de negocio y los del TI, fomenta mejoras rápidas, incrementales, al tiempo que se alcanzan rápidamente niveles de estabilidad y rendimiento de los procesos; algunas de las características que debe tener en cuenta son las siguientes:

- **Productividad:** es necesario producir más, y generar más valor, con menos recursos y en menos tiempo.
- **Innovación:** quizás la palabra empresarial de la década, “innovación”, aparece de forma exhaustiva junto a invención, avance, entusiasmo y todo lo nuevo, aunque se suele asociar mayormente con productos, la innovación también se aplica a servicios, procesos de negocio y fabricación, desarrollo, diseño de tiendas, modelos empresariales.
- **Flexibilidad:** combinación de escala, alcance y capacidad de los sistemas de información tradicionales con la agilidad, flexibilidad e innovación de las modernas tecnologías como Web 2.0.
- **Visibilidad:** es importante realizar el seguimiento de transacciones empresariales individuales (incluso en tiempo real) por todo el proceso, penetrando en los subprocesos, acercándose a los procesos principales, y viendo el proceso desde la perspectiva de un rol en particular.
- **Colaboración:** alineamiento y participación, especialmente entre TI y el negocio.
- **Centrado en los procesos:** BPM unifica las actividades de negocio y de TI y coordina las acciones y comportamientos de personas y sistemas alrededor del contexto común de los procesos de negocio.

- **Alineación negocio/TI:** BPM facilita la colaboración directa y la responsabilidad conjunta de los profesionales de la empresa y de TI en el desarrollo, implementación y optimización de los procesos de negocio operacionales.
- **Transparencia:** BPM proporciona visibilidad funcional cruzada en tiempo real de los procesos operacionales y una comprensión común de las actividades para todos los participantes. (Evaluando software, 2015)

La implementación de BPM tiene en cuenta una serie de aplicaciones para el diseño, gestión y monitoreo de los procesos que se ejecutan dentro de cualquier unidad de negocio y se utiliza para la automatización, medición y optimización de las operaciones organizacionales. Es importante destacar que se deben emplear flujos de trabajo, métricas y seguimientos para la mejora de la toma de decisiones. Los pasos que se deben tener en cuenta para la implementación del BPM son:

1. **Definir los procesos:** es importante conocer y establecer que procesos son los que más se encuentran alineados a los objetivos organizacionales, por lo que se debe hacer una revisión de la estrategia.
2. **Selección de la herramienta BPM:** se debe tener en cuenta criterios técnicos como por ejemplo el diseño de formularios, la integración de sistemas operativos o la simulación de procesos, además, es necesario tener presente criterios no técnicos como costos del software, idioma o los proveedores de la empresa.
3. **Ejecución del BPM:** para este paso se deben definir acciones o actividades, las cuales deben estar acompañadas de indicadores para la medición, control y evaluación; ya teniendo esta información, se procede a la automatización de los procesos, a través de motores de ejecución o workflow, en los que se establece el modelo de datos, formularios

y reglas del negocio. Luego, es necesario la asignación de roles y permisos, a su vez que se determina el número de usuarios de cada proceso. Cabe resaltar que, por medio de las métricas se busca no solo identificar falencias, sino que deben servir como base para la propuesta de acciones de mejora.

4. **Optimización de la estrategia de negocio:** a través de la evaluación y seguimiento a los procesos, se busca la mejora continua para el fortalecimiento de la estrategia de negocio.
5. **Capacitación del personal:** es relevante que no sólo se realice capacitación a los trabajadores en la herramienta tecnológica para la aplicación del BPM, sino que se realice una socialización sobre los objetivos, alcances y composición de la estrategia. (Ambit, 2020)

Dentro del BPM, se debe tener en cuenta la composición por medio de módulos, los cuales pueden ser:

- Modelador Gráfico de procesos.
- El servidor de procesos de negocio.
- El ambiente de integración y desarrollo.
- El monitor de actividades del negocio.

El Business Process Management, debe tener en cuenta una serie de elementos para que pueda funcionar de manera exitosa, a continuación, se determinan algunos ejemplos:

- Política de BPM.
- Roles.
- Workflow: dentro de este ítem se encuentran las tareas del proceso, las tareas integradas y las tareas libres.
- Infraestructura física.

- Tecnologías de la información y la comunicación.

Para la implementación del BPM, se debe seleccionar algunos de los proveedores de sistemas de información, que permitan hacer de manera ágil y organizada, la evaluación, el control y el seguimiento a la estrategia; a continuación, se establecen opciones:

- **Bizagi:** comprende y optimiza procesos empresariales por medio de un software BPM, para la obtención de información y control de procesos, de tal manera que se entregue valor real a una organización. El software permite automatizar los procesos de la empresa, colaboración entre diferentes usuarios de distintas áreas, supervisar el rendimiento de procesos, tener información disponible en la nube e integrar sistemas empresariales. Esta herramienta tiene como clientes especialmente a empresas del sector financiero. (Bizagi, 2021)
- **Intalio:** es un software de flujo de trabajo para brindar un mayor rendimiento y aprovechamiento del negocio. Posee servicios como la automatización de procesos, gestión de solicitudes de servicio, seguimiento a correspondencia y reducción de las tareas manuales. Esta herramienta está enfocada a diversas industrias, como la construcción, servicios financieros, educación, petróleo y gas, entre otros. (Intalio, 2021)
- **AuraQuantic:** es un software de automatización de procesos digitales que ayuda a la automatización continua del negocio. Esta herramienta brinda hiper automatización, metodología low-code, manejo de información en la nube, gobernanza de datos, alta seguridad de la información, plataforma todo en uno. AuraQuantic es reconocido por prestar servicios especialmente a empresas dedicadas a las tecnologías de la información. (Aura Quantic, 2021)

Lineamientos de una estrategia TI basada en el modelo de gestión de proyectos BPM para el mejoramiento de la calidad de servicio en sistema WISP en entornos rurales

Los lineamientos que se deben tener en cuenta para el apoyo del Modelo BPM en la estrategia de TI son los que se encuentran a continuación, y se tuvo en cuenta la aplicación del modelo BPM, el modelo Servqual y tesis de autores tales como Eduardo Miravalls (2017) y

Estrategia TI basada en el modelo de gestión BPM

Los componentes y elementos que se tienen en cuenta son los que se presentan a continuación:

- 1. Política de BPM:** la política de BPM se entra basada en los siguientes parámetros:
 - Asegurar la conectividad y la calidad del servicio en conexiones inalámbricas para entornos rurales del Municipio de Piedecuesta, Santander.
 - Gestionar de manera adecuada los requerimientos de software y hardware, para brindar una conectividad optima en los entornos rurales.
 - Garantizar el compromiso de organizaciones públicas y privadas hacia la entrega de conectividad que permita la integración de personas que viven en sectores rurales, para el mejoramiento de la calidad de vida.
- 2. Roles del Modelo BPM:** dentro de la estructura del BPM es necesario la asignación de los siguientes roles que permitan la correcta aplicación y funcionamiento del modelo.
 - **Director de Procesos Empresariales:** el Director de Procesos Empresariales es responsable de supervisar todo el programa de mejora de procesos. Desempeña un papel vital en la gestión de las personas que están por debajo de él en la jerarquía de la organización, pero también es la fuente de visión y dirección para su equipo.

- **Consultor de Procesos de Negocio:** los Consultores de Procesos de Negocio son los expertos en BPM más avanzados del grupo ya que aporta conocimientos técnicos que complementan las habilidades de gestión del director. Los consultores tienen un profundo conocimiento sobre los sistemas BPM y su implementación, desde la selección del software de modelado hasta la optimización de los procesos y la creación de aplicaciones personalizadas.
 - **Gestor de proyectos:** los gestores de proyectos se encargan de que el trabajo se realice a tiempo y de forma eficaz. Junto con el Director de Procesos, pueden ayudar a definir el alcance del trabajo necesario y a desarrollar un plan de proyecto.
 - **Campeón de Procesos de Negocio:** los campeones de BPM tienen la tarea de ser la voz de la mejora continua dentro de una organización, asegurando que las decisiones se tomen teniendo en cuenta el futuro del programa. Los campeones deben conocer bien las técnicas para lograr la aceptación y comunicar el valor de BPM a la organización en su conjunto. (Boer, 2019)
- 3. Workflow:** en este ítem se tiene en cuenta las tareas del proceso que se deben integrar dentro de la evaluación, seguimiento y control. Las tareas que se proponen dentro del modelo para garantizar la calidad del servicio de conexiones inalámbricas WISP en entornos rurales del municipio de Piedecuesta, Santander son las siguientes:

Tabla 11*Tareas del modelo*

Tarea	Subtarea	Responsable	Indicador
Direccionamiento estratégico	Establecimiento de direccionamiento estratégico	Director de procesos empresariales	$\frac{\text{Número de indicadores cumplidos}}{\text{Número total de indicadores}} \times 100$
	Propuesta de Proyectos de Mejora		$\frac{\text{Número de proyectos viables}}{\text{Número de proyectos propuestos}} \times 100$
Evaluación del servicio	Evaluación por medio de la medición de latencia y disponibilidad de red, así como la valoración del servicio por parte de los usuarios	Consultor de procesos de negocio	<p><i>Latencia:</i> Latencia: t ACK - t SYN, donde esto hace referencia a la confirmación de la sincronización</p> <p><i>Disponibilidad:</i> $\frac{\text{Número de muestras válidas}}{\text{Número de total de muestras tomadas}}$</p> <p>Análisis de encuestas: Alfa de Cronbach $\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum V_i}{Vt}\right)$</p>
	Análisis de resultados	Gestor de proyectos	$\frac{\text{Número de requerimientos satisfactorios}}{\text{Total de requerimientos}} \times 100$
Gestión de requerimientos	Elaboración de informe de resultados		$\frac{\text{Número de informes de satisfacción}}{\text{Número total de informes}}$

Tarea	Subtarea	Responsable	Indicador
	Diseño de propuesta de mejora		$\frac{\text{Número de actividades planeadas}}{\text{Número total de actividades}} \times 100$
Gestión del cambio	Implementación de mejoras	Campeón de procesos de negocio	$\frac{\text{Número de implementaciones ejecutadas}}{\text{Número total de implementaciones}} \times 100$
	Elaboración de informe de mejora continua		$\frac{\text{Capítulos del informe redactados}}{\text{Informe total}} \times 100$

Nota. Elaboración propia.

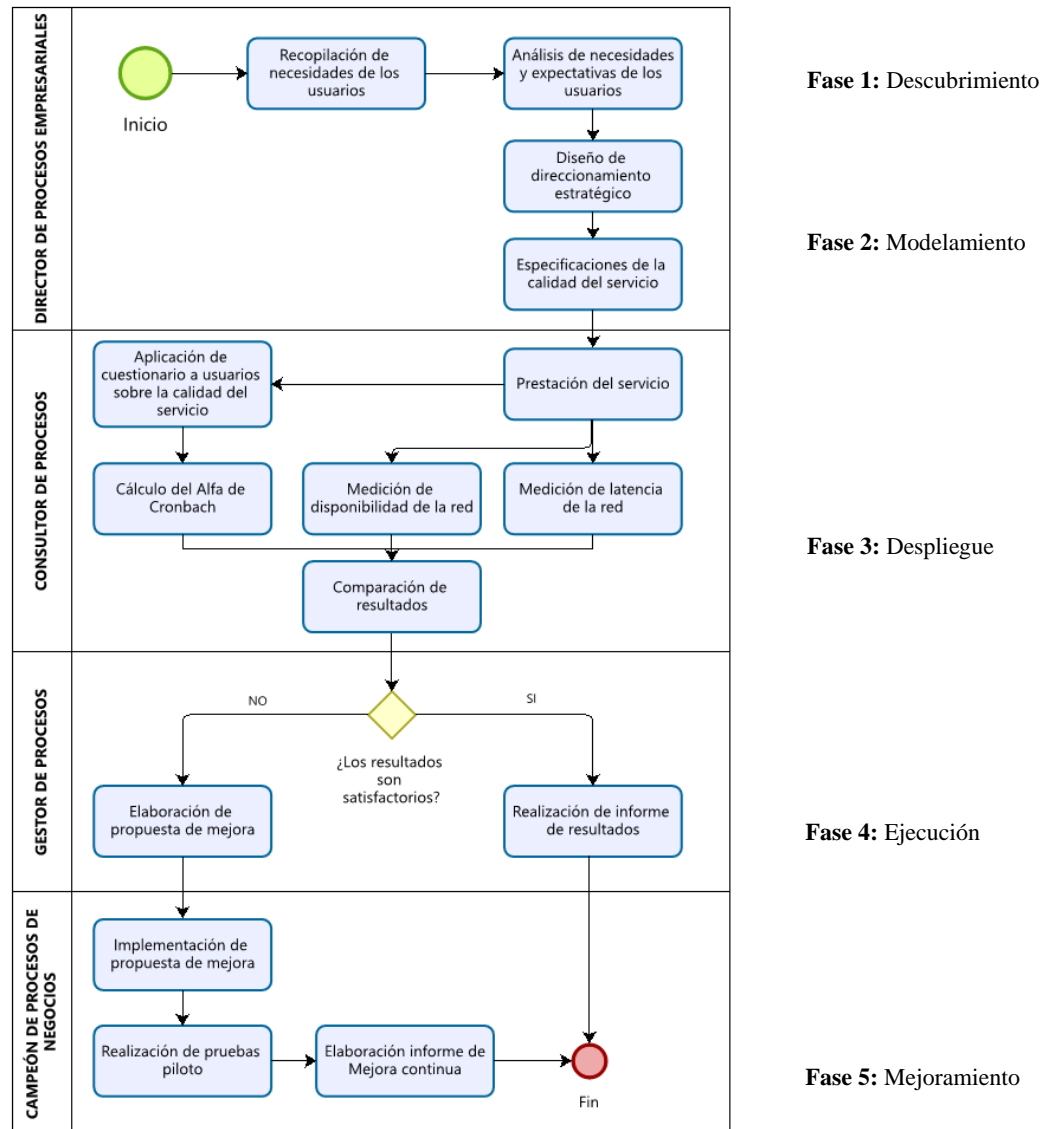
- 4. Infraestructura física:** se tiene en cuenta las estaciones repetidoras de la señal de internet, ubicadas en las veredas de Cristales, La Mata, Sevilla, Guatiguará, El Polo, El Volador, Los Curos, Manco, Pescadero y Pavas.
- 5. Tecnologías de la Información y Comunicación:** se tiene en cuenta la adquisición del software de Bizagi, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
 - Plataforma Low-code.
 - Automatiza procesos dinámicos en la organización.
 - Permite la colaboración en tiempo real.
 - Se puede hacer supervisión de procesos empresariales. (Bizagi, 2021)

En la elaboración del modelo, se tuvo en cuenta los parámetros de la metodología Business Process Management, en conjunto con el modelo Servqual, el cual, permite la comparación de lo que se ofrece en el servicio con la percepción de los clientes, de tal manera que se logra medir el nivel de la calidad. (Ortiz, 2021)

A continuación, se muestra de manera gráfica la composición del modelo para la evaluación de la calidad del servicio de internet propuesto para entornos rurales del municipio de Piedecuesta, Santander.

Figura 9

Modelo BPM



Nota. Elaboración propia.

En este modelo se puede identificar cada una de las actividades que se deben realizar para garantizar las operaciones del servicio y la medición de la calidad del mismo, contemplando cada uno de los roles dentro del modelo. Inicialmente, se debe tener en cuenta la recopilación de las necesidades de los usuarios, ya que es importante brindar un servicio ajustados a los entornos rurales; luego, es necesario hacer un análisis de dichas necesidades para el establecimiento del direccionamiento estratégico y las especificaciones del servicio. Estas especificaciones se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 12

Especificaciones de los requerimientos

REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO SELECCIONADO
Tecnología	Wimax
Banda	5 GHz
Canal	80 MHz
Router	Mikrotik Router Board RB433AH con hardware en versión 5.7
Software	Debian GNU/Linux

Nota. Elaboración propia.

Para la medición del servicio se realizarían tres tipos diferentes, la primera relacionada con latencia de la red, la cual, está asociada a los intercambios de tráfico y la identificación de retardos dentro de la red; en la segunda medición, se analizaría la disponibilidad de la red, en donde se tome el número de muestras válidas y sean comparadas con el número total de muestras recopiladas, teniendo en cuenta que a veces puede haber congestión severa en la red. (Muñoz, 2003)

Por último, se debe hacer una aplicación de una encuesta de satisfacción para los usuarios, de tal forma que se mida la calidad del servicio y con estos resultados, calcular el alfa de Cronbach para determinar si la fiabilidad es consistente y estable; para ello, se tomó el modelo de cuestionario de Fernando Valverde (2019), el cual, sirve como guía para la medición de la percepción de los usuarios; este modelo se encuentra en el Apéndice A. Modelo de encuesta de calidad del servicio. (Valderde, 2019)

Luego de las mediciones anteriormente descritas, se elaboraría una comparación de resultados, para la determinación de la necesidad de crear una propuesta de mejora o de dejar consignado a través de un informe, el cumplimiento de las metas trazadas en los indicadores del modelo. En caso de requerir una mejora, se plantearía una propuesta, la cual, deberá ser implementada y sustentada a través de una prueba piloto, finalizando en la redacción del informe de mejora continua.

Propuestas

Las personas que viven en zonas rurales deben poder disfrutar de las ventajas que aportan las TIC a la educación, la salud, el cibergobierno, el ciberturismo, las finanzas, el comercio y otros servicios de banda ancha, que exigen una excelente planificación pero que contribuirán a aumentar su calidad de vida y mejorar su economía. Las PYME podrán incrementar su productividad y llegar a todas partes.

Estos servicios también contribuirán a acortar las distancias geográficas y paliar los problemas del aislamiento.

- Desarrollar un plan, una estrategia y proyectos de adopción de servicios TIC en las zonas rurales y distantes (con metas medibles, tales como las de que cada comunidad u hogar tenga acceso a Internet y utilice activamente los servicios TIC).

- Proporcionar recursos financieros y establecer subvenciones para la prestación y adopción de servicios y dispositivos de Internet (otorgarles prioridad en los presupuestos anuales del Estado, el Fondo del Servicio Universal, etc.).
- Educar al personal de la administración local y conseguir que asuman un papel preponderante.
- Desarrollar servicios y contenidos respecto a las auténticas necesidades de la región rural. Por ejemplo, en una zona agrícola rural, será más conveniente desarrollar contenidos sobre agricultura para los horticultores y una aplicación para vender sus productos por Internet.

Recomendaciones del uso de la tecnología 5G en las zonas rurales

Los entornos rurales son atractivos para las actividades productivas, para el teletrabajo por esto es importante contar con una tecnología 5G que llegue a todas partes de modo que todos estén conectados, las zonas rurales pueden ser beneficiadas por la conectividad que ofrece esta tecnología, por ejemplo en los proyectos agrícolas y ganaderos es necesario controlar y hacer seguimiento de todos los procesos y esto puede ser realizado a través de sensores y drones que vigilan las granjas y los cultivos esto permite tomar decisiones, automatizando procesos como el riego, el uso de fertilizantes y la recogida de cosecha sin necesidad de efectuar desplazamientos hasta allá.

El despliegue de las 5G es un paso esencial para cambiar el modelo productivo, dirigiéndolo hacia la economía verde que este en consonancia con acciones para evitar el cambio climático y la destrucción de habitat, para esto se necesita que la red 5-G llegue al territorio, con conexión de internet de banda ancha de al menos 100 Mbps con esto se evitaría esas zonas blancas que no disponen de cobertura, que tienen un internet que no superan las 30 megas por

segundo, que es lo que se considera mínimo en una red de buena calidad por lo tanto se necesitan cuantiosas inversiones dentro de los proyectos de digitalización urbana y rural en el país.

Evaluación de los modelos de TI

Teniendo en cuenta la importancia de evaluar el modelo propuesto frente a la situación actual del internet en entorno rurales del municipio de Piedecuesta, se realizó la encuesta del Apéndice A. Modelo de encuesta de calidad del servicio, en el que se realizó el cálculo de la muestra, teniendo en cuenta que la población es de 27.238 habitantes de zonas rurales. (Alcaldía Municipal de Piedecuesta, 2018)

Para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

N= Población: 27.238

Z= Nivel de confianza: 95%

P= coeficiente de confianza: 1,96

E= margen de error: 0,05. (García, Reding, & López, 2013)

$$n = \frac{27238 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(27238 - 1) * 0.05^2 + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 378.9 \approx 379$$

En el Apéndice B. Encuestas del modelo actual y modelo propuesto, se pudo obtener los datos por cada una de las encuestas de satisfacción, las cuales, sirviendo como insumo para el cálculo del Alfa de Cronbach, este es un indicador de confiabilidad de escalas psicométricas, el

cual brinda una medida de consistencia de los reactivos que conforman una escala, por lo que, si el valor es cercano a uno, significa que los ítems apuntan a la misma dirección o están de acuerdo con el establecimiento de la homogeneidad de las respuestas. Este índice se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left[1 - \frac{\sum v_i}{v_t} \right]$$

K= Número de ítems en la escala.

Vi= varianza de cada ítem.

Vt= varianza total. (Bosco, 2018)

Para el establecimiento del modelo propuesto, se seleccionó un clúster de personas, las cuales ya tienen implementado el modelo WISP, por lo que se tuvo en cuenta una muestra de 30 personas, ya que se aplicó la prueba T Student, la cual permite comparar máximo 30 datos, para darle un mayor sustento estadístico (Sánchez R. , 2015). Se tomaron 30 valores aleatorios a través de la fórmula de Excel “aleatorio”, para darle un valor a cada una de los 379 datos y de esta manera seleccionar a las 30 cifras que obtuvieran los mayores valores de número aleatorios.

Cómo resultado del cálculo del coeficiente de Cronbach, se pudo obtener que para el modelo el modelo actual, fue de 0.38, mientras que para el modelo propuesto fue de 0.86, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13*Resultados coeficientes de Cronbach*

Alfa de Cronbach Actual	Alfa de Cronbach Propuesto	N
0,38	0,86	17

Nota. Elaboración propia.

Para la aplicación de la prueba T Student, la cual mide o examina las diferencias entre dos muestras independientes que tengas distribución normal y homogeneidad en sus varianzas (Sánchez R. , 2015). El primer paso fue el establecimiento de dos hipótesis:

$H_0: \mu_d \leq 0$; Hipótesis Nula

$H_1: \mu_d > 0$; Hipótesis de Rechazo

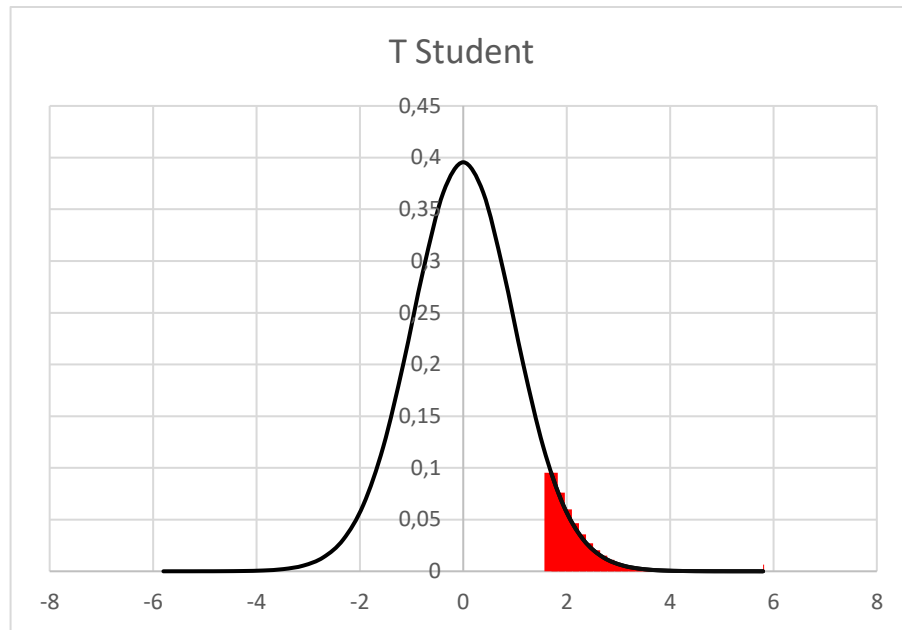
Se formulan la hipótesis nula y la hipótesis de rechazo en donde se comparan los promedios del promedio de los valores de las respuestas de las personas, en donde la hipótesis nula evidencia que el promedio de las respuestas es menos o igual a 0 y la hipótesis de rechazo muestra que el promedio es mayor que 0. Para ello se ejecuta una hipótesis t para muestras emparejadas con cola a la derecha y nos da el siguiente resultado:

Tabla 14*Prueba t para medias de dos muestras*

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	Variable 2
Media	61,7	49,0333333
Varianza	74,562069	63,0678161
Observaciones	30	30
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,01040901	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	5,88336518	
P(T<=t) una cola	1,10E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1,69912703	
P(T<=t) dos colas	2,1945E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2,04522964	

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 14. Prueba t para medias de dos muestras, se puede observar que el valor p para una cola es de un número muy cercano a cero por lo tanto podemos rechazar la hipótesis nula y con eso concluimos que los promedios de las respuestas si son significativamente diferentes y por consiguiente los valores de Alfa de Cronbach también son significativamente diferentes, mostrando la fiabilidad de la aplicación de las encuestas de satisfacción y mostrando que la aplicación del nuevo modelo basado en el WISP, si tiene una mejora en la calidad del servicio de internet en las zonas rurales. A continuación, se muestra la gráfica del ejercicio de la prueba de T Student.

Figura 10*T Student**Nota.* Elaboración propia.

Conclusiones

El municipio de Piedecuesta ha sido uno de los puntos clave de desarrollo rural en el departamento de Santander, ya que ha contado con la participación de inversionistas, Gobierno Nacional y otras instituciones que han observado la necesidad de potencializar diversas actividades económicas de las que dependen los habitantes de este lugar; es por ello, que a través del presente proyecto, se diseñó una estrategia de TI apoyada en el modelo de Gestión de Procesos de Negocio BPM, con el propósito de mejorar la calidad del servicio en conexiones inalámbricas WISP, teniendo en cuenta su estructura geográfica para el establecimiento de zonas para la infraestructura física, seleccionando como tecnología al proveedor Mikrotic, con una distribución Router OS con hardware en versión 5.7, apoyado de un Rupter Board RB433AH y el software “Debian” de Linux, con un monitoreo de la plataforma Open Source; se seleccionó la banda 5GHz por su velocidad y tendencia en el uso de las TI.

Los lineamientos de una estrategia TI, están conformados por una política de BPM, roles dentro del BPM tales como el Director de Procesos Empresariales, el Consultor de Procesos de Negocio, el Gestor de Proyectos y el Campeón de Procesos de Negocio, los cuales garantizarían la implementación, control y monitoreo de las conexiones inalámbricas WISP; estos cargos fueron acompañados por un flujo de actividades para el desarrollo del modelo.

Como evaluación del modelo se usó el alfa de Cronbach, el cual, sirvió como índice de comprobación de encuestas de calidad de servicio tanto en el municipio de Piedecuesta a 379 personas, como a un clúster conformado por 30 personas que ya tenía implementado el modelo WISP; a estos indicadores se les aplicó la prueba T Student, la cual arrojó que el valor p para una cola es de un número muy cercano a cero por lo tanto podemos rechazar la hipótesis nula, por lo que los valores de Alfa de Cronbach también son significativamente diferentes, mostrando

la fiabilidad de la aplicación de las encuestas de satisfacción y mostrando que la aplicación del nuevo modelo basado en el WSP, si tiene una mejora en la calidad del servicio de internet en las zonas rurales.

Referencias Bibliográficas

- ACIS. (2021). *La conectividad rural de 4G LTE de Tigo se triplicó en Colombia durante 2020*.
<https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/la-conectividad-rural-de-4g-lte-de-tigo-se-triplic%C3%B3-en-colombia-durante-2020>
- Adeva, R. (2021). *Qué es y cómo funciona WiMAX, Internet para zonas rurales*. e
<https://www.adslzone.net/reportajes/wifi/que-es-wimax/>
- Alba, Á. (2016). *26 rutinas que puedes incorporar para ser una persona innovadora*.
Innolandia: <https://innolandia.es/26-rutinas-que-puedes-incorporar-para-ser-una-persona-innovadora/>
- Albenia Systems S.A. (2017). *Internet rural, consigue despliegue más eficiente*. Blog Albenia Systems: <https://albenia.wordpress.com/2017/07/31/wisp-internet-rural/>
- Alcaldía Municipal de Piedecuesta. (2018). *Información del Municipio de Piedecuesta, Santander*. <http://www.alcaldiadepiedecuesta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Ambit. (2020). *Qué es un sistema de gestión por procesos (BPM)*. <https://www.ambitbst.com/blog/qu%C3%A9-es-un-sistema-de-gesti%C3%B3n-por-procesos-bpm>
- Andesco. (2021). *Centros poblados de la Alta Guajira se conectan por primera vez a Internet Móvil 4G*. <https://www.andesco.org.co/2021/03/12/centros-poblados-de-la-alta-guajira-se-conectan-por-primera-vez-a-internet-movil-4g/>
- ANE. (2020). *Consulta pública*. <https://www.ane.gov.co/gestion-tecnica/Documents/Consulta%20P%C3%BAblica%206%20GHz%20ANE.pdf>
- Aura Quantic. (2021). *Por qué AuraQuantic*. <https://www.auraquantic.com/es/por-que-elegir-auraquantic/>

- Bizagi. (2021). *Gestión de Procesos de Negocios*. <https://www.bizagi.com/es/soluciones/gestion-de-procesos-de-negocios>
- Bizagi. (2021). *Gestión de Procesos de Negocios*. <https://www.bizagi.com/es/soluciones/gestion-de-procesos-de-negocios>
- Boer, L. (2019). <https://www.signavio.com/post/common-roles-needed-successful-bpm/>
- Bosco, J. (2018). *Alfa de Cronbach — Psicometría con R*.
<https://medium.com/@jboscomendoza/alfa-de-cronbach-psicometr%C3%ADa-con-r-55d3154806cf>
- Carneiro, R., Toscano, J., & Díaz, T. (2021). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*.
<https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/lastic2.pdf>
- Centro de Investigación Económica y Social (Fedesarrollo). (2017). *Tendencia económica: Informe mensual de Fedesarrollo*.
<https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/Tendencia176wp.pdf>
- Chamorro, L., & Pietrosevoli, E. (2008). *Redes inalámbricas para el desarrollo en América Latina y El Caribe*.
https://www.apc.org/sites/default/files/APC_RedesInalambricasParaElDesarrolloLAC_20081223_0.pdf
- Check Fiber Company. (2019). *¿Qué es WISP?*. Portal Web Check Fiber Company:
<https://www.check-fiber.com/que-es-un-wisp/>
- Comisión de Estudio del UIT-D. (2017). *Cuestión 5/1: Telecomunicaciones/ TIC para las zonas rurales y distantes*. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG01.05-2017-PDF-S.pdf

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2019). *10 cosas que debes saber sobre la nueva definición de banda ancha en Colombia*. <https://www.crcom.gov.co/es/noticia/10-cosas-que-debes-saber-sobre-la-nueva-definicion-de-banda-ancha-en-colombia#:~:text=La%20nueva%20definici%C3%B3n%20aplica%20para,y%205%20Mbps%20de%20subida>.

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2019). *Redes Móviles en Colombia*. <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Documento-Modernizacion-redes-moviles.pdf>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2020). *Medición de calidad objetiva y subjetiva de los servicios de comunicaciones en 2019*.

<https://www.crcom.gov.co/es/noticia/medicion-de-calidad-objetiva-y-subjetiva-de-los-servicios-de-comunicaciones-en-2019>

Comisiones de Estudio UIT-D. (2019). *Desarrollo de la banda ancha y soluciones de conectividad para las zonas rurales y alejadas*. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/oth/07/23/D07230000020003PDFS.pdf

COMMSCOPE. (2021). *Acceso inalámbrico fijo*. <https://es.commscope.com/solutions/in-home-service-delivery/fixed-wireless-access/>

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2020). *Declaración de importancia estratégica del Proyecto Nacional de acceso universal a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en zonas rurales y apartadas*.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4001.pdf>

Debian. (2021). *Razones para escoger Debian*. https://www.debian.org/intro/why_debian

Decide Soluciones. (2020). *Qué es la Gestión por Procesos de Negocio (BPM)*.

<https://decidesoluciones.es/gestion-por-procesos-de-negocio-bpm/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *Boletín Técnico:*

Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación

– TIC en hogares y personas de 5 y más años de edad Departamental. DANE:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_tic_hogares_departamental_2018.pdf

Díaz, J., Pérez, A., & Florido, R. (2011). *Impacto de las Tecnologías de la información y las*

Comunicaciones (TIC) para disminuir la brecha digital en la sociedad actual.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000100009

El Tiempo. (2018). *2,2 millones de colombianos viven con menos de dos dólares al día*.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/informe-mundial-de-pobreza-extrema-deja-a-colombia-en-puesto-70-282948>

El Tiempo. (2020). *La penetración de internet rural en Colombia es de menos del 10 %*.

<https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/la-penetracion-de-internet-rural-en-colombia-es-de-menos-del-10-483852>

Eninetworks. (2020). *Diferencias entre Internet satelital e Internet por microondas*.

eninetworks.com/blog-diferencias-entre-internet-satelital-e-internet-por-microondas/

Evaluando software. (2015). *Los motores del negocio que conducen al BPM*.

<https://www.evaluandosoftware.com/los-motores-del-negocio-conducen-al-bpm/>

FreeBSD. (2021). *Acerca de FreeBSD*. <https://www.freebsd.org/es/about/>

García, J., Reding, A., & López, J. (2013). *Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727157>

González, X. (2020). *Internet satelital, la puerta para poder llevar soluciones de conectividad al campo colombiano*. <https://www.agronegocios.co/tecnologia/internet-satelital-la-puerta-para-poder-llevar-soluciones-de-conectividad-al-campo-colombiano-3056534>

Grupo Banco Mundial. (2018). *Desigualdad y prosperidad compartida: armando rompecabezas de la pobreza, panorama general*.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30418/211330ovSP.pdf>

Hernández, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*.

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Intalio. (2021). <https://www.intalio.com/products/process-management/>.

<https://www.intalio.com/life-at-intalio/>

Kearns, G., & Lederer, A. (2003). *Una visión basada en recursos de la alineación estratégica TI: cómo el intercambio de conocimientos crea una ventaja competitiva* (Vol. 34). New York: Revista Decision Sciences.

La República. (2021). *MinTic activó proyecto para llevar internet de banda ancha a 14.745 escuelas rurales*. <https://www.larepublica.co/economia/mintic-activo-proyecto-para-llevar-internet-de-banda-ancha-a-14745-escuelas-rurales-3141255>

Leija Hernández, G., López Bonilla, J. L., & Iturri Hinojosa, L. A. (2013). Metodología para el cálculo adecuado de las alturas de antenas en un radioenlace de microondas en Línea de Vista. *Nova Scientia*, 1-12.

- Levy, G. (2018). *La WISP disminuye la brecha digital* . <https://andinalink.com/las-wisp-disminuyen-la-brecha-digital/>
- Lorenzo, J. (2020). *FWA o acceso inalámbrico fijo: la solución 5G para zonas poco pobladas*. <https://www.redeszone.net/reportajes/tecnologias/fwa-acceso-inalambrico-fijo-5g-internet-zonas-poco-pobladas/>
- Linksys. (2021). *Presentación del router Gigabit MU-MIMO Max-Stream™ AC5400 Linksys EA9500*. <https://www.linksys.com/pe/support-article/?articleNum=178062#prodfeat>
- Meltzer, J., & Pérez, C. (2016). *Digital Colombia: maximizing the global internet and data for sustainable and inclusive growth*. Repositorio Fedesarrollo: https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3309/Repor_Octubre_2016_Meltzer_y_Perez.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Mikrotik. (2021). *ROUTERBOARD MIKROTIK RB433AH*. <http://www.ds3comunicaciones.com/mikrotik/RB433AH.html>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (2018). *Acceso a Internet en zonas rurales*. MinTIC: <https://mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-article-19507.html>
- Ministerio TIC. (2019). *Resolución 964 de 2019*. https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion_mintic_0964_2019.htm
- Ministerio TIC. (2020). *MinTIC publica borrador del proyecto que llevará Internet a 10.000 zonas rurales del país*. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/125385:MinTIC-publica-borrador-del-proyecto-que-llevara-Internet-a-10-000-zonas-rurales-del-pais>

Ministerio TIC. (2021). *“Internet gratis de banda ancha para colegios rurales empieza a ser una realidad”*: ministra TIC, Karen Abudinen. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/162096:Internet-gratis-de-banda-ancha-para-colegios-rurales-empieza-a-ser-una-realidad-ministra-TIC-Karen-Abudinen>

Ministerio TIC. (2021). *En mayo de 2021, 954 localidades de zonas rurales tendrán servicio móvil 4G, anuncia la ministra Karen Abudinen.*
<https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/161329:En-mayo-de-2021-954-localidades-de-zonas-rurales-tendran-servicio-movil-4G-anuncia-la-ministra-Karen-Abudinen>

MinTIC. (2018). *Servicios de Telecomunicaciones*. MinTIC:
<https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/5237:Servicios-de-Telecomunicaciones>

MinTIC. (2019). *La meta para Santander: conectar a 18 mil hogares*. MinTIC. Vanguardia Liberal: <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/102643:La-meta-para-Santander-conectar-a-18-mil-hogares>

MinTIC. (2019). *La mitad de Colombia no tiene internet*. MinTIC en los medios:
<https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/MinTIC-en-los-Medios/100837:La-mitad-de-Colombia-no-tiene-internet>

Muñoz, J. (2003). *Desarrollo de métodos de medición para evaluar la calidad del servicio en el acceso a internet*.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3107/Mu%c3%b1oz_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización de los Estados Americanos. (2020). *Informe de la recopilación de mejores prácticas que permitan mejorar la cobertura y universalizar los servicios e identificar el*

desarrollo de modelos que permitan reducir la brecha digital.

https://www.citel.oas.org/en/SiteAssets/PCCI/CCPI-2020-37-4974r3c1_e.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2018). *Revisión del Gobierno Digital en Colombia: hacia un sector público impulsado por el ciudadano .*

https://www.oecd-ilibrary.org/governance/revision-del-gobierno-digital-en-colombia_9789264292147-es

Ortiz, J. (2021). *SERVQUAL: guía básica sobre el modelo de calidad.*

<https://blog.hubspot.es/service/que-es-servqual>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2018). *Línea base: objetivos de desarrollo sostenible municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y San Gil - Departamento de Santander.*

<https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/Pobreza/Linea-base-ODS-Santander/L%C3%8DNEA%20BASE%20OBJETIVOS%20DE%20DESARROLLO%20SOSTENIBLE%20Municipios%20de%20Bucaramanga,%20Floridablanca,%20Gir%C3%B3n,%20Piedecuesta,%20Barbosa,%20Barrancabermeja,%20M%C>

Raffino, M. (2020). *Concepto de Red.* <https://concepto.de/red-2/>

Revista Dinero. (2019). *E-commerce en Colombia va por buen camino.* O

<https://www.dinero.com/tecnologia/articulo/asi-avanza-el-comercio-electronico-en-colombia/275169>

Ruíz, L. (2018). *Redes sociales, lo que más consumen los santandereanos.*

<https://www.vanguardia.com/economia/local/redes-sociales-lo-que-mas-consumen-los-santandereanos-LBVL447158>

Sánchez, D. (2011). *Introducción a Business Process Management (BPM)*.

<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/websphere/introduccion-bpm/index.html>

Sánchez, R. (2015). *T Student: usos y abusos*.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982015000100009

Semana. (2020). *Colombia llevará mayor conectividad a zonas rurales alejadas*.

<https://www.semana.com/pais/articulo/zonas-rurales-que-aun-no-cuentan-con-conectividad-podran-acceder-a-ella/289118/>

Stallman, R. (2021). *El sistema operativo GNU*. <https://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.es.html>

Super Redes. (2021). *Internet ilimitado banda ancha en zonas rurales: ¿cuál es la mejor opción?*

<https://www.superredes.com.co/el-mejor-internet/>

Telefónica. (2021). *WiFi 5G y WiFi 5GHz: ¿cuál es la mejor conexión WiFi disponible?*

<https://blogthinkbig.com/wifi-5g-y-wifi-5ghz-cual-es-la-mejor-conexion-wifi-disponible>

Test de velocidad. (2019). *Ventajas y desventajas de la banda Wi-Fi de 2,4 GHz y de 5 GHz*.

<https://www.testdevelocidad.es/2019/10/09/puntos-positivos-negativos-5ghz-2-4ghz/>

Tigo. (2020). *Todo lo que necesitas saber sobre tu WiFi Tigo | General*. e

<https://ayuda.tigo.com.co/hc/es/articles/360001282848-Todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-tu-WiFi-Tigo-General#infoconoce>

TigoUne y Universidad Eafit. (2018). *Contigo Conectados: Navegando entre las oportunidades*

y los riesgos en los escenarios digitales. Tigo-UNE: [http://tigo-](http://tigo-une.com/contigoconectados/img/press-book-tigo-une.pdf)

[une.com/contigoconectados/img/press-book-tigo-une.pdf](http://tigo-une.com/contigoconectados/img/press-book-tigo-une.pdf)

TP-Link. (2021). *Routers Inalámbricos: Archer C20*. [https://www.tp-link.com/co/home-](https://www.tp-link.com/co/home-networking/wifi-router/archer-c20/#overview)

[networking/wifi-router/archer-c20/#overview](https://www.tp-link.com/co/home-networking/wifi-router/archer-c20/#overview)

TP-Link. (2021). *TL-MR6400 V5.2*. <https://www.tp-link.com/es/home-networking/3g-4g-router/tl-mr6400/#overview>

Universidad Industrial de Santander, Universidad Autónoma de Bucaramanga, SETic, CETICS. (2018). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación (PEDCTI Santander 2020)*. <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-santander.pdf>

Valderde, F. (2019). *Calidad de servicio y satisfacción al cliente de la empresa de servicios de Internet INPLANET S.A. de Milagro-Ecuador, 2018*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39276/Valverde_BFF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vela Remache, P. A. (2015). *Estudio y diseño de un radio de enlace para transmisión de datos e internet en frecuencia libre para la Cooperativa Indígena "Alfa y Omega" utilizando equipos Airmax de Ubiquiti*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10776/1/CD-6315.pdf>

Vesga, J., Contreras, M., & Pérez, H. (2018). *Use of Assignment Models as a Strategy for Channel Optimization in the 5 GHz Band Supported in 802.11ac*. <https://sciresol.s3.us-east-2.amazonaws.com/IJST/Articles/2018/Issue-22/Article5.pdf>

Apéndices

Apéndice A. Modelo de encuesta de calidad del servicio

La presente encuesta tiene como finalidad, conocer la opinión acerca de la calidad del servicio de internet, por lo que se indica que debe marcar con una “x” en la opción que considere correcta en cada pregunta, de acuerdo a la escala: Muy bajo (1), Bajo (2), Medio (3), Alto (4) y Muy alto (5).

N°	Dimensiones / Indicadores	Valoración				
	Rendimiento percibido	1	2	3	4	5
1	¿Considera usted que la atención que recibe por parte del personal de la organización llena sus perspectivas?					
2	¿Considera usted que el trato que recibe por parte de la empresa es amable y cordial?					
3	¿Usted considera que ha sufrido de manera constante perdida o lentitud en las descargas de información vía internet?					
4	¿Usted considera que los cortes de servicio son recurrentes por parte de su proveedora de servicios de internet?					
5	¿Considera usted que el servicio de call center facilita la solución de problemas con el servicio?					
6	¿Considera usted que la organización se preocupa por solventar de forma eficaz sus dudas con respecto al servicio recibido?					
7	¿Considera usted que la organización focaliza sus esfuerzos en un proceso de mejora continua para satisfacer sus necesidades?					
N°	Dimensiones / Indicadores	Valoración				

	Rendimiento percibido	1	2	3	4	5
8	¿Considera usted que el servicio que recibe sufre de intermitencias?					
9	¿Considera usted que los equipos que la empresa entrega cubren su operatividad?					
10	¿Considera usted que los trabajadores realizan todos los esfuerzos para que el servicio satisfaga a plenitud sus expectativas?					
11	¿Considera usted que los aparatos que la empresa entrega para proveer su servicio son de última generación?					
12	¿Considera usted que la empresa cumple con los tiempos de solución de desperfectos?					
13	¿Usted considera que la empresa cumple con los tiempos en el cumplimiento de garantía del servicio?					
14	¿Usted considera que el personal que visita su hogar para la cobertura de daños y desperfectos cuenta con la capacidad de solucionar problemas de manera eficiente?					
15	¿Considera usted que la empresa cumple con las expectativas generadas al inicio de la contratación de los servicios?					
16	¿Usted considera que sus expectativas han sido cubiertas por la proveedora de servicios?					
17	¿Considera usted cambiarse de proveedor de internet?					