



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities®

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Diseño de una Red Inalámbrica utilizando Tecnología Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) para mejorar la transmisión de datos entre el Palacio Municipal y el Almacén General de la Municipalidad Provincial de Trujillo”

TESIS PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS

Autor: Br. Castillo Villacorta, Wilson Alexander

Asesor: Ing. Rodríguez Novoa, César

TRUJILLO – PERÚ

2012

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTRAPORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1.1. Realidad Problemática	01
1.1.2. Formulación del Problema.....	05
1.1.3. Justificación del Problema.....	05
1.1.4. Limitaciones	05
1.2. OBJETIVOS.....	06
1.4.1. Objetivo General	06
1.4.2. Objetivos Específicos	06
2. MARCO TEÓRICO	
2.1. ANTECEDENTES.....	07
2.1.1. Ámbito Local	07
2.1.2. Ámbito Internacional.....	07
2.2. BASES TEÓRICAS.....	08
2.2.1. Redes Inalámbricas.....	08
2.2.1.1. ¿Qué es una Red Inalámbrica?.....	08
2.2.1.2. Categorías de redes inalámbricas.....	08
2.2.1.3. Ventajas de las Redes Inalámbricas	09
2.2.1.4. Desventajas de las Redes Inalámbricas.....	10
2.2.1.5. Tecnologías utilizadas en redes inalámbricas	10
2.2.1.6. Aplicaciones Típicas de Lan Inalámbrica.....	12

2.2.1.7. Configuraciones Wlan	14
a. Red Ad-Hoc o Peer to Peer	14
b. Red de Infraestructura	14
2.2.2. Técnicas de modulación.....	14
a. FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).....	14
b. DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)	15
c. OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing).....	15
2.2.3. La Tecnología Bluetooth	15
2.2.4. Wi-Fi	15
2.2.5. La Tecnología WiMax.....	16
2.2.6. Dispositivos Inalámbricos y Topologías.....	17
2.2.7. El Estándar 802.11	19
2.2.7.1. Introducción	19
2.2.7.2. Evolución del estándar 802.11	19
2.2.8. El Estándar 802.11n.....	22
2.2.8.1. Introducción	22
2.2.8.2. Ventajas y desventajas del estándar 802.11n	22
2.2.9. Productos 802.11n certificados	23
2.2.10. Tecnología MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)	23
2.2.10.1. ¿Qué es MIMO?.....	23
2.2.10.2. ¿Cómo funciona MIMO?	24
2.2.10.3. Ejemplo de funcionamiento de MIMO: WLAN que opera bajo el estándar 802.11n	25
2.2.10.4. Distintas versiones de la tecnología MIMO.....	26
2.2.10.5. Soluciones MIMO	28
2.2.11. Tipos de Antenas WIFI.....	29
2.2.12. Seguridad en las Redes Inalámbricas	29
2.2.13. Protocolos de seguridad en redes inalámbricas	31
a) WEP (Wired Equivalency Protocol)	31
b) WPA (Wi-Fi Protected Access, acceso protegido Wi-Fi).....	33
c) WPA2 (IEEE 802.11i).....	35
2.3. MARCO CONCEPTUAL	35
3. HIPÓTESIS	
3.1. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	36
3.2. VARIABLES.....	36
3.2.1. Variable Independiente	36

3.2.2. Variable Dependiente.....	36
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
4. MARCO INSTITUCIONAL	
4.1. DATOS GENERALES.....	37
4.2. RESEÑA HISTÓRICA.....	38
4.3. OBJETIVOS.....	39
4.4. MISIÓN.....	39
4.5. VISIÓN.....	39
4.6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA INSTITUCIÓN.....	39
4.7. VALORES CORPORATIVOS.....	39
4.8. ROL ESTRATÉGICO DE LA INSTITUCIÓN.....	40
4.9. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL.....	41
4.10. RESPONSABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	44
5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA TÉCNICO-METODOLÓGICA.....	49
Fase I: Identificación de los objetivos y necesidades del cliente.....	51
Fase II: Diseño de una red lógica.....	57
Fase III: Diseño de la red física.....	65
Fase IV: Documentación del diseño de red.....	75
6. METODOLÓGICA	
6.1. Tipo de Investigación.....	82
6.1.1. Según el propósito.....	82
6.1.2. Según el diseño de la investigación.....	82
6.2. Diseño de Investigación.....	82
6.2.1. Material de estudio.....	82
6.2.1.1. Población.....	82
6.2.1.2. Muestra.....	82
6.2.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	83
6.2.2.1. De recolección de información.....	83
6.2.2.2. De procesamiento de información.....	83
7. RESULTADOS.....	84
8. DISCUSIÓN.....	88

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES 88

9.2. RECOMENDACIONES 88

10. FUENTES DE REFERENCIA 89**11. ANEXOS..... 92**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Estándares WLAN.....	21
Tabla N° 2: Operacionalización de variables.....	36
Tabla N° 3: Responsables para la ejecución de las actividades.....	44
Tabla N° 4: Responsables para la ejecución de las actividades.....	45
Tabla N° 5: Responsables para la ejecución de las actividades.....	46
Tabla N° 6: Responsables para la ejecución de las actividades.....	47
Tabla N° 7: Responsables para la ejecución de las actividades.....	48
Tabla N° 8: Comparación de las diversas metodologías	49
Tabla N° 9: Estaciones de Trabajo.....	53
Tabla N° 10: Listado Impresoras.....	53
Tabla N° 11: Servidores en la Red Actual	54
Tabla N° 12: Software de las estaciones de trabajo	54
Tabla N° 13: Diseño de la Topología de Red	57
Tabla N° 14: Comparativo de Técnicas de Modulación	61
Tabla N° 15: Comparativo de Protocolos y Estándares propuestos	63
Tabla N° 16: Ubicación de los Sitios enlace Mimo	69
Tabla N° 17: Materiales sistema puesta a tierra.....	70
Tabla N° 18: El Airnet y sus características	73
Tabla N° 19: Antenas Netkrom	73
Tabla N° 20: Propuesta Económica del hardware por adquirir	75
Tabla N° 21: Costo por Energía y Mantenimiento de Equipo	77
Tabla N° 22: Costo de Beneficios	77
Tabla N° 23: Flujo de Caja.....	77
Tabla N° 24: Resumen de los tipos de riesgos.....	80
Tabla N° 25: Técnicas e Instrumento	83
Tabla N° 26: Datos obtenidos en ftp, 802.11n.....	85
Tabla N° 27: Datos obtenidos en ftp, 802.11n.....	85
Tabla N° 28: Resume de Cálculos de radio propagación y disponibilidad de enlace Mimo	86
Tabla N° 29: Disponibilidad del enlace 802.11N	87
Tabla N° 30: Análisis del indicador tiempo de acceso	96
Tabla N° 31: Parámetros de encuestas.....	98

Tabla N° 32: Resultados de encuestas a los servidores municipales del Almacén

General	99
Tabla N° 33: Resultados de encuestas indicador A	99
Tabla N° 34: Resultados de encuestas indicador B	100
Tabla N° 35: Resultados de encuestas indicador C	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1: Ubicación del Almacén General dentro de la Estructura Orgánica de la Gerencia de Administración y Finanzas.....	02
Figura Nº 2: Actualización manual de la data del Sistema Integrado de Gestión Administrativo (SIGA.Net)	03
Figura Nº 3: Pantalla del Sistema Integrado de Gestión Administrativo (SIGA.Net)	04
Figura Nº 4: Pantalla de Pedido Comprobante de Salida (PECOSA)	04
Figura Nº 5: Categorías de redes inalámbricas	08
Figura Nº 6: Interconexión de distintas LAN inalámbricas por medio de Red Ethernet.....	12
Figura Nº 7: Conexión entre dos Edificios	13
Figura Nº 8: Dos LAN inalámbricas en una misma área sin interferencias	13
Figura Nº 9: Logotipo de Wi-Fi	16
Figura Nº 10: NIC Inalámbrica Interna	17
Figura Nº 11: NIC Inalámbrica USB Externa	17
Figura Nº 12: Punto de acceso	18
Figura Nº 13: Tránsito	18
Figura Nº 14: Cómo funciona MIMO	24
Figura Nº 15: Bloques principales de un transmisor básico MIMO-OFDM con dos antenas	25
Figura Nº 16: Ejemplo de funcionamiento de MIMO en una WLAN que opera con el estándar 802.11n	26
Figura Nº 17: Diagrama de los sistemas SISO, MISO y SIMO	27
Figura Nº 18: Producto MIMO: SRX400	28
Figura Nº 19: Producto MIMO: Triple antena inteligente	28
Figura Nº 20: Creación de un mensaje cifrado a partir del mensaje	30
Figura Nº 21: Cifrado WEP	31
Figura Nº 22: Descifrado WEP	32
Figura Nº 23: Ubicación de la Municipalidad Provincial de Trujillo en el Mapa del Centro Histórico.....	37
Figura Nº 24: Municipalidad Provincial de Trujillo.....	38
Figura Nº 25: Organigrama Estructural de la Municipalidad Provincial de Trujillo.....	41
Figura Nº 26: Red Actual del Palacio Municipal y Anexo de la Av. España	55

Figura N° 27: Red Actual del Almacén General de la Municipalidad Provincial de Trujillo.....	56
Figura N° 28: Diagrama de ubicación de enlaces.....	67
Figura N° 29: Plan de frecuencias.....	68
Figura N° 30: Perfil Topográfico correspondiente al enlace Palacio Municipal – Anexo Av. España.....	69
Figura N° 31: Mapa de alcance de la red inalámbrica de la MPT	74
Figura N° 32: Simulación de la interconexión: Palacio Municipal – Anexo Av. España.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Análisis de Rentabilidad.....	78
Gráfico N° 2: Gráfico “t” de Student.....	97
Gráfico N° 3: Resultados de encuestas indicador A.....	100
Gráfico N° 4: Resultados de encuestas indicador B.....	101
Gráfico N° 5: Resultados de encuestas indicador C.....	102

RESUMEN

El presente proyecto de tesis titulado **“DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO TECNOLOGÍA MULTIPLE-INPUT MULTIPLE-OUTPUT (MIMO) PARA MEJORAR LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE EL PALACIO MUNICIPAL Y EL ALMACÉN GENERAL DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO”**, trata sobre el diseño de una red inalámbrica utilizando para ello la tecnología MIMO, ya que se presenta como una tecnología que permite incrementar la transferencia de información en un sistema de comunicaciones inalámbrica. Se da una descripción de la tecnología, su evolución y las ventajas que ofrece.

Las redes WLAN es uno de los campos de las telecomunicaciones que ha mostrado interés por esta tecnología para ser implementada en sus equipos. Se hace referencia al nuevo estándar para redes WLAN, el IEEE 802.11n y las diferencias que presenta con respecto a los otros estándares existentes en su propia familia y los beneficios que ofrecerá a las redes inalámbricas de área local.

El Autor.

ABSTRACT

The present project of thesis graduate “DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO TECNOLOGÍA MULTIPLE-INPUT MULTIPLE-OUTPUT (MIMO) PARA MEJORAR LA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE EL PALACIO MUNICIPAL Y EL ALMACÉN GENERAL DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO”, treats on the design of a wireless network using MIMO technology for it, since it is presented as a technology that allows to increase the transfer of information in a system of communications wireless. A description of the technology, his evolution and the advantages that it offers.

The networks WLAN it is one of the fields of the telecommunications that interest has showed for this technology to be implemented in his equipments. One refers to the new standard for networks WLAN, the IEEE 802.11n and the differences that he presents with respect to other existing standards in his own family and the benefits that it will offer to the wireless local area networks.

The Author.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

10. FUENTES DE REFERENCIA.

Bibliografía:

- [01] GUTIÉRREZ CARRANZA, Edgar Wilfredo. "Análisis y diseño del sistema de comunicación inalámbrico para la red asistencial La Libertad de EsSalud". Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, (2007).
- [02] SIFUENTES MUÑOZ, Jean Francis. "Análisis y diseño de una red inalámbrica para el acceso a Internet en el campus de la sede principal de la UPN", Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, 2007.
- [03] HUIDROBO MOYA, José Manuel; MILLÁN TEJEDOR, Ramón Jesús. "Redes de datos y Convergencia IP", Edición N° 1, Ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2007.
- [04] Academia de Networking de Cisco Systems. "Guía del primer año. CCNA 1 y 2", Edición N° 3, Ed. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2004.
- [05] CARBALLAR FALCÓN, José Antonio. "Wi-Fi: Cómo construir una red inalámbrica", Edición N° 2, Ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2005.
- [06] GOMEZ VIEITES, Alvaro; VELOSO ESPÍNEIRA, Manuel. "Redes de computadoras e internet: Funcionamiento, servicios ofrecidos y alternativas de conexión", Ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.

Páginas Web:

- [URL 01] Ing. LUQUES, Marcelo, "Redes Wireless – Tecnología MIMO – Análisis y performance del Estándar de Comunicaciones Inalámbricas 802.11n". Universidad Nacional de La Plata. Argentina, Junio 2009.
http://163.10.34.134/search/request.php?id_document=ARG-UNLP-TPG-0000002088&request=request
(última visita: 06/09)
- [URL 02] REISANCHO PUETATE, Oscar Ismael, "Diseño e implementación de la red IEEE 802.11n (WLAN) para aplicaciones de datos en la Unidad Educativa ARCO IRIS OCCIDENTAL". Quito, Diciembre 2010.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2599>
(última visita: 07/12/10)
- [URL 03] "Redes Inalámbricas"
<http://es.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3>
(última visita: 16/10/08)
- [URL 04] "Evolución de las redes inalámbricas"
<http://www.maestrosdelweb.com/author/elisabet-rodriguez/>
(última visita: 11/02/08)

- [URL 05] “Ventajas de las redes Inalámbricas”
<http://analistasistemamb.blogspot.com/2007/08/ventajas-y-desventajas-de-las-redes.html>
(última visita: 31/08/07)
- [URL 06] “Desventajas de las redes Inalámbricas”
<http://moypandoso.wordpress.com/2010/12/17/algunas-ventajas-y-desventajas-de-las-redes-inalambricas/>
(última visita: 17/12/10)
- [URL 07] “Tecnologías utilizadas en redes inalámbricas”
<http://www.eveliux.com/mx/el-abc-de-las-redes-inalambricas-wlans.php>
(última visita: 30/09/00)
- [URL 08] “MANEJO DE REDES - Aplicaciones típicas de Lan Inalámbrica”
<http://atzinmalacara.blogspot.com/2011/06/unidad-1-configuracion-de-red.html>
(última visita: 16/06/11)
- [URL 09] ESPINOSA GIRALDO, Rafael Alexander, “Diagnóstico y rediseño de la red inalámbrica de la Universidad Católica de Pereira”, 2011.
<http://biblioteca.ucp.edu.co:8080/jspui/bitstream/10785/528/1/completo.pdf>
(última visita: 2011)
- [URL 10] “Tecnología Bluetooth”
<http://discovery-web.over-blog.es/article-definicion-de-lo-que-es-tecnologia-bluetooth-50266070.html>
(última visita: 12/05/10)
- [URL 11] “La Tecnología WiMax”¹⁶
<http://www.miguelangelmata.com/2006/08/29/la-tecnologia-wimax-a-fondo/>
(última visita: 29/08/06)
- [URL 12] “IEEE 802.11”
http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
(última visita: 09/03/12)
- [URL 13] “Ventajas y desventajas del estándar 802.11n”
<http://www.lacuevawifi.com/CompraWifi/2010/09/29/ventajas-y-desventajas-del-estandar-802-11n/>
(última visita: 29/09/10)
- [URL 14] “La alianza WiFi anuncia la lista de productos 802.11n certificados”
<http://gizmologia.com/2007/05/la-alianza-wifi-anuncia-la-lista-de-productos-80211n-certificados>
(última visita: 16/05/07)
- [URL 15] “MIMO (Multiple-input Multiple-output)”
<http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO>
(última visita: 22/02/12)
- [URL 16] “¿Cómo funciona MIMO?”
<http://www.eveliux.com/mx/mimo-la-proxima-generacion-de-la-tecnologia-wifi.php>
(última visita: 01/12/05)

- [URL 17] HORNO, José Javier, Proyecto Final de Carrera “Redes de Área Local Inalámbricas: Diseño de la WLAN de Wheelers Lane Technology College”. Universidad de Sevilla, Marzo 2008.
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11579/fichero/g.+Cap%C3%ADtulo+3+-+Tecnolog%C3%ADa+MIMO.pdf>
(última visita: 03/08)
- [URL 18] “Wireless. Seguridad y Tecnología”
<http://www.hispazone.com/Guia/154/3/Wireless-Seguridad-y-Tecnologia-Soluciones-MIMO.html>
(última visita: 08/01/06)
- [URL 19] “Tipos de antenas WIFI”
<http://www.opcionweb.com/index.php/2008/03/04/tipos-de-antenas-wifi/>
(última visita: 04/03/08)
- [URL 20] “Tipos d Protocolos de seguridad en redes inalámbricas”
<http://www.saulo.net/pub/inv/SegWiFi-art.htm>
(última visita: 07/06/04)
- [URL 21] “Mapa del Centro Histórico de Trujillo”
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CentroHistoricTrujilloMap2.jpg?uselang=es>
(última visita: 29/06/12)
- [URL 22] “Tecnologías inalámbricas”
<http://ficus.pntic.mec.es/asab0038/index.php?/archives/15-Tecnologias-inalambricas.html>
(última visita: 12/01/08)
- [URL 23] “Transmisión de datos”
<http://www.slideshare.net/alexandersanche/comunicacion-y-transmision-de-datos>
(última visita: 24/08/09)
- [URL 24] “Glosario de términos”
<http://www.abanet.net/glosario.html>
(última visita: 28/06/12)