

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

**CONSTRUCCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA RED WIFI  
MESH DE EXTERIOR EN EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES**

**PRESENTA:**

**YENIFER BAEZ FIERRO**

**NOMBRE DEL ASESOR:**

**LUCÍA MUÑOZ DÁVILA**

APIZACO, TLAX., FEBRERO DEL 2026



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
Sistemas y Computación

Apizaco, Tlaxcala, 12 de septiembre de 2022.

OFICIO No: SC/OPV/123/22

**ASUNTO:** Liberación de proyecto  
para titulación integral

**ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA**  
**JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E.**

POR ESTE MEDIO LE INFORMO QUE HA SIDO LIBERADO EL SIGUIENTE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL.

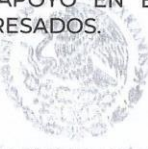
|                      |                                                                                                                                     |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOMBRE DEL EGRESADO: | YENIFER BAEZ FIERRO                                                                                                                 |
| CARRERA:             | INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES                                                                        |
| NO. DE CONTROL:      | 17370995                                                                                                                            |
| NOMBRE DEL PROYECTO: | CONSTRUCCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA RED WIFI MESH DE EXTERIOR EN EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO |
| PRODUCTO U OPCIÓN:   | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL                                                                               |

AGRADEZCO DE ANTEMANO SU VALIOSO APOYO EN ESTA IMPORTANTE ACTIVIDAD PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE NUESTROS EGRESADOS.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

  
**SAÚL OLAF LOAIZA MELÉNDEZ**  
**JEFE DEL DEPTO. DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

c.c.p. División de Estudios Profesionales  
c.c.p. Depto de Servicios Escolares  
c.c.p. Archivo  
SOLM/mpm\*

  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DEPARTAMENTO DE  
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

  
**LUCÍA MUÑOZ DÁVILA**  
NOMBRE Y FIRMA DEL  
ASESOR INTERNO



Carretera Apizaco-Tzompantepec, esquina con Av. Instituto Tecnológico S/N,  
Conurbado Apizaco-Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 115,  
e-mail: sistemas@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



**2022** *Ricardo Flores*  
*Año de Magón*  
RECONOCIMIENTO A LA REVOLUCIÓN MEXICANA



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 12/junio/2023  
**No. OFICIO: DEP-CT/444/2023**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

**YENIFER BAEZ FIERRO**  
**EGRESADA DE LA CARRERA DE**  
**INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES**  
**CON NÚMERO DE CONTROL: 17370995**  
**P R E S E N T E**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"CONSTRUCCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UNA RED WIFI MEXH DE EXTERIOR EN EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

### **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Sin otro particular por el momento, le envié un cordial saludo.

### **ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**MARTÍN ROJAS RAMÍREZ**

**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



c.p. archivo



ESTABLECIMIENTO  
TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304,  
e-mail: dep\_titulación@apizaco.tecnm.mx



**2023**  
**ANO DE**  
**Francisco**  
**VILLA**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible este trabajo y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. Estas palabras son para ustedes. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo, pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras para agradecerles las incontables veces que me brindaron su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano

A mis familiares por llenarme de alegría día tras día, por todos los consejos brindados, por compartir horas y horas de películas, series y mucho más.

A mis amigos. Con todos los que compartí dentro y fuera de las aulas. Algunos que se convirtieron en amigos de toda la vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

A mis docentes, en especial a la Mtra. Lucía Muñoz Dávila asesora de documentación quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y profesionalismo.

Al Lic. Wilfredo Venegas Cruz más que un licenciado, un gran amigo, con sus conocimientos y su gran trayectoria, ha logrado ser un gran apoyo en la culminación de mis estudios con éxito.

Y por supuesto a mi querido Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guía.

## **Resumen**

Este trabajo tiene por objeto construir y configurar una red wifi mesh exterior en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco esto permitirá que el alumno desarrolle habilidades y este mas interconectado con actividades hibridas, de esta manera desarrolla de una manera más eficiente sus habilidades blandas y técnicas.

Aunado a lo anterior, el desarrollo de una Interfaz Wiegand 26/Ethernet que permite utilizar un dispositivo con protocolo de salida específico, como es Wiegand 26, dentro de una red informática. Esto permite que cualquier tipo de lector utilizado para el reconocimiento de personas, con salida Wiegand 26, se pueda conectar a una red. La red establece una conversión de protocolos a través de un microcontrolador PIC 18F97J60. Este último cuenta con un controlador Ethernet interno, el cual se encarga de la comunicación de este tipo. La pila TCP/IP de Microchip utilizada para las comunicaciones Ethernet del microcontrolador brinda una importante cantidad de funciones para utilizar en la red Mesh, tales como emplear una interfaz correcta como un servidor web; enviar mails; ser servidor o cliente en una conexión Cliente-Servidor, etc. Haciendo uso de las herramientas presentadas y utilizando las habilidades adquiridas a lo largo de su carrera profesional.

Cabe señalar que, un programa servidor como terminal de salida se desarrolló la Interfaz Wiegand 26/Ethernet Resultando de esta manera una red sofisticada, económicamente accesible, utilizando exclusivamente componentes de bajo costo disponibles en plaza, aplicable a cubrir necesidades de control de personal como así también otras posibles utilidades para el mismo.

## Índice

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Agradecimientos .....</b>                                                                        | <b>3</b>  |
| <b>Resumen .....</b>                                                                                | <b>4</b>  |
| <b>Índice .....</b>                                                                                 | <b>5</b>  |
| <b>Introducción .....</b>                                                                           | <b>12</b> |
| <b>Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante .....</b> | <b>13</b> |
| <b>Problemática .....</b>                                                                           | <b>13</b> |
| <b>Objetivos Generales y Específicos .....</b>                                                      | <b>14</b> |
| <b>Justificación .....</b>                                                                          | <b>14</b> |
| <b>Fundamentos teóricos.....</b>                                                                    | <b>15</b> |
| Redes de Computadoras - ¿Qué es una red? .....                                                      | 15        |
| Objetivos de las Redes .....                                                                        | 15        |
| Características de la Redes .....                                                                   | 16        |
| Componentes básicos de una red .....                                                                | 17        |
| Tipos de Redes .....                                                                                | 18        |
| Topología de red.....                                                                               | 20        |
| Estándares de Comunicación .....                                                                    | 21        |
| El LLC provee los siguientes servicios: .....                                                       | 21        |
| Modelo OSI .....                                                                                    | 23        |
| Modelo TCP/IP .....                                                                                 | 25        |
| Dispositivos de Red .....                                                                           | 26        |
| Dispositivos de Seguridad .....                                                                     | 27        |
| Redes Privadas Virtuales VPN .....                                                                  | 28        |
| La seguridad en un nodo .....                                                                       | 28        |
| Sistema operativo FortiOS 7.2 .....                                                                 | 29        |
| Red Mesh .....                                                                                      | 29        |
| Nodo de Malla Inalámbrica .....                                                                     | 30        |
| Protocolos .....                                                                                    | 30        |
| Clasificación de protocolos .....                                                                   | 30        |
| Protocolos de redes inalámbricas .....                                                              | 31        |
| Protocolos de Redes Mesh y Mediciones .....                                                         | 33        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Protocolos de enrutamiento Mesh - Ejemplos .....                                                                                                                                                                                                                                                        | 34         |
| Hardware para una red Mesh.....                                                                                                                                                                                                                                                                         | 34         |
| Simuladores .....                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 36         |
| Marco Conceptual .....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 37         |
| Redes Libres .....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 37         |
| Configuraciones existentes .....                                                                                                                                                                                                                                                                        | 38         |
| Marco Legal .....                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 39         |
| Derecho Moral .....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 39         |
| Registro del Derecho de autor .....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40         |
| Marco Legal en las Redes Mesh .....                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40         |
| La Agencia Nacional Del Espectro y el Ministerio TIC .....                                                                                                                                                                                                                                              | 41         |
| ¿El uso de frecuencias Electromagnéticas requiere de licencia? .....                                                                                                                                                                                                                                    | 41         |
| ¿El Espectro Electromagnético perjudica la salud? .....                                                                                                                                                                                                                                                 | 42         |
| Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético .....                                                                                                                                                                                                                                        | 42         |
| Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético Internacionalmente .....                                                                                                                                                                                                                     | 43         |
| Uso Libre del Espectro Electromagnético .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 44         |
| Modelo de Red .....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44         |
| Zona de administración .....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 50         |
| Nodos .....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50         |
| Usuarios .....                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 50         |
| Simulación .....                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 51         |
| Resultados, planos, grafica, prototipo, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros. Solo para proyectos que por su naturaleza lo requieran: estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico. .... | 56         |
| <i>Procedimientos y descripción de las actividades realizadas .....</i>                                                                                                                                                                                                                                 | <i>102</i> |
| <i>Conclusiones de proyecto, recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida. ....</i>                                                                                                                                                                                                     | <i>103</i> |
| <i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas .....</i>                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>103</i> |
| <i>Referencias .....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>103</i> |

## *Índice de figuras*

|                                                                                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1 Diagrama de una red mesh total simple.....</b>                                                                                                                                      | <b>29</b> |
| <b>Figura 2 Diagrama de una red mesh parcial .....</b>                                                                                                                                          | <b>30</b> |
| <b>Figura 3 Protocolo TCP .....</b>                                                                                                                                                             | <b>30</b> |
| <b>Figura 4 MeeshNode .....</b>                                                                                                                                                                 | <b>35</b> |
| <b>Figura 5 MeshNode III .....</b>                                                                                                                                                              | <b>35</b> |
| <b>Figura 6 Linksys WRT54G, GS, GL .....</b>                                                                                                                                                    | <b>35</b> |
| <b>Figura 7 Bild: augsburg.freifunk.net CC-SA .....</b>                                                                                                                                         | <b>36</b> |
| <b>Figura 8 Mapero del portsl FreifunkBerlin .....</b>                                                                                                                                          | <b>36</b> |
| <b>Figura 9 Problemas al solucionar <a href="http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital-plan/introduccion">http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital-plan/introduccion</a> .....</b> | <b>38</b> |
| <b>Figura 10 Nombrando el proyecto como Mesh Final .....</b>                                                                                                                                    | <b>46</b> |
| <b>Figura 11 Se cargan las características del proyecto.....</b>                                                                                                                                | <b>46</b> |
| <b>Figura 12 Seleccione Technology .....</b>                                                                                                                                                    | <b>46</b> |
| <b>Figura 13 Tamaño entre cuadrantes .....</b>                                                                                                                                                  | <b>46</b> |
| <b>Figura 14 Modelo mesh .....</b>                                                                                                                                                              | <b>47</b> |
| <b>Figura 15 Modelado mesh .....</b>                                                                                                                                                            | <b>47</b> |
| <b>Figura 16 Aplicación proxy .....</b>                                                                                                                                                         | <b>47</b> |
| <b>Figura 17 Descripción del proxy .....</b>                                                                                                                                                    | <b>48</b> |
| <b>Figura 18 Nombrar el nodo 3 .....</b>                                                                                                                                                        | <b>48</b> |
| <b>Figura 19 Configuración del HTTP .....</b>                                                                                                                                                   | <b>48</b> |
| <b>Figura 20 Configuración del nodo 0 .....</b>                                                                                                                                                 | <b>49</b> |
| <b>Figura 21 Colocar la cantidad de bps .....</b>                                                                                                                                               | <b>49</b> |
| <b>Figura 22 Seleccionar protocolo a utilizar .....</b>                                                                                                                                         | <b>49</b> |
| <b>Figura 23 Administrar la red .....</b>                                                                                                                                                       | <b>50</b> |
| <b>Figura 24 Disponibilidad de la red .....</b>                                                                                                                                                 | <b>50</b> |
| <b>Figura 25 Zona de conectividad .....</b>                                                                                                                                                     | <b>51</b> |
| <b>Figura 26 Simulación de una hora de trafico .....</b>                                                                                                                                        | <b>51</b> |
| <b>Figura 27 Estadística global.....</b>                                                                                                                                                        | <b>52</b> |
| <b>Figura 28 Estadística global.....</b>                                                                                                                                                        | <b>52</b> |
| <b>Figura 29 Trafico de usuarios .....</b>                                                                                                                                                      | <b>53</b> |
| <b>Figura 30 Trafico de usuarios del nodo 0 .....</b>                                                                                                                                           | <b>53</b> |
| <b>Figura 31 Trafico de usuarios del nodo 2 .....</b>                                                                                                                                           | <b>53</b> |
| <b>Figura 32 Trafico de datos en el nodo 3 .....</b>                                                                                                                                            | <b>54</b> |
| <b>Figura 33 Paquetes de servidor .....</b>                                                                                                                                                     | <b>54</b> |
| <b>Figura 34 Servidor HTTP .....</b>                                                                                                                                                            | <b>54</b> |
| <b>Figura 35 Tabla de enrutamiento del nodo A .....</b>                                                                                                                                         | <b>55</b> |
| <b>Figura 36 Tabla de enrutamiento del nodo B .....</b>                                                                                                                                         | <b>55</b> |
| <b>Figura 37 Tabla de enrutamiento del nodo C .....</b>                                                                                                                                         | <b>55</b> |
| <b>Figura 38 Tabla de enrutamiento del nodo D .....</b>                                                                                                                                         | <b>56</b> |
| <b>Figura 39 Verificación del Firewall .....</b>                                                                                                                                                | <b>56</b> |
| <b>Figura 40 Centro de información .....</b>                                                                                                                                                    | <b>57</b> |
| <b>Figura 41 Edificio R .....</b>                                                                                                                                                               | <b>57</b> |
| <b>Figura 42 Edificio del ITA .....</b>                                                                                                                                                         | <b>57</b> |

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 43 Edificio del ITA .....</b>             | <b>57</b> |
| <b>Figura 44 Edificio del ITA .....</b>             | <b>58</b> |
| <b>Figura 45 Edificio del ITA .....</b>             | <b>58</b> |
| <b>Figura 46 Edificio del ITA .....</b>             | <b>58</b> |
| <b>Figura 47 Edificio del ITA .....</b>             | <b>58</b> |
| <b>Figura 48 Edificio del ITA .....</b>             | <b>59</b> |
| <b>Figura 49 Edificio del ITA .....</b>             | <b>59</b> |
| <b>Figura 50 Edificio del ITA .....</b>             | <b>59</b> |
| <b>Figura 51 Edificio del ITA .....</b>             | <b>59</b> |
| <b>Figura 52 Edificio del ITA .....</b>             | <b>60</b> |
| <b>Figura 53 Edificio del ITA .....</b>             | <b>60</b> |
| <b>Figura 54 Edificio del ITA .....</b>             | <b>60</b> |
| <b>Figura 55 Edificio del ITA .....</b>             | <b>60</b> |
| <b>Figura 56 Edificio del ITA .....</b>             | <b>61</b> |
| <b>Figura 57 Edificio del ITA .....</b>             | <b>61</b> |
| <b>Figura 58 Edificio del ITA .....</b>             | <b>61</b> |
| <b>Figura 59 Edificio del ITA .....</b>             | <b>61</b> |
| <b>Figura 60 Edificio del ITA .....</b>             | <b>62</b> |
| <b>Figura 61 Edificio del ITA .....</b>             | <b>62</b> |
| <b>Figura 62 Configuración del edificio Q .....</b> | <b>62</b> |
| <b>Figura 63 Utilización del canal .....</b>        | <b>63</b> |
| <b>Figura 64 Overview .....</b>                     | <b>63</b> |
| <b>Figura 65 Uplink .....</b>                       | <b>63</b> |
| <b>Figura 66 Radio .....</b>                        | <b>64</b> |
| <b>Figura 67 Segundo radio .....</b>                | <b>64</b> |
| <b>Figura 68 WLANS .....</b>                        | <b>64</b> |
| <b>Figura 69 UAP edificio R .....</b>               | <b>65</b> |
| <b>Figura 70 Canal del R .....</b>                  | <b>65</b> |
| <b>Figura 71 Overview del R .....</b>               | <b>65</b> |
| <b>Figura 72 Uplink del R .....</b>                 | <b>65</b> |
| <b>Figura 73 Downlinks del R .....</b>              | <b>66</b> |
| <b>Figura 74 Radio del R .....</b>                  | <b>66</b> |
| <b>Figura 75 Radio del R .....</b>                  | <b>66</b> |
| <b>Figura 76 WLANS del R .....</b>                  | <b>66</b> |
| <b>Figura 77 Trafico de red .....</b>               | <b>67</b> |
| <b>Figura 78 Edificio Z planta baja .....</b>       | <b>67</b> |
| <b>Figura 79 Overview del Z planta baja .....</b>   | <b>68</b> |
| <b>Figura 80 Uplink del Z planta baja .....</b>     | <b>68</b> |
| <b>Figura 81 Radio del Z planta baja .....</b>      | <b>68</b> |
| <b>Figura 82 UAP- AC-M:832C .....</b>               | <b>69</b> |
| <b>Figura 83 WLANS del Z planta baja .....</b>      | <b>69</b> |
| <b>Figura 84 Red del edificio Y .....</b>           | <b>69</b> |
| <b>Figura 85 Overview del Y .....</b>               | <b>70</b> |
| <b>Figura 86 Uplink del Y .....</b>                 | <b>70</b> |

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 87 Radio del Y .....</b>                    | <b>70</b> |
| <b>Figura 88 Radio del Y .....</b>                    | <b>71</b> |
| <b>Figura 89 WLANS del Y .....</b>                    | <b>71</b> |
| <b>Figura 90 Red del Y .....</b>                      | <b>71</b> |
| <b>Figura 91 Edificio Y1 .....</b>                    | <b>71</b> |
| <b>Figura 92 Canal del Y1 .....</b>                   | <b>71</b> |
| <b>Figura 93 Overview del Y1 .....</b>                | <b>72</b> |
| <b>Figura 94 Uplink del Y1 .....</b>                  | <b>72</b> |
| <b>Figura 95 Radio del Y1 .....</b>                   | <b>72</b> |
| <b>Figura 96 Radio del Y1 .....</b>                   | <b>73</b> |
| <b>Figura 97 WLANS del Y1 .....</b>                   | <b>73</b> |
| <b>Figura 98 Edificio R2 .....</b>                    | <b>73</b> |
| <b>Figura 99 Diagnostico del R2 .....</b>             | <b>73</b> |
| <b>Figura 100 Canal del R2 .....</b>                  | <b>74</b> |
| <b>Figura 101 Overview del R2 .....</b>               | <b>74</b> |
| <b>Figura 102 Uplink del R2 .....</b>                 | <b>74</b> |
| <b>Figura 103 Radio del R2 .....</b>                  | <b>74</b> |
| <b>Figura 104 Radio del R2 .....</b>                  | <b>75</b> |
| <b>Figura 105 WLANS del R2 .....</b>                  | <b>75</b> |
| <b>Figura 106 Diagnostico del R2 .....</b>            | <b>75</b> |
| <b>Figura 107 Edificio P .....</b>                    | <b>76</b> |
| <b>Figura 108 Diagnostico del P .....</b>             | <b>76</b> |
| <b>Figura 109 Canal del P .....</b>                   | <b>76</b> |
| <b>Figura 110 Overview del P .....</b>                | <b>76</b> |
| <b>Figura 111 Uplink del P .....</b>                  | <b>77</b> |
| <b>Figura 112 Radio del P .....</b>                   | <b>77</b> |
| <b>Figura 113 Radio del P .....</b>                   | <b>77</b> |
| <b>Figura 114 WLANS del P .....</b>                   | <b>78</b> |
| <b>Figura 115 Edificio R3 .....</b>                   | <b>78</b> |
| <b>Figura 116 Diagnostico del R3 .....</b>            | <b>78</b> |
| <b>Figura 117 Canal del R3 .....</b>                  | <b>78</b> |
| <b>Figura 118 Overview del R3 .....</b>               | <b>79</b> |
| <b>Figura 119 Uplink del R3 .....</b>                 | <b>79</b> |
| <b>Figura 120 Radio del R3 .....</b>                  | <b>79</b> |
| <b>Figura 121 Radio del R3 .....</b>                  | <b>80</b> |
| <b>Figura 122 WLANS del R3 .....</b>                  | <b>80</b> |
| <b>Figura 123 Edificio Z planta baja .....</b>        | <b>80</b> |
| <b>Figura 124 Diagnostico del Z planta baja .....</b> | <b>80</b> |
| <b>Figura 125 Canal del Z planta baja .....</b>       | <b>81</b> |
| <b>Figura 126 Overview del Z planta baja .....</b>    | <b>81</b> |
| <b>Figura 127 Uplink del Z planta baja .....</b>      | <b>81</b> |
| <b>Figura 128 Radio del Z planta baja .....</b>       | <b>81</b> |
| <b>Figura 129 Radio del Z planta baja .....</b>       | <b>82</b> |
| <b>Figura 130 WLANS del Z planta baja .....</b>       | <b>82</b> |

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 131 Diagnostico del Z planta baja .....</b>         | <b>82</b> |
| <b>Figura 132 Edificio Z planta baja .....</b>                | <b>82</b> |
| <b>Figura 133 Diagnostico del Z planta baja .....</b>         | <b>83</b> |
| <b>Figura 134 Canal del Z planta baja .....</b>               | <b>83</b> |
| <b>Figura 135 Overview del Z planta baja .....</b>            | <b>83</b> |
| <b>Figura 136 Uplink del Z planta baja .....</b>              | <b>83</b> |
| <b>Figura 137 Radio del Z planta baja .....</b>               | <b>84</b> |
| <b>Figura 138 Radio del Z planta baja .....</b>               | <b>84</b> |
| <b>Figura 139 WLANS del Z planta baja .....</b>               | <b>84</b> |
| <b>Figura 140 Diagnostico del Z planta baja .....</b>         | <b>85</b> |
| <b>Figura 141 Z1 planta baja .....</b>                        | <b>85</b> |
| <b>Figura 142 Diagnostico del Z1 planta baja .....</b>        | <b>85</b> |
| <b>Figura 143 Canal del Z1 planta baja .....</b>              | <b>85</b> |
| <b>Figura 144 Overview del Z1 planta baja .....</b>           | <b>86</b> |
| <b>Figura 145 Uplink del Z1planta baja .....</b>              | <b>86</b> |
| <b>Figura 146 Radio del Z1 planta baja .....</b>              | <b>86</b> |
| <b>Figura 147 Radio del Z1 planta baja .....</b>              | <b>86</b> |
| <b>Figura 148 WLANS del Z1 planta baja .....</b>              | <b>87</b> |
| <b>Figura 149 Edificio R .....</b>                            | <b>87</b> |
| <b>Figura 150 Diagnostico del R .....</b>                     | <b>87</b> |
| <b>Figura 151 Canal del R .....</b>                           | <b>87</b> |
| <b>Figura 152 Overview del R .....</b>                        | <b>87</b> |
| <b>Figura 153 Uplink del R .....</b>                          | <b>88</b> |
| <b>Figura 154 Radio del R .....</b>                           | <b>88</b> |
| <b>Figura 155 Radio del R .....</b>                           | <b>88</b> |
| <b>Figura 156 WLANS del R .....</b>                           | <b>88</b> |
| <b>Figura 157 Centro de información .....</b>                 | <b>89</b> |
| <b>Figura 158 Diagnostico del centro de información .....</b> | <b>89</b> |
| <b>Figura 159 Canal del centro de información .....</b>       | <b>89</b> |
| <b>Figura 160 Overview del centro de información .....</b>    | <b>89</b> |
| <b>Figura 161 Uplink del centro de información .....</b>      | <b>90</b> |
| <b>Figura 162 Radio del centro de información .....</b>       | <b>90</b> |
| <b>Figura 163 Radio del centro de información .....</b>       | <b>90</b> |
| <b>Figura 164 VLANS del centro de información .....</b>       | <b>90</b> |
| <b>Figura 165 Tráfico del centro de información .....</b>     | <b>91</b> |
| <b>Figura 166 Edificio J .....</b>                            | <b>91</b> |
| <b>Figura 167 Diagnostico del J .....</b>                     | <b>91</b> |
| <b>Figura 168 Canal del J .....</b>                           | <b>91</b> |
| <b>Figura 169 Overview del J .....</b>                        | <b>92</b> |
| <b>Figura 170 Uplink del J .....</b>                          | <b>92</b> |
| <b>Figura 171 Radio del J .....</b>                           | <b>92</b> |
| <b>Figura 172 Radio del J .....</b>                           | <b>93</b> |
| <b>Figura 173 WLANS del J .....</b>                           | <b>93</b> |
| <b>Figura 174 CI (centro de información) .....</b>            | <b>93</b> |

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 175 Canal del CI .....</b>                         | <b>93</b>  |
| <b>Figura 176 Overview del CI .....</b>                      | <b>94</b>  |
| <b>Figura 177 Uplink del CI .....</b>                        | <b>94</b>  |
| <b>Figura 178 Radio del CI .....</b>                         | <b>94</b>  |
| <b>Figura 179 Radio del CI .....</b>                         | <b>95</b>  |
| <b>Figura 180 VLANs del CI .....</b>                         | <b>95</b>  |
| <b>Figura 181 Edificio T .....</b>                           | <b>95</b>  |
| <b>Figura 182 Diagnostico del T .....</b>                    | <b>95</b>  |
| <b>Figura 183 Canal del T .....</b>                          | <b>96</b>  |
| <b>Figura 184 Overview del T .....</b>                       | <b>96</b>  |
| <b>Figura 185 Uplink del T .....</b>                         | <b>96</b>  |
| <b>Figura 186 Radio del T.....</b>                           | <b>96</b>  |
| <b>Figura 187 Radio del T .....</b>                          | <b>97</b>  |
| <b>Figura 188 WLANs del T .....</b>                          | <b>97</b>  |
| <b>Figura 189 Tráfico del T .....</b>                        | <b>97</b>  |
| <b>Figura 190 Centro de información 1 .....</b>              | <b>97</b>  |
| <b>Figura 191 Diagnostico del CI 1 .....</b>                 | <b>98</b>  |
| <b>Figura 192 Canal del CI 1 .....</b>                       | <b>98</b>  |
| <b>Figura 193 Overview del CI 1 .....</b>                    | <b>98</b>  |
| <b>Figura 194 Uplink del CI 1 .....</b>                      | <b>98</b>  |
| <b>Figura 195 Radio 1 del CI 1 .....</b>                     | <b>99</b>  |
| <b>Figura 196 Radio 2 del CI 1 .....</b>                     | <b>99</b>  |
| <b>Figura 197 WLANs del CI 1 .....</b>                       | <b>99</b>  |
| <b>Figura 198 Edificio T1 .....</b>                          | <b>99</b>  |
| <b>Figura 199 Diagnostico del T1 .....</b>                   | <b>100</b> |
| <b>Figura 200 Canal del edificio T1 .....</b>                | <b>100</b> |
| <b>Figura 201 Overview del T1 .....</b>                      | <b>100</b> |
| <b>Figura 202 Uplink del T1 .....</b>                        | <b>100</b> |
| <b>Figura 203 Radio 1 del T1 .....</b>                       | <b>101</b> |
| <b>Figura 204 Radio 2 del T1 .....</b>                       | <b>101</b> |
| <b>Figura 205 WLANs del T1 .....</b>                         | <b>101</b> |
| <b>Figura 206 Tráfico en general de la red mesh.....</b>     | <b>101</b> |
| <b>Figura 207 Antenas dadas de alta de la red mesh .....</b> | <b>102</b> |

## Introducción

Este trabajo tiene por objeto construir y configurar una red wifi mesh exterior en el Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Apizaco esto permitirá que el alumno desarrolle habilidades y este mas interconectado con actividades hibridas, de esta manera desarrolla de una manera más eficiente sus habilidades blandas y técnicas.

Aunado a lo anterior, el desarrollo de una Interfaz Wiegand 26/Ethernet que permite utilizar un dispositivo con protocolo de salida específico, como es Wiegand 26, dentro de una red informática. Esto permite que cualquier tipo de lector utilizado para el reconocimiento de personas, con salida Wiegand 26, se pueda conectar a una red. La red establece una conversión de protocolos a través de un microcontrolador PIC 18F97J60. Este último cuenta con un controlador Ethernet interno, el cual se encarga de la comunicación de este tipo. La pila TCP/IP de Microchip utilizada para las comunicaciones Ethernet del microcontrolador brinda una importante cantidad de funciones para utilizar en la red Mesh, tales como emplear una interfaz correcta como un servidor web; enviar mails; ser servidor o cliente en una conexión Cliente-Servidor, etc. Haciendo uso de las herramientas presentadas y utilizando las habilidades adquiridas a lo largo de su carrera profesional.

Cabe señalar que, un programa servidor como terminal de salida se desarrolló la Interfaz Wiegand 26/Ethernet Resultando de esta manera una red sofisticada, económicamente accesible, utilizando exclusivamente componentes de bajo costo disponibles en plaza, aplicable a cubrir necesidades de control de personal como así también otras posibles utilidades para el mismo.

## **Descripción de la empresa u organización**

### **INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA**

**Lugar donde se realizará el proyecto:** Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco- Centro de Cómputo.

**Ubicación:** Carretera Apizaco – Tzompantepec, esquina con Av. Instituto Tecnológico S/N, Conurbado Apizaco - Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90300

**Teléfono:** 01-241-4172010 ext. 121

Es una Institución de Servicios de Educación Superior Tecnológica comprometida en la formación de profesionales, que responde a los requerimientos de desarrollo Económico, Científico, Social y Cultural que demanda nuestro entorno, a través de la adecuada integración de nuestros recursos.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, desde hace más de cuatro décadas, se ha dedicado a propiciar alternativas reales y sustentables para la juventud de la región. Es una Institución que pertenece al Tecnológico Nacional de México, del cual formamos parte más de 261 Tecnológicos distribuidos en los 32 estados del país.

El Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco ofrece en su formación educativa 9 Ingenierías, 3 Maestrías y un Doctorado cuyas matrículas abarcan de manera integral una formación general básica que incluye el fortalecimiento científico y metodológico; todas las carreras cuentan con especialidades diseñadas que atienden las necesidades de los sectores productivo y social. Los planes de estudio están basados en una estructura genérica, una especialidad y una residencia profesional.

## **Problemática**

El siguiente proyecto pretende resolver la problemática que tienen los alumnos en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco sobre la conexión a internet, para esto se propone construir una red Wifi Mesh de manera exterior, donde se configurarán las antenas Mesh dentro de la controladora correspondiente para el adecuado funcionamiento de la red inalámbrica, así mismo se documentará el proceso de implementación. Esta red se considera apta para mejorar la conectividad a la red wifi.

## **Objetivos Generales y Específicos**

### **Objetivo General:**

Construir y configurar una red Wifi Mesh de exterior en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco.

### **Objetivos Específicos:**

- Documentar las características de la infraestructura de red Wifi existente.
- Desarrollar la propuesta de construcción de la red Wifi Mesh de exterior.
- Instalar y configurar las antenas Mesh. • Realizar la documentación correspondiente.

## **Justificación**

En el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, las redes de comunicaciones Wifi que existen se componen de puntos de acceso independientes, este tipo de red tienen desventajas como problemas de compatibilidad, menor potencia o tener que cambiar de punto de acceso conforme el usuario se va moviendo, por lo que se ha vuelto necesario construir y modificar el tipo de conexión a la red Wifi a una que pueda proporcionar mejores prestaciones.

Una red Wifi de tipo Mesh es una red compuesta por un router y puntos de acceso que se comunican entre ellos para conformar de cara al usuario una única red Wifi con el mismo SSID y contraseña. Este tipo de red Wifi permitirá proporcionar un servicio de mayor calidad a los usuarios de la Institución.

## Fundamentos teóricos

El presente trabajo involucra el conocimiento de referentes básicos de la teoría de la comunicación, funcionalidad de redes y estructuración de protocolos según modelo descriptivo de referencia OSI/ISO junto con las normativas de seguridad, que condicionan y garantizan la integridad en la prestación de servicios de las redes MESH; se detallan a continuación los elementos teóricos que constituyen la base del presente trabajo:

### Redes de Computadoras - ¿Qué es una red?

La definición más clara de una red es la de un sistema de comunicaciones, ya que permite comunicarse con otros usuarios, compartir archivos y periféricos. Es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y les permite intercambiar información entendiéndose como un conjunto interconectado de computadoras autónomas. Así que se dice que dos computadoras están interconectadas, si éstas son capaces de intercambiar información. La conexión no necesita hacerse a través de un hilo de cobre, también puede hacerse mediante el uso de láser, microondas y satélites de comunicación. (Teresa Guarda, 2021)

### Objetivos de las Redes

Son muchas las organizaciones que cuentan con un número considerable de computadoras en operación y con frecuencia alejadas unas de otras. Por ejemplo, una compañía con varias fábricas puede tener una computadora en cada una de ellas para mantener un seguimiento de inventarios, observar la productividad y llevar la nómina local.

Inicialmente cada una de estas computadoras puede haber estado trabajando en forma aislada de las demás, pero, en algún momento, la administración puede decidir interconectarlos para tener así la capacidad de extraer y correlacionar información referente a toda la compañía.

El objetivo básico es compartir recursos, es decir hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que lo solicite, sin importar la localización del recurso y del usuario.

Un segundo objetivo es proporcionar una alta fiabilidad, al contar con fuentes alternativas de suministro. Todos los archivos podrían duplicarse en dos o tres máquinas, de tal manera que, si una no se encuentra disponible, podría utilizarse algunas de las copias. La presencia de múltiples CPU significa que, si una de ellas deja de funcionar, las otras pueden ser capaces de encargarse de su trabajo, aunque se tenga un rendimiento global menor.

Otro objetivo es el ahorro económico. Las grandes máquinas tienen una rapidez mucho mayor. Una red de computadoras puede proporcionar un poderoso medio de comunicación entre personas que

se encuentran muy alejadas entre sí. Por ejemplo, con el empleo de una red es relativamente fácil para dos personas, que viven en lugares separados, escribir un informe juntos. (Yuzo Iano, 2021)

## Características de la Redes

Los sistemas operativos sofisticados de red local como el NetWare Novell ofrecen un amplio rango de servicios. Aquí se citarán algunas características principales:

- **Servicios de archivos:** Las redes y servidores trabajan con archivos. El administrador controla los accesos a archivos y directorios. Se debe tener un buen control sobre la copia, almacenamiento y protección de los archivos.
- **Compartir recursos:** En los sistemas dedicados como NetWare, los dispositivos compartidos, como los discos fijos y las impresoras, están ligados al servidor de archivos, o en todo caso, a un servidor especial de impresión.
- **SFT (Sistema de tolerancia a fallas):** Permite que exista un cierto grado de supervivencia de la red, aunque fallen algunos de los componentes del servidor. Así si contamos con un segundo disco fijo, todos los datos del primer disco se guardan también en el de reserva, pudiendo usarse el segundo si falla el primero.
- **Sistema de Control de Transacciones:** Es un método de protección de las bases de datos frente a la falta de integridad. Así si una operación falla cuando se escribe en una base de datos, el sistema deshace la transacción y la base de datos vuelve a su estado correcto original.
- **Seguridad:** El administrador de la red es la persona encargada de asignar los derechos de acceso adecuados a la red y las claves de acceso a los usuarios. El sistema operativo con servidor dedicado de Novell es uno de los sistemas más seguros disponibles en el mercado.
- **Acceso Remoto:** Gracias al uso de líneas telefónicas Ud. podrá conectarse a lugares alejados con otros usuarios.
- **Conectividad entre Redes:** Permite que una red se conecta a otra. La conexión habrá de ser transparente para el usuario.
- **Comunicaciones entre usuarios:** Los usuarios pueden comunicarse entre sí fácilmente y enviarse archivos a través de la red.
- **Servidores de impresoras:** Es una computadora dedicada a la tarea de controlar las impresoras de la red. A esta computadora se le puede conectar un cierto número de impresoras, utilizando toda su memoria para gestionar las colas de impresión que almacenará los trabajos de la red. En algunos casos se utiliza un software para compartir las impresoras.
- **Colas de impresión:** Permiten que los usuarios sigan trabajando después de pedir la impresión de un documento. (CursosGratis, 2021)

## Componentes básicos de una red

### **Servidor**

Es una computadora utilizada para gestionar el sistema de archivos de la red, da servicio a las impresoras, controla las comunicaciones y realiza otras funciones. Puede ser dedicado o no dedicado. El sistema operativo de la red está cargado en el disco fijo del servidor, junto con las herramientas de administración del sistema y las utilidades del usuario. La tarea de un servidor dedicado es procesar las peticiones realizadas por la estación de trabajo. Estas peticiones pueden ser de acceso a disco, a colas de impresión o de comunicaciones con otros dispositivos.

La recepción, gestión y realización de estas peticiones puede requerir un tiempo considerable, que se incrementa de forma paralela al número de estaciones de trabajo activas en la red.

Como el servidor gestiona las peticiones de todas las estaciones de trabajo, su carga puede ser muy pesada. Se puede entonces llegar a una congestión, el tráfico puede ser tan elevado que podría impedir la recepción de algunas peticiones enviadas.

Cuanto mayor es la red, resulta más importante tener un servidor con elevadas prestaciones. Se necesitan grandes cantidades de memoria RAM para optimizar los accesos a disco y mantener las colas de impresión. El rendimiento de un procesador es una combinación de varios factores, incluyendo el tipo de procesador, la velocidad, el factor de estados de espera, el tamaño del canal, el tamaño del bus, la memoria caché, así como de otros factores. (Erikc, 2022)

### **Estaciones de Trabajo**

Se pueden conectar a través de la placa de conexión de red y el cableado correspondiente. Los terminales 'tontos' utilizados con las grandes computadoras y minicomputadoras son también utilizadas en las redes, y no poseen capacidad propia de procesamiento. Sin embargo, las estaciones de trabajo son, generalmente, sistemas inteligentes. Los terminales inteligentes son los que se encargan de sus propias tareas de procesamiento, así que cuanto mayor y más rápido sea el equipo, mejor. Los terminales tontos en cambio utilizan el espacio de almacenamiento, así como los recursos disponibles en el servidor. (FernandoG. Tinetti, 2001)

### **Tarjetas de Conexión de Red**

Permiten conectar el cableado entre servidores y estaciones de trabajo. En la actualidad existen numerosos tipos de placas que soportan distintos tipos de cables y topologías de red. Las placas contienen los protocolos y órdenes necesarios para soportar el tipo de red al que está destinada. Muchas tienen memoria adicional para almacenar temporalmente los paquetes de datos enviados y recibidos, mejorando el rendimiento de la red.

La compatibilidad a nivel físico y lógico se convierte en una cuestión relevante cuando se considera el uso de cualquier placa de red. Hay que asegurarse que la placa pueda funcionar en la estación deseada, y de que existen programas controladores que permitan al sistema operativo enlazarlo con sus protocolos y características a nivel físico. (Russo, 2021)

### **Cableado**

Una vez que tenemos las estaciones de trabajo, el servidor y las placas de red, requerimos interconectar todo el conjunto. El tipo de cable utilizado depende de muchos factores, que se mencionarán a continuación:

Los tipos de cableado de red más populares son: par trenzado, cable coaxial y fibra óptica. Además, se pueden realizar conexiones a través de radio o microondas. Cada tipo de cable o método tiene

sus ventajas y desventajas. Algunos son propensos a interferencias, mientras otros no pueden usarse por razones de seguridad.

La velocidad y longitud del tendido son otros factores para tener en cuenta el tipo de cable a utilizar.

Par Trenzado Consiste en dos hilos de cobre trenzado, aislados de forma independiente y trenzados entre sí. El par está cubierto por una capa aislante externa. Entre sus principales ventajas tenemos:

- † Es una tecnología bien estudiada
- † No requiere una habilidad especial para instalación
- † La instalación es rápida y fácil
- † La emisión de señales al exterior es mínima
- † Ofrece alguna inmunidad frente a interferencias, modulación cruzada y corrosión

### **Cable Coaxial**

Se compone de un hilo conductor de cobre envuelto por una malla trenzada plana que hace las funciones de tierra. Entre el hilo conductor y la malla hay una capa gruesa de material aislante, y todo el conjunto está protegido por una cobertura externa.

El cable está disponible en dos espesores:

Cable grueso que soporta largas distancias, pero es más caro.

Cable fino que puede ser más práctico para conectar puntos cercanos.

El cable coaxial ofrece las siguientes ventajas:

- † Soporta comunicaciones en banda ancha y en banda base
- † Es útil para varias señales, incluyendo voz, video y datos
- † Es una tecnología bien estudiada

### **Conexión fibra óptica**

Esta conexión es cara, permite transmitir la información a gran velocidad e impide la intervención de las líneas. Como la señal es transmitida a través de luz, existen muy pocas posibilidades de interferencias eléctricas o emisión de señal. El cable consta de dos núcleos ópticos, uno interno y otro externo, que refractan la luz de forma distinta. La fibra está encapsulada en un cable protector.

Ofrece las siguientes ventajas:

- † Alta velocidad de transmisión
- † No emite señales eléctricas o magnéticas, lo cual redundaría en la seguridad
- † Inmunidad frente a interferencias y modulación cruzada
- † Mayor economía que el cable coaxial en algunas instalaciones
- † Soporta mayores distancias (DGTIC, 2018)

## **Tipos de Redes**

### **Redes Dedicadas o Exclusivas**

Son aquellas que, por motivo de seguridad, velocidad o ausencia de otro tipo de red, conectan dos o más puntos de forma exclusiva. Este tipo de red puede estructurarse en redes punto a punto o redes multipunto. (Carrera, 2017)

### **Redes punto a punto**

Permiten la conexión en línea directa entre terminales y computadoras. La ventaja de este tipo de conexión se encuentra en la alta velocidad de transmisión y la seguridad que presenta al no existir conexión con otros usuarios. Su desventaja sería el precio muy elevado de este tipo de red. (IBM, 2021)

### **Redes multipunto**

Permite la unión de varios terminales a su correspondiente computadora compartiendo una única línea de transmisión. La ventaja consiste en el abaratamiento de su costo, aunque pierde velocidad y seguridad. Este tipo de redes requiere amplificadores y difusores de señal o de multiplexores que permiten compartir líneas dedicadas. (Gadget, 2019)

### **Redes Compartidas**

Son aquellas a las que se une un gran número de usuarios, compartiendo todas las necesidades de transmisión e incluso con transmisiones de otras naturalezas. Las redes más usuales son las de conmutación de paquetes y las de conmutación de circuitos. (G, 2018)

### **Redes de conmutación de paquetes**

Son redes en las que existen nodos de concentración con procesadores que regulan el tráfico de paquetes. (IBM, IBM i, 2020)

### **Redes de conmutación de circuitos**

Son redes en las que los centros de conmutación establecen un circuito dedicado entre dos estaciones que se comunican. (Ortega, 2021)

### **Redes digitales de servicios integrados (RDSI)**

Se basan en desarrollos tecnológicos de conmutación y transmisión digital. La RDSI es una red totalmente digital de uso general capaz de integrar una gran gama de servicios como son la voz, datos, imagen y texto. La RDSI requiere de la instalación de centrales digitales. (IBM, IBM i, 2021)

### **Redes privadas**

Son redes gestionadas por personas particulares, empresas u organizaciones de índole privado. A ellas sólo tienen acceso los terminales de los propietarios. (Denise de Micheli, 2021)

### **Redes públicas**

Son las que pertenecen a organismo estatales, y se encuentran abiertas a cualquier usuario que lo solicite mediante el correspondiente contrato. Por ejemplo: Redes telegráficas, redes telefónicas, redes especiales para transmisión de datos. (Evelio Martinez, 2012)

### **LAN (local área network)**

Es un sistema de comunicación entre computadoras, que permite compartir información y recursos, con la característica de que la distancia entre las computadoras es amplia (de un país a otro, de una ciudad a otra, de un continente a otro).

Es comúnmente dos o más redes de área local interconectadas, generalmente a través de una amplia zona geográfica. Algunas redes de área extendida están conectadas mediante líneas rentadas a la compañía telefónica (destinadas para este propósito), soportes de fibra óptica y, otras por medio de sus propios enlaces terrestres y aéreos de satélite. Las redes de las grandes universidades pueden incluso contar con sus propios departamentos de telecomunicaciones que administran los enlaces entre las instalaciones y los satélites.

Básicamente existen cuatro topologías de red: Estrella (Star), Canal (Bus), Anillo (Ring), Malla (Mesh). (Deni Networks, 2019)

### **CAN (campus área network)**

Es una colección de LANs dispersadas geográficamente dentro de un campus (universitario, oficinas de gobierno, maquilas o industrias) pertenecientes a una misma entidad en un área delimitada en kilómetros. Utiliza comúnmente tecnologías tales como FDDI y Gigabit Ethernet para conectividad a través de medios de comunicación tales como fibra óptica y espectro disperso. (Cloudaflere, 2021)

**MAN (metropolitanareanetwork)**

Es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión tales como fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE), la tecnología de pares de cobre se posiciona como la red más grande del mundo una excelente alternativa para la creación de redes metropolitanas, por su baja latencia (entre 1 y 50ms), gran estabilidad y la carencia de interferencias radioeléctricas, las redes MAN BUCLE, ofrecen velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 45Mbps, 75Mbps, sobre pares de cobre y 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps mediante Fibra Óptica. (Súarez Sarmiento, de Noviembre del 2012)

**WAN (wideareanetwork)**

Es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, proveyendo de servicio a un país o un continente. Un ejemplo de este tipo de redes sería RedIRIS, Internet o cualquier red en la cual no estén en un mismo edificio todos sus miembros (sobre la distancia hay discusión posible). Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de internet (ISP) para proveer de conexión a sus clientes. (Pavón, 2012)

**Topología de red**

Es la forma en que se distribuyen los cables de la red para conectarse con el servidor y con cada una de las estaciones de trabajo.

La topología de una red es similar a un plano de la red dibujado en un papel, ya que se pueden tender cables a cada estación de trabajo y servidor de la red.

La topología determina donde pueden colocarse las estaciones de trabajo, la facilidad con que se tenderá el cable y el corte de todo el sistema de cableado. (Konrad, 2011)

**Red de Estrella**

Conectar un conjunto de computadoras en estrella es uno de los sistemas más antiguos, equivale a tener una computadora central (servidor de archivos o Server), encargada de controlar la información de toda la red. Dicha información abarca desde los mensajes entre usuarios, datos almacenados en un archivo en particular, manipulación de archivos, etc. Para instalar este tipo de red, cada una de las computadoras utilizadas como estaciones de trabajo necesitan de una tarjeta de conexión para lograr la interfaz con la computadora central. (Marcombo, 1983)

**Red en Bus**

Permite conectar a todas las computadoras de la red en una sola línea compartiendo el mismo canal de datos (bus), de ahí su nombre. A fin de poder identificar hacia cuál de las computadoras de toda la red se está dirigiendo, se añade un sufijo al paquete de información, este contiene la dirección de la computadora que debe recibir la información en particular. Cada una de las computadoras revisa el mensaje y compara la dirección de la terminal de recepción, en caso de no ser igual a la propia, se rechaza y en caso de ser igual la dirección, se acepta el mensaje. (Díaz, 2020)

**Red Anillo**

Consiste en unir una serie de computadoras en un circuito cerrado formando un anillo por donde circula la información en una sola dirección, factor que permite tener un control de recepción de mensajes.

La forma interna de comunicación, de una computadora a otra, es similar a la del canal de datos (Bus), sólo que en este caso se le añade la dirección de la computadora que envía el mensaje para que la terminal receptora pueda contestar a la terminal emisora. (A.Barracho, 2020)

### **Red Malla**

Relativa inmunidad a congestiones en el cableado y por averías. Es posible orientar el tráfico por caminos alternativos en caso de que algún nodo esté averiado u ocupado. Suma ventajas a la tecnología token ring, aun con vínculos redundantes. Por políticas de redundancia, que hacen a las seguridades informáticas, agregando cableado estructurado, con mucho lugar en los patchs paneles, para poder seguir creciendo o introducir cambios de ubicación de los equipos clientes sin problemas, con ella evitaremos posibles acosos. (Mendez, 2011)

### **Red Árbol**

Todas las estaciones cuelgan de un ordenador central y se conectan entre ellas a través de los hubs que haya instalados. (Wikipedia La enciclopedia libre , 2022)

### **MESH**

La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores. (Fernandez, 2020) (Javier, 2010)

## **Estándares de Comunicación**

### **Estándares IEEE (Instituto de ingenieros en eléctrica y electrónica)**

El Comité o proyecto 802, del Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica (IEEE) definió los estándares de redes de área local (LAN). La mayoría de los estándares fueron establecidos por el Comité en los 80's cuando apenas comenzaban a surgir las redes entre computadoras personales. Muchos de los siguientes estándares son también Estándares ISO 8802. Por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE es el estándar ISO 8802.3. (Chavez, 2021)

#### **802.1 Definición Internacional de Redes**

Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única. Los vendedores de tarjetas de interfaz de red están registrados y los tres primeros bytes de la dirección son asignados por el IEEE. Cada vendedor es entonces responsable de crear una dirección única para cada uno de sus productos. (Chavez, 2021)

#### **802.2 Control de Enlaces Lógicos**

Define el protocolo de control de enlaces lógicos (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos-Enlace en el protocolo OSI esta subdividida en las subcapas de Control de Acceso a Medios (MAC) y de Control de Enlaces Lógicos (LLC). En Puentes, estas dos capas sirven como un mecanismo de switcheo modular, como se muestra en la figura I-5. El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto nivel para Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios (SAP's), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo. Las SAP's son específicamente las direcciones de una o más procesos de aplicaciones ejecutándose en una computadora o dispositivo de red. (Chavez, 2021)

El LLC provee los siguientes servicios:

**Orientado a la conexión**, en el que una sesión es empezada con un destino, y terminada cuando la transferencia de datos se completa. Cada nodo participa activamente en la transmisión, pero sesiones similares requieren un tiempo de configuración y monitoreo en ambas estaciones. (Wikipedia, 2020)

**De reconocimiento orientado a conexiones**. Similares al anterior, que son reconocidos los paquetes de transmisión. (IBM, IBM , 2021)

**Conexión sin reconocimiento**. En él no se define una sesión. Los paquetes son puramente enviados a su destino. Los protocolos de alto nivel son responsables de solicitar el reenvío de paquetes que se hayan perdido. Este es el servicio normal en redes de área local (LAN's), por su alta confiabilidad. (IBM, IBM Documentacion, 2021)

### **802.3 Redes CSMA/CD. El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3)**

Define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial, cable de par trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbits/seg, pero nuevas implementaciones transmiten arriba de las 100 Mbits/seg calidades de datos en cables de par trenzado. (IONOS, 2018)

### **802.4 Redes Token Bus**

El estándar token bus define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método token-passing para una transmisión bus. Un token es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el token. Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN. (Lima, 2018)

### **802.5 Redes Token Ring**

También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interfaz para la LAN token ring. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de tokens y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interfaz de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo token ring 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9.

Es compatible con la capa 802.2 de Control de Enlaces Lógicos y otros estándares de red 802. (Dordoigne, 2015)

### **802.6 Redes de Área Metropolitana (MAN)**

Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe. El estándar MAN está diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbits/seg. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Switcheados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitanas. El DQDB es una red repetidora que switchea celdas de longitud fija de 53 bytes; por consiguiente, es compatible con el Ancho de Banda ISDN y el Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Las celdas son switchables en la capa de Control de Enlaces Lógicos.

Los servicios de las MAN son Sin Conexión, Orientados a Conexión, y/o isócronas (vídeo en tiempo real). El bus tiene una cantidad de slots de longitud fija en el que son situados los datos para transmitir sobre el bus. Cualquier estación que necesite transmitir simplemente sitúa los datos en uno o más slots. Sin embargo, para servir datos isócronos, los slots en intervalos regulares son reservados para garantizar que los datos lleguen a tiempo y en orden. (Alegsa, 2021)

#### **802.7 Grupo Asesor Técnico de Anchos de Banda**

El comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes. (Meneses, 2007)

#### **802.8 Grupo Asesor Técnico de Fibra Óptica**

Provee consejo a otros subcomités en redes por fibra óptica como una alternativa a las redes basadas en cable de cobre. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo. (IEEE, 2021)

#### **802.9 Redes Integradas de Datos y Voz**

El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN's). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, computadoras y codificadores/decodificadores de vídeo (codecs). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD). El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes de canales son definidos, incluyendo full duplex de 64 Kbits/seg sin switcheo, circuito switcheado, o canales de paquete switcheado. (IEEE, IEEE, 2021)

#### **802.10 Grupo Asesor Técnico de Seguridad en Redes**

Este grupo está trabajando en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptación. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento. (IEEE, IEEE, 2021)

#### **802.11 Redes Inalámbricas**

Este comité está definiendo estándares para redes inalámbricas. Está trabajando en la estandarización de medios como el radio de espectro de expansión, radio de banda ancha, infrarrojo, y transmisión sobre líneas de energía. Dos enfoques para redes inalámbricas se han planeado. En el enfoque distribuido, cada estación de trabajo controla su acceso a la red. En el enfoque de punto de coordinación, un hub central enlazado a una red alámbrica controla la transmisión de estaciones de trabajo inalámbricas. (IEEE, IEEE, 2021)

#### **802.12 Prioridad de Demanda (100VG-ANYLAN)**

Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbits/seg. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores. El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un hub central para controlar el acceso al cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Modelo OSI**

La Organización Internacional de Estándares (ISO) diseñó el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) como guía para la elaboración de estándares de dispositivos de computación en redes. Dada la complejidad de los dispositivos de conexión en red y a su integración para que operen adecuadamente, el modelo OSI incluye siete capas diferentes, que van desde la capa física, la cual incluye los cables de red, a la capa de aplicación, que es la interfaz con el software de aplicación que se está ejecutando. (IBM, IBM i, 2021)

- Capa 1. Físico
- Capa 2. Enlace de datos
- Capa 3. Red
- Capa 4. Transporte
- Capa 5. Sesión
- Capa 6. Presentación
- Capa 7. Aplicación

Este modelo establece los lineamientos para que el software y los dispositivos de diferentes fabricantes funcionen juntos. Aunque los fabricantes de hardware y los de software para red son los usuarios principales del modelo OSI, una comprensión general del modelo llega a resultar muy benéfica para el momento en que se expande la red o se conectan redes para formar redes de área amplia WAN. (IBM, IBM, 2021)

Las siete capas del modelo OSI son la física, la de enlace de datos, la de red, la de transporte, la de sesión, la de presentación y la de aplicación. Las primeras dos capas (física y enlace de datos) son el hardware que la LAN comprende, como los cables Ethernet y los adaptadores de red. Las capas 3, 4 y 5 (red, transporte, y sesión) son protocolos de comunicación, como el sistema básico de entrada/salida de red (NetBIOS), TCP/IP y el protocolo modular NetWare (NCP) de Novell. Las capas 6 y 7 (presentación y aplicación) son el NOS que proporciona servicios y funciones de red al software de aplicación. (IBM, IBM, 2021)

### **Capa física**

Define la interfaz con el medio físico, incluyendo el cable de red. Maneja elementos como la intensidad de la señal de red, los voltajes indicados para la señal y la distancia de los cables. También maneja los tipos y las especificaciones de los cables, incluyendo los cables Ethernet 802.3 de instituto de ingenieros, eléctricos y electrónicos (IEEE) (Thick Ethernet, Thin Ethernet y UTP), el estándar de interfaz de datos distribuidos por fibra óptica (FDDI) del instituto nacional de estándares americanos (ANSI) para el cable de fibra óptica y muchos otros. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de enlace de datos**

Define el protocolo que detecta y corrige errores cometidos al transmitir datos por el cable de la red. Es la causante del flujo de datos de la red, el que se divide en paquetes o cuadros de información. Cuando un paquete de información es recibido incorrectamente, la capa de enlace de datos hace que se reenvíe. La capa de enlace de datos está dividida en dos subcapas: El control de acceso al medio (MAC) y el control de enlace lógico (LLC). Los puentes operan en la capa MAC.

Los estándares basados en la capa de enlace de datos incluyen el estándar de enlace lógico 802.2 de IEEE, punto a punto (PPP), los estándares de la IEEE para el acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (CSMA/CD), el estándar Token Ring y el estándar ANSI FDDI Token Ring. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de red**

Define la manera en que se dirigen los datos de un nodo de red al siguiente. Los estándares que se requieren a la capa de red incluyen el protocolo de intercambio de paquetes entre redes (IPX) de Novell, el protocolo Internet (IP) y el protocolo de entrega de datagramas (DDP) de Apple. El IP es parte del estándar de protocolo TCP/IP, generado por el Departamento de la Defensa de Estados Unidos y utilizado en Internet. El DDP fue diseñado para computadoras Apple, como la Macintosh. Los enrutadores operan en esta capa. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de transporte**

Proporciona y mantiene el enlace de comunicaciones. Es la encargada de responder adecuadamente si el enlace falla o se dificulta su establecimiento.

Los estándares que pertenecen a la capa de transporte incluyen el protocolo de transporte (TP) de la organización internacional de estándares (ISO) y el protocolo de intercambio de paquetes en secuencia (SPX) de Novell. Otros estándares que ejecutan funciones importantes en la capa de transporte incluyen el protocolo de control de transmisión (TCP) del Departamento de la Defensa, que es parte de TCP/IP y de NCP de Novell. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de sesión**

Controla las conexiones de red entre nodos. Es responsable de la creación, mantenimiento y terminación de las sesiones de red.

El TCP ejecuta funciones importantes en la capa de sesión, así como hace NCP de Novell. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de presentación**

Es la encargada del formato de los datos. Traduce los datos entre formatos específicos para asegurarse de que los datos sean recibidos en un formato legible para el dispositivo al que se presenta. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Capa de aplicación**

Es la más alta definida en el modelo OSI. Es la encargada de proporcionar funciones a las aplicaciones de usuario y al administrador de red, como de proporcionar al sistema operativo servicios como la transferencia de archivos. (IEEE, IEEE, 2021)

## **Modelo TCP/IP**

El Protocolo de Control de Transmisiones/Protocolo Internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) es un conjunto de protocolos de comunicaciones desarrollado por la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency - agencia de proyectos de investigación avanzada de defensa) para intercomunicar sistemas diferentes. Se ejecuta en un gran número de computadoras VAX y basadas en UNIX, además es utilizado por muchos fabricantes de hardware, desde los de computadoras personales hasta los de macrocomputadoras. Es empleado por numerosas corporaciones y por casi todas las universidades y organizaciones federales de los Estados Unidos. (IBM, IBM i, 2021)

### **Telnet**

Es un protocolo de comunicaciones que permite al usuario de una computadora con conexión a Internet establecer una sesión como terminal remoto de otro sistema de la Red. Si el usuario no dispone de una cuenta en el ordenador o computadora remota, puede conectarse como usuario Anonymous y acceder a los ficheros de libre distribución. Muchas máquinas ofrecen servicios de búsqueda en bases de datos usando este protocolo. En la actualidad se puede acceder a través de Word Wide Web (WWW) a numerosos recursos que antes sólo estaban disponibles usando TELNET. (I, 2021)

### **Ftp (File Transfer Protocol)**

Es un protocolo de transferencia de archivos que se utiliza en Internet y otras redes para transmitir archivos. El protocolo asegura que el archivo se transmite sin errores. El sistema que almacena archivos que se pueden solicitar por FTP se denomina servidor de FTP. FTP forma parte del conjunto de protocolos TCP/IP, que permite la comunicación en Internet entre distintos tipos de máquinas y redes. (ya, 2016)

**Smtp (Simple Message Transfer Protocol)**

Se usa para transmitir correo electrónico. Es transparente por completo para el usuario, pues estos así nunca se dan cuenta del trabajo del smtp debido a que es un protocolo libre de problemas. (IBM, IBM, 2021)

**Kerberos**

Es un protocolo de seguridad soportado en forma muy amplia. Este utiliza una aplicación especial llamada servidor de autenticidad para validar las contraseñas y esquemas de encriptado. Este protocolo es uno de los más seguros. (IBM, Kerberos for HTTP, 2021)

**Dns (DomainNameService)**

Permite a una computadora con un nombre común convertirse en una dirección especial. (¿Qué es DNS/ Cómo funciona, 2021)

**Sntp (Simple Network Manager Protocol)**

Proporciona mensajes de cola y reporta problemas a través de una red hacia el administrador, usa el udp como mecanismo de transporte. (J.Leon, 19995)

**Rpc (RemoteProcedureCall)**

Es un conjunto de funciones que permiten a una aplicación comunicarse con otra máquina(servidor). Atiende funciones de programas, códigos de retorno. (J.Leon, 19995)

**Nfs (Network File System)**

Conjunto de protocolos desarrollados por SunMicroSystems para permitir a múltiples maquinas tener acceso a las direcciones de cada una de manera transparente. (J.Leon, 19995)

**Tftp (Trivial Ftp)**

Es un protocolo de transferencia de archivos muy sencillo que carece de seguridad. Ejecuta las mismas tareas que ftp, pero usando un udp como protocolo de transporte. (J.Leon, 19995)

**Tcp**

Es un protocolo de comunicación que proporciona transferencia confiable de datos. Es responsable de ensamblar los datos pasados de aplicaciones de capas superiores hacia paquetes estándar y asegurar que los datos se transfieran en forma segura. (J.Leon, 19995)

**Dispositivos de Red****Hubs y Concentradores**

Son un punto central de conexión para nodos de red que están dispuestos de acuerdo con una topología de estrella. Los Concentradores son dispositivos que se encuentran físicamente separados de cualquier nodo de la red, aunque algunos Concentradores de hecho se enchufan a un puerto de expansión en un nodo de la red. El concentrador tiene varios puertos en la parte trasera de la tarjeta, a los que se conecta el cable de otros nodos de red.

Pueden conectarse varios Concentradores para permitir la conexión de nodos adicionales. En la figura aparecen conectados dos conectores de cuatro puertos. Ahí, ambos conectores usan cable UTP (10BASE-T) y clavijas RJ-45 para la conexión. Se utiliza un puerto en cada concentrador para conectarse con el otro concentrador. El cable empleado para conectar a los Concentradores es el mismo que se usa entre el concentrador y los nodos de la red, a excepción de que los alambres están traslapados entre los dos conectores a cada extremo.

Muchos Concentradores tienen un conector BNC en la parte trasera, además de los sockets normales RJ-45. El conector BNC permite que se enlacen Concentradores por medio de un cable coaxial Thin Ethernet. Al disponer del conector BNC, no se tiene que desperdiciar un puerto RJ-45

en cada concentrador. Por lo contrario, ese puerto puede conectarse a un nodo de red adicional. Además de los Concentradores conectados con el cable Thin Ethernet en el mismo segmento de cable Thin Ethernet. (Gil, 2022)

### **Repetidores**

Un repetidor es un dispositivo que permite extender la longitud de la red, ampliarla y retransmite la señal de red. En la figura la longitud máxima de segmento de cable para Thin Ethernet es de 185 metros. Si se coloca un repetidor al extremo del cable, se puede conectar otro segmento de cable Thin Ethernet de hasta 185 metros para dar un total de 370 metros.

Los repetidores múltiples permiten conectar más de dos segmentos de cable de red. En la figura, con un repetidor multipuerto se pueden conectar varios segmentos de Thinnet, para formar una combinación de topologías físicas de bus y estrella. Es importante no olvidar que, aunque el repetidor multipuertos permite crear una topología física de estrella basada en varias topologías físicas de bus, el propósito principal de un repetidor es extender la longitud máxima permitida del cable de red. (Accenture, 2018)

### **Puentes**

Un puente es un dispositivo que conecta dos LAN separadas para crear lo que aparenta ser una sola LAN. Los puertos revisan la dirección asociada con cada paquete de información. Luego, si la dirección es la correspondiente al otro segmento de red, el puente pasara el paquete al segmento. Si el puente reconoce que la dirección es la correspondiente a un nodo del segmento de red actual, no pasara el paquete al otro lado. Considere el caso de dos redes separadas, una que opera en Thin Ethernet y la otra basada en un esquema de cableado propio con adaptadores de red propios. La función del puente es transmitir la información enviada por un nodo de una red al destino pretendido en otra red.

Los puentes también suelen emplearse para reducir la cantidad de tráfico de red de un segmento de red. Mediante la división de un solo segmento de red en dos segmentos y conectándolos por medio de un puente, se reduce el tráfico general en la red. Para ayudar a ilustrar este concepto utilizaremos la siguiente figura donde antes de incorporar un puente a la red, todo el tráfico de la red está en un segmento. AB representa la información enviada del nodo A al B, BC la del nodo B al C y CD la del nodo C al D. Mediante la incorporación de un puente y la división del segmento del cable de red en dos segmentos, solo dos actividades suceden en cada segmento en vez de tres. El puente mantendrá aislada la actividad de la red en cada segmento, a menos que el nodo de un segmento envíe información al nodo de otro segmento (el puente pasaría la información).

Un puente también sirve para conectar dos segmentos de red Thin Ethernet por medio de comunicaciones inalámbricas, en la figura está conectado un puente a cada segmento de red. El puente incluye un transmisor y un receptor para enviar la información adecuada entre segmentos.

Los puentes vienen en todas formas y tamaños. En muchos casos, un puente es un dispositivo similar a una computadora con conectores a los que se conectan redes separadas. En otros casos, un puente es, de hecho, una computadora con un adaptador para cada red que va a conectarse. Un software especial permite el paso de la información adecuadamente a través de los adaptadores de la red de un segmento de red al segmento de red de destino. (Doñez, 2021)

### **Ruteadores**

Los ruteadores son similares a los puentes, solo que operan a un nivel diferente. Los ruteadores requieren por lo general que cada red tenga el mismo NOS (Sistema Operativo de Red). Con un NOS común, el ruteador permite ejecutar funciones más avanzadas de las podría permitir un puente, como conectar redes basadas en topologías lógicas completamente diferentes como Ethernet y Token ring. Los ruteadores también suelen ser lo suficientemente inteligentes para determinar la ruta más eficiente para el envío de datos, en caso de haber más de una ruta. Sin embargo, junto con la

complejidad y la capacidad adicionales proporcionadas por los ruteadores se da una penalidad de aumento y un rendimiento disminuido. (Ucha, 2011)

### **Compuertas**

Una compuerta permite que los nodos de una red se comuniquen con tipos diferentes de red o con otros dispositivos. Podría tenerse, una LAN que consista en computadoras Macintosh y otra con IBM. En este caso, una compuerta permitiría que las computadoras IBM compartieran archivos con las Macintosh. Este tipo de compuertas también permite que se compartan impresoras entre las dos redes. (Espinoza, 2022)

### **Dispositivos de Seguridad**

Las redes han permitido que los negocios mejoren sus procesos operativos y productivos y se enlacen con clientes y proveedores, pero también provocado que aumenten los riesgos informáticos. Las organizaciones están expuestas hoy a un importante nivel de amenazas externas e internas que ponen en riesgo la seguridad de la información negocio y de los activos informáticos que soportan las operaciones. El problema más frecuente es que estas amenazas no se conocen hasta que se materializa el riesgo y causa daño en la imagen de la empresa o institución

Conectarse a Internet y no contar con las herramientas adecuadas y con un firewall bien configurado es el equivalente a tener una casa sin cerraduras en las puertas. Un intruso puede tomar control de los servidores o de las PCs de los usuarios y tener acceso a información privilegiada. Imaginemos el costo económico y de imagen si esta información pierde o cae en manos de la competencia o de gente sin escrúpulos.

Cualquier empresa que dependa de su red, necesita una seguridad sólida. Los Dispositivos de Seguridad ofrecen una seguridad de última generación con la flexibilidad necesaria para satisfacer las necesidades de su compañía a medida que ésta crece y cambia. (Espinoza, 2022)

**Personalización:** Personalice la seguridad según sus necesidades de acceso específicas y sus políticas comerciales. (Espinoza, 2022)

**Flexibilidad:** Conforme su negocio crezca y necesite cambios, podrá agregar fácilmente capacidades o actualizar de un dispositivo a otro. (Espinoza, 2022)

**Seguridad avanzada:** Aproveche los últimos avances en seguridad de contenidos, cifrado, autenticación de identidad, autorización y prevención de intrusiones. (Espinoza, 2022)

**Simplicidad:** Utilice un dispositivo diseñado para ser fácil de instalar, gestionar y supervisar. (Espinoza, 2022)

**Redes avanzadas:** Configure redes privadas virtuales (VPN) que proporcionen a los trabajadores remotos y móviles un acceso seguro a los recursos de la compañía o establezca VPN entre partners, otras oficinas o empleados basadas en roles. (Espinoza, 2022)

### **Antivirus**

Programas cuyo objetivo es detectar y/o eliminar virus informáticos. Nacieron durante la década de 1980.

En una red las soluciones consisten en filtrado de antivirus a nivel de Gateway con la ventaja de bloquear los virus antes de que lleguen a los usuarios cuando navegan en Internet o reciben correo electrónico, ahorrando recursos y trabajo al personal de sistemas y recursos valiosos a las empresas. De igual manera se logra el Filtrado de Software malicioso que los antivirus convencionales no detienen: Spyware, Adware, Dialers, hotbars, Browser hijackers, etc. Asimismo, es posible el bloqueo de archivos por extensión: DLL, EXE, COM, BAT, MP3, etc. que pueden causar estragos en la red. (Concepto, 2022)

### **Detección y Prevención de Intrusos**

Las soluciones de Detección y Bloqueo de Intrusos permiten detectar ataques hacia la red de la empresa o hacia los servidores bloqueando a los intrusos y generando alertas cuando se suscita algún tipo de tráfico extraño en la red.

Estas mismas herramientas ofrecen la posibilidad de detectar tráfico extraño en equipos que hayan sido comprometidos. Con las funciones de monitoreo se pueden detectar los equipos que estén causando problemas en la red por virus, software instalado, etc. que representen un riesgo en la estabilidad de la red y en riesgo de perder información. (Concepto, 2022)

### **Redes Privadas Virtuales VPN**

Conexión segura creando túneles virtuales a través de Internet para interconectar redes como es el caso de conexión de sucursales remotas y VPN con clientes móviles. Proporcionan conexión segura con otras redes por medio de encriptación ahorrando el costo de enlaces dedicados. Asimismo, los usuarios móviles como vendedores o administradores pueden conectarse desde cualquier sitio en Internet de manera segura y hacer uso de los servicios y tener acceso a la información sin importar su ubicación. (CISCO, 2022)

### **Firewall**

Un cortafuego (o firewall en inglés), es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red. (CISCO, 2022)

### **Hub**

En informática un hub o concentrador es un equipo de redes que permite conectar entre sí otros equipos y retransmite los paquetes que recibe desde cualquiera de ellos a todos los demás. Los hubs han dejado de ser utilizados, debido al gran nivel de colisiones y tráfico de red que propician. (CISCO, 2022)

### **La seguridad en un nodo**

Uno de los primeros puntos a cubrir son las claves de acceso, no se deben usar claves que en su constitución son muy comunes, como es el caso de las iniciales del nombre propio y la fecha de nacimiento, apodos o sobrenombres que todo mundo conoce, o constituir las de solo letras o solo números; estos tipos de claves son en las que los intrusos, Hackers y ladrones buscan de primera mano; hay que hacer combinaciones de letras mayúsculas, minúsculas y números alternadamente. No hay que compartir las claves, es común que cuando alguien más necesita usar nuestros equipos,

**Seguridad avanzada:** Aproveche los últimos avances en seguridad de contenidos, cifrado, autenticación de identidad, autorización y prevención de intrusiones. (Espinoza, 2022)

**Simplicidad:** Utilice un dispositivo diseñado para ser fácil de instalar, gestionar y supervisar. (Espinoza, 2022)

**Redes avanzadas:** Configure redes privadas virtuales (VPN) que proporcionen a los trabajadores remotos y móviles un acceso seguro a los recursos de la compañía o establezca VPN entre partners, otras oficinas o empleados basadas en roles. (Espinoza, 2022)

### **Antivirus**

Programas cuyo objetivo es detectar y/o eliminar virus informáticos. Nacieron durante la década de 1980.

En una red las soluciones consisten en filtrado de antivirus a nivel de Gateway con la ventaja de bloquear los virus antes de que lleguen a los usuarios cuando navegan en Internet o reciben correo electrónico, ahorrando recursos y trabajo al personal de sistemas y recursos valiosos a las empresas. De igual manera se logra el Filtrado de Software malicioso que los antivirus convencionales no detienen: Spyware, Adware, Dialers, hotbars, Browser hijackers, etc. Asimismo, es posible el bloqueo de archivos por extensión: DLL, EXE, COM, BAT, MP3, etc. que pueden causar estragos en la red. (Concepto, 2022)

### **Detección y Prevención de Intrusos**

Las soluciones de Detección y Bloqueo de Intrusos permiten detectar ataques hacia la red de la empresa o hacia los servidores bloqueando a los intrusos y generando alertas cuando se suscita algún tipo de tráfico extraño en la red.

Estas mismas herramientas ofrecen la posibilidad de detectar tráfico extraño en equipos que hayan sido comprometidos. Con las funciones de monitoreo se pueden detectar los equipos que estén causando problemas en la red por virus, software instalado, etc. que representen un riesgo en la estabilidad de la red y en riesgo de perder información. (Concepto, 2022)

### **Redes Privadas Virtuales VPN**

Conexión segura creando túneles virtuales a través de Internet para interconectar redes como es el caso de conexión de sucursales remotas y VPN con clientes móviles. Proporcionan conexión segura con otras redes por medio de encriptación ahorrando el costo de enlaces dedicados. Asimismo, los usuarios móviles como vendedores o administradores pueden conectarse desde cualquier sitio en Internet de manera segura y hacer uso de los servicios y tener acceso a la información sin importar su ubicación. (CISCO, 2022)

### **Firewall**

Un cortafuego (o firewall en inglés), es un elemento de hardware o software utilizado en una red de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas según las políticas de red que haya definido la organización responsable de la red. (CISCO, 2022)

### **Hub**

En informática un hub o concentrador es un equipo de redes que permite conectar entre sí otros equipos y retransmite los paquetes que recibe desde cualquiera de ellos a todos los demás. Los hubs han dejado de ser utilizados, debido al gran nivel de colisiones y tráfico de red que propician. (CISCO, 2022)

### **La seguridad en un nodo**

Uno de los primeros puntos a cubrir son las claves de acceso, no se deben usar claves que en su constitución son muy comunes, como es el caso de las iniciales del nombre propio y la fecha de

nacimiento, apodos o sobrenombres que todo mundo conoce, o constituir las de solo letras o solo números; estos tipos de claves son en las que los intrusos, Hackers y ladrones buscan de primera mano; hay que hacer combinaciones de letras mayúsculas, minúsculas y números alternadamente. No hay que compartir las claves, es común que cuando alguien más necesita usar nuestros equipos, computadoras y sistemas les damos las claves de uso y muchas veces hasta en voz alta, enfrente de muchas personas que no son parte de la empresa las damos a conocer. Hay que cambiar periódicamente las claves de acceso, los equipos o computadoras que se encuentran más expuestos, deben tener un cambio más recurrente.

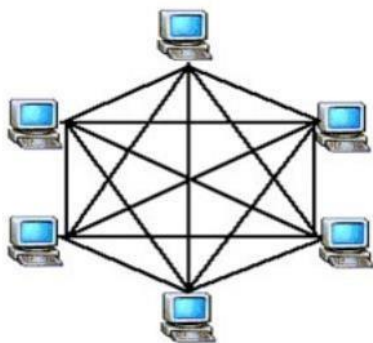
En cada nodo y servidor hay que usar antivirus, actualizarlo o configurarlo para que automáticamente integre las nuevas actualizaciones del propio software y de las definiciones o bases de datos de virus registrados. (CISCO, 2022)

### Sistema operativo FortiOS 7.2

El sistema operativo FortiOS 7.2 es una actualización del firmware de Fortinet que integra un gran número de nuevas características que mejoran el valor y funcionalidades de sus dispositivos de seguridad multi-amenaza FortiGate. El nuevo sistema operativo acelera las aplicaciones sobre las conexiones WAN, mientras que asegura la implementación de seguridad multi-amenaza. Además, incorpora tres características de seguridad: control de aplicaciones, protección de fuga de datos (DLP) e inspección de tráfico SSL para atender el creciente nivel de ciber-amenazas y la evolución natural de la conducta del usuario. El conjunto de las funcionalidades de FortiOS 7.2 aporta a los dispositivos FortiGate una mayor seguridad y mejora el rendimiento de la red. Reconoce el tráfico de la aplicación que lo está generando: es efectivo cuando el tráfico está encriptado en SSL, acelera las aplicaciones sobre las conexiones WAN mientras que asegura la implementación de seguridad e incrementa las políticas de control entre los flujos de tráfico encriptados. (Martin, 2022)

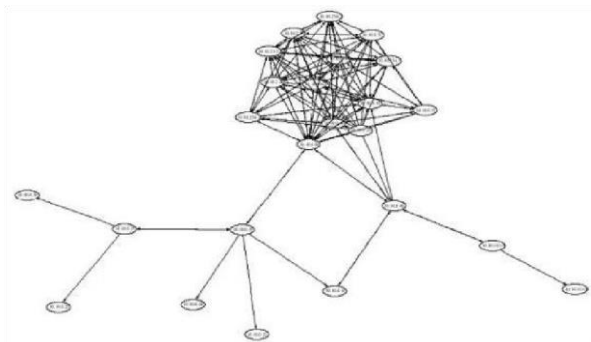
### Red Mesh

Una red Mesh es aquella que emplea uno o dos arreglos de conexión, una topología total o una parcial. En la total, cada nodo es conectado directamente a los otros. En la topología parcial los nodos están conectados solo a algunos de los demás nodos. Esto está mejor ilustrado en una red total simple, como se observa en la figura 1, en la cual todos los nodos (computadores) están conectados a todos los demás. (Fernández, 2020)



*Figura 1 Diagrama de una red mesh total simple*

Seguidamente, en la figura 2 podemos observar un diagrama de una red MESH parcial, parecido a una implementación de MESH inalámbrico más realista: Los nodos tienen un grado variable de conexión, con algunos nodos conectados a muchos nodos y otros en los extremos con pocas o una sola conexión. (Fernandez, 2020)



**Figura 2** Diagrama de una red mesh parcial

### Nodo de Malla Inalámbrica

Un nodo de malla inalámbrica se compone de un router inalámbrico y una antena. El nodo de la malla puede instalado en interiores o al aire libre en una caja a prueba de intemperie. La antena puede ser el estándar de Antena omnidireccional para interiores o podría ser un montaje externo omnidireccional o direccional. Un nodo de la malla sólo se comunica con otros nodos inalámbricos de la malla. (Morelo, 2021)

### Protocolos

Se podría definir protocolo como el conjunto de normas que regulan la comunicación entre los distintos dispositivos de una red. Es como el lenguaje común que deben de usar todos los componentes para entenderse entre ellos.

Se procede a presentar la estructura del protocolo TCP. (Lo hace posible, 2019)



**Figura 3** Protocolo TCP

### Clasificación de protocolos

#### Bajo Nivel

Los protocolos de bajo nivel controlan el acceso al medio físico, a través de la tarjeta de red, lo que se conoce como MAC (Media Access Control). (Lo hace posible, 2019)

Los tipos de protocolos más utilizados son los siguientes:

#### ETHERNET

El protocolo de red Ethernet fue diseñado originalmente por Digital. Intel y Xerox por lo cual, la especificación original se conoce como Ethernet DDC Es el método de conexión más extendido en la actualidad. La velocidad de transmisión de datos en Ethernet es de 10/100 Mbits En este tipo de protocolos todas las terminales comparten el ancho de banda disponible. (Lo hace posible, 2019)

### **Token Ring**

Las redes basadas en protocolos de paso de token tienen una topología en anillo y están definidas en la especificación IEEE 802.5 para la velocidad de transmisión de 4 Mb/s.

Existen redes token ring de 16 Mb/s, pero no están definidas en ninguna especificación de IEEE. Es una topología inventada por IBM para sus equipos del tipo MainFrame. Las estaciones conectadas al anillo transfieren paquetes a sus vecinos, de esta manera cada estación actúa como un repetidor. Las placas de token ring de IBM existen en versiones de 4 Mb/s y de 16 Mbytes por segundo. El máximo de estaciones en un anillo es 260 para cable apantallado. (Lo hace posible, 2019)

### **FrameRelay(Paso de tramas)**

Es un protocolo que define conexiones a una red pública de datos, blindando rapidez y eficiencia. La comunicación se realiza a través de una línea dedicada, el tráfico se envía por esta línea al proveedor de frame relay y se conmuta a través de la red. Estas redes transmiten normalmente a velocidades de 1.5 Mb/s. (Lo hace posible, 2019)

### **ATM (Modo de transferencia asíncrono)**

Es la especificación más reciente y con mayor futuro. Permite velocidades de a partir de 156 Mb/s llegando a superar los 560 Mb/s. Se basa en la transmisión de pequeños paquetes de datos de 56 bytes, con una mínima cabecera de dirección que son conmutados por equipos de muy alta velocidad. La gran ventaja de esta especificación es la capacidad que tiene para transmitir información sensible a los retardos como pueden ser voz o imágenes digitalizadas combinada con datos, gracias a la capacidad de marcar los paquetes como posibles de ser eliminados, para que los equipos de conmutación puedan decidir que paquetes transmitir en caso de congestión de la red. (Lo hace posible, 2019)

### **Protocolos de redes inalámbricas**

Todo lo relacionado con las redes inalámbricas se rige por una serie de estándares metódicamente estructurados y regulados por un conjunto de organizaciones que evalúan la arquitectura diseñada como resultado del fruto de investigaciones realizadas por emprendedores en diversos campos. Se explicarán los protocolos y estándares que están relacionados con las redes MESH. (Lo hace posible, 2019)

### **IEEE 802.11**

En junio de 1997, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) finalizó el primer estándar para redes LAN inalámbricas, IEEE 802.11. Esta norma especifica una frecuencia de 2,4 GHz que operan con velocidades de transmisión de datos de 1 y 2 Mbps. El protocolo 802.11 tiene muchas extensiones, designados para cada una tarea separada. Desde la ratificación de la inicial estándar 802.11, el IEEE 802.11 Grupo de Trabajo (WG) ha hecho varias revisiones a través de diversos grupos de trabajo.

Grupos de tareas dentro de la WG 802.11 porciones de mejorar el estándar 802.11. Una letra que corresponde a cada una de las normas y revisión, tales como 802.11a, 802.11b, y así sucesivamente, representa los diferentes grupos de trabajo.

El más popular de estos, 802.11b, ha estado en uso comercial desde 1999. Tiene un rendimiento máximo teórico de 11 Mbps, que solo una décima parte de la velocidad de Ethernet (o conexión cableada), pero mucho más rápido que las soluciones de banda ancha como DSL o cable módems. Otras normas incluyen 802.11g un protocolo de red inalámbrica con velocidades de 22 Mbps y 802.11a, con velocidades de hasta 54 Mbps. De momento, el actual protocolo de mayor aceptación por su excelente calidad es el estándar 802.11n, con una máxima de 600 Mbps (teóricamente hablando).

El estándar 'IEEE 802.11' define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas físicas y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana. (IEEE, IEEE, 2021)

### **IEEE 802.11a**

Cuando se desarrolló 802.11b, IEEE creó una segunda extensión para el estándar 802.11 original llamado 802.11a. Porque 802.11b había ganado popularidad mucho más rápido que lo hizo 802.11a, 802.11<sup>a</sup> y 802.11b se crearon al mismo tiempo. Debido a su costo más elevado, 802.11a se adapta principalmente en el mercado empresarial, mientras que 802.11b sirve mejor en el mercado casero. 802.11a soporta ancho de banda de hasta 54 Mbps y las señales reguladas en una gama de 5 GHz.

En comparación con 802.11b esta mayor frecuencia limita el alcance 802.11a. La frecuencia más alta significa también 802.11a señales de tener más dificultades para penetrar paredes y otros obstáculos. Ya que 802.11a y 802.11b utilizan distintas frecuencias, las dos tecnologías son incompatibles entre sí. Algunos vendedores ofrecen dispositivos híbridos 802.11a/b, pero estos productos simplemente aplican las dos normales separadas una de la otra.

Pros: A velocidad máxima mayor rapidez; admite más usuarios simultáneos; regula la señal de frecuencias para evitar interferencias de otros dispositivos.

Contras: Alto costo; menor alcance; la señal puede ser fácilmente obstruida. (IEEE, IEEE, 2021)

**IEEE 802.11b:** IEEE implemento sobre el estándar 802.11 original, en julio de 1999, la creación de la especificación 802.11b. 802.11b apoya el ancho de banda hasta 11 Mbps, comparable a la tradicional Ethernet. 802.11b utiliza la misma frecuencia de radio de señalización 2,4 GHz como el estándar 802.11 original. Al ser una frecuencia no regulada, 802.11b puede ser sensible a interferencia de hornos de microondas, teléfonos inalámbricos y otros aparatos con la misma frecuencia 2,4 GHz. Sin embargo, mediante la instalación de dispositivos a una distancia razonable de otros aparatos, la interferencia puede ser fácilmente evitada. Los vendedores suelen preferir el uso de frecuencias en bandas no reguladas para reducir sus costes de producción.

Pros: Costo más bajo; su gama de la señal es mejor y no es fácil obstruirla.

Contras: A velocidad máxima implica una menor rapidez; apoya menos usuarios simultáneos; los aparatos pueden interferir en la banda de la frecuencia no regulada. (IEEE, IEEE, 2021)

### **IEEE 802.11g**

Entre los años 2002 y 2003, los productos WLAN apoyaron a un nuevo estándar llamado 802.11g, y comenzaron a aparecer en la escena nuevos dispositivos. 802.11g es un intento de combinar lo mejor de ambos estándares 802.11a y 802.11b. 802.11g soporta ancho de banda de hasta 54 Mbps, utiliza la frecuencia de 2,4 GHz para una mayor gama. 802.11g es compatible con 802.11b, lo que significa que los puntos de acceso 802.11 trabajaran con adaptadores de red inalámbricos 802.11 y viceversa.

Una cuestión es que la presencia de un usuario 802.11b en una red 802.11g que requiera el uso de RTS/CTS (solicitud de envío o borrado del envío), que genera importantes gastos generales y disminuye el rendimiento significativamente para todos los usuarios 802.11b y 802.11g. RTS/CTS garantizan que el envío de transmisión de la primera estación con una trama RTS y la recepción de una trama CTS desde el punto de acceso antes de enviar los datos. Una mezcla de 802.11b y de 802.11g requiere RTS/CTS para evitar colisiones porque las estaciones 802.11b no pueden oír al estándar 802.11g utilizando estaciones OFDM3.

Pros: La velocidad máxima permite más rapidez; admite más usuarios simultáneos; la gama de señal es mejor y no es fácil obstruirlo.

Contras: Cuesta más que 802.11b; los aparatos pueden interferir en la señal de frecuencia no regulada. (IEEE, IEEE, 2021)

### **IEEE 802.11n**

Es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11-2007 para mejorar significativamente el rendimiento de la red más allá de los estándares anteriores, tales como 802.11b y 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbps a un máximo de 600 Mbps. Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbps, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40 MHz. Dependiendo del entorno, esto puede traducirse en un rendimiento percibido por el usuario de 100Mbps.

El estándar 802.11n hace uso simultáneo de las bandas 2,4 GHz y 5,4 GHz, mientras que los anteriores B y G solo usan 2,4GHz. Esto supone una ventaja ya que la banda de 2,4GHz está muy congestionada debido al éxito de la tecnología wifi en general. La frecuencia de 5,4GHz permite usar un espacio radioeléctrico más limpio y libre de interferencias de otras redes. El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009.

**IEEE 802.11n** está construido basándose en estándares previos de la familia 802.11, agregando Múltiple-Input Múltiple-Output (MIMO) y unión de interfaces de red (ChannelBonding), además de agregar tramas a la capa MAC. MIMO es una tecnología que usa múltiples antenas transmisoras y receptoras para mejorar el desempeño del sistema, permitiendo manejar más información (cuidando la coherencia) que al utilizar una sola antena. Dos beneficios importantes que provee a 802.11n, son la diversidad de antenas y el multiplexado espacial.

Pros: Diversidad de antenas para uso; el multiplexado espacial mejora el uso de 802.11n; La velocidad máxima permite más rapidez; admite más usuarios simultáneos; la gama de señal es mejor y no es fácil obstruirlo; hace uso simultáneo de las bandas 2,4 GHz y 5,4 GHz.

Contras: Cuesta más que 802.11b; los aparatos pueden interferir en la señal de frecuencia no regulada. (IEEE, IEEE, 2021)

### **Protocolos de Redes Mesh y Mediciones**

Un protocolo de enrutamiento Mesh es una parte de software que tiene que manejar el enrutamiento dinámico y conexiones de nodos en una red.

Entre los principales elementos de enrutamiento se encuentran:

- **Descubrimiento de nodos:** Encontrar nodos mientras aparecen o desaparecen
- **Descubrimiento de frontera:** Encontrar los límites o bordes de una red.
- **Mediciones de enlace:** Medir la calidad de los enlaces entre nodos.
- **Cálculo de rutas:** Encontrar la mejor ruta basado en la calidad de los enlaces.
- **Manejo de direcciones IP:** Asignar y controlar direcciones IP.
- **Manejo de UP Link:** Manejo de conexiones a redes externas, como por ejemplo enlaces a internet.

Dependiendo de la manera en la cual el protocolo controla los enlaces y sus estados, distinguimos dos tipos principales de protocolos de enrutamiento: proactivo y reactivo. (Buettrich, 2007)

## Proactivo

Están caracterizados por chequeos proactivos de estado del enlace y actualización de tablas de enrutamiento, la cual lleva a una alta complejidad y carga de CPU, pero también a un alto rendimiento.

- **OLSR** (Optimized Link State Routing Protocol) (protocolo de enrutamiento por enlaces)
- **FRP** (Forwarding Routing Protocol) (protocolo de transmisión basado en el reenvío por camino)
- **OSPF** (Open Shortest Path First) (basado en la ruta más corta) (Buettrich, 2007)

## Reactivo

Reacción pasiva en detección de problemas (rutas que no trabajan), tiende a ser menos efectiva, pero también es menos exigente con el CPU. (Buettrich, 2007)

## Protocolos de enrutamiento Mesh - Ejemplos

### MMRP (Mobile Mesh)

El protocolo móvil mesh tiene tres protocolos separados, cada uno dirigido a una función específica:

- Link Discovery: Descubrir los enlaces
- Routing Link: Enrutamiento, protocolo de paquetes donde se verifica el estado del enlace.
- Border Discovery Enables: Descubrimientos de bordes y activación de túneles externos.
- Desarrollado por Mitre: El software de Mesh es cubierto por GNU, licencia para público en general. (Buettrich, 2007)

### OSPF

Este protocolo opera sobre la ruta más corta. desarrollado por Interior Gateway Protocol un grupo trabajador de la IETF, y está basado en el algoritmo SPF.

- La especificación OSPF envía llamadas, verifica el estado de los enlaces y se lo notifica a todos los enrutadores de la misma área jerárquica.
- Tráfico de encaminamiento a través de 3 tipos de paquetes (Paquetes Hello, Paquetes de descripción de bases de datos estado-enlace, paquetes de estado-enlace) que a su vez caminan en grupos de áreas (Area Backbone, Area Stub; Area not-so-stubby)
- Interfaces de una o varias con las que se conecta a otros nodos de la red a través de los enlaces soportados (Punto a punto, Punto a multipunto, broadcast, enlace virtual, enlace de acceso múltiple)
- OSPF además funciona como un LSAs (Link-state advertisement) y avisa las interfaces presentes, informa el tipo de medición usada y otras variables.
- Los enrutadores con este protocolo almacenan información y usando al algoritmo SPF calculan el camino más corto.
- Este protocolo compite con RIP e IGRP, los cuales son protocolos de enrutamiento de vectores de distancia. Estos envían toda una porción de sus tablas de enrutamiento a todos los enrutadores vecinos refrescando la información continuamente. (Buettrich, 2007)

## Hardware para una red Mesh

A continuación, se citan algunos ejemplos de hardware Mesh para comunidades de redes inalámbricas.

### Access Point

Un punto de acceso inalámbrico está conformado por un router inalámbrico y una antena. El acceso inalámbrico punto se puede instalar en interiores o al aire libre en una caja a prueba de intemperie. La antena puede ser el estándar de Antena omni-direccional para interiores o podría ser una antena omni-direccional externa. Un punto de acceso inalámbrico crea un punto de acceso donde cualquier dispositivo Wi-Fi puede conectarse al mismo. (Wikipedia, 2022)

### Access Cube

Este modelo ha desaparecido de la escena por algún tiempo, sin embargo, fue utilizado de manera exitosa alrededor del año 2005 en muchos experimentos Mesh y es aún un buen ejemplo de cómo acercarse al concepto de un nodo Mesh. (Fernández, 2020)

### MeshNode

La presentación del nodo MESH es una pequeña caja diseñada para intemperie, es impermeable, contiene un sistema operativo basado en Debian/GNU Linux y dos tarjetas de radio en dos bandas (2.4 GHz y 5.8 GHz). (Fernandez, 2020)



*Figura 4 MeeshNode*

### MeshNode III

Es un desarrollo avanzado de los Access Point al aire libre, y establece nuevos estándares en el mercado mundial en todas las redes LAN inalámbricas rangos de frecuencia. (Fernández, 2020)



*Figura 5 MeshNode III*

### Linksys WRT54G, GS, GL

Este Access Point inalámbrico no fue originalmente diseñado para usarse en intemperie, sin embargo, es ampliamente utilizado bajo condiciones adversas por su bajo costo y fácil manejo, viene a ser una de las opciones más interesantes y versátiles. (Fernandez, 2020)



*Figura 6 Linksys WRT54G, GS, GL*

### Ejemplo de Redes Mesh en el Mundo Freifunk OLSR

Esta red se basa en la creación de redes de áreas metropolitanas enteras que quieren contrarrestar la brecha digital y construir estructuras de red independientes libres. En concreto el objetivo de Freifunk es la creación de redes inalámbricas abiertas e interconectadas. Esto permite un tráfico libre por toda la ciudad dentro de la red inalámbrica gratuita. (Fernandez, 2020)

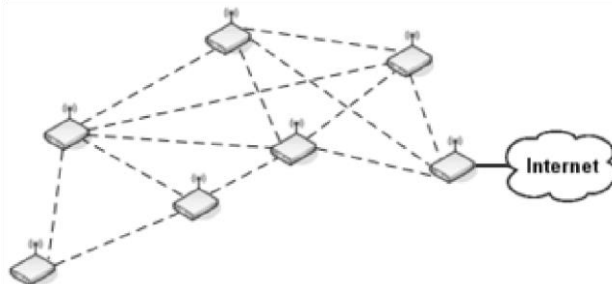


Figura 7 Bild: augsburg.freifunk.net CC-SA

La base de esta red es llamada Red en Malla donde todos los routers inalámbricos de la red se comunican entre sí y forman su propia red inalámbrica en la ciudad. Un protocolo de enrutamiento permite que cada red pueda llegar a otra persona y pueda intercambiar datos donde algunos nodos se conectan más directamente a Internet así que todas las personas de la red tienen acceso libre a Internet. (Fernández, 2020)

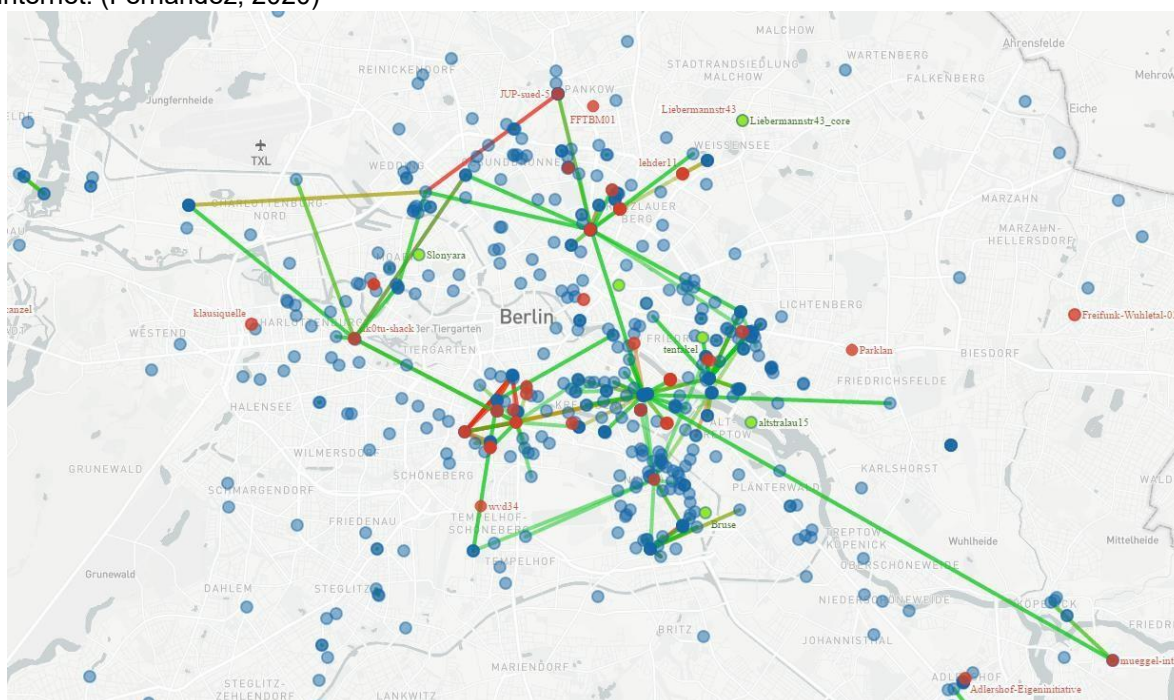


Figura 8 Mapero del portal FreifunkBerlin

En la anterior ilustración se puede ver la siguiente información tomada directamente del portal FreifunkBerlin:

795 nodos (730 en línea, fuera de línea 65, 11 nuevos, 65 desaparecidos), 0 Clientes, Gateway. Estos datos son desde Thursday, 12 de enero de, 2017 08:00.

Punto Verde: Nuevo nodo.

Punto Azul: Nodo en línea.

Punto Rojo: Nodo no está en línea. (Freifunk - Berlín, 2022)

## Simuladores

### Cisco PacketTracer

PT (PacketTracer), es una herramienta de aprendizaje y simulación de redes interactiva. Esta herramienta permite crear tipologías de red, simular una red con múltiples representaciones visuales, principalmente es una herramienta de apoyo didáctico. Permite a los estudiantes crear redes con un número casi ilimitado de dispositivos y experiencias de solución de problemas sin tener que comprar routers o switches reales. Esta herramienta les permite a los usuarios crear topologías de red, configurar dispositivos, insertar paquetes y simular una red con múltiples representaciones visuales. PacketTracer se enfoca en apoyar mejor los protocolos de redes que se enseñan en el currículum de la certificación cisco.

En este programa se crea la topología física de la red simplemente arrastrando los dispositivos a la pantalla. Luego clickando en ellos se puede ingresar a sus consolas de configuración. Allí están soportados todos los comandos del Cisco OS e incluso funciona el "interprete de línea de comandos". Una vez completada la configuración física y lógica del net, también se puede hacer simulaciones de conectividad (pings "Buscador o rastreador de paquetes en redes", traceroutes" consola de diagnóstico de redes de Linux", etc.) todo ello desde las mismas consolas incluidas. (CISCO, 2022)

### OPNET Modeler

El nombre corresponde a las siglas de OPTimized Network EngineeringTool. Este software fue desarrollado en el año 1984 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) por investigadores y científicos del Laboratorio de Información y Decisión de Sistemas (LIDS). Está basado en la teoría de redes de colas e incorpora las librerías para facilitar el modelado de las topologías de red. Soporta un amplio rango de tecnologías de red tipo LAN, MAN y WAN. (CISCO, 2022)

**OPNET Modeler** utiliza distintos niveles de modelado o paradigmas para representar los diferentes componentes de una red. Cada nivel está asociado a un dominio y a un editor. Para hacer el desarrollo más intuitivo al usuario, los editores se organizan jerárquicamente, de forma que los modelos desarrollados en el Editor de Proyectos (Project Editor) dependen de elementos desarrollados en el Editor de Nodos (Node Editor) y este a su vez usa modelos definidos en el Editor de Procesos (Process Editor). Estos son los tres principales editores del OPNET, pero existen también otros complementarios como son el Editor de Modelos de Enlaces, el Editor de Formatos de Paquetes y el Editor de Estadísticas.

Proporciona acceso directo al código fuente siendo esto una gran ventaja para los nuevos programadores. OpnetModeler es una poderosa herramienta que permite simular sistemas de comunicaciones y así evaluar las prestaciones de una red bajo diversas condiciones de simulación como: flujos variables de tráfico, pérdida de paquetes o de conexiones entre terminales y la estación base, caídas de enlaces, etc. (CISCO, 2022)

## Marco Conceptual

Luego de explorar el correspondiente andamiaje tecnológico existente en el escenario de las redes MESH tanto a nivel local como internacional, es necesario formalizar como base de acción interpretativa, los conceptos que se exponen a continuación:

### Redes Libres

Son construidas entre todos y para todos no tienen dueño, son auto gestionables, auto sostenibles y descentralizadas. Es una topología de red donde la comunicación es en malla, donde todos los AP se interconectan con todos ofreciendo a los usuarios conectividad inalámbrica en cualquier punto donde la malla este presente. (CISCO, 2022)

## Manifiesto de redes libres

El conjunto funcional y operacional que describe y justifica el diseño configuración y liberación de una red libre, argumenta e integra los factores diferenciadores siguientes:

- Garantiza la descentralización y evita la monopolización de recursos, la coerción o la opresión.
- Respeta la neutralidad de la red.
- Garantiza el acceso público y libre.
- Su estructura es de red distribuida: el crecimiento es posible desde cualquier punto existente.
- La interconexión se realiza entre pares que pueden publicar o recibir servicios y contenidos en igualdad de condiciones.
- Promueve la creación de otras redes libres, su interconexión e interoperabilidad. (CISCO, 2022)

## Configuraciones existentes

Se citan las redes libres catalogadas como MESH existentes a nivel internacional: México y Latinoamérica.

## Esquema de acción

El esquema de acción que se lleva a cabo para las redes MESH:

- Comunidades.
- Brecha digital.
- Sociedad de bajos recursos.
- Medio de comunicación alternativo (CISCO, 2022)

## Brecha digital

Hace referencia a una totalidad socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las nuevas tecnologías de información y la comunicación TIC, como computadora personal, teléfono móvil, banda ancha y otros dispositivos. (CISCO, 2022)

## Problemas por solucionar

En la figura 9, se pueden visualizar las relaciones y asociaciones que constituyen el marco descriptivo y funcional del problema a solucionar por el programa de ingeniería de sistemas de la universidad libre al configurar su red experimental MESH. (Rengifo, 2022)

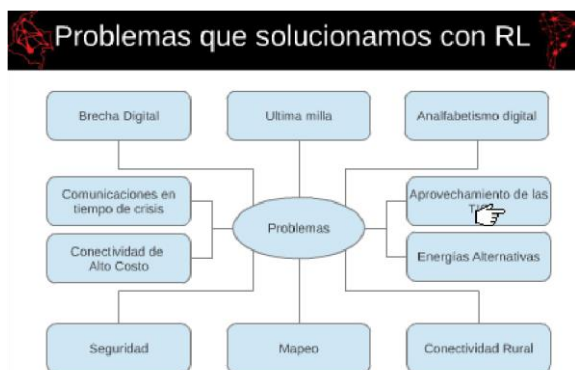


Figura 9 Problemas al solucionar <http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital-plan/introduccion>

### **Formalización metodológica**

El proceso metodológico que conlleva la construcción de la solución MESH esperada por la comunidad, como aporte del programa de ingeniería de sistemas de la universidad libre implica la apropiación e interpretación de estos factores:

- Concepto y Dimensionamiento Brecha Digital
- Estructuración última milla
- Conectividad y mapeo rural
- Energías alternativas
- Seguridad
- Servicios de las TIC'S

### **Marco Legal**

La descripción normativa de carácter legal que rige el desarrollo de este proyecto se encuentra como fuente referencial en la publicación del magistrado Alfredo Vega Jaramillo en su obra Manual de Derecho de Autor, que contempla:

#### **Propiedad Intelectual**

La propiedad recae sobre dos tipos de bienes: los tangibles, como es el caso de los bienes muebles e inmuebles, y los intangibles como la propiedad intelectual. La expresión “propiedad intelectual” se utiliza en términos amplios para hacer referencia a todas las creaciones del ingenio humano, y se define como la disciplina jurídica que tiene por objeto la protección de bienes inmateriales, de naturaleza intelectual y de contenido creativo, así como de sus actividades conexas.

Tradicionalmente se ha realizado una división de la propiedad intelectual en dos grandes ramas, a saber, la Propiedad Industrial y el Derecho de Autor, si bien nuevas clasificaciones apuntan a relacionar otros derechos intelectuales tales como la competencia desleal, los secretos industriales, las denominaciones de origen, las variedades vegetales, las invenciones biotecnológicas y los descubrimientos científicos.

El Derecho de Autor es una especie dentro de la institución de la propiedad intelectual, en virtud de la cual se otorga protección a las creaciones expresadas a través de los géneros literario o artístico, tiene por objeto las creaciones o manifestaciones del espíritu expresadas de manera que puedan ser percibidas, y nace con la obra sin que para ello se requiera formalidad alguna. (Jaramillo, 2010)

#### **Objeto de derecho de autor**

El objeto del derecho de autor es la obra, definida en el artículo 3º de la Decisión Andina 351 de 1993, Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos, como “toda creación intelectual original de naturaleza artística, científica o literaria, susceptible de ser divulgada o reproducida en cualquier forma”. Por su parte el Glosario de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI, la define como “toda creación intelectual original expresada en una forma reproducible”. (Jaramillo, 2010)

#### **Sujetos de derechos de autor**

El tema de la autoría de las obras del ingenio usualmente enfrenta a los dos sistemas de protección: el del derecho de autor (o de tradición latina) y el del copyright (o anglosajón). En el sistema de tradición latina un principio aceptado es el de reconocer la calidad de autor únicamente a la persona física que realiza la creación. En este sistema se ubica la legislación colombiana, pues el artículo 3º de la Decisión 351 de 1993 define al autor como la persona física que realiza la creación intelectual. Con relación a la persona física como autor, para la tradición jurídica latina solo la persona física puede crear una obra, pues la acción de “crear” se refiere a la actividad intelectual que supone

atributos como los de aprender, valorar, sentir, innovar, y expresar, todos ellos exclusivos de la persona humana. (Jaramillo, 2010)

## Derecho Moral

El derecho moral es aquel que protege la personalidad del autor en relación con su obra y designa el conjunto de facultades destinadas a ese fin. (Jaramillo, 2010)

**Características del Derecho moral:** Los derechos morales, al igual que los patrimoniales, son emanados de la personalidad del autor y reconocidos como derechos humanos en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos. La doctrina y la legislación reconocen al derecho moral de autor los atributos de ser inalienable, irrenunciable e imprescriptible (Decisión 351 de 1993, art 11; Ley 23 de 1982, art. 30)

Debido a la inalienabilidad, toda transmisión del derecho de autor entre vivos solo puede involucrar a los derechos patrimoniales. Por ser inalienable el derecho moral, también es inembargable, inexpropiable y perpetuo, si bien existen países en donde los derechos morales están limitados en el tiempo al igual que los derechos patrimoniales. (Jaramillo, 2010)

## Registro del Derecho de autor

Los objetivos fundamentales del registro del derecho de autor son:

- Dar publicidad al derecho de los titulares y a los actos y contratos que transfieran o cambien ese dominio amparado por la ley, así como brindarles a los titulares de derechos un medio de prueba a sus derechos y a los actos y contratos que transfieran ese dominio amparado legalmente (Art. 4, lit. a, Ley 44 de 1993; art. 2º Decreto 460 de 1995). El registro permite al creador de la obra demostrar su titularidad sobre la misma (salvo que haya transmitido sus derechos patrimoniales) y a los usuarios interesados en adelantar alguna negociación sobre los derechos de la obra les permite informarse sobre las condiciones jurídicas actuales de la creación intelectual.
- El registro también brinda garantía de autenticidad y seguridad a los títulos de derechos y a los actos y documentos que a ellos se refiere (Art. 4, lit. b, Ley 44 de 1993 y Art. 2, Decreto 460 de 1995).

En tal sentido, los datos consignados en el Registro Nacional de Derecho de Autor se presumen ciertos hasta tanto se demuestre lo contrario.

Lo anterior permite al usuario tener certeza sobre la existencia y demás circunstancias que rodean la obra, así como sobre sus actos de disposición, lo que le brinda al usuario confianza al tener como ciertos todos los datos de las obras y de las disposiciones contractuales o de cualquier otro orden que figuren en el registro. (Jaramillo, 2010)

## Marco Legal en las Redes Mesh

El Espectro Electromagnético es un bien público que forma parte del espacio colombiano, es inajenable e imprescriptible, y está sujeto a la gestión y control del Estado, quien debe garantizar el acceso a su uso en igualdad de oportunidades y condiciones y en los términos que fije la ley.

El estado puede intervenir por mandato de la ley para garantizar el pluralismo informativo y la competencia y evitar las prácticas monopolísticas en el uso del citado bien. La radio, la televisión, la telefonía, la difusión por cable, el telégrafo, el télex y general cualquier medio de telecomunicaciones. Son algunos de los medios que utilizan el Espectro Electromagnético para enviar y recibir mensajes, y en general toda clase de datos o información. Por tanto, la libertad de fundar medios de comunicación masiva, haciendo uso de este bien público, también se ve limitada, pues al hacer uso

del espectro electromagnético se tiene que subordinar necesariamente a las normas que lo reglamentan.

Siguiendo las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones del Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), las redes libres MESH siguen un protocolo de leyes las cuales rigen los procedimientos científicos, administrativos, técnicos, jurídicos, económicos necesarios para garantizar el funcionamiento de este tipo de iniciativas, por ello es importante entender rápidamente las más importantes directivas que el estado de la República de Colombia ha establecido a nivel nacional en el ámbito de las telecomunicaciones inalámbricas.

El Espectro Electromagnético es de propiedad exclusiva del estado y como tal constituye un bien de dominio público, inajenable e imprescriptible, cuya gestión, administración y control corresponde al ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones (Ministerio de las TIC) de conformidad con las leyes vigentes, con excepción del Espectro Electromagnético atribuido al servicio de TV cuya administración corresponde a la Comisión Nacional de Televisión (CNTV)<sup>23</sup>, en coordinación con el ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.

El ministerio de las TIC concretamente ha declarado la gestión y control del Espectro Electromagnético a la Agencia Nacional del Espectro. (Jaramillo, 2010)

### La Agencia Nacional Del Espectro y el Ministerio TIC

El objeto de la Agencia Nacional del Espectro es brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control de espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo. (Jaramillo, 2010)

#### **La Agencia Nacional del Espectro tendrá, entre otras, las siguientes funciones:**

- Asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con el espectro radioeléctrico.
- Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes (en este caso la UIT).
- Estudiar y proponer, acorde con las tendencias del sector y las evoluciones tecnológicas, esquemas óptimos de vigilancia y control del Espectro Electromagnético, incluyendo los satelitales, con excepción a lo dispuesto en el artículo de la Constitución Política<sup>24</sup> para tales casos de uso.
- Ejercer la vigilancia y control del Espectro Electromagnético, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política de Colombia.
- Realizar la gestión técnica del Espectro Electromagnético.
- Investigar e identificar a las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuanto a la administración, vigilancia y control del Espectro.
- Estudiar y proponer los parámetros de valoración por el derecho al uso del Espectro Electromagnético y la estructura de contraprestaciones.
- Notificar ante los organismos internacionales las interferencias detectadas por señales originadas en otros países, previa coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC.
- Apoyar al Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC en el establecimiento de estrategias para la participación en las diversas conferencias y grupos de estudio especializados en la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT y otros organismos internacionales.
- Adelantar las investigaciones a que haya lugar, por posibles infracciones al régimen del espectro definido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC,

así como imponer las sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.

- Ordenar el cese de operaciones no autorizadas de redes, el decomiso provisional y definitivo de equipos y demás bienes utilizados para el efecto, y disponer su destino con arreglo a lo dispuesto en la Ley, sin perjuicio de las competencias que tienen las autoridades Militares y de Policía para el decomiso de equipos.
- Actualizar, mantener y garantizar la seguridad y confiabilidad de la información que se genere de los actos administrativos de su competencia.
- Las demás que por su naturaleza le sean asignadas o le correspondan por Ley. (Jaramillo, 2010)

### ¿El uso de frecuencias Electromagnéticas requiere de licencia?

El uso de frecuencias radioeléctricas requiere de permiso previo otorgado por el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones y dará lugar al pago de los derechos que correspondan. Cualquier ampliación, extensión, renovación o modificación de las condiciones, requiere de un nuevo permiso, previo y expreso.

### **El Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones ejerce las funciones de inspección y vigilancia sobre las redes y servicios de telecomunicaciones.**

Acorde con el Decreto Ley 1900 de 1990 o “Estatuto de las Telecomunicaciones”, cualquier red o servicio de telecomunicaciones sin autorización previa será considerado como clandestino y el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones TIC y las autoridades militares y de policía procederán a suspenderlo y a decomisar los equipos, sin perjuicio de las sanciones de orden administrativo o penal a que hubiese lugar, conforme a las normas legales y reglamentarias vigentes. Los equipos decomisados serán depositados a órdenes del Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones, el cual les dará la destinación y el uso que fijen las normas pertinentes. (Jaramillo, 2010)

### **Infracciones al ordenamiento de las telecomunicaciones**

Constituyen infracciones específicas al ordenamiento de las telecomunicaciones, entre otras:

- El ejercicio de actividades o la prestación de servicios sin la correspondiente concesión o autorización, así como la utilización de frecuencias radioeléctricas sin permiso o en forma distinta de la permitida.
- La instalación, la utilización o la conexión a la red de telecomunicaciones del estado de equipos que no se ajusten las normas fijadas por el ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones.
- La producción de daños a la red de telecomunicaciones del Estado como consecuencia de conexiones o instalaciones no autorizadas. (Nieto, 2014)

### ¿El Espectro Electromagnético perjudica la salud?

Si bien no existen estudios científicos concluyentes de organismos nacionales o internacionales (competentes, siendo una gran excepción al Organización Mundial de la Salud OMS), que demuestren que las antenas de radiocomunicación ocasionan fuertes radiaciones que puedan incidir de manera peligrosa en la salud de la población; el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones TIC, con el fin de valorar los aspectos asociados a la radiación producida por emisores intencionales de radiación o antenas de telecomunicaciones, contrato un estudio con la Pontificia Universidad Javeriana cuyo resultado fue el documento “Estudio de los límites de exposición humana, a campos electromagnéticos producidos por antenas de telecomunicaciones y análisis de su integración al entorno”.

Como resultado de este estudio y otras recomendaciones internacionales, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 195 del 31 de enero de 2005 “Por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones”, norma elaborada conjuntamente por los Ministerios de Comunicaciones, de la Protección Social, y del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

El Decreto 195 de 2005 adoptó los fundamentos de la Recomendación UIT-T k.52 Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, también, la Recomendación 519/EC/1999 del Consejo de la Unión. Por la Cual se establecen límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos y las recomendaciones para a limitar la exposición a campos electromagnéticos, resultado del estudio realizado por la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación Nolonizante, ICNIRP, ente reconocido oficialmente por la Organización Mundial de la Salud, OMS. (Nieto, 2014)

### Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético

Las antenas de las estaciones electromagnéticas emiten ondas de radiación electromagnética, en la gama de frecuencias que va desde los 9 KHz a los 300 GHz (recordando que nuestras redes MESH operan en bandas de 2.4 – 2.42 GHz y 5 – 5.4 GHz), gama de frecuencias denominadas Ondas Hertzianas o Espectro Radioeléctrico. Esta porción del Espectro Electromagnético es la destinada para las Radiocomunicaciones. Las radiaciones electromagnéticas presentan comportamientos ionizantes y no ionizantes. Las primeras pueden presentar efectos nocivos para la salud humana por tener las partículas comportamientos aleatorios e impredecibles que pueden generar altas concentraciones de energía perjudicial, superior a los 40 eV (electronvoltios). Estas energías de radiación se encuentran por encima de los Rayos Ultravioleta.

Por ejemplo, los Rayos X blandos tienen una energía típica promedio de 12000 eV, mientras que la luz visible presenta una energía típica promedio de 2,47 eV. Las estaciones radioeléctricas utilizadas en la Radiocomunicación poseen energías bastante menores. Por ejemplo, una estación de televisión en la banda de UHF (a 700 MHz) posee una energía de 0,00000288 eV, y un radar de microondas (a GHz) de 0,000421 eV. La radiación no-ionizante se presenta, de manera general, en forma de generación de calor. Los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, producidos por las estaciones radioeléctricas, en la gama de frecuencias de 9 KHz a 300 GHz son los estipulados en el decreto de 2005. (Fontal, 2005)

### Analizando las radiaciones en el Espectro Electromagnético Internacionalmente

Los expertos aconsejan extremar las precauciones con esta tecnología y restringir su uso en las escuelas y espacios públicos.

En la actualidad los equipos que se utilizan tienen los límites establecidos de las frecuencias a las que se puede exponer el ser humano de acuerdo con las normas ya mencionadas anteriormente. Dispositivos inalámbricos (teléfonos celulares, ordenadores, portátiles, tablets, entre otros) se han vuelto tan omnipresentes que sería difícil imaginarse la vida sin ellos. Si bien es cierto que estos aparatos han revolucionado la manera de comunicarnos, también crean campos electromagnéticos (radiaciones no ionizantes) que, cuando se emiten en niveles suficientes, pueden calentar los tejidos biológicos, según se desprende de varios estudios y reconoce la propia Nación. Diversos especialistas y algunas asociaciones ciudadanas han empezado a exigir más precaución con el uso del WiFi y las nuevas tecnologías, especialmente en espacios públicos, como escuelas y hospitales. Una red WiFi o una computadora portátil no supone ningún problema, pero realmente se vuelve un tema preocupante el saber que en un área local pueden haber funcionado varios dispositivos inalámbricos al mismo tiempo, superando fácilmente el centenar de dispositivos realizando actividades que hacen uso de tecnologías inalámbricas.

Tales dispositivos, son emisores de ondas electromagnéticas. La Comisión Nacional detalla algunas recomendaciones sobre la materia, pero algunos estados que tienen la autoridad particular y la responsabilidad de proteger a sus ciudadanos de los efectos potenciales de los campos electromagnéticos.

La Comisión Nacional cuenta con un marco regulador vigente que limita la potencia emitida por dispositivos de telecomunicaciones móviles. Fabricantes y operadores de equipos de telecomunicaciones inalámbricos en México deben cumplir la directiva 1999/5/CE, que establece un marco reglamentario para la puesta en el mercado, de libre circulación y la puesta en servicio en la ley de los equipos de radio y terminales de telecomunicaciones. Esta directiva incluye requisitos esenciales en materia de protección de la salud y la seguridad de los usuarios y el público.

Pero ¿realmente hay fundamento para afirmar que los dispositivos inalámbricos son perjudiciales para la salud humana? En su página web, la Organización Mundial de la Salud (OMS), sostiene que la principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos.

En el caso de las frecuencias utilizadas por teléfonos móviles y demás dispositivos inalámbricos similares, la mayor parte de la energía es absorbida por la piel y otros tejidos superficiales, de modo que el aumento de temperatura en el cerebro o en otros órganos del cuerpo es insignificante.

¿Qué ocurre con las redes WiFi? La exposición del cerebro al teléfono móvil, como se utiliza más cerca de la cabeza, es mucho más alta que la de un router WiFi o un portátil, argumenta Elisabeth Cardis, responsable de radiaciones del Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental (CREAL), que ha participado en los estudios Interphone y Mobi-kids sobre el uso de celulares y riesgos de sufrir cáncer de cabeza y cuello. La exposición a las radiaciones del WiFi es más elevada por el ordenador que por el router, y argumenta: Pero el portátil no lo utilizas al lado de la cabeza, sino a un metro o 60 centímetros del cuerpo, por lo que, si la fuente de radiofrecuencia no está pegada a la cabeza, el nivel de exposición es muy bajo.

En este sentido, uno de los estudios epidemiológicos de mayor envergadura que se han realizado sobre la materia, Interphone, donde participaron 13 países, no reveló un aumento del riesgo de dos tipos de tumores, glioma y meningioma con el uso del teléfono celular a lo largo de un periodo superior a los 10 años, sin embargo, se encontraron ciertos indicios de un aumento del riesgo de glioma en las personas con más horas acumuladas de uso del celular. Cardis, investigadora principal del estudio, indica que tampoco es descartable que hubiera sesgos en la investigación puesto que la gente que padece un cáncer se suele preguntar cuál ha sido la causa y puede atribuir fácilmente su enfermedad al celular.

Por otro lado, los pacientes que participaron en el estudio empezaron a hacer uso de la telefonía móvil a una edad más tardía que los jóvenes de hoy en día, ya que un cáncer o tumor puede tardar años en manifestarse. Por este motivo la OMS considera que se deben ahondar las investigaciones en estos grupos de población. (Fontal, 2005)

### Uso Libre del Espectro Electromagnético

Se considera espectro de uso libre al uso sin necesidad de contraprestación o pago, de algunas frecuencias o bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, atribuidas, permitidas y autorizadas de manera general y expresa por el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicación TIC, definición contenida en la Resolución 689 de 2004.

La resolución 689 de 2004 atribuyó unas bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización dentro del territorio nacional, mediante sistemas de acceso y redes inalámbricos de área

local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, en las condiciones establecidas por dicha resolución. (Fontal, 2005)

El artículo 5 de la norma atribuyo las siguientes bandas de frecuencias para la operación de dichos sistemas inalámbricos de banda ancha y baja potencias:

- Banda de 902 a 928 MHz
- Banda de 2,400 a 2,483 MHz • Banda de 5,150 a 5,250 MHz • Banda de 5,250 a 5,350 MHz
  - Banda de 5,470 a 5,725 MHz
- Banda de 5,725 a 5,850 MHz

Igualmente, la Resolución 797 de 2001 atribuyo unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su uso libre por parte del público en general, en aplicaciones de: telemetría, tele comando, telealarmas, telecontrol vehicular, dispositivos de operación momentánea, microfonía inalámbrica y transceptores de voz y datos, que posean bajos niveles de potencia o de intensidad de campo, con las características técnicas particulares descritas en dicha resolución.

También la Resolución 2190 de 2003 atribuyo unas frecuencias radioeléctricas para su uso libre del público en general, en aplicaciones de radios de baja potencia y corto alcance de operación itinerante, cuya instalación y operación se autoriza de manera general, y definió las características técnicas de operación para la utilización de estos, en las condiciones que se establecen en esta norma. (Fontal, 2005)

## Modelo de Red

En el proceso de formación de ingenieros de sistemas de la Universidad Libre siempre se nos ha inculcado solución problemas buscando la mejor solución, por tal motivo se procedió a investigar a fondo sobre implementaciones de redes Mesh en el mundo encontrando que este tipo de redes no es muy utilizado en el entorno telemático, ni tiene mucho auge, pero en las pocas partes donde se ha implementado ha tenido muy buenos resultados

Luego de estudiar diferentes implementaciones realizadas sobre modelos de red Mesh se procedió a buscar una herramienta de simulación que permitiera analizar resultados fortalezas o inconvenientes que se pudiesen observar para una futura implementación del modelo.

Se establecen los requerimientos de infraestructura mínimos para el desarrollo del modelo de red Mesh propuesto los cuales son dispositivos para que la red opere, adicionalmente, es de gran importancia analizar cuál es la mejor solución en el espacio escogido para el diseño e implementación de una red Mesh.

Enrutadores: Estos son nuestros nodos en la red los cuales deben estar a la vista uno de otro, deben ser escogidos de forma analítica teniendo en cuenta su alcance inalámbrico y conectividad ya que son los nodos los que brindaran conectividad a los usuarios.

Gateway: Es el enrutador central siendo el dispositivo que hace control entre la zona de administración y los enrutadores.

Firewall: Es la seguridad en la red Mesh siendo el dispositivo que controla la seguridad desde y hacia la red Mesh.

Internet: Este servicio debe ser contratado con un proveedor de ISP y puede ser brindado en HA (Alta Disponibilidad) previniendo caídas en la red. (Fernández, 2020)

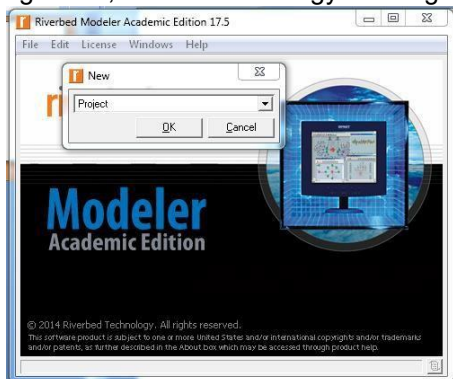
## Diseño

Las redes Mesh trabajan bajo una topología en malla, por esto se debe observar el entorno en donde se debe aplicar la solución analizando cuantos equipos se necesitan y lograr un alto nivel de fiabilidad y disponibilidad dentro de la zona de red. Adicionalmente como buena práctica se recomienda tener dos proveedores diferentes de ISP para evitar que la red Mesh se quede sin disponibilidad afectando a los usuarios y en caso de que un proveedor falle se pueda contar con un segundo proveedor que mantenga la disponibilidad de internet en la red Mesh.

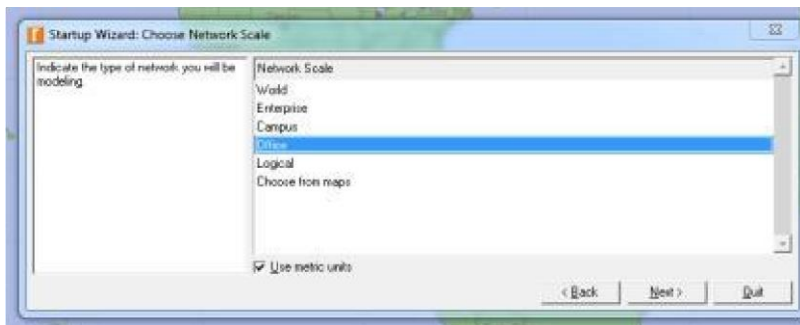
Finalmente, y no menos importante se implementa un Firewall como medida de seguridad contra ataques suponiendo que se puedan tener en la red Mesh, así mismo monitorear y administrar dicha seguridad en la red Mesh.

Luego de tener clara la infraestructura necesaria para la implementación de una red Mesh y su funcionamiento se procede con el diseño lógico-físico de la red sobre la herramienta ya seleccionada como lo es Riverbed Modeler Academic.

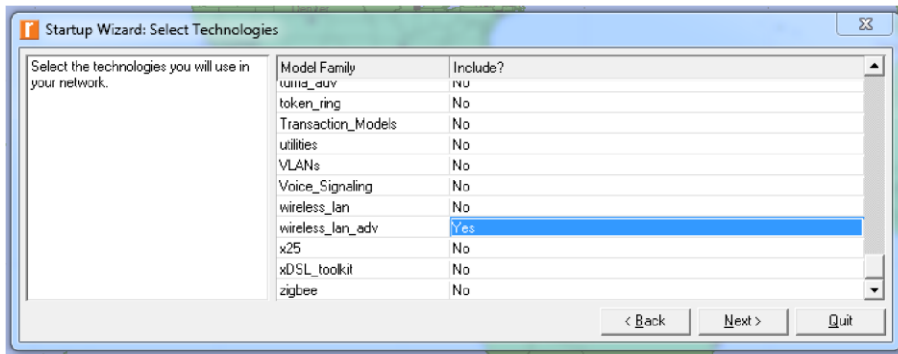
Lo primero es crear un nuevo proyecto y nombrarlo como Mesh Final como se ve en la figura 10, posteriormente se cargan las características del proyecto como son Network Scale como se ve en la figura 11, Select Technology en la figura 12 y el tamaño entre cuadrantes o Size en la figura 13.



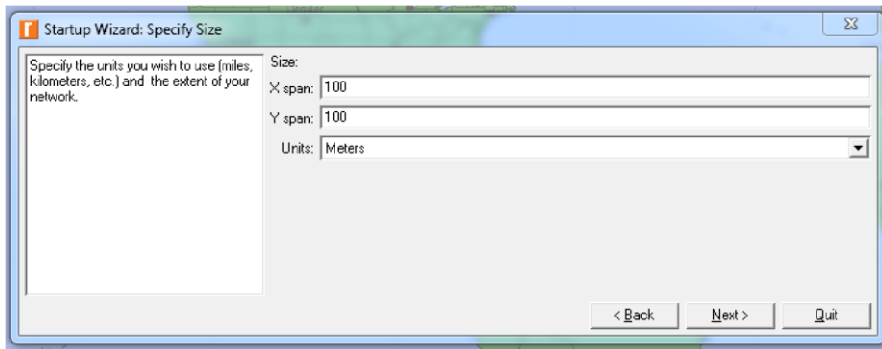
*Figura 10 Nombrando el proyecto como Mesh Final*



*Figura 11 Se cargan las características del proyecto*

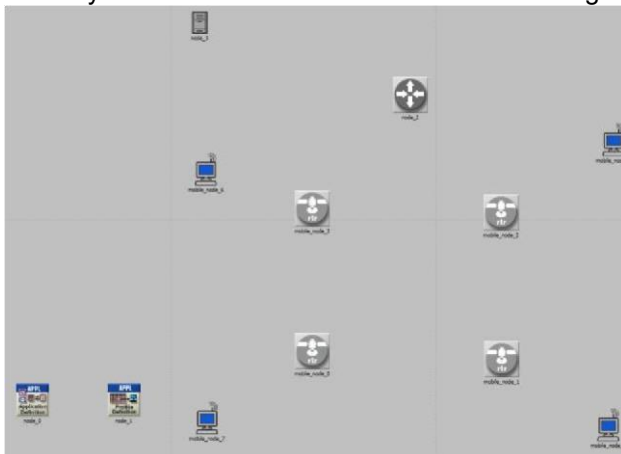


**Figura 12 Seleccione Technology**



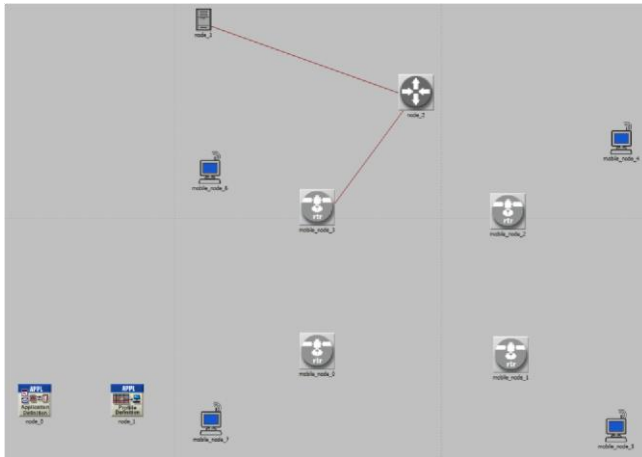
**Figura 13 Tamaño entre cuadrantes**

Posteriormente se procede a incluir todos los elementos de hardware requerido para implementar la topología Mesh o en Malla los cuales la herramienta ofrece para su diseño como lo son: enrutadores, conexiones, servidores, Gateway, Firewall. Se diseña la red basados en la tecnología ya investigada construyendo el modelo Mesh como se ve en la figura 14.

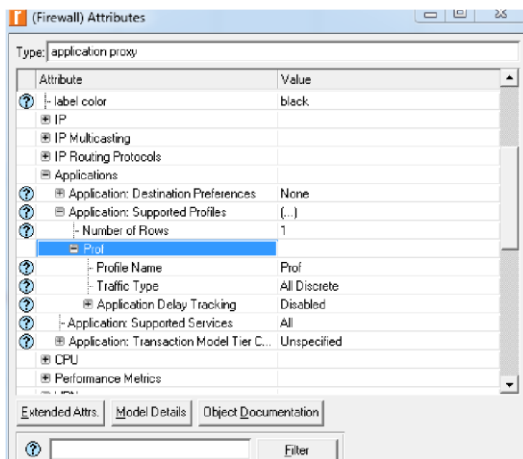


**Figura 14 Modelo mesh**

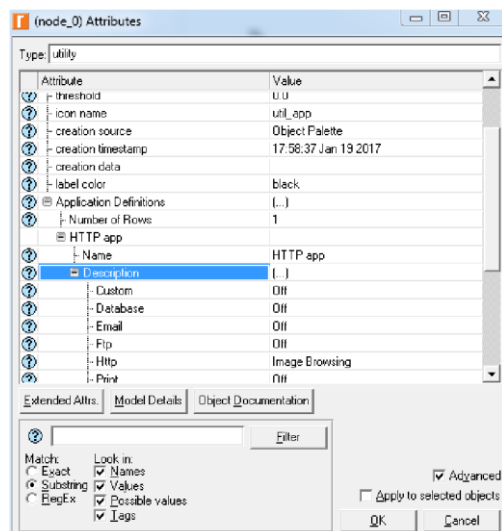
Se procede con la configuración lógica de cada uno de los dispositivos seleccionados para la red teniendo en cuenta que la configuración se realiza en la capa de aplicación de la modelo especificada en el modelo OSI, se empieza a cambiar los nombres de cada uno de los dispositivos, a realizar las conexiones pertinentes y su configuración final como se ve en la imagen entre la figura 15 a la figura 22.



**Figura 15 Modelado mesh**



**Figura 16 Aplicación proxy**



**Figura 17 Descripción del proxy**

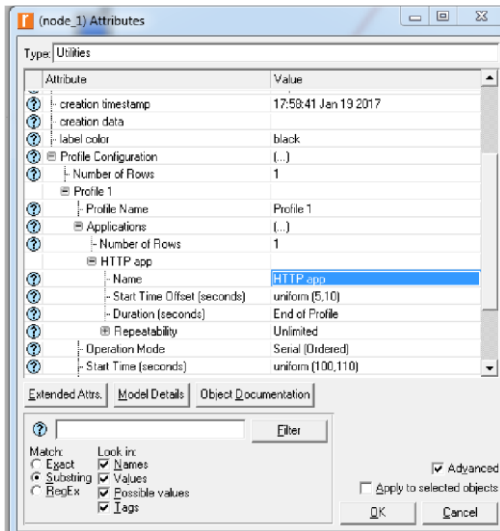


Figura 18 Nombrar el nodo 3

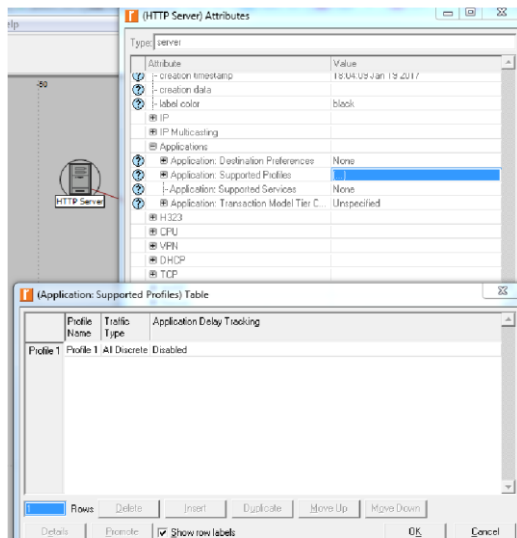


Figura 19 Configuración del HTTP

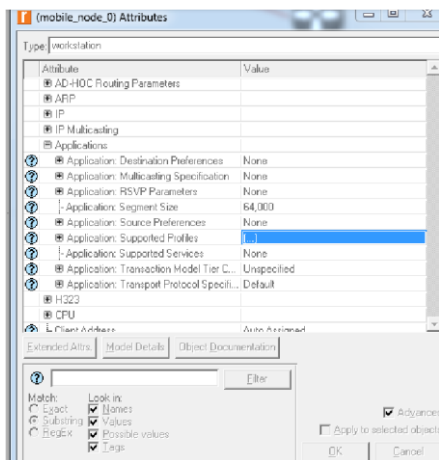
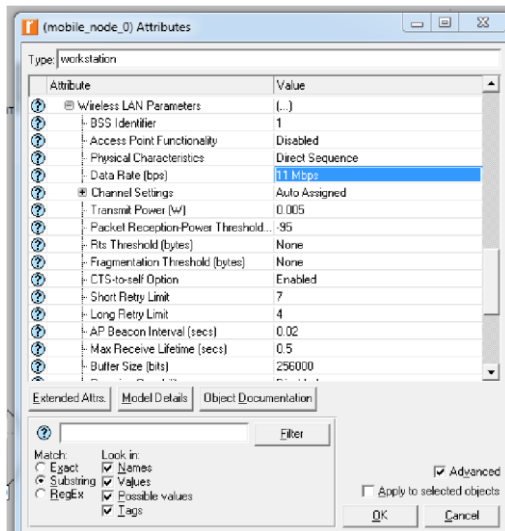
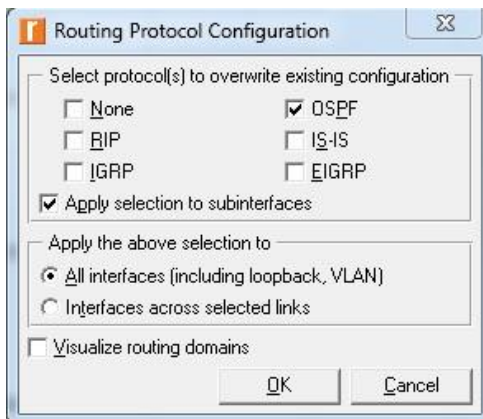


Figura 20 Configuración del nodo 0



**Figura 21 Colocar la cantidad de bps**

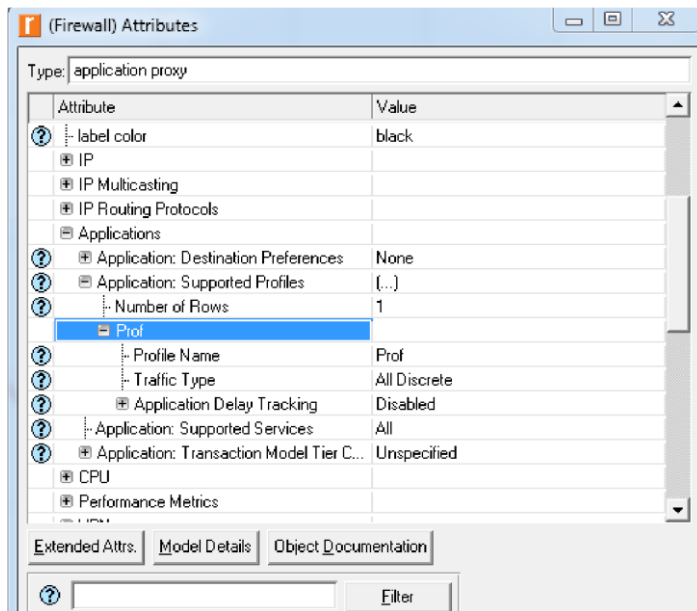


**Figura 22 Seleccionar protocolo a utilizar**

La red Mesh se construye teniendo como base el espacio donde podrá ser implementada en un futuro y en diseños de redes previamente investigados los cuales han sido construidos e implementados y se observa entonces que la red puede constar de tres espacios los cuales se mencionan a continuación.

### Zona de administración

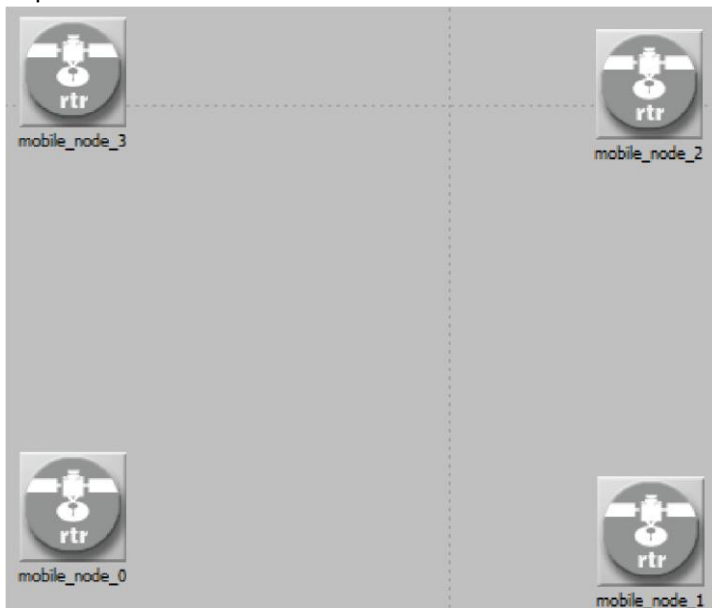
Está constituida en la cabeza de la red y allí se encuentra todos los equipos con los cuales se puede administrar la red como son el Gateway, Firewall tal como se ve en la figura 23.



**Figura 23 Administrar la red**

## Nodos

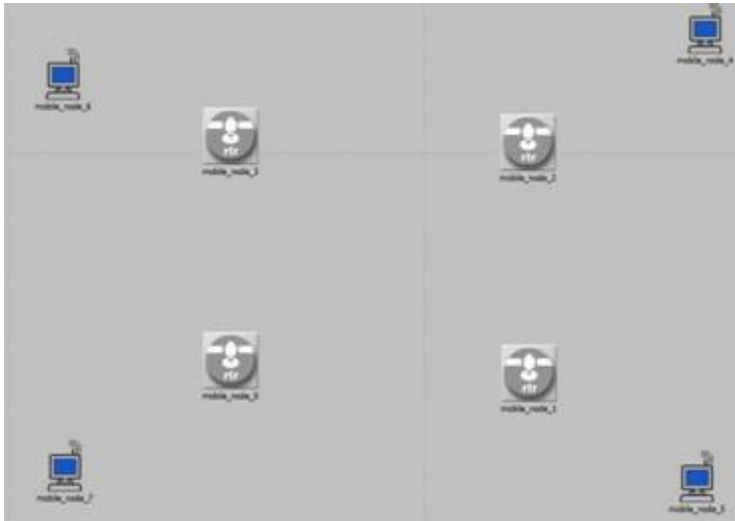
Los nodos son los enrutadores que se han escogido con antelación para la solución de la red, los cuales son los encargados de brindar interconectividad a todos los usuarios de la red teniendo en cuenta que en conjunto con la zona de administración se encargaran de brindar a los usuarios la disponibilidad necesaria en la red tal como se muestra en la figura 24.



**Figura 24 Disponibilidad de la red**

## Usuarios

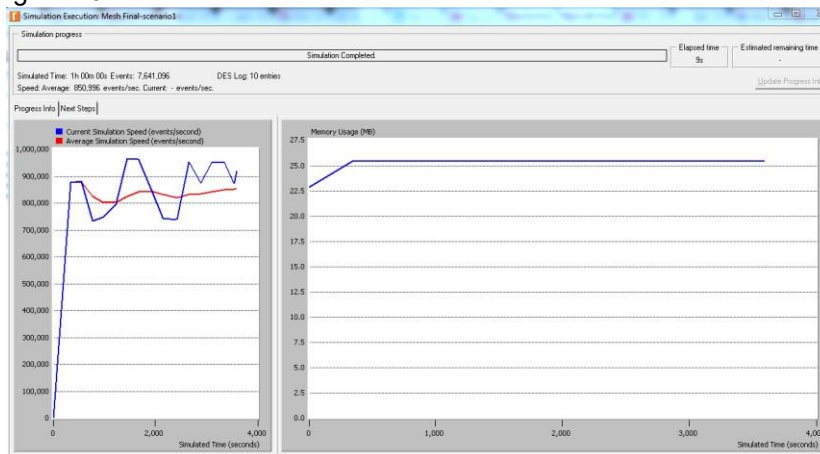
Finalmente se encuentra la zona de conectividad de los usuarios de la red donde se cargan equipos en la red y se puede ver el comportamiento de estos en la simulación. Ver la Figura 25.



**Figura 25 Zona de conectividad**

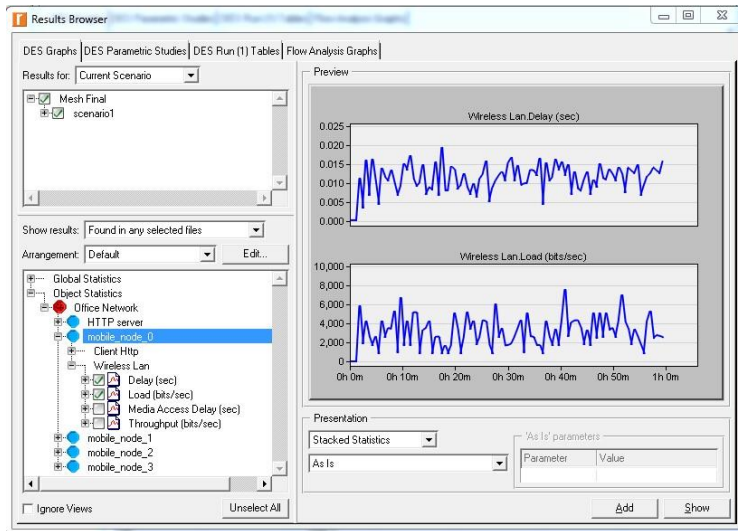
## Simulación

Riverbed Modeler Academic Edition 17.5 es una herramienta muy útil para la simulación y diseño de modelos de red, ofreciendo resultados efectivos y así verificar la viabilidad del diseño. La simulación se realiza creando tráfico en toda la red simulado 1 hora de tráfico como se puede apreciar en la figura 26.

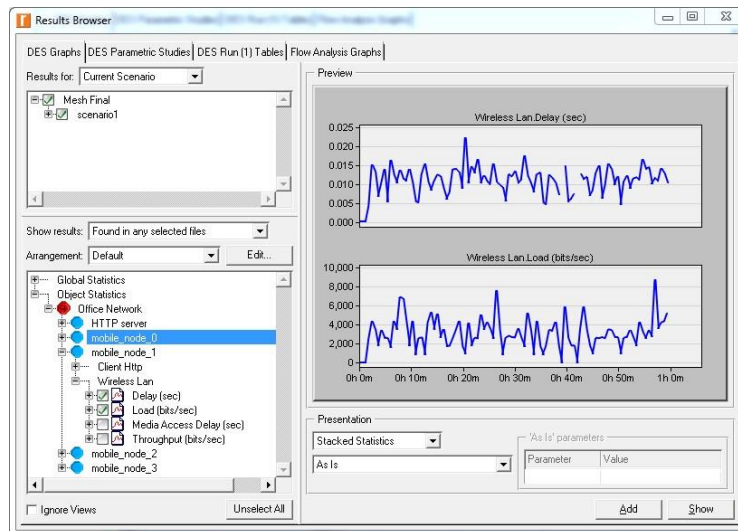


**Figura 26 Simulación de una hora de tráfico**

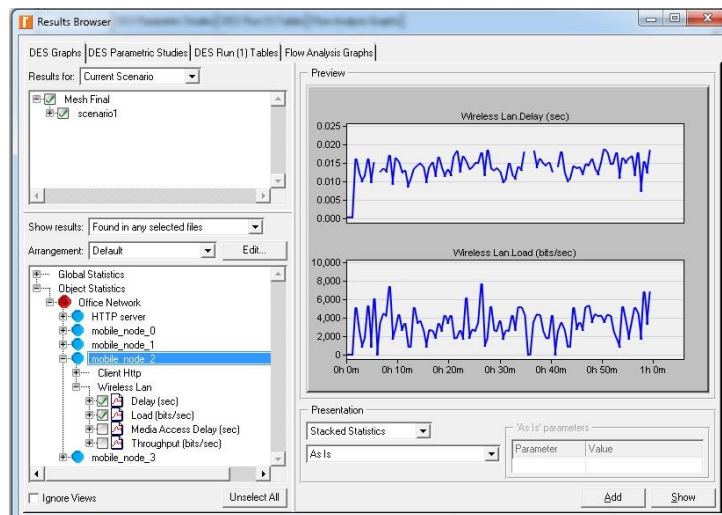
Posteriormente se entran a revisar las estadísticas globales tanto en la red Wireless como en el servidor HTTP, verificar la figura 27 y la figura 28.



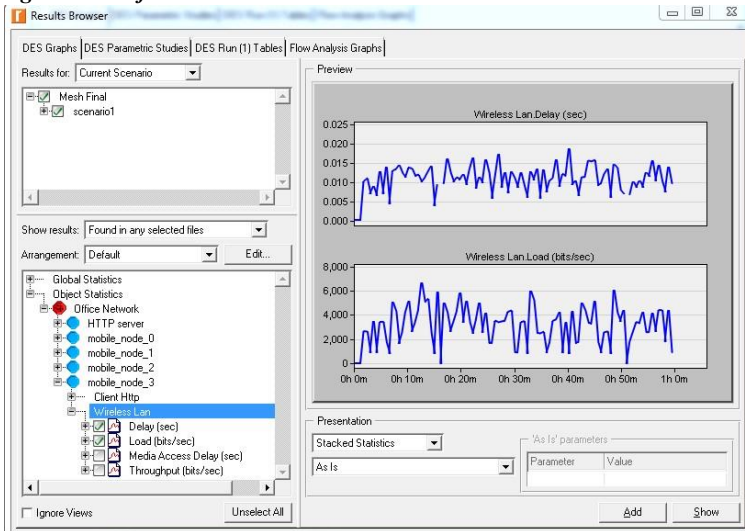
**Figura 29** Trafico de usuarios



**Figura 30** Trafico de usuarios del nodo 0

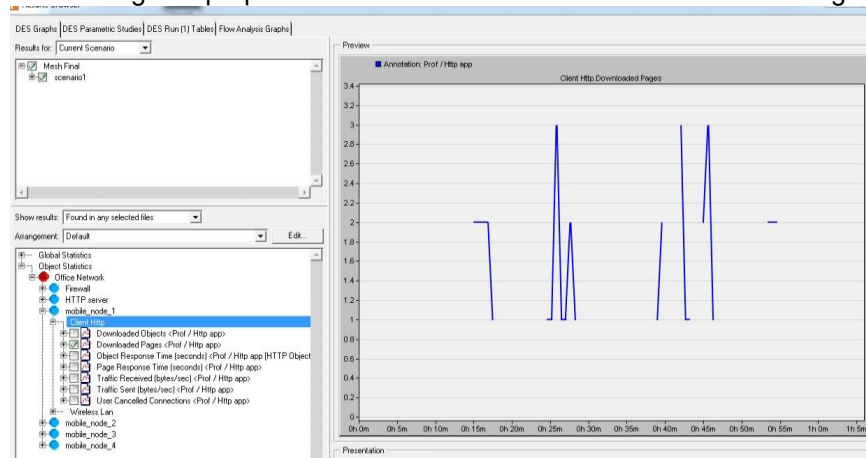


**Figura 31 Trafico de usuarios del nodo 2**

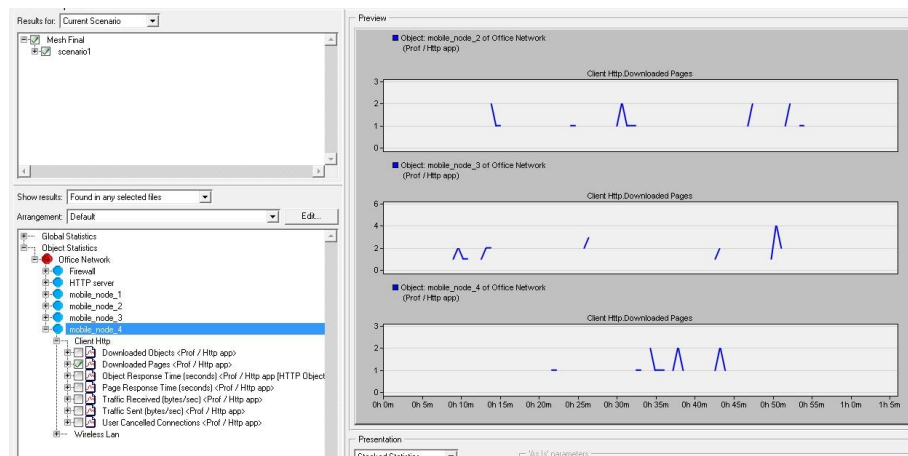


**Figura 32 Trafico de datos en el nodo 3**

Y la descarga de paquetes desde el servidor HTTP como se ve en la figura 33 y 34.



**Figura 33 Paquetes de servidor**



**Figura 34 Servidor HTTP**

Finalmente se procede a incluir las tablas de enrutamiento con su respectiva información la cual el simulador deja exportar mostrando el protocolo usado para el enrutamiento, se puede ver reflejado que cada nodo puede alcanzar su nodo vecino el cual está dentro de su alcance. Se podrá visualizar en la figura 35, 36, 37, y 38.

|    | Destination                       | Source Protocol | Route Preference | Metric | Next Hop Address | Next Hop Node          | Outgoing Interface | Outgoing LSP | Insertion Time (secs) |
|----|-----------------------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| 1  | 192.0.0.0/30                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.2        | Office Network:Node A  | IF0                | N/A          | 0.000                 |
| 2  | 192.0.0.4/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.1        | Office Network:Gateway | IF0                | N/A          | 63.712                |
| 3  | 192.0.0.8/30                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.10       | Office Network:Node A  | new_IF1            | N/A          | 0.000                 |
| 4  | 192.0.0.12/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.13       | Office Network:Node A  | new_IF3            | N/A          | 0.000                 |
| 5  | 192.0.0.24/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.25       | Office Network:Node A  | new_IF2            | N/A          | 0.000                 |
| 6  | 192.0.0.32/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.33       | Office Network:Node A  | IF1                | N/A          | 0.000                 |
| 7  | 192.0.0.36/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.26       | Office Network:Node B  | new_IF2            | N/A          | 63.712                |
| 8  | 192.0.0.40/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.9        | Office Network:Node C  | new_IF1            | N/A          | 63.712                |
| 9  | 192.0.0.44/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.14       | Office Network:Node D  | new_IF3            | N/A          | 63.712                |
| 10 | 192.0.1.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.14       | Office Network:Node D  | new_IF3            | N/A          | 63.712                |
| 11 |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.9        | Office Network:Node C  | new_IF1            | N/A          | 63.712                |
| 12 | 192.0.2.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.26       | Office Network:Node B  | new_IF2            | N/A          | 63.712                |
| 13 |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.9        | Office Network:Node C  | new_IF1            | N/A          | 63.712                |
| 14 | 192.0.3.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.14       | Office Network:Node D  | new_IF3            | N/A          | 63.712                |
| 15 |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.26       | Office Network:Node B  | new_IF2            | N/A          | 63.712                |
| 16 |                                   |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |
| 17 | Gateway of last resort is not set |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |
| 18 |                                   |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |

Figura 35 Tabla de enrutamiento del nodo A

|    | Destination                       | Source Protocol | Route Preference | Metric | Next Hop Address | Next Hop Node         | Outgoing Interface | Outgoing LSP | Insertion Time (secs) |
|----|-----------------------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|-----------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| 1  | 192.0.0.0/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.25       | Office Network:Node A | new_IF1            | N/A          | 67.099                |
| 2  | 192.0.0.4/30                      | OSPF 1          | 110              | 3      | 192.0.0.25       | Office Network:Node A | new_IF1            | N/A          | 67.099                |
| 3  | 192.0.0.8/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.2.1        | Office Network:Node C | new_IF2            | N/A          | 67.099                |
| 4  |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.25       | Office Network:Node A | new_IF1            | N/A          | 67.099                |
| 5  | 192.0.0.12/30                     | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.25       | Office Network:Node A | new_IF1            | N/A          | 67.099                |
| 6  |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.3.1        | Office Network:Node D | IF0                | N/A          | 67.099                |
| 7  | 192.0.0.24/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.26       | Office Network:Node B | new_IF1            | N/A          | 0.000                 |
| 8  | 192.0.0.32/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.25       | Office Network:Node A | new_IF1            | N/A          | 67.099                |
| 9  | 192.0.0.36/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.38       | Office Network:Node B | IF1                | N/A          | 0.000                 |
| 10 | 192.0.0.40/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.2.1        | Office Network:Node C | new_IF2            | N/A          | 67.099                |
| 11 | 192.0.0.44/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.3.1        | Office Network:Node D | IF0                | N/A          | 67.099                |
| 12 | 192.0.1.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.2.1        | Office Network:Node C | new_IF2            | N/A          | 67.099                |
| 13 |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.3.1        | Office Network:Node D | IF0                | N/A          | 67.099                |
| 14 | 192.0.2.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.2.2        | Office Network:Node B | new_IF2            | N/A          | 0.000                 |
| 15 | 192.0.3.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.3.2        | Office Network:Node B | IF0                | N/A          | 0.000                 |
| 16 |                                   |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |
| 17 | Gateway of last resort is not set |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |
| 18 |                                   |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |

Figura 36 Tabla de enrutamiento del nodo B

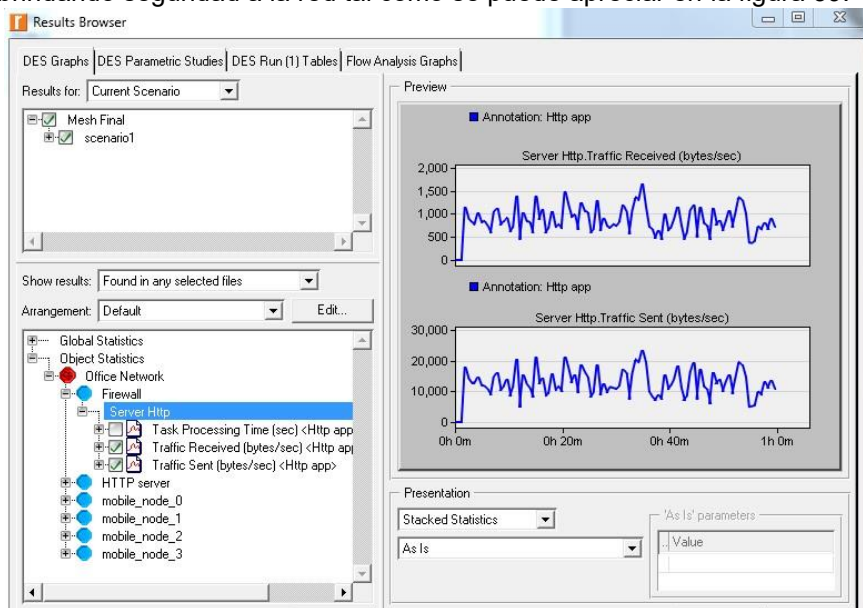
|    | Destination                       | Source Protocol | Route Preference | Metric | Next Hop Address | Next Hop Node         | Outgoing Interface | Outgoing LSP | Insertion Time (secs) |
|----|-----------------------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|-----------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| 1  | 192.0.0.0/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.10       | Office Network:Node A | IF0                | N/A          | 68.154                |
| 2  | 192.0.0.4/30                      | OSPF 1          | 110              | 3      | 192.0.0.10       | Office Network:Node A | IF0                | N/A          | 68.154                |
| 3  | 192.0.0.8/30                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.9        | Office Network:Node C | IF0                | N/A          | 0.000                 |
| 4  | 192.0.0.12/30                     | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.1.2        | Office Network:Node D | new_IF1            | N/A          | 68.154                |
| 5  |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.10       | Office Network:Node A | IF0                | N/A          | 68.154                |
| 6  | 192.0.0.24/30                     | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.2.2        | Office Network:Node B | new_IF2            | N/A          | 68.154                |
| 7  |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.10       | Office Network:Node A | IF0                | N/A          | 68.154                |
| 8  | 192.0.0.32/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.10       | Office Network:Node A | IF0                | N/A          | 68.154                |
| 9  | 192.0.0.36/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.2.2        | Office Network:Node B | new_IF2            | N/A          | 68.154                |
| 10 | 192.0.0.40/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.41       | Office Network:Node C | IF1                | N/A          | 0.000                 |
| 11 | 192.0.0.44/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.1.2        | Office Network:Node D | new_IF1            | N/A          | 68.154                |
| 12 | 192.0.1.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.1.1        | Office Network:Node C | new_IF1            | N/A          | 0.000                 |
| 13 | 192.0.2.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.2.1        | Office Network:Node C | new_IF2            | N/A          | 0.000                 |
| 14 | 192.0.3.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.2.2        | Office Network:Node B | new_IF2            | N/A          | 68.154                |
| 15 |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.1.2        | Office Network:Node D | new_IF1            | N/A          | 68.154                |
| 16 |                                   |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |
| 17 | Gateway of last resort is not set |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |
| 18 |                                   |                 |                  |        |                  |                       |                    |              |                       |

Figura 37 Tabla de enrutamiento del nodo C

| Performance: IP Forwarding Table at End of Simulation for Office Network: Node D |                                   |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|--------|------------------|------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|--|
|                                                                                  | Destination                       | Source Protocol | Route Preference | Metric | Next Hop Address | Next Hop Node          | Outgoing Interface | Outgoing LSP | Insertion Time (secs) |  |
| 1                                                                                | 192.0.0.0/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.13       | Office Network: Node A | new_IF2            | N/A          | 66.187                |  |
| 2                                                                                | 192.0.0.4/30                      | OSPF 1          | 110              | 3      | 192.0.0.13       | Office Network: Node A | new_IF2            | N/A          | 66.187                |  |
| 3                                                                                | 192.0.0.8/30                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.13       | Office Network: Node A | new_IF2            | N/A          | 66.187                |  |
| 4                                                                                |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.1.1        | Office Network: Node C | IF0                | N/A          | 66.187                |  |
| 5                                                                                | 192.0.0.12/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.14       | Office Network: Node D | new_IF2            | N/A          | 0.000                 |  |
| 6                                                                                | 192.0.0.24/30                     | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.0.13       | Office Network: Node A | new_IF2            | N/A          | 66.187                |  |
| 7                                                                                |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.3.2        | Office Network: Node B | new_IF1            | N/A          | 66.187                |  |
| 8                                                                                | 192.0.0.32/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.0.13       | Office Network: Node A | new_IF2            | N/A          | 66.187                |  |
| 9                                                                                | 192.0.0.36/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.3.2        | Office Network: Node B | new_IF1            | N/A          | 66.187                |  |
| 10                                                                               | 192.0.0.40/30                     | OSPF 1          | 110              | 11     | 192.0.1.1        | Office Network: Node C | IF0                | N/A          | 66.187                |  |
| 11                                                                               | 192.0.0.44/30                     | Direct          | 0                | 0      | 192.0.0.45       | Office Network: Node D | IF1                | N/A          | 0.000                 |  |
| 12                                                                               | 192.0.1.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.1.2        | Office Network: Node D | IF0                | N/A          | 0.000                 |  |
| 13                                                                               | 192.0.2.0/24                      | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.3.2        | Office Network: Node B | new_IF1            | N/A          | 66.187                |  |
| 14                                                                               |                                   | OSPF 1          | 110              | 2      | 192.0.1.1        | Office Network: Node C | IF0                | N/A          | 66.187                |  |
| 15                                                                               | 192.0.3.0/24                      | Direct          | 0                | 0      | 192.0.3.1        | Office Network: Node D | new_IF1            | N/A          | 0.000                 |  |
| 16                                                                               |                                   |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |  |
| 17                                                                               | Gateway of last resort is not set |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |  |
| 18                                                                               |                                   |                 |                  |        |                  |                        |                    |              |                       |  |

**Figura 38** Tabla de enrutamiento del nodo D

Finalmente se procede a verificar el Firewall el cual deja pasar información ya que por defecto tiene configurado el puerto 80 por donde pasan todos los paquetes y peticiones hacia el servidor HTTP brindando seguridad a la red tal como se puede apreciar en la figura 39.



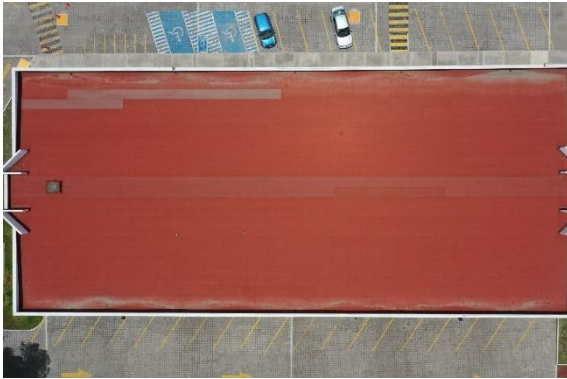
**Figura 39** Verificación del Firewall

Resultados, planos, grafica, prototipo, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros. Solo para proyectos que por su naturaleza lo requieran: estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico.

A continuación, de la figura 40 a la 61 se muestran fotos de los techos de los edificios del Instituto Nacional de México/Tecnológico de Apizaco donde se instalaron las antenas para la red mesh.



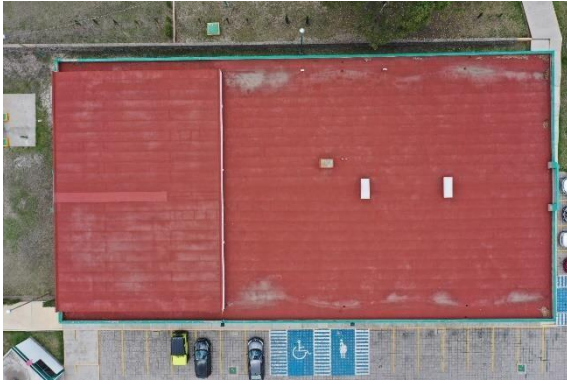
*Figura 40 Centro de información*



*Figura 41 Edificio R*



*Figura 42 Edificio del ITA*



***Figura 43 Edificio del ITA***



***Figura 44 Edificio del ITA***



***Figura 45 Edificio del ITA***



***Figura 46 Edificio del ITA***



***Figura 47 Edificio del ITA***



***Figura 48 Edificio del ITA***



***Figura 49 Edificio del ITA***



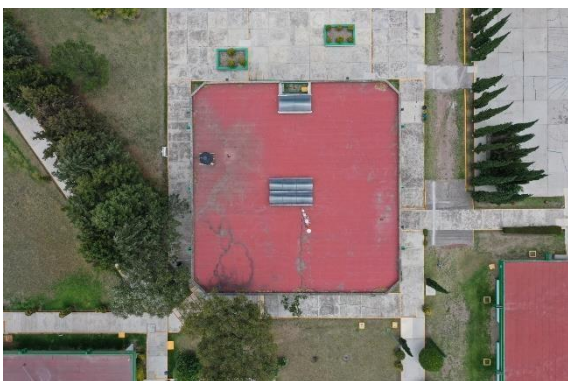
***Figura 50 Edificio del ITA***



***Figura 51 Edificio del ITA***



*Figura 52 Edificio del ITA*



*Figura 53 Edificio del ITA*



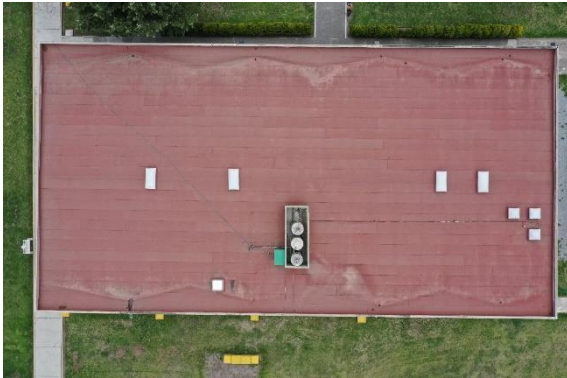
*Figura 54 Edificio del ITA*



*Figura 55 Edificio del ITA*



*Figura 56 Edificio del ITA*



*Figura 57 Edificio del ITA*



*Figura 58 Edificio del ITA*



*Figura 59 Edificio del ITA*



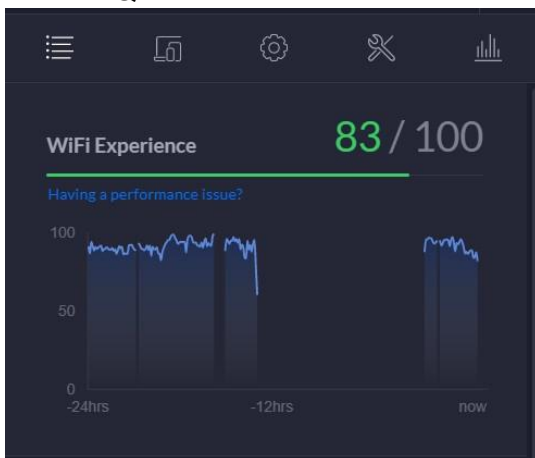
***Figura 60 Edificio del ITA***



***Figura 61 Edificio del ITA***

Se muestra la realización de la configuración de cada una de las antenas utilizadas para la realización de la red mesh externa.

## Edificio Q



***Figura 62 Configuración del edificio Q***



Figura 63 Utilización del canal

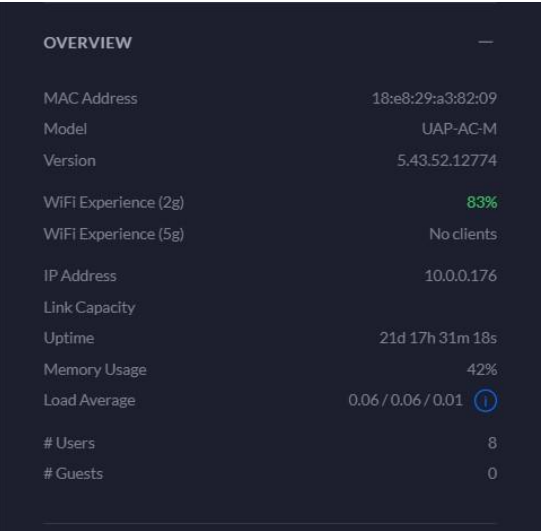


Figura 64 Overview

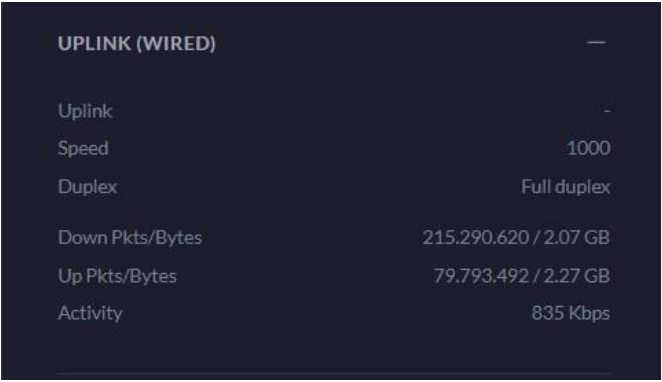


Figura 65 Uplink

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 3.101.343 / 3.56 GB    |
| Rx Pkts/Bytes          | 728.475 / 127 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 29.4% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.2%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 58% / 12% / 43%        |
| # Users                | 8                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 66 Radio**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 318.032 / 234 MB        |
| Rx Pkts/Bytes          | 83.285 / 8.75 MB        |
| Tx Retry/Dropped       | 13.2% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 3.7%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 1% / 0% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 67 Segundo radio**

| WLANS                     |                   |           |         |
|---------------------------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0                      | 18:e8:29:a4:82:09 | EdificioQ | 6       |
| ath2                      | 18:e8:29:a5:82:09 | EdificioQ | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |           |         |

**Figura 68 WLANS**

## Edificio R

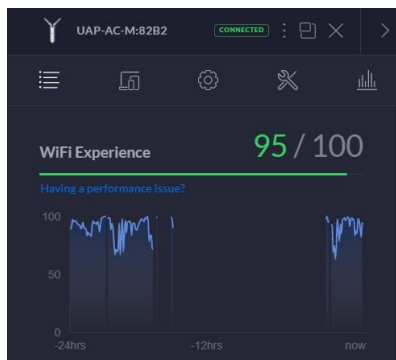


Figura 69 UAP edificio R

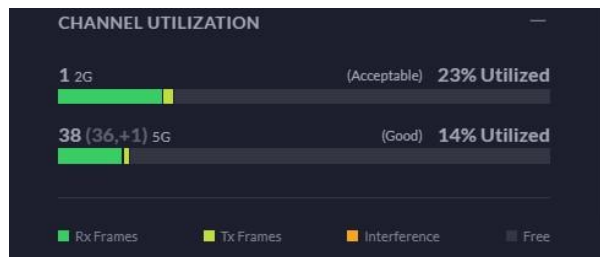


Figura 70 Canal del R

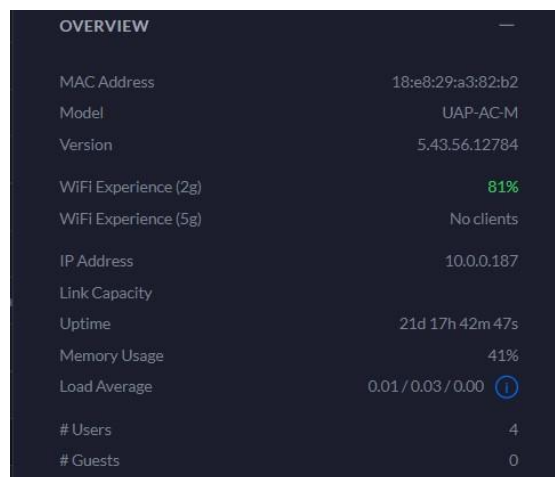


Figura 71 Overview del R

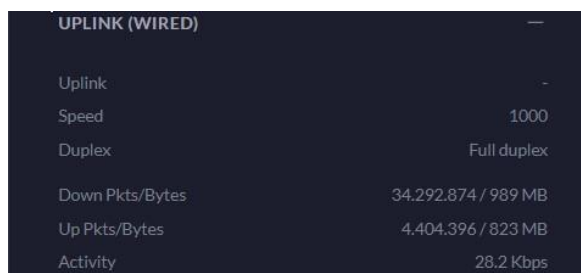


Figura 72 Uplink del R

| DOWNLINKS                 |        |                                                                                   |
|---------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| AP                        | Signal | Actions                                                                           |
| UAP-AC-M:ad37             | 0      |  |
| Showing 1-1 of 1 records. |        |                                                                                   |

Figura 73 Downlinks del R

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (1) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 364.861 / 233 MB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 51.201 / 10.2 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 28.3% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 30% / 28% / 1%         |
| # Users                | 4                      |
| # Guests               | 0                      |

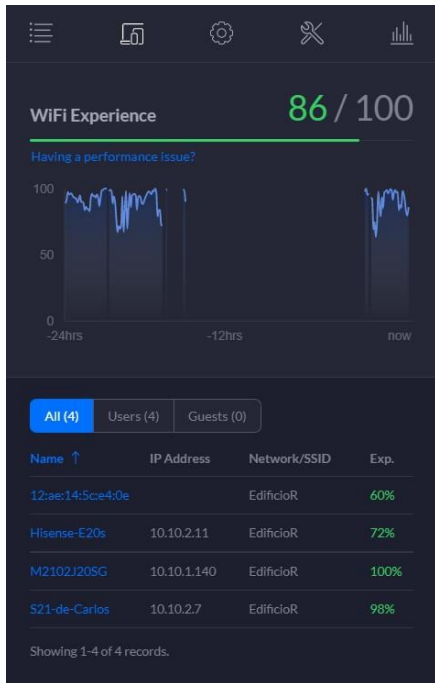
Figura 74 Radio del R

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 7584 / 1.42 MB          |
| Rx Pkts/Bytes          | 47 / 5.1 KB             |
| Tx Retry/Dropped       | 18.2% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 14% / 14% / 1%          |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

Figura 75 Radio del R

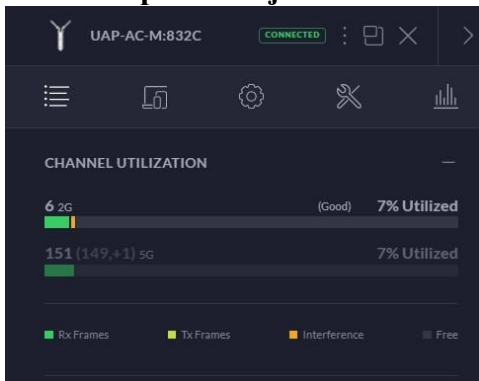
| WLANS                     |                   |           |         |
|---------------------------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0                      | 18:e8:29:a4:82:b2 | EdificioR | 1       |
| ath2                      | 18:e8:29:a5:82:b2 | EdificioR | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |           |         |

Figura 76 WLANS del R



**Figura 77** *Trafico de red*

## Edificio Z planta baja



**Figura 78** *Edificio Z planta baja*

| OVERVIEW             |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:a3:83:2c                 |
| Model                | UAP-AC-M                          |
| Version              | 5.43.52.12774                     |
| WiFi Experience (2g) | No clients                        |
| WiFi Experience (5g) | No clients                        |
| IP Address           | 10.0.0.172                        |
| Link Capacity        |                                   |
| Uptime               | 8d 12m 1s                         |
| Memory Usage         | 40%                               |
| Load Average         | 0.04 / 0.05 / 0.00 <span>1</span> |
| # Users              | 0                                 |
| # Guests             | 0                                 |

*Figura 79 Overview del Z planta baja*

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 1000                 |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 21.392.603 / 1.39 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 4.283.943 / 866 MB   |
| Activity        | 47.5 Kbps            |

*Figura 80 Uplink del Z planta baja*

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 17.891 / 4.06 MB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 985 / 185 KB           |
| Tx Retry/Dropped       | 77.8% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 16% / 14% / 1%         |
| # Users                | 0                      |
| # Guests               | 0                      |

*Figura 81 Radio del Z planta baja*

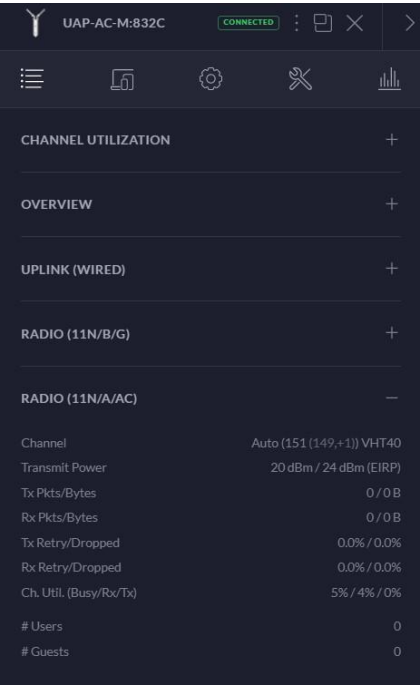


Figura 82 UAP- AC-M:832C

| WLANS  |                   |                          |         |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:a4:83:2c | EdificioZPlantaBaja      | 6       |
| ath2   | 18:e8:29:a5:83:2c | element-a929fd64360a9d5b | 149     |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 83 WLANS del Z planta baja

Edificio Y

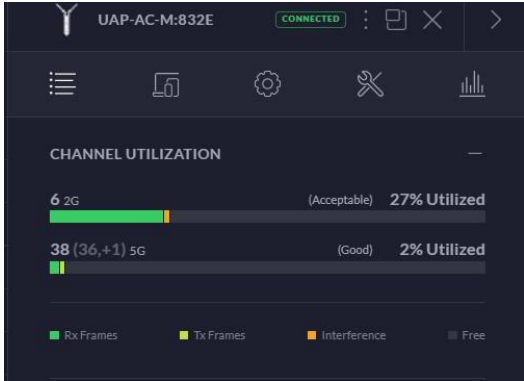


Figura 84 Red del edificio Y

| OVERVIEW             |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:a3:83:2e                 |
| Model                | UAP-AC-M                          |
| Version              | 5.43.52.12774                     |
| WiFi Experience (2g) | No clients                        |
| WiFi Experience (5g) | No clients                        |
| IP Address           | 10.0.0.177                        |
| Link Capacity        |                                   |
| Uptime               | 21d 18h 29m 5s                    |
| Memory Usage         | 39%                               |
| Load Average         | 0.10 / 0.03 / 0.01 <span>①</span> |
| # Users              | 0                                 |
| # Guests             | 0                                 |

**Figura 85 Overview del Y**

| UPLINK (WIRED)  |                   |
|-----------------|-------------------|
| Uplink          | -                 |
| Speed           | 1000              |
| Duplex          | Full duplex       |
| Down Pkts/Bytes | 28.739.187 / 1 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 663.289 / 245 MB  |
| Activity        | 45.3 Kbps         |

**Figura 86 Uplink del Y**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 23% / 21% / 0%         |
| # Users                | 0                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 87 Radio del Y**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 2% / 1% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 88 Radio del Y**

| WLANS  |                   |           |         |
|--------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:a4:83:2e | EdificioY | 6       |
| ath2   | 18:e8:29:a5:83:2e | EdificioY | 36      |

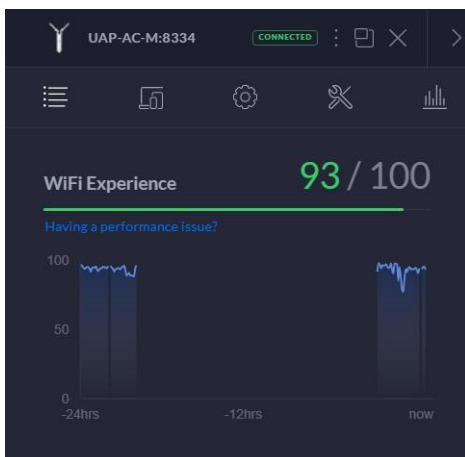
Showing 1-2 of 2 records.

**Figura 89 WLANS del Y**

## Edificio Y

|   |               |            |           |   |    |    |           |
|---|---------------|------------|-----------|---|----|----|-----------|
| Y | UAP-AC-M:8344 | 10.0.0.180 | CONNECTED | 0 | 0B | 0B | EdificioY |
|---|---------------|------------|-----------|---|----|----|-----------|

**Figura 90 Red del Y**



**Figura 91 Edificio Y1**

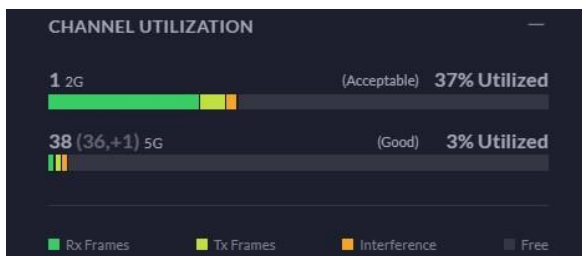


Figura 92 Canal del Y1

| OVERVIEW             |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:a3:83:34                 |
| Model                | UAP-AC-M                          |
| Version              | 5.43.52.12774                     |
| WiFi Experience (2g) | 96%                               |
| WiFi Experience (5g) | 84%                               |
| IP Address           | 10.0.0.178                        |
| Link Capacity        |                                   |
| Uptime               | 21d 18h 29m 32s                   |
| Memory Usage         | 41%                               |
| Load Average         | 0.02 / 0.03 / 0.00 <span>①</span> |
| # Users              | 4                                 |
| # Guests             | 0                                 |

Figura 93 Overview del Y1

| UPLINK (WIRED)  |                     |
|-----------------|---------------------|
| Uplink          | -                   |
| Speed           | 1000                |
| Duplex          | Full duplex         |
| Down Pkts/Bytes | 32.841.996 / 269 MB |
| Up Pkts/Bytes   | 5.484.787 / 853 MB  |
| Activity        | 786 Kbps            |

Figura 94 Uplink del Y1

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (1) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 126.966 / 97.6 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 35.345 / 8.69 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 23.5% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 34% / 30% / 2%         |
| # Users                | 3                      |
| # Guests               | 0                      |

Figura 95 Radio del Y1

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 58.659 / 15.2 MB        |
| Rx Pkts/Bytes          | 7122 / 1.32 MB          |
| Tx Retry/Dropped       | 24.4% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.4%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 2% / 1% / 1%            |
| # Users                | 1                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 96** Radio del Y1

| WLANS  |                   |       |         |
|--------|-------------------|-------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:a4:83:34 | Z10   | 1       |
| ath2   | 18:e8:29:a5:83:34 | Z10   | 36      |

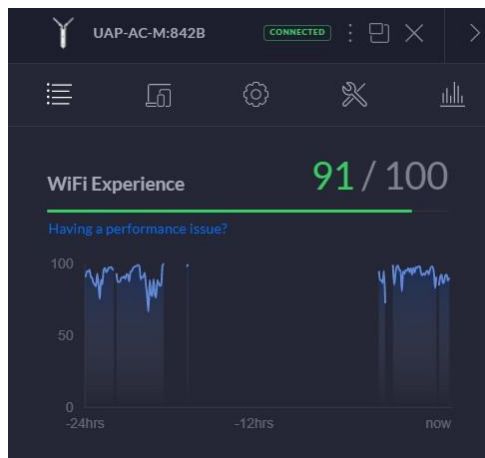
Showing 1-2 of 2 records.

**Figura 97** WLANS del Y1

## Edificio R2

|   |               |            |           |   |        |         |           |
|---|---------------|------------|-----------|---|--------|---------|-----------|
| Y | UAP-AC-M:842b | 10.0.0.186 | CONNECTED | 4 | 144 MB | 6.84 MB | EdificioR |
|---|---------------|------------|-----------|---|--------|---------|-----------|

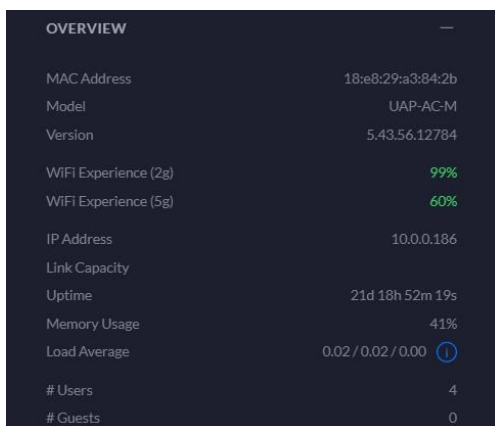
**Figura 98** Edificio R2



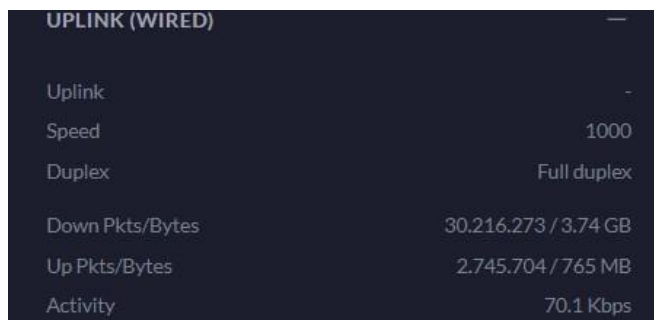
**Figura 99** Diagnostico del R2



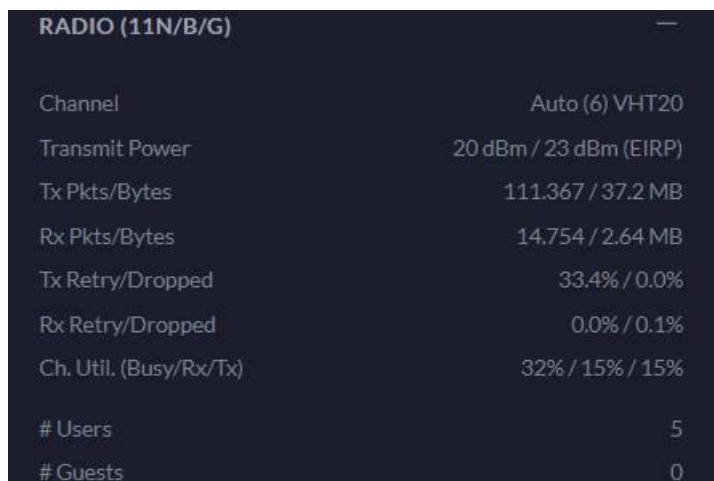
**Figura 100 Canal del R2**



**Figura 101 Overview del R2**



**Figura 102 Uplink del R2**



**Figura 103 Radio del R2**

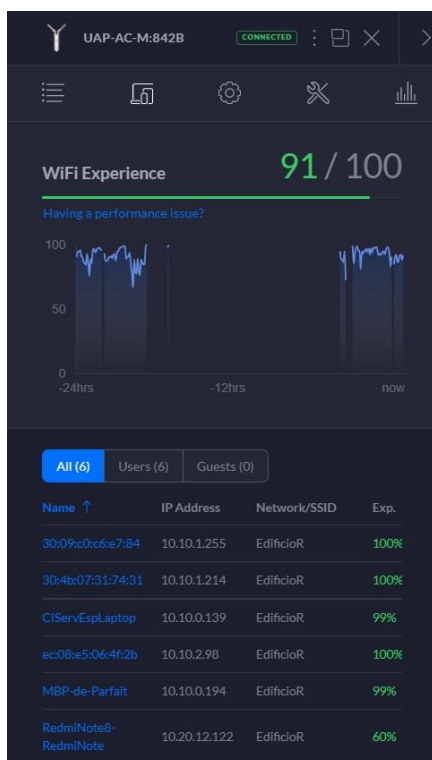
| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 183.229 / 120 MB        |
| Rx Pkts/Bytes          | 23.364 / 4.53 MB        |
| Tx Retry/Dropped       | 3.7% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 16% / 15% / 2%          |
| # Users                | 1                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 104** Radio del R2

| WLANS  |                   |           |         |
|--------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:a4:84:2b | EdificioR | 6       |
| ath2   | 18:e8:29:a5:84:2b | EdificioR | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

**Figura 105** WLANS del R2



**Figura 106** Diagnostico del R2

Edificio P

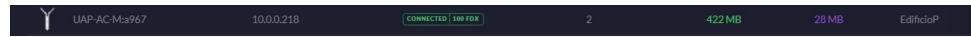


Figura 107 Edificio P

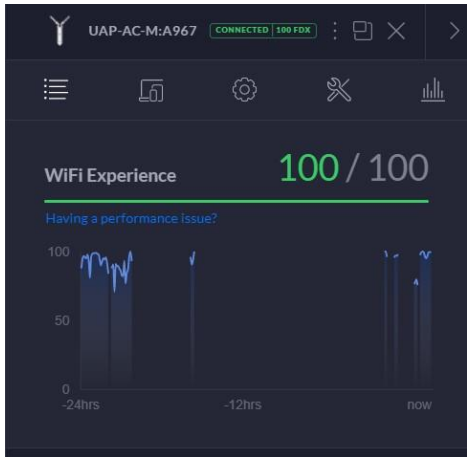


Figura 108 Diagnostico del P

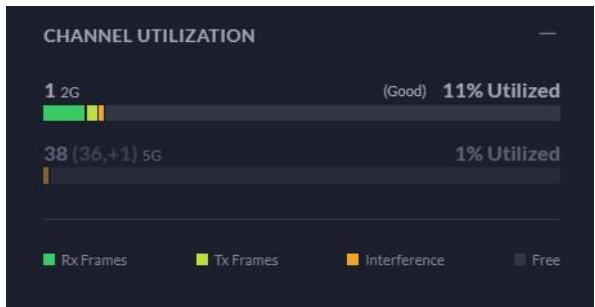


Figura 109 Canal del P

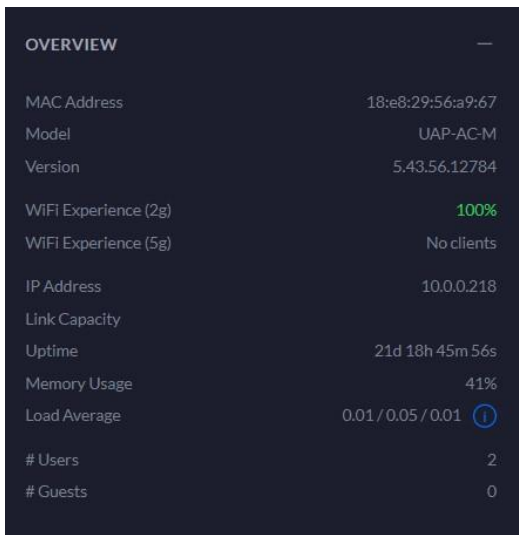


Figura 110 Overview del P

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 100                  |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 98.824.851 / 2.74 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 30.388.045 / 3.94 GB |
| Activity        | 70 Kbps              |

**Figura 111 Uplink del P**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (1) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 396.788 / 424 MB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 161.524 / 28.4 MB      |
| Tx Retry/Dropped       | 23.4% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 13% / 10% / 2%         |
| # Users                | 3                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 112 Radio del P**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 1% / 0% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 113 Radio del P**

| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| ath0   | 18:e8:29:57:a9:67 | EdificioP                | 1       |
| ath2   | 18:e8:29:58:a9:67 | element-a929fd64360a9d5b | 36      |

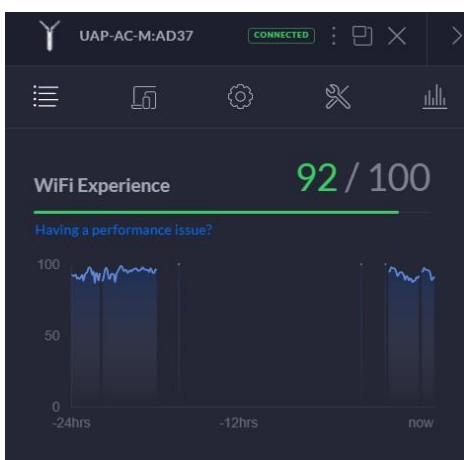
Showing 1-2 of 2 records.

*Figura 114 WLANS del P*

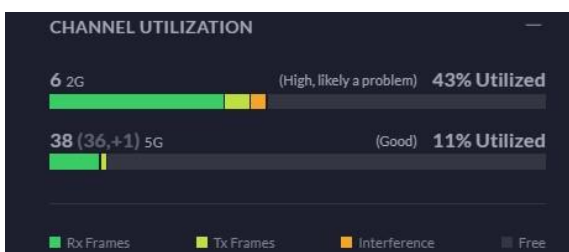
## Edificio R3

|   |              |            |           |    |         |         |           |
|---|--------------|------------|-----------|----|---------|---------|-----------|
| Y | UAP-AC-Mad37 | 10.0.0.183 | CONNECTED | 12 | 1.15 GB | 71.5 MB | EdificioR |
|---|--------------|------------|-----------|----|---------|---------|-----------|

*Figura 115 Edificio R3*



*Figura 116 Diagnostico del R3*



*Figura 117 Canal del R3*

| OVERVIEW             |                      |
|----------------------|----------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:59:ad:37    |
| Model                | UAP-AC-M             |
| Version              | 5.43.56.12784        |
| WiFi Experience (2g) | 80%                  |
| WiFi Experience (5g) | 91%                  |
| IP Address           | 10.0.0.183           |
| Link Capacity        |                      |
| Uptime               | 21d 8h 33m 25s       |
| Memory Usage         | 42%                  |
| Load Average         | 0.10 / 0.07 / 0.02 ⓘ |
| # Users              | 11                   |
| # Guests             | 0                    |

**Figura 118 Overview del R3**

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 1000                 |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 53.758.249 / 25.4 MB |
| Up Pkts/Bytes   | 16.051.366 / 16.3 MB |
| Activity        | 877 Kbps             |

**Figura 119 Uplink del R3**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 20 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 404.221 / 349 MB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 73.961 / 50.1 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 24.8% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 17% / 15% / 1%         |
| # Users                | 5                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 120 Radio del R3**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 17 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 960.186 / 1.12 GB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 328.216 / 33.2 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 11.0% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 3.2%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 56% / 21% / 32%         |
| # Users                | 6                       |
| # Guests               | 0                       |

Figura 121 Radio del R3

| WLANS  |                   |           |         |
|--------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:5a:ad:37 | EdificioR | 6       |
| ath3   | 1e:e8:29:5b:ad:37 | EdificioR | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 122 WLANS del R3

## Edificio Z planta baja

|                 |            |           |   |         |         |                     |
|-----------------|------------|-----------|---|---------|---------|---------------------|
| Y UAP-AC-M:AD66 | 10.0.0.173 | CONNECTED | 1 | 38.6 MB | 1.87 MB | EdificioZPlantaBaja |
|-----------------|------------|-----------|---|---------|---------|---------------------|

Figura 123 Edificio Z planta baja

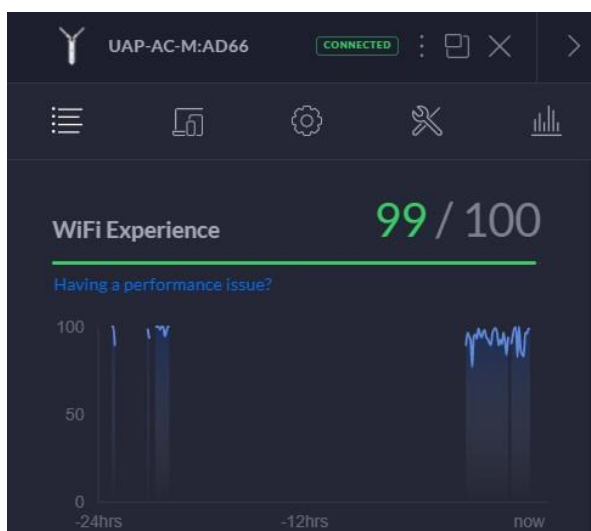


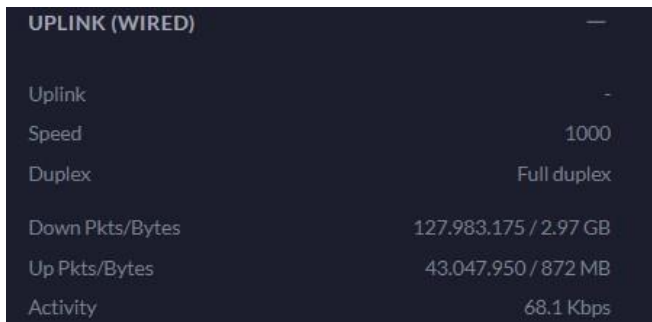
Figura 124 Diagnostico del Z planta baja



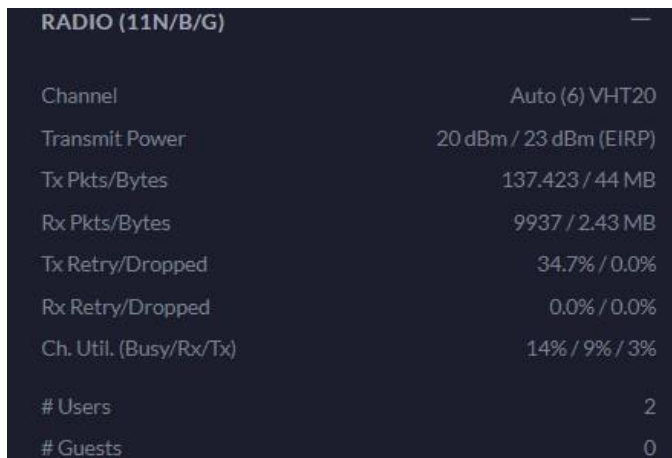
**Figura 125** Canal del Z planta baja



**Figura 126** Overview del Z planta baja



**Figura 127** Uplink del Z planta baja



**Figura 128** Radio del Z planta baja

| RADIO (11N/A/AC)       |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Channel                | Auto (151 (149,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 20 dBm / 24 dBm (EIRP)    |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                   |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                   |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%               |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%               |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 2% / 1% / 0%              |
| # Users                | 0                         |
| # Guests               | 0                         |

Figura 129 Radio del Z planta baja

| WLANS  |                   |                          |         |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:5a:ad:66 | EdificioZPlantaBaja      | 6       |
| ath2   | 18:e8:29:5b:ad:66 | element-a929fd64360a9d5b | 149     |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 130 WLANS del Z planta baja

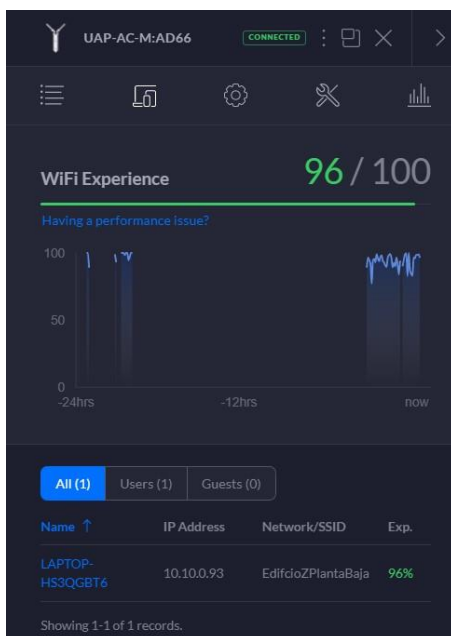


Figura 131 Diagnostico del Z planta baja

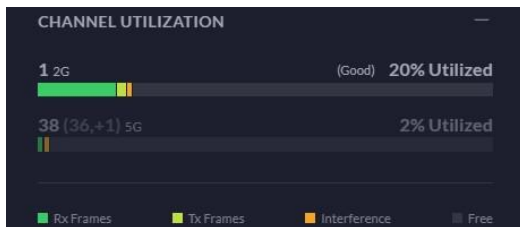
## Edificio Z planta baja

|               |            |           |   |         |         |                     |
|---------------|------------|-----------|---|---------|---------|---------------------|
| UAP-AC-M:ae7b | 10.0.0.171 | CONNECTED | 5 | 29.9 MB | 4.48 MB | EdificioZPlantaBaja |
|---------------|------------|-----------|---|---------|---------|---------------------|

Figura 132 Edificio Z planta baja



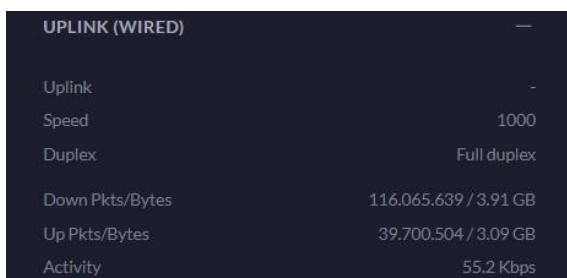
**Figura 133** Diagnostico del Z planta baja



**Figura 134** Canal del Z planta baja



**Figura 135** Overview del Z planta baja



**Figura 136** Uplink del Z planta baja

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (1) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 151.694 / 32.5 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 14.933 / 4.62 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 62.9% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.8%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 25% / 19% / 5%         |
| # Users                | 4                      |
| # Guests               | 0                      |

*Figura 137 Radio del Z planta baja*

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 2% / 1% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

*Figura 138 Radio del Z planta baja*

| WLANS  |                   |                          |         |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
| ath0   | 18:e8:29:5a:ae:7b | EdificioZPlantaBaja      | 1       |
| ath2   | 18:e8:29:5b:ae:7b | element-a929fd64360a9d5b | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

*Figura 139 WLANS del Z planta baja*

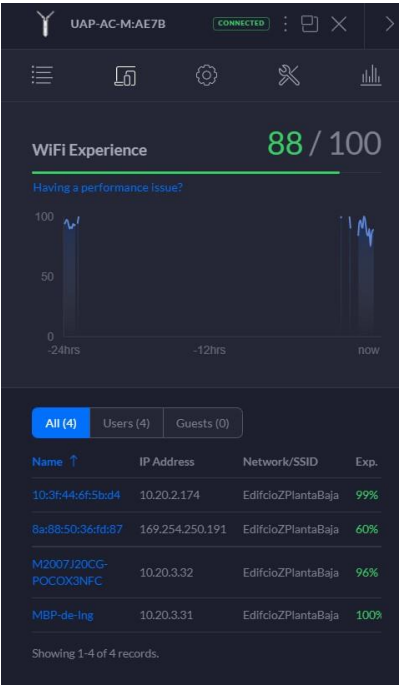


Figura 140 Diagnostico del Z planta baja

Edificio Z planta baja



Figura 141 Z1 planta baja

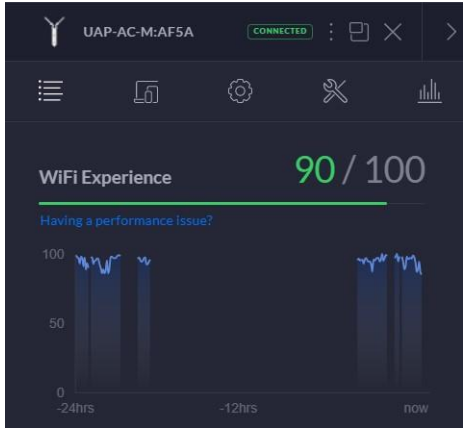


Figura 142 Diagnostico del Z1 planta baja

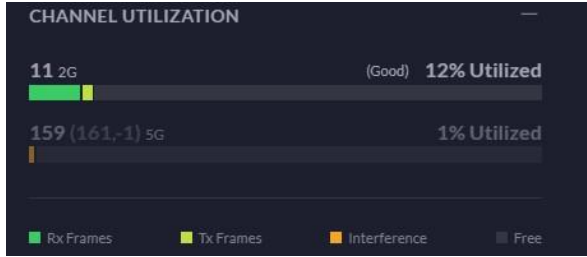


Figura 143 Canal del Z1 planta baja

| OVERVIEW             |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:59:af:5a                 |
| Model                | UAP-AC-M                          |
| Version              | 5.43.52.12774                     |
| WiFi Experience (2g) | 90%                               |
| WiFi Experience (5g) | No clients                        |
| IP Address           | 10.0.0.174                        |
| Link Capacity        |                                   |
| Uptime               | 13d 1h 2m 46s                     |
| Memory Usage         | 41%                               |
| Load Average         | 0.00 / 0.03 / 0.01 <span>1</span> |
| # Users              | 7                                 |
| # Guests             | 0                                 |

**Figura 144 Overview del Z1 planta baja**

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 1000                 |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 65.690.322 / 3.62 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 17.421.749 / 679 MB  |
| Activity        | 102 Kbps             |

**Figura 145 Uplink del Z1planta baja**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (11) VHT20        |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 233.488 / 96.7 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 21.938 / 5.13 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 22.9% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 21% / 18% / 2%         |
| # Users                | 6                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 146 Radio del Z1 planta baja**

| RADIO (11N/A/AC)       |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Channel                | Auto (159 (161,-1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 20 dBm / 24 dBm (EIRP)    |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                   |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                   |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%               |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%               |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 1% / 0% / 0%              |
| # Users                | 0                         |
| # Guests               | 0                         |

**Figura 147 Radio del Z1 planta baja**

| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| ath0   | 18:e8:29:5a:af:5a | EdificioZPlantaBaja      | 11      |
| ath2   | 18:e8:29:5b:af:5a | element-a929fd64360a9d5b | 161     |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 148 WLANS del Z1 planta baja

## Edificio R

|                |            |           |    |         |        |           |
|----------------|------------|-----------|----|---------|--------|-----------|
| UAP-AC-M:af:d3 | 10.0.0.181 | CONNECTED | 10 | 1.96 GB | 373 MB | EdificioR |
|----------------|------------|-----------|----|---------|--------|-----------|

Figura 149 Edificio R

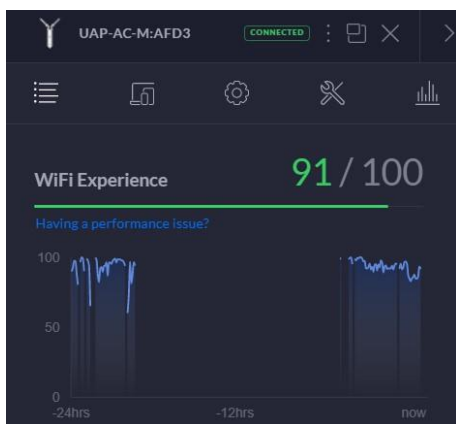


Figura 150 Diagnostico del R

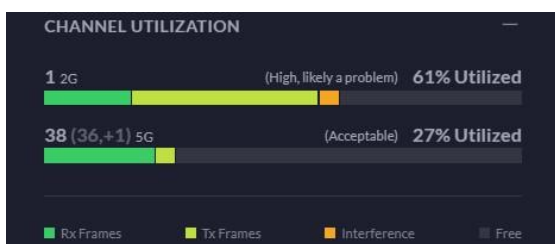


Figura 151 Canal del R

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| MAC Address          | 18:e8:29:59:af:d3    |
| Model                | UAP-AC-M             |
| Version              | 5.43.56.12784        |
| WiFi Experience (2g) | 95%                  |
| WiFi Experience (5g) | 96%                  |
| IP Address           | 10.0.0.181           |
| Link Capacity        |                      |
| Uptime               | 17h 24m 14s          |
| Memory Usage         | 40%                  |
| Load Average         | 0.02 / 0.03 / 0.00 ⓘ |
| # Users              | 10                   |
| # Guests             | 0                    |

Figura 152 Overview del R

| UPLINK (WIRED)  |                     |
|-----------------|---------------------|
| Uplink          | -                   |
| Speed           | 1000                |
| Duplex          | Full duplex         |
| Down Pkts/Bytes | 8.554.468 / 1.02 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 3.045.867 / 1.19 GB |
| Activity        | 3.98 Mbps           |

**Figura 153 Uplink del R**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (1) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 20 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 1.581.293 / 932 MB     |
| Rx Pkts/Bytes          | 568.350 / 161 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 23.7% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 28% / 24% / 3%         |
| # Users                | 5                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 154 Radio del R**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 17 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 2.230.391 / 1.15 GB     |
| Rx Pkts/Bytes          | 630.548 / 226 MB        |
| Tx Retry/Dropped       | 4.9% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.1%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 13% / 9% / 4%           |
| # Users                | 5                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 155 Radio del R**

| WLANS                     |                   |           |         |
|---------------------------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0                      | 18:e8:29:5a:af:d3 | EdificioR | 1       |
| ath3                      | 1e:e8:29:5b:af:d3 | EdificioR | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |           |         |

**Figura 156 WLANS del R**

Centro de información



Figura 157 Centro de información

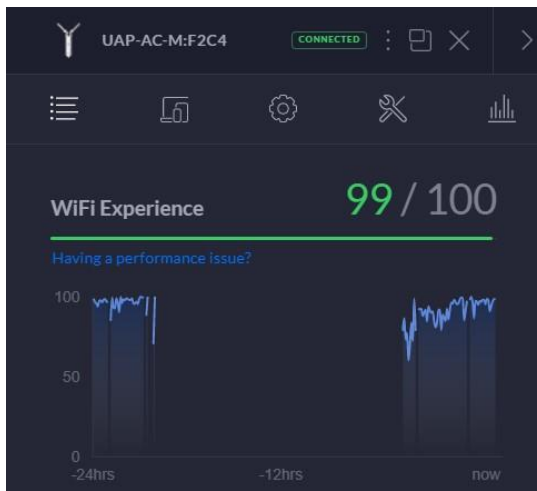


Figura 158 Diagnostico del centro de información

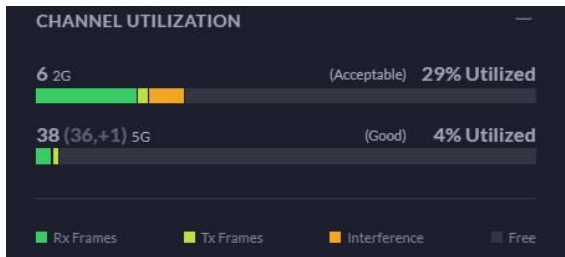


Figura 159 Canal del centro de información

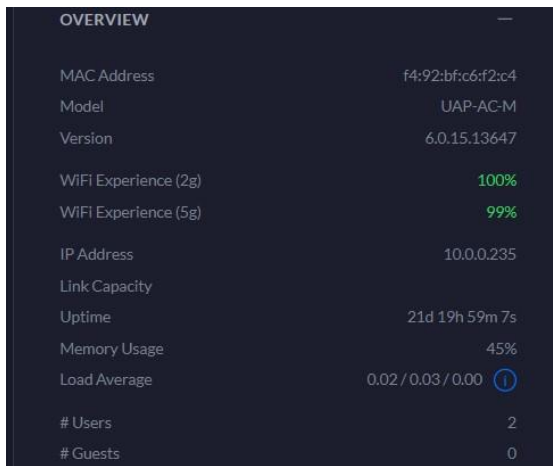


Figura 160 Overview del centro de información

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 1000                 |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 59.359.332 / 1.85 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 13.752.861 / 3.68 GB |
| Activity        | 75.3 Kbps            |

**Figura 161 Uplink del centro de información**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 224.683 / 42.2 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 4074 / 829 KB          |
| Tx Retry/Dropped       | 52.8% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.1%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 30% / 21% / 2%         |
| # Users                | 1                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 162 Radio del centro de información**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 505.262 / 364 MB        |
| Rx Pkts/Bytes          | 56.128 / 9.52 MB        |
| Tx Retry/Dropped       | 0.8% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 5% / 4% / 1%            |
| # Users                | 1                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 163 Radio del centro de información**

| WLANS                     |                   |                      |         |
|---------------------------|-------------------|----------------------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID                | Channel |
| ath0                      | f4:92:bf:c7:f2:c4 | CentroDelInformacion | 6       |
| ath2                      | f4:92:bf:c8:f2:c4 | CentroDelInformacion | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |                      |         |

**Figura 164 VLANS del centro de información**

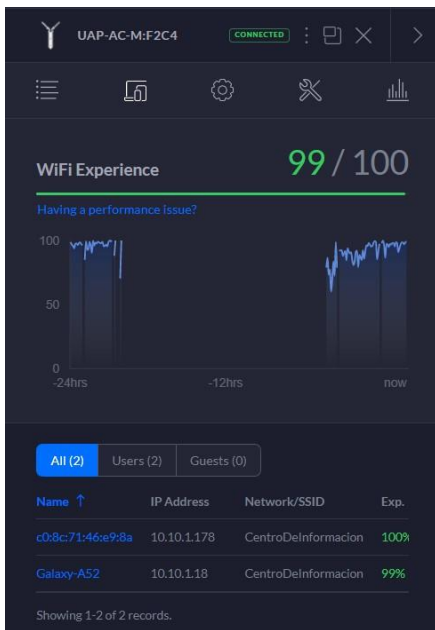


Figura 165 Tráfico del centro de información

## Edificio J



Figura 166 Edificio J



Figura 167 Diagnostico del J



Figura 168 Canal del J

| OVERVIEW             |                      |
|----------------------|----------------------|
| MAC Address          | f4:92:bf:c6:f2:cb    |
| Model                | UAP-AC-M             |
| Version              | 6.0.15.13647         |
| WiFi Experience (2g) | No clients           |
| WiFi Experience (5g) | No clients           |
| IP Address           | 10.0.0.240           |
| Link Capacity        |                      |
| Uptime               | 19d 1h 52m 23s       |
| Memory Usage         | 43%                  |
| Load Average         | 0.10 / 0.04 / 0.01 ⓘ |
| # Users              | 0                    |
| # Guests             | 0                    |

**Figura 169 Overview del J**

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 1000                 |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 27.275.504 / 3.98 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 1.555.831 / 349 MB   |
| Activity        | 43.8 Kbps            |

**Figura 170 Uplink del J**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 104.098 / 21.6 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 4782 / 1.15 MB         |
| Tx Retry/Dropped       | 74.4% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 3.3%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 37% / 29% / 1%         |
| # Users                | 0                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 171 Radio del J**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 2176 / 320 KB           |
| Rx Pkts/Bytes          | 45 / 7.6 KB             |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 1% / 0% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 172** Radio del J

| WLANS  |                   |           |         |
|--------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0   | f4:92:bf:c7:f2:cb | EdificioJ | 6       |
| ath2   | f4:92:bf:c8:f2:cb | EdificioJ | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

**Figura 173** WLANS del J

## Centro de información

|               |            |                   |   |    |    |                     |
|---------------|------------|-------------------|---|----|----|---------------------|
| UAP-AC-M:F324 | 10.0.0.237 | CONNECTED 100 FDX | 0 | 0B | 0B | CentroDeInformacion |
|---------------|------------|-------------------|---|----|----|---------------------|

**Figura 174** CI (centro de información)



**Figura 175** Canal del CI

| OVERVIEW             |                      |
|----------------------|----------------------|
| MAC Address          | f4:92:bf:c6:f3:24    |
| Model                | UAP-AC-M             |
| Version              | 6.0.15.13647         |
| WiFi Experience (2g) | No clients           |
| WiFi Experience (5g) | No clients           |
| IP Address           | 10.0.0.237           |
| Link Capacity        |                      |
| Uptime               | 21d 20h 41m 38s      |
| Memory Usage         | 44%                  |
| Load Average         | 0.00 / 0.02 / 0.00 ⓘ |
| # Users              | 0                    |
| # Guests             | 0                    |

**Figura 176 Overview del CI**

| UPLINK (WIRED)  |                     |
|-----------------|---------------------|
| Uplink          | -                   |
| Speed           | 100                 |
| Duplex          | Full duplex         |
| Down Pkts/Bytes | 28.773.569 / 880 MB |
| Up Pkts/Bytes   | 539.637 / 124 MB    |
| Activity        | 39.6 Kbps           |

**Figura 177 Uplink del CI**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (11) VHT20        |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 29% / 27% / 0%         |
| # Users                | 0                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 178 Radio del CI**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 4% / 4% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

Figura 179 Radio del CI

| WLANS  |                   |                          |         |
|--------|-------------------|--------------------------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID                    | Channel |
| ath0   | f4:92:bf:c7:f3:24 | element-a929fd64360a9d5b | 11      |
| ath2   | f4:92:bf:c8:f3:24 | element-a929fd64360a9d5b | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 180 VLANS del CI

## Edificio T

|                |            |           |   |        |        |           |
|----------------|------------|-----------|---|--------|--------|-----------|
| Y UAP-AC-M:36e | 10.0.0.220 | CONNECTED | 4 | 2.3 GB | 143 MB | EdificioT |
|----------------|------------|-----------|---|--------|--------|-----------|

Figura 181 Edificio T

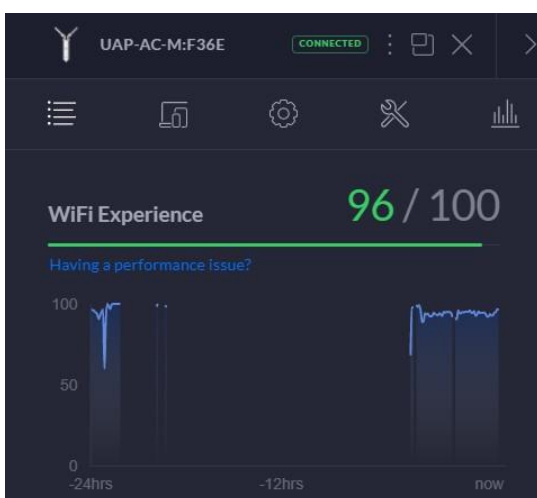


Figura 182 Diagnostico del T

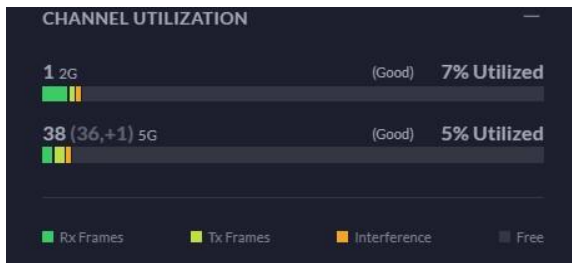


Figura 183 Canal del T

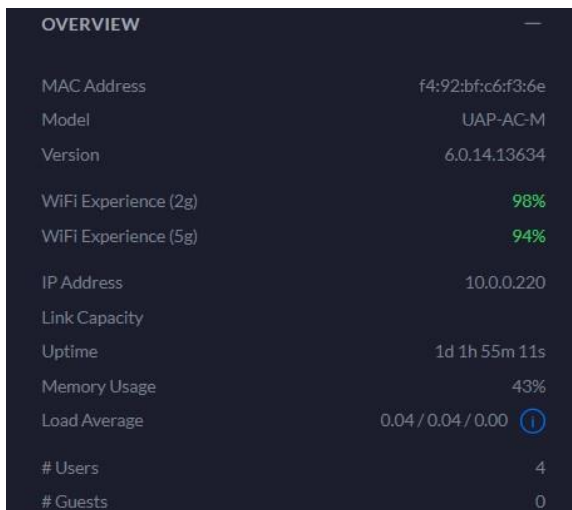


Figura 184 Overview del T

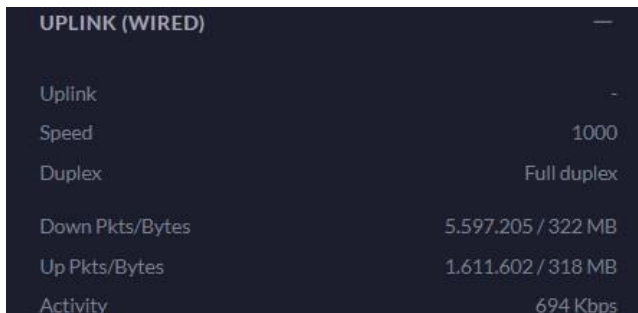


Figura 185 Uplink del T

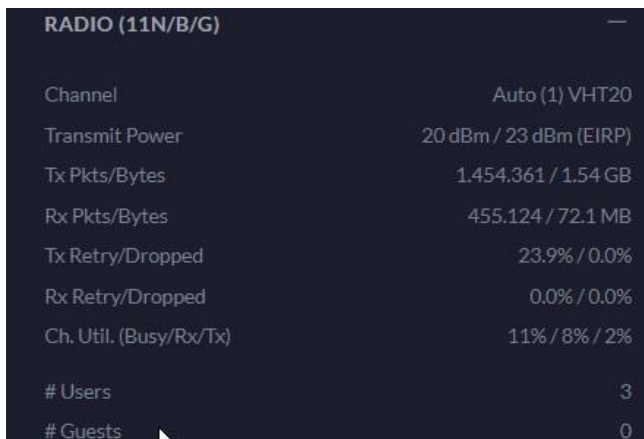


Figura 186 Radio del T

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 1.418.708 / 800 MB      |
| Rx Pkts/Bytes          | 321.539 / 73.8 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 4.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.1%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 9% / 1% / 7%            |
| # Users                | 1                       |
| # Guests               | 0                       |

Figura 187 Radio del T

| WLANS  |                   |           |         |
|--------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑ | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0   | f4:92:bf:c7:f3:6e | EdificioT | 1       |
| ath2   | f4:92:bf:c8:f3:6e | EdificioT | 36      |

Showing 1-2 of 2 records.

Figura 188 WLANS del T

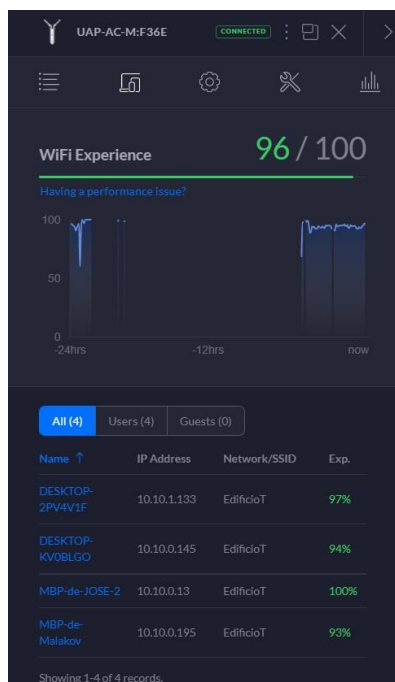


Figura 189 Tráfico del T

Centro de información

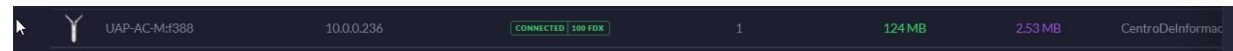


Figura 190 Centro de información 1



Figura 191 Diagnostico del CI 1

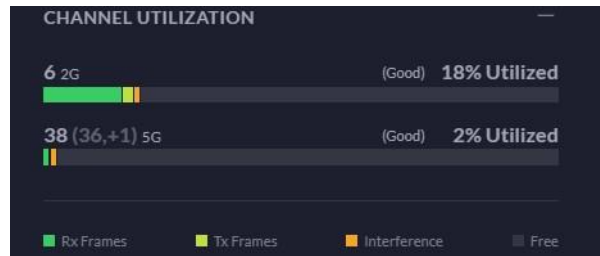


Figura 192Canal del CI 1

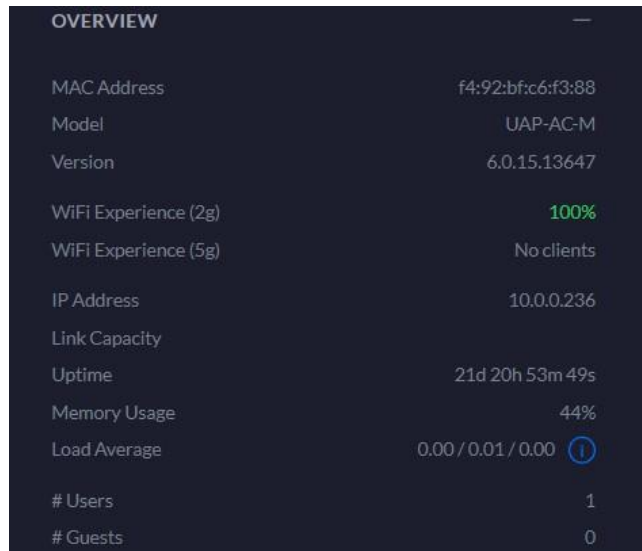


Figura 193 Overview del CI 1

| UPLINK (WIRED)  |                      |
|-----------------|----------------------|
| Uplink          | -                    |
| Speed           | 100                  |
| Duplex          | Full duplex          |
| Down Pkts/Bytes | 30.695.858 / 2.88 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 1.609.886 / 405 MB   |
| Activity        | 43.2 Kbps            |

**Figura 194 Uplink del CI 1**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 152.525 / 124 MB       |
| Rx Pkts/Bytes          | 13.540 / 2.53 MB       |
| Tx Retry/Dropped       | 30.9% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 25% / 20% / 3%         |
| # Users                | 1                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 195 Radio 1 del CI 1**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 2% / 2% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 196 Radio 2 del CI 1**

| WLANS                     |                   |                     |         |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID               | Channel |
| ath0                      | f4:92:bf:c7:f3:88 | CentroDeInformacion | 6       |
| ath2                      | f4:92:bf:c8:f3:88 | CentroDeInformacion | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |                     |         |

**Figura 197 WLANS del CI 1**

Edificio T



Figura 198 Edificio T1

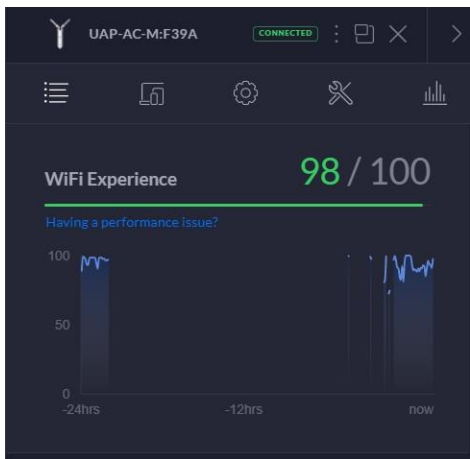


Figura 199 Diagnostico del T1



Figura 200 Canal del edificio T1

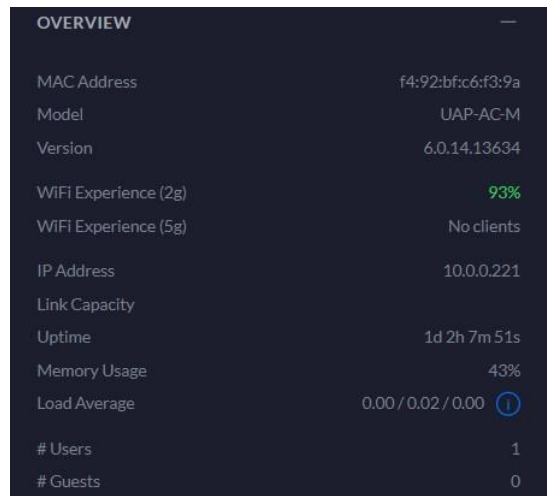


Figura 201 Overview del T1

| UPLINK (WIRED)  |                     |
|-----------------|---------------------|
| Uplink          | -                   |
| Speed           | 1000                |
| Duplex          | Full duplex         |
| Down Pkts/Bytes | 7.032.094 / 1.73 GB |
| Up Pkts/Bytes   | 2.874.405 / 2.15 GB |
| Activity        | 794 Kbps            |

**Figura 202 Uplink del T1**

| RADIO (11N/B/G)        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Channel                | Auto (6) VHT20         |
| Transmit Power         | 20 dBm / 23 dBm (EIRP) |
| Tx Pkts/Bytes          | 1.814.679 / 563 MB     |
| Rx Pkts/Bytes          | 1.557.177 / 2.03 GB    |
| Tx Retry/Dropped       | 18.1% / 0.0%           |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%            |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 39% / 15% / 21%        |
| # Users                | 1                      |
| # Guests               | 0                      |

**Figura 1 Radio 1 del T1**

| RADIO (11N/A/AC)       |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Channel                | Auto (38 (36,+1)) VHT40 |
| Transmit Power         | 17 dBm / 21 dBm (EIRP)  |
| Tx Pkts/Bytes          | 96 / 15.7 KB            |
| Rx Pkts/Bytes          | 0 / 0 B                 |
| Tx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Rx Retry/Dropped       | 0.0% / 0.0%             |
| Ch. Util. (Busy/Rx/Tx) | 4% / 3% / 0%            |
| # Users                | 0                       |
| # Guests               | 0                       |

**Figura 2 Radio 2 del T1**

| WLANS                     |                   |           |         |
|---------------------------|-------------------|-----------|---------|
| Name ↑                    | BSSID             | ESSID     | Channel |
| ath0                      | f4:92:bf:c7:f3:9a | EdificioT | 6       |
| ath2                      | f4:92:bf:c8:f3:9a | EdificioT | 36      |
| Showing 1-2 of 2 records. |                   |           |         |

**Figura 3 WLANS del T1**



Figura 4 Tráfico en general de la red mesh

The screenshot shows a list of access points in the UniFi Network dashboard. The table includes columns for Device Name, IP Address, Status, Clients, Down, Up, Wlan0, and Wlan1. The list contains 15 entries, each with a unique device name, IP address, and associated network details.

| Device Name     | IP Address | Status | Clients | Down   | Up     | Wlan0  | Wlan1  |
|-----------------|------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |
| WIFI-AC-1279-92 | 10.0.0.160 | Online | 0       | 2.14MB | 25.5GB | Phonix | Phonix |

Figura 5 Antenas dadas de alta de la red mesh

## Procedimientos y descripción de las actividades realizadas

### Día 18 de marzo del 2022

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.220');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3: 9a', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3: 9a', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.221');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3: 9a', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3: 9a', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:8b', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:8b', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.222');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:8b', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:8b', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.223');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

### Día 25 de marzo del 2022

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.235');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:70', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('18: e8:29: a3:80:9b', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('18: e8:29: a3:80:9b', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.236');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('18: e8:29: a3:80:9b', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('18: e8:29: a3:80:9b', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

```
INSERT INTO `radcheck` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:3b', 'Cleartext-Password', ':', '=', '');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:3b', 'DHCP-Your-IP-Address', '=', '10.0.0.237');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:3b', 'DHCP-Subnet-Mask', '=', '255.0.0.0');  
INSERT INTO `radreply` (`username`, `attribute`, `op`, `value`) VALUES ('f4:92:bf:c6: f3:3b', 'DHCP-Router-Address', '=', '10.0.0.1');
```

## Conclusiones de proyecto, recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida.

- ❖ A partir del desarrollo del proyecto se ha podido comprobar que en el diseño de una red se deben tener en cuenta muchas variables que pueden influir positiva o negativamente en donde todo depende de un buen análisis, estudio y diseño de la red para su implementación final.
- ❖ Es muy importante mantener la disponibilidad en cualquier red ya que el servicio es lo más importante y no se puede dejar al usuario final si este.
- ❖ Se lograron establecer los requerimientos iniciales de una red tipo Mesh para su futura implementación.
- ❖ Se logró capturar tráfico de la red simulando los datos de una implementación en un entorno real identificando el comportamiento de la red y su posible alcance.
- ❖ La red Mesh es muy útil para implementaciones de red en universidades, centros comerciales, zonas rurales, barrios, etc. ya que su costo de implementación es muy bajo, es fácil de administrar y brinda un servicio comunitario muy importante para zonas donde actualmente no hay cobertura de internet por su difícil acceso para una posible implementación.

## Competencias desarrolladas y/o aplicadas

El presente proyecto me llevo a aplicar mis conocimientos profesionales adquiridos en un entorno para satisfacer la necesidad de un determinado número de personas, así como seguir mejorando, fortaleciendo y reforzando mis conocimientos previos en el área de redes, así como optimización y a la vez seguir aprendiendo múltiples tópicos multidisciplinarios en el proceso de la estancia, al igual que la adquisición de competencias como lo es trabajo en equipo, comunicación en distintos niveles, compromiso, resolución de problemáticas, motivación tanto personal como profesional.

## Referencias

- ¿Qué es DNS/ Cómo funciona. (2021). *Cloudflare*, 3.
- A.Barracho, A. M. (2020). *Red en anillo sobre puerto serie RS-232*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Accenture. (septiembre de 2018). *Lo hace posible* . Obtenido de <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/dispositivos-de-interconexion-de-redes#:~:text=el%20siguiente%20glosario.-,Repetidores,datos%20a%20su%20nivel%20original>.
- Alegsa. (20 de Octubre de 2021). Obtenido de Diccionario de informatica y tecnologia: [https://www.alegsa.com.ar/Dic/red\\_de\\_area\\_metropolitana.php](https://www.alegsa.com.ar/Dic/red_de_area_metropolitana.php)
- Buettrich, S. (octubre de 2007). *wire.less.dk*. Obtenido de [http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless\\_es/files/13\\_es\\_redes\\_mesh\\_presentacion\\_v02.pdf](http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/13_es_redes_mesh_presentacion_v02.pdf)
- Carrera, C. E. (2017). Redes dedicadas o exclusivas. *issuu*, 6.
- Chavez, J. (25 de febrero de 2021). *Informática*. Obtenido de Rincon del vago: [https://html.rincondelvago.com/estandares-de-red-ieee.html#:~:text=802.1%20Definici%C3%B3n%20Internacional%20de%20Redes,\(Organizaci%C3%B3n%20Internacional%20de%20Est%C3%A1ndares\)](https://html.rincondelvago.com/estandares-de-red-ieee.html#:~:text=802.1%20Definici%C3%B3n%20Internacional%20de%20Redes,(Organizaci%C3%B3n%20Internacional%20de%20Est%C3%A1ndares)).
- CISCO. (2022). *CISCO*. Obtenido de [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/index.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/index.html)
- Cloudaflere. (14 de Octubre de 2021). Obtenido de Cloudaflere: <https://www.cloudflare.com/es-es/learning/network-layer/what-is-a-campus-area-network/>
- Concepto. (5 de agosto de 2022). Obtenido de <https://concepto.de/antivirus-informatico/>
- CursosGratis. (20 de octubre de 2021). *Características de las redes*. Obtenido de [aprendiendoaprogramar.es: https://aprendiendoaprogramar.es/blog/caracteristicas-de-la-red-informatica-funciones-basicas/](https://aprendiendoaprogramar.es/blog/caracteristicas-de-la-red-informatica-funciones-basicas/)
- Deni Networks. (24 de Julio de 2019). Obtenido de Deni Networks: <https://www.eninetworks.com/blog-que-es-una-red-lan/>
- Denise de Micheli, A. L. (2021). *Drugs and Human Behavior*. Europa: Springer.
- DGTIC. (20 de octubre de 2018). Manual de cableado estructurado. *Manual de cableado estructurado*. Tabasco, Tabasco, México: Tabasco.
- Diaz, A. F. (12 de Septiembre de 2020). *Implementación de las nueva red de bus , mas allá del modelo* , pág. 126.
- Doñez, L. M. (15 de Abril de 2021). *Aleph*. Obtenido de <https://aleph.org.mx/que-es-un-puente-de-red-y-como-funciona>
- Dordoigne, J. (2015). *Redes informáticas*. México: eni.
- Erikc. (14 de marzo de 2022). *tic.portal*. Obtenido de [tic.portal: https://www.ticportal.es/glosario-tic/servidores](https://www.ticportal.es/glosario-tic/servidores)

- Espinoza, I. I. (14 de Junio de 2022). *Introduccion a las telecomunicaciones*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/introduccionredescomputadoras/home>
- Evelio Martinez, A. S. (2012). *Fundamentos de Telecomunicaciones y Redes*. Convergente.
- Fernandez, Y. (24 de Septiembre de 2020). *xataka*. Obtenido de xataka: <https://www.xataka.com/basics/que-red-mesh-como funciona-que-se-diferencian-repetidor-plc>
- Fernández, Y. (24 de septiembre de 2020). *xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-red-mesh-como funciona-que-se-diferencian-repetidor-plc>
- FernandoG. Tinetti, A. B. (2001). *Cómputo y comunicacion:Definición y Rendimiento en Redes de Estaciones de Trabajo. CeTAD*, 3.
- Fontal, B. (2005). *El espectro electromanegtico y sus aplicaciones*. Venezuela: Editorial. *Freifunk - Berlin*. (febrero de 2022). Obtenido de <https://berlin.freifunk.net/>
- G, L. (4 de abril de 2018). *Luis GyG*. Obtenido de Luis GyG: <https://luisgyg.com/que-es-la-red-compartida/>
- Gadget. (18 de septiembre de 2019). *Gadget-info*. Obtenido de Gadget-info: <https://es.gadget-info.com/difference-between-point-point>
- Gil, H. (02 de mayo de 2022). *plotandesign*. Obtenido de soluciones en sistemas de informacion: <https://www.plotandesign.com/redes/dispositivos-de-red/>
- I, I. (12 de Abril de 2021). *IBM*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=troubleshooting-resolving-telnet-rlogin-problems>
- IBM. (25 de Agosto de 2020). *IBM i*. Obtenido de IBM i: <https://www.ibm.com/docs/es/i/7.1?topic=networking-network-communications>
- IBM. (2021). *Direccionamiento con conexiones punto a punto*. México: IBM i7.1.
- IBM. (08 de marzo de 2021). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/docs/en/i/7.1?topic=information-smtp>
- IBM. (19 de Junio de 2021). *IBM*. Obtenido de IBM Documentacion: <https://www.ibm.com/docs/es/was/9.0.5?topic=engines-messaging-engine-communication>
- IBM. (19 de Junio de 2021). *IBM Documentacion*. Obtenido de IBM Documentacion: <https://www.ibm.com/docs/es/was/9.0.5?topic=engines-messaging-engine-communication>
- IBM. (12 de abril de 2021). *IBM i*. Obtenido de IBM i: <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=protocol-tcpip-protocols>
- IBM. (2021). Kerberos for HTTP. *Kerberos for network*, 25.
- IEEE. (2021). *IEEE*. Obtenido de IEEE: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)
- IEEE. (2021). *IEEE*. Obtenido de IEEE: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)
- IONOS. (15 de agosto de 2018). *Digital Guide IONOS*. Obtenido de Digital Guide IONOS: <https://www.ionos.mx/digitalguide/servidores/know-how/ethernet-ieee-8023/>
- J.Leon, J. L. (19995). *Internacional Synposium on Integrated Network Mnagement*. EEUU: IEIP AND II.
- Jaramillo, A. V. (2010). *Manual de derecho de autor*. Bogota: DNDDDA.
- Javier, R. E. (20 de Septiembre de 2010). Ikasketen Amaierako. *Sarbide Irekia*, pág. 227.
- Konrad, L. (30 de Noviembre de 2011). *Konrad Lorenz*. Obtenido de Fundación U: <https://repositorio.konradlorenz.edu.co/handle/001/3859>
- Lima, A. (2018). *Rdes informáticas de Tanenbaum*. México: OCBY-SA.

- Lo hace posible*. (agosto de 2019). Obtenido de <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/protocolos-de-comunicaci%C3%B3n-de-redes#:~:text=Un%20protocolo%20es%20un%20conjunto,a%20trav%C3%A9s%20de%20una%20red>.
- Marcombo. (1983). Analisis del retardo en enlaces con protocolos ARQ y control del flujo: aplicacin de una red estrella. *UPC*, 15.
- Martin, R. (7 de abril de 2022). *newsbook.es*. Obtenido de <https://newsbook.es/escaparate/fortinet-lanza-fortios-7-2-para-proteger-todos-los-perimetros-en-los-nuevos-entornos-digitales-2022040794246.htm#:~:text=Fortinet%20ha%20lanzado%20FortiOS%207.2,la%20infraestructura%20de%20la%20organizaci%C3%B3n>.
- Mendez, G. L. (2011). Modelo de trabajo para el diseño e implementación de redes en malla wifi como una solución para el acceso a banda ancha en áreas rurales. *Gerencia Tecnologia Informatica*, 15.
- Meneses, C. C. (Mayo de 2007). *PDF*. Obtenido de PDF: <https://docs.google.com/presentation/d/1ZolBhUk-QGdMcb8ZGAAX0rFcq9wRJdgBSK85RFKOTRs/htmlpresent#:~:text=802.7%20Grupo%20Asesor%20T%C3%A9cnico%20de,anchos%20de%20banda%20de%20redes.&text=802.8%20Grupo%20Asesor%20T%C3%A9cnico%20de,basadas%20en%20cable%20de%20>
- Morelo, D. (29 de noviembre de 2021). *NetSpot*. Obtenido de <https://www.netspotapp.com/hardware/es/what-is-mesh-networking/#:~:text=Una%20red%20de%20malla%20inal%C3%A1brica,de%20su%20casa%20u%20oficina>.
- Nieto, E. P. (2014). *Ley federal de telecomunicaciones y radiodifusión*. México: camara de diputados.
- Ortega, J. (18 de noviembre de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia La enciclopedia libre : [https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n\\_de\\_circuitos](https://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_de_circuitos)
- Pavón, B. C. (2012). *Diseño de una red WAN para una compañía nacional*. UOC .
- Rengifo, S. C. (2022). *Plan TIC 2018-2022*. Obtenido de [https://micrositios.mintic.gov.co/plan\\_tic\\_2018\\_2022/pdf/plan\\_tic\\_2018\\_2022\\_20200107.pdf](https://micrositios.mintic.gov.co/plan_tic_2018_2022/pdf/plan_tic_2018_2022_20200107.pdf)
- Russo, M. (09 de febrero de 2021). *Infocomputer*. Obtenido de Infocomputer: <https://www.info-computer.com/blog/que-es-una-tarjeta-de-red-y-cual-es-su-funcion/#:~:text=Las%20tarjetas%20de%20red%20se,externos%20pueden%20establecer%20una%20conexi%C3%B3n>.
- Suárez Sarmiento, K. d. ( de Noviembre del 2012). *Reingeniería de la red Mna de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones- Loja y diseño de una red GPON para sus clientes corporativos*. QUITO/EPN/2012.
- Teresa Guarda, F. P. (2021). *Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability*. La Libertad, Ecuador,,: Proceedings.
- Ucha, F. (julio de 2011). *Definición de Ruteador*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/ruteador.php>
- Wikipedia*. (6 de Mayo de 2020). Obtenido de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Control\\_de\\_enlace\\_l%C3%B3gico](https://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_enlace_l%C3%B3gico)
- Wikipedia*. (14 de abril de 2022). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Punto\\_de\\_acceso\\_inal%C3%A1brico](https://es.wikipedia.org/wiki/Punto_de_acceso_inal%C3%A1brico)

*Wikipedia La enciclopedia libre* . (30 de junio de 2022). Obtenido de Wikipedia La enciclopedia libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_en\\_%C3%A1rbol](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_en_%C3%A1rbol)  
ya, I. (10 de Octubre de 2016). *Soluciones web* . Obtenido de Soluciones web :  
<https://www.internetya.co/que-es-el-servicio-ftp-file-transfer-protocol/>  
Yuzo Iano, O. S. (2021). *Proceedings of the 7th Brazilian Technology Symposium (BTSym '21)*. México: KES Internacional.