

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACION ESPECIAL

TEMA:

**“POTENCIACIÓN DE LA RED DE ACCESO INALÁMBRICA DEL CAMPUS EDISON RIERA
RODRÍGUEZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO”**

MILTON GABRIEL DEL HIERRO MOSQUERA

Quito – 2017

Índice general

Justificación	4
Antecedentes	6
Objetivos	8
Caso de Estudio	9
5.1. Levantamiento de información de la infraestructura actual de telecomunicaciones	9
5.1.1. Introducción	9
5.1.1.1. Clasificación	9
5.1.1.2. Ventajas	10
5.1.1.3. Desventajas	10
5.1.2. Red de datos actual de la UNACH	11
5.1.3. Topología de la red	12
5.1.4. Distribución actual de AP's	13
5.1.5. Problemas actuales de la red	17
5.1.6. Demanda de conexión de usuarios	17
5.1.7. Tráfico Generado	20
5.2. Análisis de la cobertura de la red inalámbrica	22

5.2.1. Hardware	23
5.2.1.1. Beneficios	24
5.2.2. Software	25
5.2.2.1. Licencias	25
5.2.3. Criterios para la distribución de APs	25
5.2.4. Mapas de Calor	31
5.2.4.1. CTE subsuelo	31
5.2.4.2. Departamento Administrativo	32
5.2.4.3. Ciencias Políticas	35
5.2.4.4. Ingeniería Civil	40
5.2.4.5. Ingeniería Agroindustrial	41
5.2.4.6. Ingeniería Bloque A	42
5.2.4.7. Ingeniería Bloque B	44
5.2.4.8. Salud (Administrativo)	45
5.2.4.9. Salud (Aulas)	47
5.2.4.10. Salud (Clínica)	48
5.2.4.11. Auditorio Institucional	50
5.2.5. Coliseo	52
5.2.6. Piscina	53
5.2.7. Creación del SSID	53
5.2.8. Control de acceso a la red	54
5.2.9. Soporte y Mantenimiento	55
5.2.10. Recomendaciones para la instalación	55
5.2.10.1. Consideraciones de instalación	56

5.3. Presupuesto Referencial	56
5.3.1. Equipamiento WIFI y Licencias	56
Conclusiones y Recomendaciones	58
Referencias	61

Índice de figuras

5.1. WLAN	10
5.2. Diagrama de red institucional campus Edision Riera	12
5.3. Distribucion actual de los AP's en el campus Edison Riera	13
5.4. Usuarios conectados por hora	19
5.5. Total promedio de usuarios conectados	19
5.6. Tráfico de carga y descarga día: 3-oct-2017	20
5.7. Tráfico de carga y descarga día: 10-oct-2017	21
5.8. Comparación de tráfico de carga y descarga	21
5.9. Comportamiento semanal de tráfico	23
5.10. Distribución de nuevos AP's en el campus norte UNACH	26
5.11. RSSI-Campus Norte-CTE-SS	31
5.12. Campus Norte-CTE-P1	32
5.13. ADMINISTRATIVO-P1	33
5.14. Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P2	33
5.15. Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P3	34
5.16. Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P4	34
5.17. POLITICAS A-P1	35
5.18. POLITICASA-P2	35

5.19. POLITICAS A-P3	36
5.20. POLITICAS A-P4	36
5.21. POLITICAS B-P1	37
5.22. POLITICAS B-P2	38
5.23. POLITICAS B-P3	38
5.24. POLITICAS B-P4	39
5.25. CIENCIAS POLITICAS A-TERRAZA	39
5.26. RSSI-CIVIL-P1	40
5.27. RSSI-AGROINDUSTRIAL-P1	41
5.28. RSSI-AGROINDUSTRIAL-P2	41
5.29. INGBLOQUE A-P1	42
5.30. INGBLOQUE A-P2	43
5.31. INGBLOQUE A-P3	43
5.32. INGBLOQUE B-P1	44
5.33. INGBLOQUE B-P2	44
5.34. SALUD ADMINISTRATIVO-P1	45
5.35. SALUD ADMINISTRATIVO-P2	45
5.36. SALUD ADMINISTRATIVO-P3	46
5.37. SALUD ADMINISTRATIVO-P4	46
5.38. SALUD AULAS-P1	47
5.39. SALUD AULAS-P2	47
5.40. SALUD AULAS-P3	48
5.41. SALUD AULAS-P4	48
5.42. SALUD CLINICAS-P1	49

5.43. SALUD CLINICAS-P2	49
5.44. SALUD CLINICAS-P3	50
5.45. AUDITORIO-P1	51
5.46. AUDITORIO-P2	51
5.47. COLISEO-P1	52
5.48. PISCINA-P1	53
5.49. Creación de SSID	54
50. Clientes conectados - Hora: 10:00	63
51. Clientes conectados - Hora: 11:00	63
52. Clientes conectados - Hora: 12:00	64
53. Clientes conectados - Hora: 13:00	64
54. Clientes conectados - Hora: 14:00	64
55. Clientes conectados - Hora: 15:00	65
56. Clientes conectados - Hora: 16:00	65
57. Clientes conectados - Hora: 17:00	65
58. Clientes conectados - Hora: 18:00	66
59. Clientes conectados - Hora: 19:00	66
60. Presupuesto referencial	67

Índice de tablas

5.1. Distribución # 1 actual de AP's	13
5.2. Distribución # 2 actual de AP's	14
5.3. Distribución # 3 actual de AP's	15
5.4. Distribución # 4 actual de APs	16
5.5. Número máximo de conexión/tráfico por hora	18
5.6. Número máximo de conexión/tráfico por hora	22
5.7. Asignación # 1 de nuevos AP's	28
5.8. Asignación # 2 de nuevos AP's	29
5.9. Asignación # 3 de nuevos AP's	30
5.10. Presupuesto de referencia proveedor oficial	57

1. Introducción

El campus EDISON RIERA RODRIGUEZ DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO es el segundo en construcción y el más grande en extensión, la infraestructura de telecomunicaciones fue implementada aproximadamente hace 10 años y cuenta con una infraestructura mixta de comunicación cableada e inalámbrica para permitir la conexión a los departamentos de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas; Humanidades y Ciencias Sociales; Ciencias Económicas; Derecho y Ciencias Políticas y Salud, que oferta un total de 29 carreras albergando así a 5200 personas que representan al 70 % del total del personal docente, administrativo y estudiantil de la universidad, debido a esto, el campus es el de mayor concentración, por ende, los recursos y requerimientos de conexión han incrementado notablemente.

Ante esta situación es necesario incrementar los recursos de la red, ya que el inconformismo por parte de los usuarios respecto a la disponibilidad de conexión a las redes inalámbricas distribuidas a lo largo del campus es alto. Para alcanzar este fin, se analiza y se presenta como caso de estudio la potenciación de la infraestructura inalámbrica la cual se desarrolla en base a los objetivos planteados, iniciando con la valoración e inventario de la infraestructura actual inalámbrica que posee la institución y de la cobertura que ofrece, ya que a través del análisis de ésta información, se establece el alcance y limitaciones que presenta cada uno de los puntos

de acceso distribuidos a lo largo del campus además de tomar en cuenta nuevos puntos de concentración masiva como salas de espera, pasillos, corredores, entre otros, que en el diseño anterior no fueron considerados, de esta manera se determina las necesidades a cubrir bajo éste nuevo escenario.

Finalmente, al ser una propuesta de potenciación de la red inalámbrica y al considerar el trabajo como una potencial opción de implementación, es necesario la recomendación para la adquisición de equipos a través de una propuesta económica que por políticas de adquisición y recomendaciones del CTE (Centro de Tecnologías Educativas) se opta por la misma tecnología con el fin de homologar la infraestructura. Cabe recalcar la importancia de este trabajo radica en la reutilización de la infraestructura actual de tecnología CISCO ya que por su flexibilidad permite el acoplamiento de nuevos dispositivos permitiendo escalar la red y administrarla a través de los equipos centrales que la institución ya posee.

2. Justificación

La infraestructura inalámbrica del campus EDISON RIERA RODRIGUEZ de la Universidad Nacional de Chimborazo en su inicio a razones de limitaciones presupuestarias, cantidad de personal y estudiantes que albergaba y debido a la escasa utilización de las nuevas tecnologías de comunicación fue diseñada e implementada bajo estas condiciones que en su momento ofrecían la disponibilidad del servicio en las mejores condiciones.

En la actualidad la demanda de conexión a las redes de datos ha incrementado exponencialmente, gracias a la masificación de terminales de conexión que incluye dispositivos móviles, laptops, tablets, entre otras, además del desarrollo de nuevas aplicaciones que permiten la interconexión digital de objetos cotidianos con internet. En promedio, cada estudiante de las Facultades de Ciencias de la Salud, Ingeniería, Ciencias Políticas, Centro de Cultura Física, Centro de Tecnologías Educativas (CTE), Edificio Administrativo, así como el sistema de nivelación, posee un terminal de conexión incrementando la demanda de conexión colapsando así la infraestructura actual.

Inicialmente la institución no contaba con un centro de tecnologías educativas para la administración de la red, existe información escasa e incompleta respecto a los diseños originales de la infraestructura inalámbrica, es por ello necesario utilizar las herramientas de

administración actuales con el fin de organizar y levantar información para establecer el punto de partida y determinar cuales son las condiciones iniciales con las cuales se va a partir. Así, en forma general, se visualiza que en su mayoría se instaló un punto de acceso central por piso en cada uno de los edificios de las diferentes facultades.

El objetivo del caso de estudio es ampliar la cobertura inalámbrica en cada una de las dependencias que sean necesarias, a través de los estudios de cobertura, es posible identificar las zonas en las cuales la intensidad de la señal no es óptima, para ello se implementará nuevos puntos de acceso basados en los lugares de concentración masiva e infraestructura física de los edificios, también se considera la reubicación de ciertos equipos.

3. Antecedentes

Los servicios de red surgidos en los última década, están llevando a las redes tradicionales a sus límites. El uso de internet inicialmente fue concebido para la transmisión de información básica en los enfrentamientos bélicos, su uso creció rápidamente desde la mitad de la década de 1990 al punto de cubrir a la tercera parte de la población mundial. Los sistemas de comunicaciones como telefonía, radio, televisión y periódicos tradicionales, entre otros, han sido reestructurados para acoplarse a ésta tendencia generando nuevos servicios como correo electrónico (e-mail), telefonía y televisión por internet, música digital, video digital e internet de las cosas.

Instituciones públicas y privadas cuentan con infraestructura de telecomunicaciones que han evolucionado y modernizado a la par de las últimas tendencias tecnológicas con el fin de mantenerse a la vanguardia en el manejo y administración de la red para brindar accesibilidad y disponibilidad a la alta concentración de usuarios que mantienen dentro de sus instalaciones. Entidades de educación superior, en su mayoría, son responsables de la investigación y desarrollo en diversas especialidades, para ello es necesario mantener una conexión constante a internet con fines no solo investigativos sino también administrativos.

Vásquez (2007) en su artículo "WiFi en las Universidades", habla de cómo el proyecto *Campus en Red*.^{en} el año 2005 hizo grandes aportes a profesores y estudiantes de universidades públicas de España, fruto de los avances de la tecnología de redes inalámbricas y de un acuerdo

firmado entre la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) y la Entidad Pública Empresarial.

En América Latina, trabajos de referencia como el "Diseño, implementación y configuración de una red inalámbrica en la corporación universitaria Minuto de Dios" Mendigaña, Reina, (2008, GIRARDOT-COLOMBIA) y "Propuesta de Diseño e Implementación de la Red Wi-Fi del Campus Universitario UCNE" Taveras (2013, República Dominicana) explican como las redes inalámbricas son la mejor opción para la ampliación de cobertura de red para aumentar la disponibilidad de conexión a los usuarios dentro de los campus universitarios.

En Ecuador, diversas instituciones de educación superior a nivel nacional, y basados en modelos y experiencias extranjeras, optan por la expansión de los servicios de conexión a través de la tecnología inalámbrica, tal como es el caso de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) que en el trabajo "Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para ampliar la cobertura del BACKBONE de la ESPOL usando dispositivos inalámbricos" Pelaez, Raue (ESPOL, 2009), detalla la problemática que enfrenta ante el crecimiento de usuarios y de las limitaciones que representa el extender puntos de conexión cableada sea por limitaciones físicas o presupuestarias, considerando para ello la tecnología inalámbrica debido a sus prestaciones tanto en la implementación como en la facilidad de instalación y uso.

La Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH) campus norte, posee una red inalámbrica distribuida a lo largo del campus la misma que a la actual fecha no abastece a la totalidad de la demanda de conexión que exige la institución, ya que el diseño inicial, de hace 10 años atrás, contempló una capacidad menor a la actual. Es razonable entender el colapso y la necesidad de actualización de esta tecnología bajo los nuevos requisitos y futuras proyecciones de escalabilidad.

4. Objetivos

Objetivo General

Potenciar la red de acceso inalámbrica del campus Edison Riera Rodríguez de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Objetivos Específicos

- Valorar y levantar la información referente a la infraestructura inalámbrica actual del campus.
- Determinar la cobertura que ofrecerá la red inalámbrica a través del análisis de la ubicación de nuevos puntos de acceso a través de los mapas de calor.
- Desarrollar una propuesta financiera para determinar el costo de la potenciación de la red inalámbrica.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1. Levantamiento de información de la infraestructura actual de telecomunicaciones

5.1.1. Introducción

El término red inalámbrica es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física y que se da por medio de ondas electromagnéticas.

5.1.1.1. Clasificación

Las redes inalámbricas se puede dividir en dos amplias categorías:

- **De Corta Distancia.-** Éstas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps, teniendo entre estas las WLAN.
- **De Larga Distancia.-** Éstas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos mejor conocido como redes de área metropolitana; sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps a diferencia de WIMAX que puede alcanzar una velocidad

aproximada de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros en una distancia de varios cientos de metros.

Una WLAN es una red que cubre un área equivalente a la red de área local de una empresa. Existen varios tipos de tecnologías, pero la más popular la tecnología WI-FI o IEEE 802.11 ofrece una velocidad máxima de 54 Mbps.

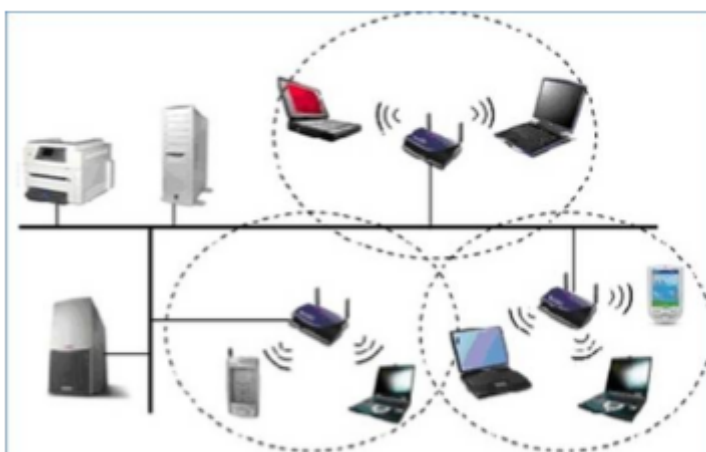


Figura 5.1: WLAN

5.1.1.2. Ventajas

La implementación de las WLAN implica algunas ventajas tales como evitar el uso de cables físicos, costo de instalación reducido y sencillo, rango de cobertura que de acuerdo al estándar utilizado puede alcanzar hasta 50 km (802.16), permite la conexión masiva de dispositivos móviles y accesibilidad a lugares remotos.

5.1.1.3. Desventajas

Las principales desventajas de la utilización de una WLAN implica la pérdida de la intensidad de la señal respecto a la distancia máxima de cobertura así también como la atenuación debido a las interferencias producidas por otros sistemas de comunicación, la

velocidad de transmisión es menor a medio cableado y esta expuesta a mayores riesgos de seguridad.

5.1.2. Red de datos actual de la UNACH

El campus Edición Riera Rodríguez al ser el de mayor extensión alberga al 70 % de la totalidad del personal administrativo, docente y estudiantil alcanzando a albergar a 7000 personas en sus instalaciones tanto físicas como tecnológicas incrementando la utilización de los recursos.

El sistema universitario se encuentra organizado por facultades, que son las grandes unidades de docencia e investigación. Cada departamento agrupa disciplinas afines y provee del cuerpo docente a las distintas carreras. La UNACH está conformado por los departamentos de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas; Humanidades y Ciencias Sociales; Ciencias Económicas; Derecho y Ciencias Políticas y Salud, que brindan un total de 29 carreras distribuidas en los diversos campus distribuidos dentro de la ciudad cada una equipada de infraestructura física y tecnológica para el funcionamiento de laboratorios especializados y de cómputo para llevar las acciones administrativas y educativas.

La demanda de conexión a los puntos de acceso ha incrementado considerablemente, generando el colapso de la red actual debido al incremento del personal administrativo y estudiantil, para ello se considera necesario realizar la potenciación de la WLAN en el campus. La UNACH posee un enlace de conexión de 320 Mbps contratado al proveedor de servicio nacional Telconet, el mismo que es distribuido en base a las necesidades de tráfico y demanda de los usuarios, considerando a los más críticos a los docentes y estudiantes.

5.1.3. Topología de la red

A continuación se observa el diagrama de la red:

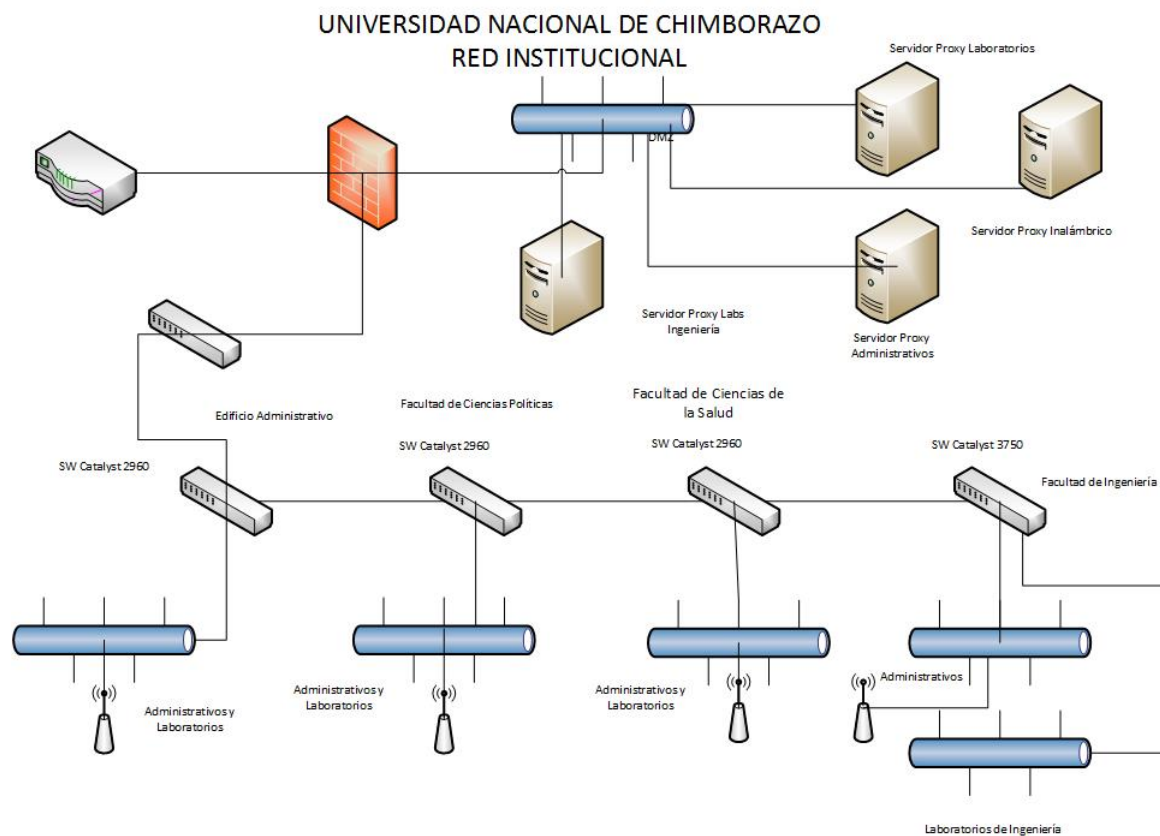


Figura 5.2: Diagrama de red institucional campus Edision Riera

Fuente: Autor

5.1.4. Distribución actual de AP's

Actualmente el campus Edison Riera de la UNACH cuenta con 47 AP's distribuidos de la siguiente manera:

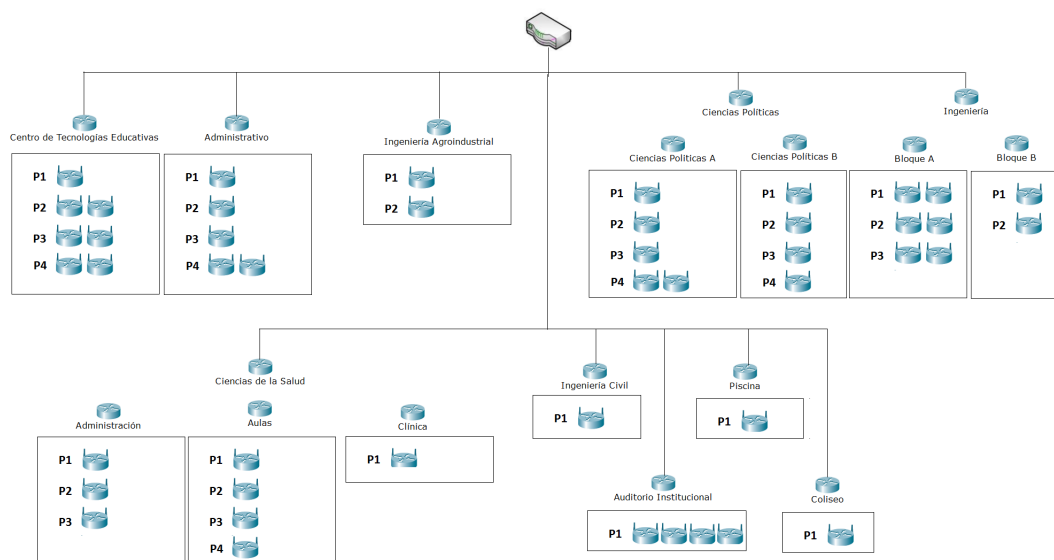


Figura 5.3: Distribución actual de los AP's en el campus Edison Riera

Fuente: Autor

Tabla 5.1: Distribución # 1 actual de AP's

Ubicación	AP's	Modelo
Centro de Tecnologías Educativas		
P1	1	AIR-LAP1142N-A-K9
P2	2	AIR-LAP1142N-A-K9
P3	2	AIR-LAP1142N-A-K9
P4	2	AIR-LAP1142N-A-K9
Subtotal	7	

Tabla 5.2: Distribución # 2 actual de AP's

Ubicación	AP's	Modelo
Administrativo		
P1	1	AIR-CAP3501E-AK9
P2	1	AIR-CAP3501E-AK9
P3	1	AIR-LAP1142N-A-K9
P4	2	AIR-LAP1142N-A-K9
Subtotal	5	
Ciencias Políticas A		
P1	1	AIR-LAP1142N-A-K9
P2	1	AIR-LAP1142N-A-K9
P3	1	AIR-LAP1142N-A-K9
P4	1	AIR-LAP1142N-A-K9
Subtotal	4	
Ciencias Políticas B		
P1	1	AIR-LAP1131G-A-K9
P2	1	AIR-LAP1142G-A-K9
P3	1	AIR-LAP1131G-A-K9
P4	1	AIR-LAP1131G-A-K9
Subtotal	4	
Ingeniería Agroindustrial		
P1	1	AIR-LAP1142G-A-K9
P2	1	AIR-LAP1142G-A-K9
Subtotal	2	

 Tabla 5.3: Distribución # 3 actual de AP's

Ingeniería Civil

P1	1	AIR-LAP1142G-A-K9
----	---	-------------------

Subtotal 1

Ingeniería Bloque A

P1	2	AIR-LAP1131G-A-K9
----	---	-------------------

P2	2	AIR-LAP1131G-A-K9
----	---	-------------------

P3	2	AIR-LAP1131G-A-K9
----	---	-------------------

Subtotal 6

Ingeniería Bloque B

P1	1	AIR-LAP1131G-A-K9
----	---	-------------------

P2	1	AIR-LAP1131G-A-K9
----	---	-------------------

Subtotal 2

Ciencias de la Salud (Administrativo)

P1	1	AIR-LAP1131N-A-K9
----	---	-------------------

P2	1	AIR-LAP1142N-A-K9
----	---	-------------------

P3	1	AIR-LAP1131N-A-K9
----	---	-------------------

Subtotal 3

 Tabla 5.4: Distribución # 4 actual de APs

Ciencias de la Salud (Aulas)

P1 1 AIR-LAP1142G-A-K9

P2 1 AIR-LAP1131G-A-K9

P3 2 AIR-LAP1131G-A-K9

P4 1 AIR-LAP1131G-A-K9

Subtotal 5

Ciencias de la Salud (Clínicas)

P1 1 AIR-LAP1131G-A-K9

Subtotal 1

Auditorio

P1 4 AIR-CAP2602I-A-K9

Subtotal 3

Coliseo

P1 1 AIR-CAP3501E-A-K9

Subtotal 1

Piscina

P1 1 AIR-CAP2602I-A-K9

Subtotal 1

5.1.5. Problemas actuales de la red

La creación de la UNACH, fue un proyecto largamente acariciado por varios años, el cual gracias al apoyo de ciudadanos ilustres, a su turno, en el ejercicio de funciones públicas, se concreta en 1995, siendo el Lic. Néstor Solís Yerovi, el rector interino. Una vez constituida la nueva universidad, efectuado el proceso de elecciones determinado para la designación de autoridades, fue nombrado el Lic. Edison Riera Rodríguez, rector y al Dr. Mario Andino como vicerector. (UNACH, 2017)

A la fecha, el número de estudiante ha incrementado a 10000 generando necesidades tanto en infraestructura física como tecnológica. El campus norte actualmente alberga el 70 % del total de estudiantes de la universidad siendo el internet una herramienta básica utilizada para el estudio e investigación.

5.1.6. Demanda de conexión de usuarios

A través de herramientas propias de administración de la red de los equipos disponibles, es posible verificar la totalidad de solicitudes de conexión inalámbrica a los puntos de acceso de la red. El escenario de análisis se ejecuta en la semana de inicio de actividades académicas y en la semana previa a ésta con el fin de verificar el incremento de usuarios y la demanda de conexión generada. Se inicia con el estudio del día 3 y 10 de octubre del 2017 siendo el período de matriculación e inicio de actividades respectivamente. Gracias a la herramientas CISCO Prime Infrastructure es posible programar horas y parámetros de interés para evaluar la inafreestructura de telecomunicaciones, es de interés conocer el número de usuarios que se conectan por hora a la red inalámbrica y del tráfico de carga y descarga para lo cual en base a los reportes generados se resume en la tabla 5.5.

Tabla 5.5: Número máximo de conexión/tráfico por hora

Hora	Conexión	Rx (MB)	Tx (MB)	Conexión	Rx (MB)	Tx (MB)
00:00	136	21.78	2,1	134	25,76	10,3
01:00	139	25	2,5	133	35,8	15,23
02:00	136	28,6	12,3	131	32,5	16,32
03:00	138	33,2	15,6	130	25,78	8,34
04:00	138	36,4	10,4	132	25	2,5
05:00	138	25,3	18	130	21,8	2,18
06:00	138	25,44	12,02	128	16,7	93,2
07:00	150	48.3	25,3	600	1452,76	112,3
08:00	200	207.6	20,76	1200	1964,40	119,23
09:00	450	539.7	125,3	1700	3533,34	352,3
10:00	600	780	178,98	1600	3178,03	243,1
11:00	660	789	200,6	1800	3937,71	398,3
12:00	600	480,7	49	1500	3092,31	210,1
13:00	350	400	40,01	1000	2656,09	145,02
14:00	240	279,6	27	800	1097,25	109,72
15:00	400	500,9	50,09	1300	2031,75	128,2
16:00	560	672,0	67,23	1400	2398,06	238,1
17:00	480	40,9	409,4	1200	1890,9	259,1
18:00	420	334	33,4	900	1572,91	132,1
19:00	200	234,2	23,4	450	687,9	154,2
20:00	165	210,2	21,03	250	532,02	53,2
21:00	158	189,2	18,9	140	207,33	20,3
22:00	150	143	14,3	90	192,61	17.01
23:00	151	125,02	15,6	76	176,97	16,9

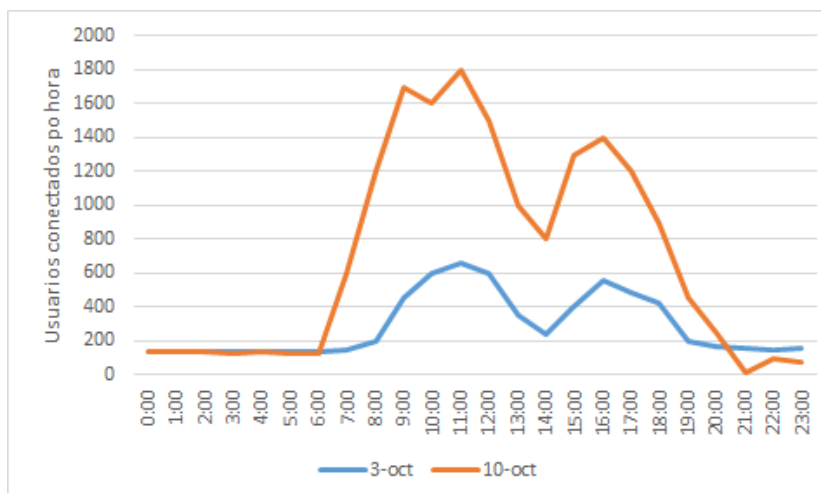


Figura 5.4: Usuarios conectados por hora

Fuente: Autor

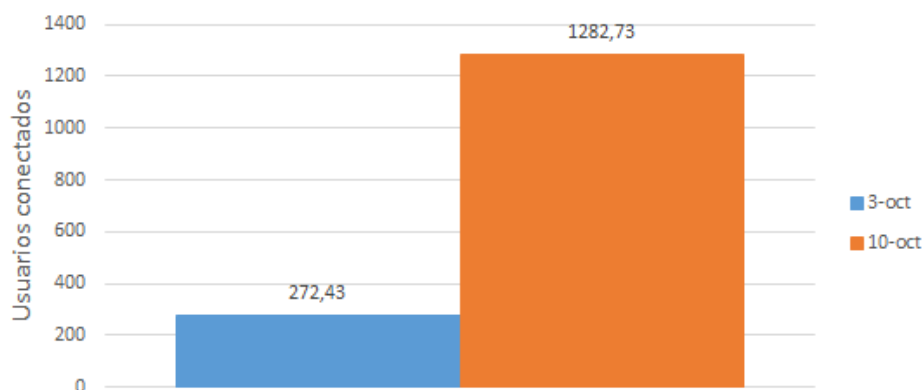


Figura 5.5: Total promedio de usuarios conectados

Fuente: Autor

Se observa el incremento progresivo de conexión de los usuarios y se constata que las horas de mayor demanda corresponde a las 11:00 y 16:00.

Se verifica el incremento debido al inicio de las actividades académicas se cuatriplica alcanzando a un valor máximo promedio de conexión al día de 1282,73 clientes finales.

5.1.7. Tráfico Generado

La Universidad Nacional de Chimborazo como ente de institución educativa pública superior ofrece servicios educativos de calidad a sus estudiantes en diversas áreas de conocimiento, por ende, el tráfico de la red es variado pero debido a sus funciones de la institución existe demanda de ciertos servicios considerados como prioridad.

Existe horas críticas de conexión durante el día como se muestra en la Tabla 5.5, el análisis de tráfico se analiza tanto de carga y descarga, se asume que tiene un comportamiento cíclico semanal por horarios de clases.

Gracias a las herramientas de administración propias de la infraestructura de telecomunicación actual es posible verificar el tráfico generado por los usuarios, esto se verifica a través del acceso a la controladora Cisco de la institución que alberga el centro de tecnologías.

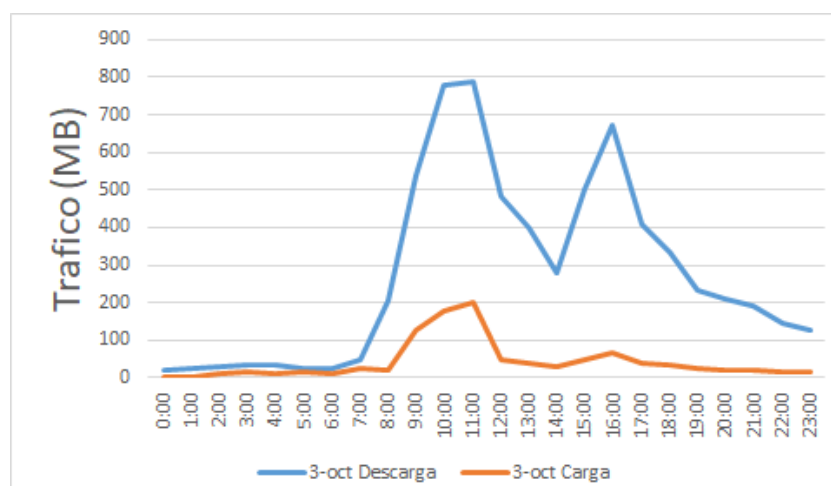


Figura 5.6: Tráfico de carga y descarga día: 3-oct-2017

Fuente: Autor

Se muestra el comportamiento de la red respecto a los parámetros de carga y descarga, y se demuestra la diferencia en la utilización de los recursos de la red debido al inicio de las actividades académicas en la universidad. Se puede observar que en las horas críticas de

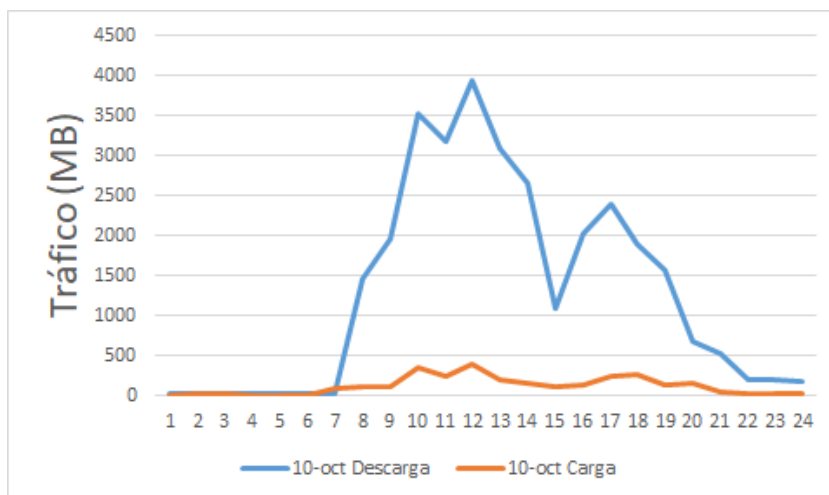


Figura 5.7: Tráfico de carga y descarga día: 10-oct-2017

Fuente: Autor

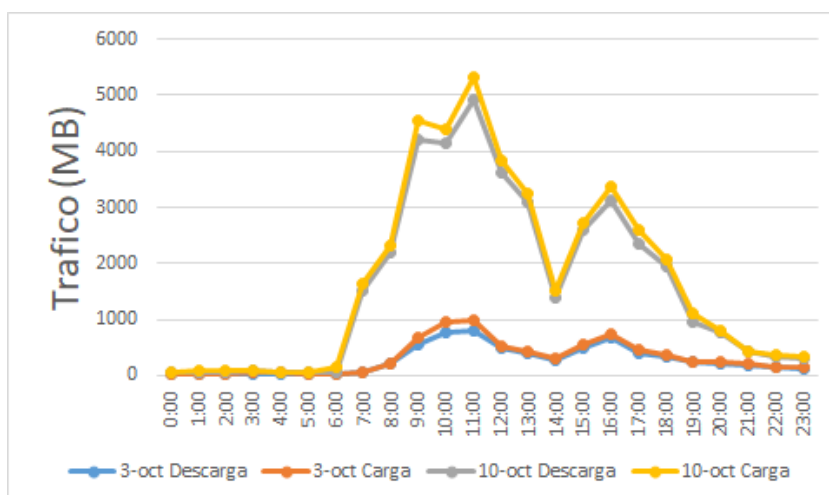


Figura 5.8: Comparación de tráfico de carga y descarga

Fuente: Autor

conexión la generación de tráfico alcanza a 3937,71 Mbytes.

En la Figura 5.8 se verifica el tráfico máximo generado por la institución previo y al iniciar las actividades así se puede observar que la diferencia entre éstas representa 5 veces el valor de tráfico en la ausencia del personal dentro de la institución.

El principal tráfico generado corresponde en su mayoría al tráfico web, se debe tomar que la asignación de ancho de banda para cada una de las dependencias no está establecido ya que no existe políticas de calidad de servicio ni de balanceo de cargas para cada uno de los enlaces, la

Tabla 5.6: Número máximo de conexión/tráfico por hora

Fecha	Carga	Descarga
10-oct	1282,73	119,05
11-oct	1583,02	274,92
12-oct	1893,24	156,34
13-oct	1602,34	489,03
14-oct	213,4	549,15
15-oct	198,65	472,34
16-oct	1479,23	306,3
17-oct	1909,44	267,38
18-oct	1310,36	182,98
19-oct	1823,49	398,31
20-oct	1199,62	189,32
21-oct	482,4	138,24
22-oct	348,2	210,33

capacidad de transmisión de datos es bajo demanda.

Así en el período analizado del 10 al 22 de octubre se estima un promedio de tráfico generado basado en los reportes diario y por hora generados por la herramienta de administración CISCO Prime y resumida en la siguiente tabla:

5.2. Análisis de la cobertura de la red inalámbrica

En base al inventario y análisis de la ubicación de los puntos de acceso que conforman la infraestructura inalámbrica actual, se ejecuta el análisis de su cobertura y de los posibles lugares a instalar los nuevos puntos de acceso con el fin de extender la misma. Éstos equipos se han de

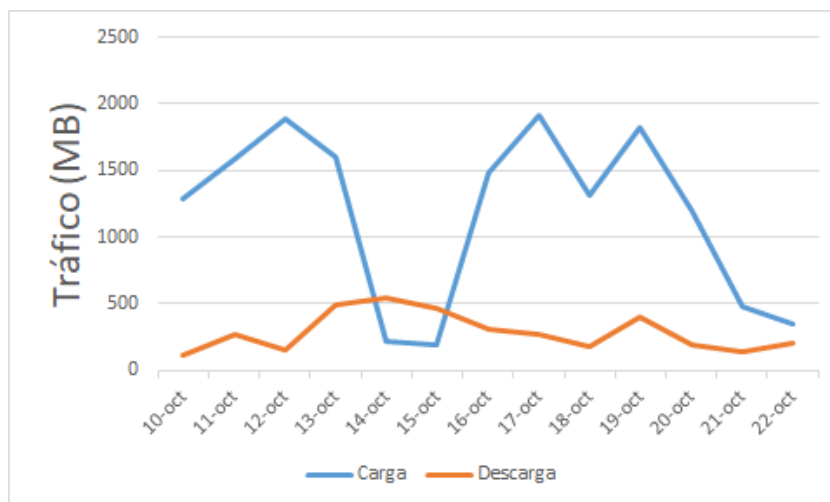


Figura 5.9: Comportamiento semanal de tráfico

Fuente: Autor

colocar de forma estratégica, para maximizar en lo posible los patrones de radiación en cada uno de los espacios requeridos con el fin de cubrir las necesidades de conexión y cobertura.

5.2.1. Hardware

Como se señaló, el objetivo es potenciar la red inalámbrica, y por ello se decide optar por la selección de la misma marca tecnológica con el fin de escalar la red y obviar la adquisición de nuevos dispositivos para su administración central.

- **CISCO Aironet 700 Series** cumple con las crecientes necesidades de las redes inalámbricas mediante el mejor rendimiento de la tecnología 802.11n y además de contar con herramientas de gestión de RF con el fin de mejorar las experiencias inalámbricas.

La serie 1700 es compatible con 802.11ac, lo que incluye una tasa de conexión teórica de hasta 867 Mbps. El rendimiento añadido le permite mantenerse a la vanguardia de la creciente demanda de ancho de banda. (Cisco, 2017a)

- Mayor número de conexiones inalámbricas
- Aplicaciones en tiempo real.

- Múltiples conexiones de dispositivos móviles.

5.2.1.1. Beneficios

- **802.11 ac Wave 1 soporta 3x3 (MIMO):** Entrega tasas altas de transmisión a grandes rangos para mayor capacidad y confiabilidad. Provee tres veces mas el ancho banda del estándar 802.11n.
- **Cisco CleanAir Express Spectrum Intelligence:** Detecta interferencia RF y provee un análisis básico del espectro.
- **Roaming optimizado entre celdas:** Asociación directa de los clientes dentro de su rango de cobertura con rápida conexión y disponibilidad del servicio.
- **Potencia de transmisión** del terminal de datos del cliente.
- **Ganancia de la antena** del terminal de datos del cliente.
- **Sensibilidad del receptor** = -89/72 dBm - 11/12 Mbps con tasa de paquete de errores del 10
- **Piso de ruido ambiental** = -85 dBm
- **Capacidad** hasta 15 terminales de datos de clientes o hasta 14 clientes de VoIP por punto de acceso inalámbrico.
- **Tiempo de traspaso:** 37 milisegundos o menos en capa 2 (misma controladora), 48 milisegundos o menos en capa 3 (entre controladoras y entre subredes).
- **Calidad de servicio:** Asignado en base a WLAN. Clientes VoIP con precedencia de calidad de servicio nivel oro sobre clientes con calidad de servicio niveles plata y bronce.

- **Controladora Cisco 5508** ofrece un rendimiento fiable y una mayor flexibilidad para aplicaciones críticas como voz y video sin presentar inconvenientes de conexión y retardos.

La controladora Cisco 5508 provee:

- Máximo rendimiento y escalabilidad.
- Soporta 802.11n y 802.11ac y maneja 500 APs simultáneamente.
- Ininterrumpida conexión a la red gracias al roaming.

5.2.2. Software

5.2.2.1. Licencias

Para la UNACH campus norte en base a su infraestructura actual se sugiere:

- Renovación de soporte WLC Cisco 5508 con que cuenta la institución, en modalidad 24x7, durante 1 año.
- Controladora inalámbrica con licenciamiento para los access points a adquirir. Debe incluir soporte de fabricante en modalidad 24x7, durante 1 año.

5.2.3. Criterios para la distribución de APs

Los lugares de mayor demanda y puntos críticos de conexión, tanto para estudiantes como para docentes, son pasillos, gradas, salas de profesores, salas ICITS, áreas deportivas las cuales incluye coliseo y piscina, las últimas dependencias por ser centro de concurrencia masiva ocasional no requerirá mayores mejoras respecto a la infraestructura que posee.

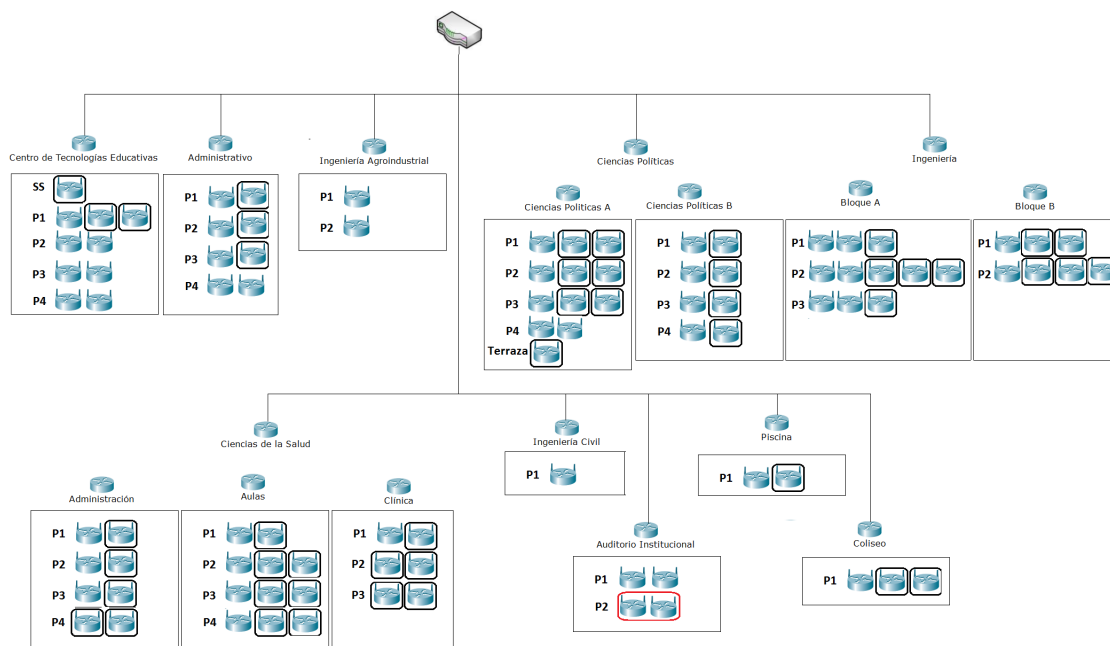


Figura 5.10: Distribución de nuevos AP's en el campus norte UNACH

Fuente: Autor

Se resume el número de AP's considerados para potenciar la red actual como se muestra en la figura 5.10 considerando la infraestructura previa detallada en la figura 5.3, éstos han sido reubicados en algunos o cambiados por dispositivos de mejores características. Para la potenciación de la red es necesario incrementar el número de AP's en cada uno de los pisos de las dependencias que pertenecen al campus norte. Los equipos considerados para la adquisición son:

- 42 Access Point (AP1702I) de Antenas Internas completamente compatibles con la controladora WLC5508 que posee la institución. Los AP's ofertados deben tener soporte de fabricante en modalidad 24x7, durante 1 año.
- 4 Access Point (CAP2702E) de Antenas Externas, cada uno con 4 antenas de 2.4 GHz, 2 dBi / 5GHz 4 dBi Dipole. Los AP's ofertados deben tener soporte de fabricante en

modalidad 24x7, durante 1 año.

- 1 Access Point (CAP1552E) para Exteriores, cada uno con 3 Antenas de 2.4 GHz 4dBi / 5GHz 7 dBi Dual Band Omni N connector.

Tabla 5.7: Asignación # 1 de nuevos AP's

Ubicación	AP1702I	CAP2702E	CAP1552E
Centro de Tecnologías Educativas			
SS	1	-	-
P1	2	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
Subtotal	3	-	-
Administrativo			
P1	1	-	-
P2	1	-	-
P3	1	-	-
P4	-	-	-
Subtotal	3	-	-
Ciencias Políticas A			
P1	2	-	-
P2	2	-	-
P3	2	-	-
P4	-	-	-
Terraza	-	-	1
Subtotal	6	-	1

Tabla 5.8: Asignación # 2 de nuevos AP's

Ubicación	AP1702I	CAP2702E	CAP1552E
Ciencias Políticas B			
P1	1	-	-
P2	1	-	-
P3	1	-	-
P4	1	-	-
Subtotal	4	-	-
Ingeniería Bloque A			
P1	1	-	-
P2	2	1	-
P3	-	1	-
Subtotal	3	2	-
Ingeniería Bloque B			
P1	2	-	-
P2	3	-	-
Subtotal	5	-	-
Coliseo			
P1	-	2	-
Subtotal	-	2	-
Piscina			
P1	1	-	-
Subtotal	1	-	-

Tabla 5.9: Asignación # 3 de nuevos AP's

Ubicación	AP1702I	CAP2702E	CAP1552E
Ciencias de la Salud (Administrativo)			
P1	1	-	-
P2	1	-	-
P3	1	-	-
P4	2	-	-
Subtotal	5	-	-
Ciencias de la Salud (Aulas)			
P1	1	-	-
P2	2	-	-
P3	2	-	-
P4	2	-	-
Subtotal	7	-	-
Ciencias de la Salud (Clínica)			
P1	1	-	-
P2	2	-	-
P3	2	-	-
Subtotal	5	-	-
Total	42	4	1

5.2.4. Mapas de Calor

En las siguientes ilustraciones se muestra los mapas de calor con información sobre la potencia de la señal en las áreas de cobertura promedio esperado para los dispositivos finales en cada una de las nuevas ubicaciones de los nuevos APs propuestos especificados en la sección anterior.

5.2.4.1. CTE subsuelo

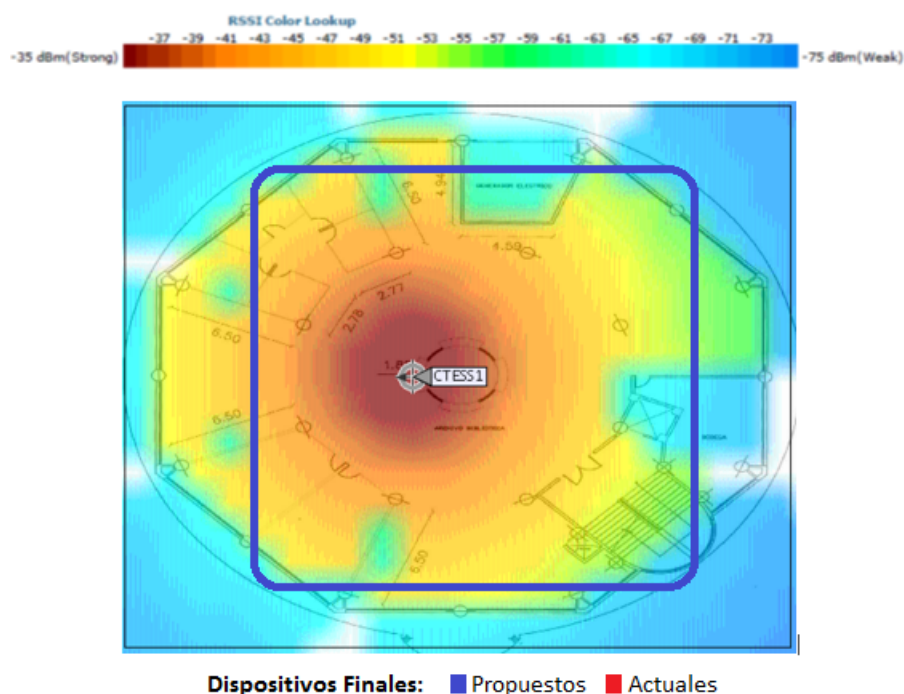


Figura 5.11: RSSI-Campus Norte-CTE-SS

Fuente: Autor

Entre las mejoras, existen algunos sitios que no disponen de puntos de accesos instalados, es el caso del subsuelo del centro de tecnologías educativas. Se sugiere la ubicación del AP en el centro del subsuelo para proveer la mayor cobertura posible como se puede observar en la figura 5.12.

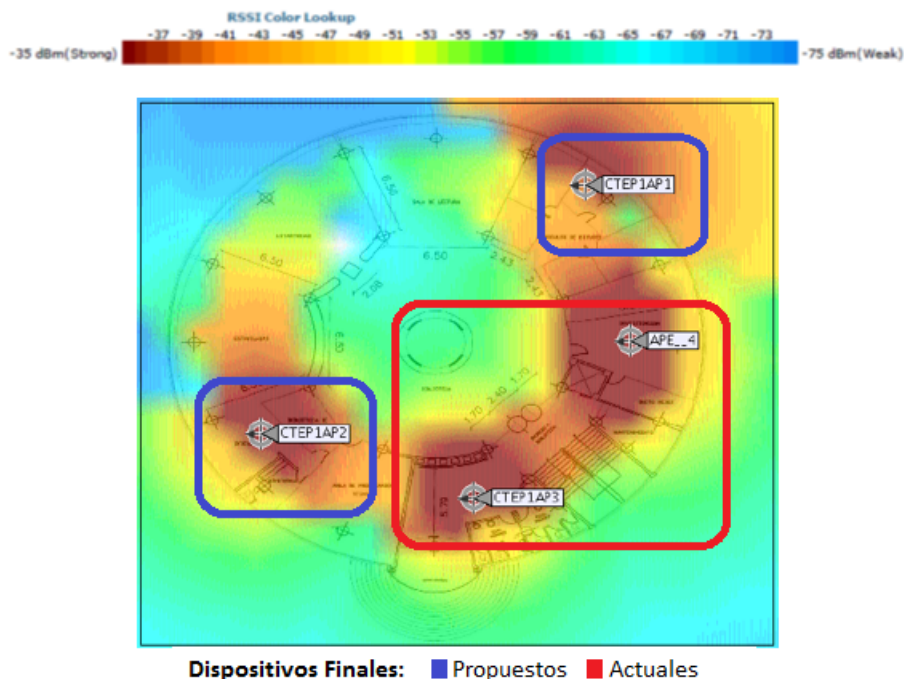


Figura 5.12: Campus Norte-CTE-P1
Fuente: Autor

Actualmente, el piso 1 del CTE cuenta con dos dispositivos y debido a su ubicación la cobertura no es suficiente limitando su cobertura a la parte central, es necesario la implementación de 2 AP's nuevos para ampliar la misma.

5.2.4.2. Departamento Administrativo

El departamento Administrativo registra dispositivos individuales por piso excepto el piso 4 que cuenta con dos AP's, la reubicación del mismo no es eficiente ya que la intensidad de radiación no es suficiente para abarcar el piso. Se deberá implementar un AP en cada piso. Se observa la cobertura de cada uno de los pisos respectivamente.

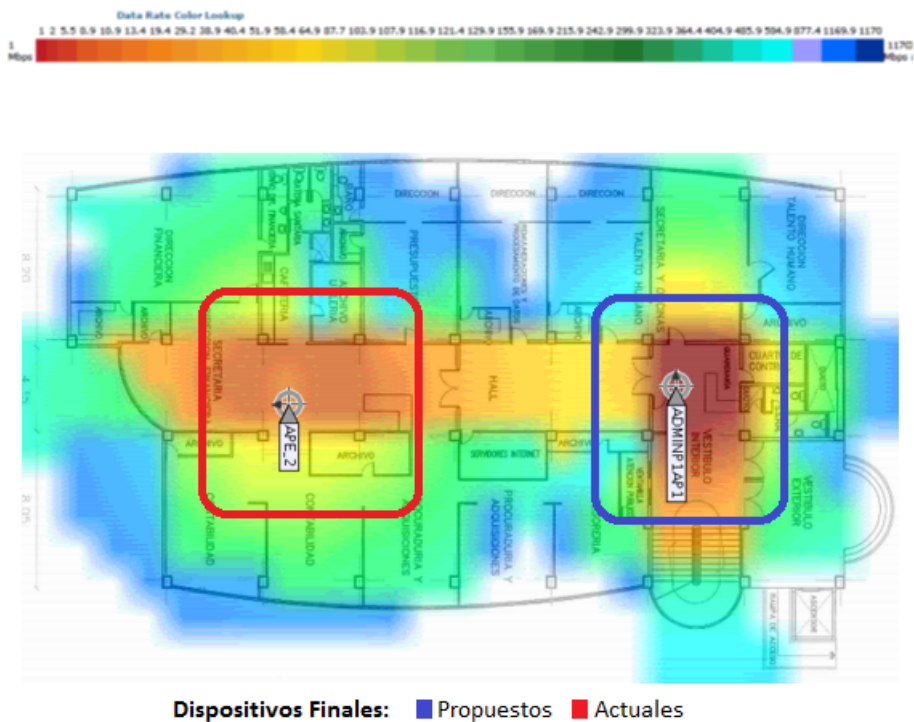


Figura 5.13: ADMINISTRATIVO-P1
 Fuente: Autor

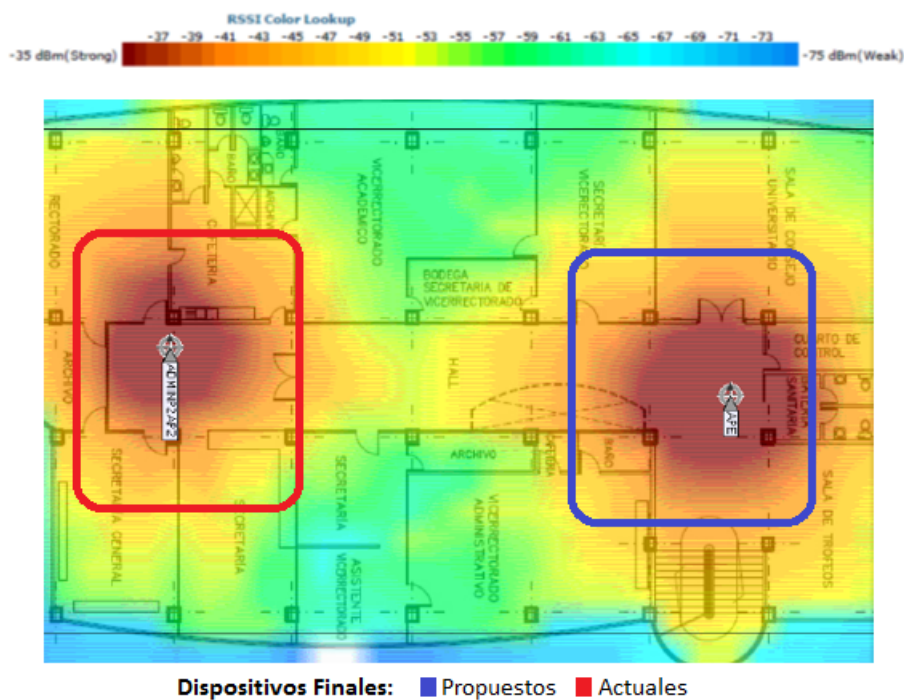


Figura 5.14: Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P2
 Fuente: Autor

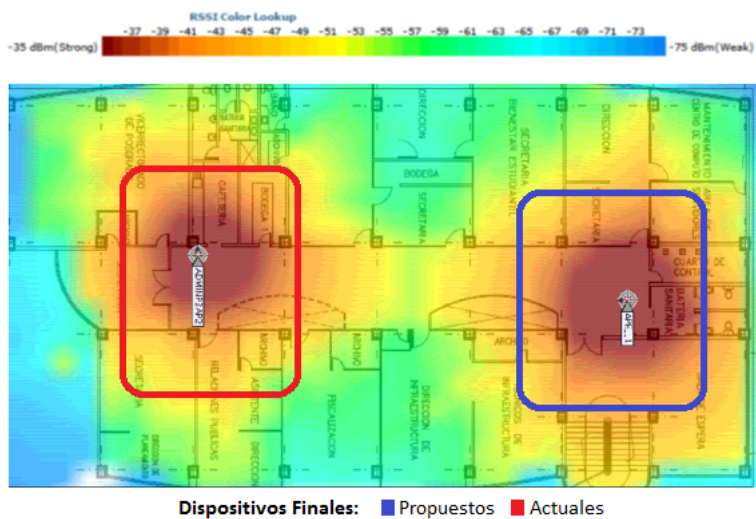


Figura 5.15: Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P3
Fuente: Autor

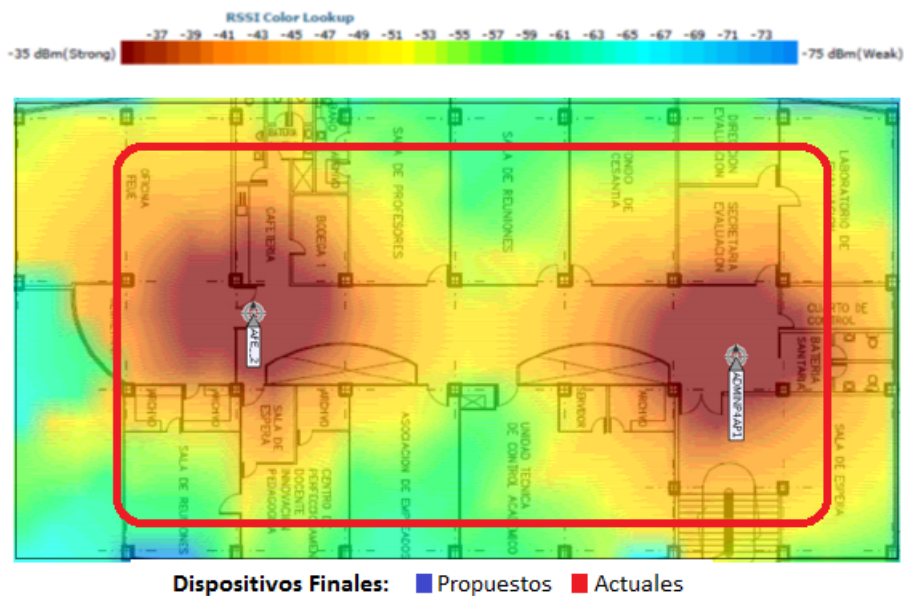


Figura 5.16: Campus Norte-ADMINISTRATIVO-P4
Fuente: Autor

5.2.4.3. Ciencias Políticas

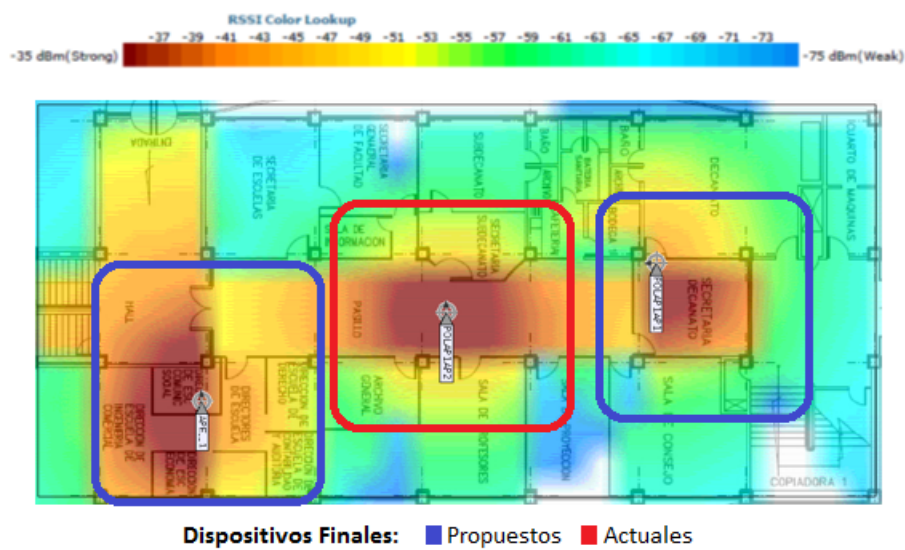


Figura 5.17: POLITICAS A-P1

Fuente: Autor

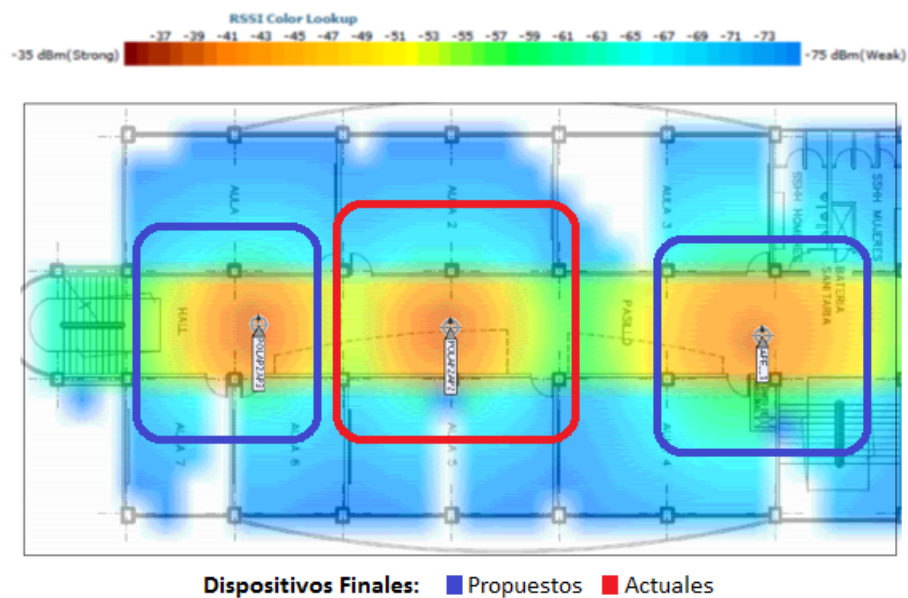


Figura 5.18: POLITICAS A-P2

Fuente: Autor

En el bloque de ciencias políticas B, la infraestructura de red por piso 1, 2, 3 y 4 mantienen un único AP, en orden de proveer mayor cobertura, la implementación de uno extra es necesario.

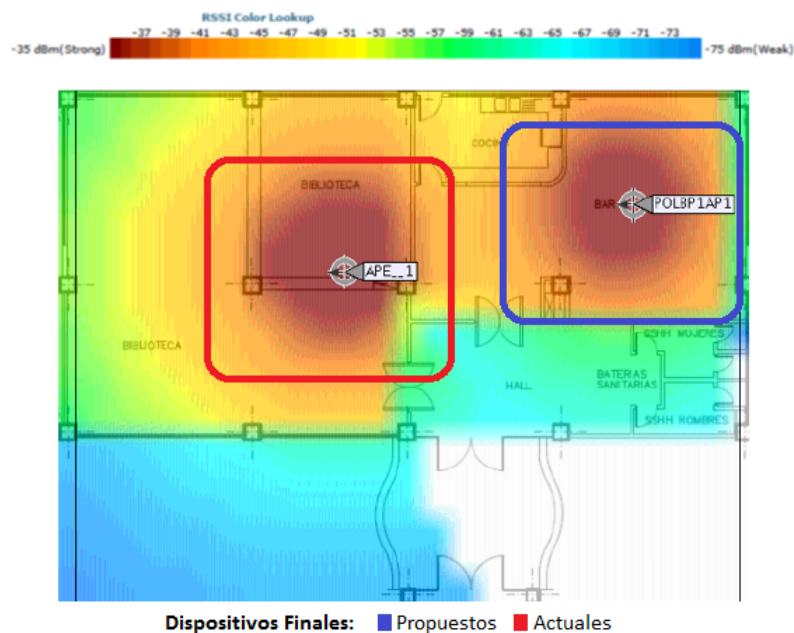


Figura 5.21: POLITICAS B-P1

Fuente: Autor

En la terraza del bloque de ciencias políticas bloque A se opta por un AP para ambientes externos. La terraza no es considerado un lugar crítico de conexión sin embargo por ciertas ocasiones es necesario proveer del servicio de conexión a la red.

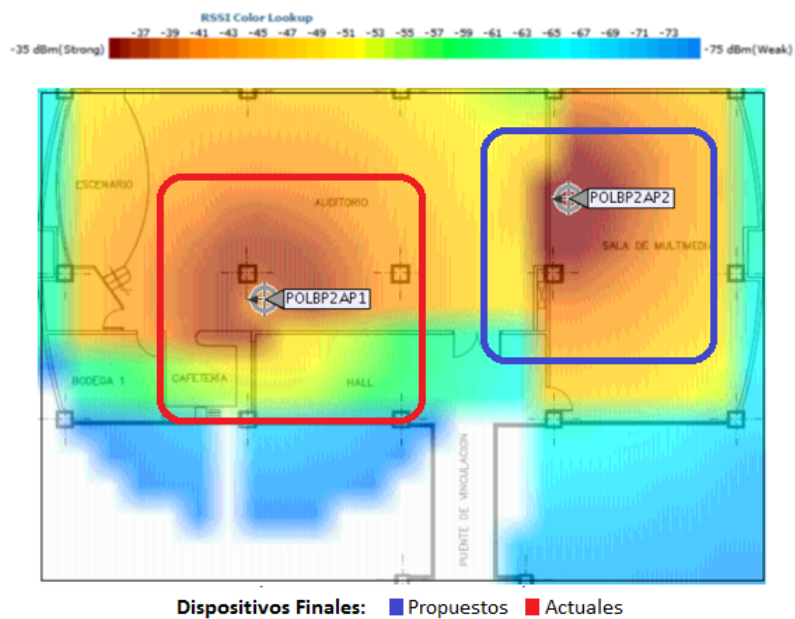


Figura 5.22: POLITICAS B-P2

Fuente: Autor

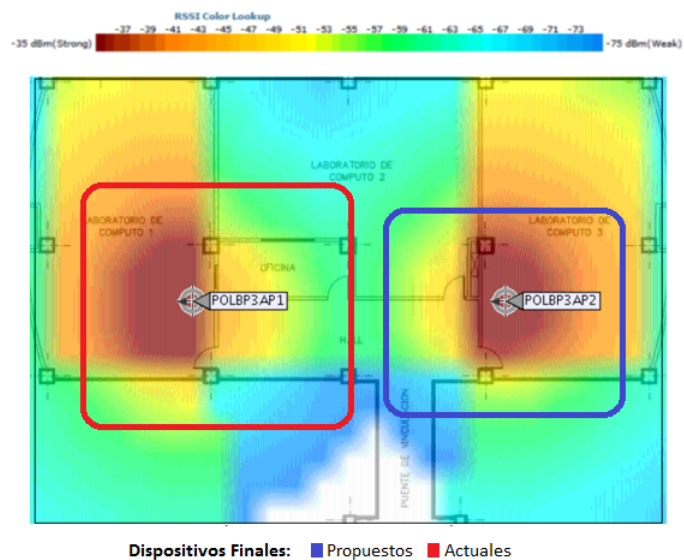


Figura 5.23: POLITICAS B-P3

Fuente: Autor

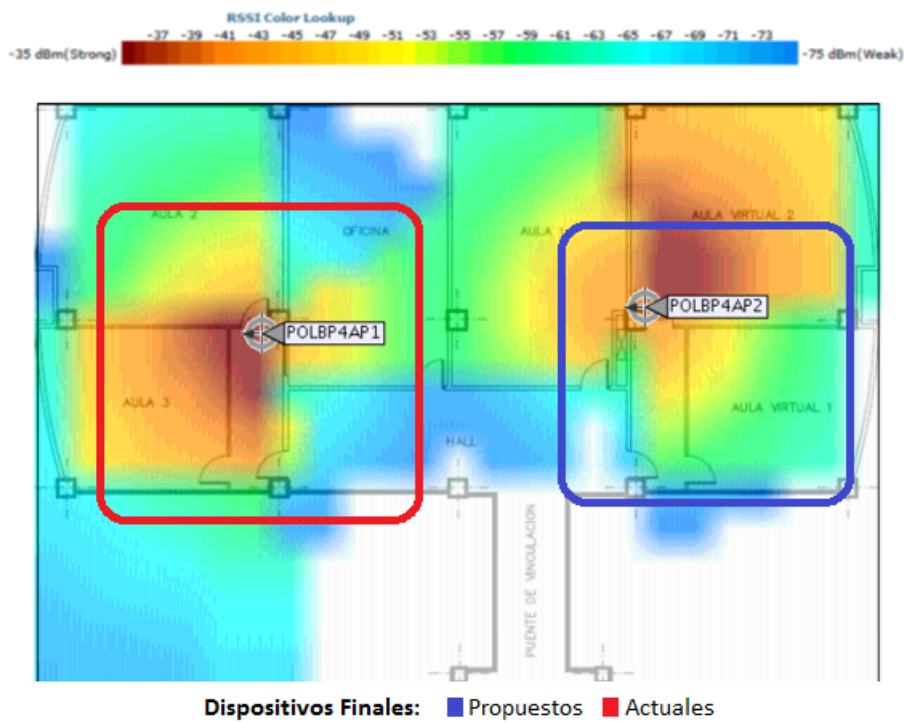


Figura 5.24: POLITICAS B-P4
Fuente: Autor

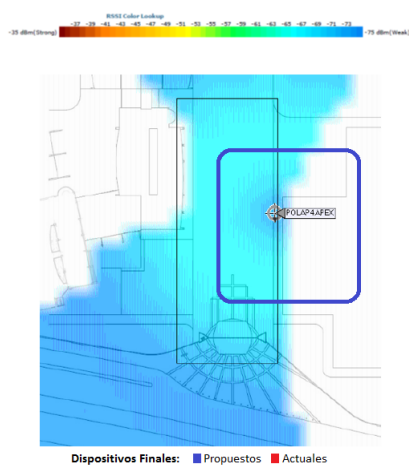


Figura 5.25: CIENCIAS POLITICAS A-TERRAZA
Fuente: Autor

5.2.4.4. Ingeniería Civil

El piso 1 designado para la carrera de Ingeniería Civil, gracias a su ubicación central permite irradiar de la mejor manera y proveer de cobertura a todo el piso, por lo que no es necesario la implementación de puntos de acceso extras.

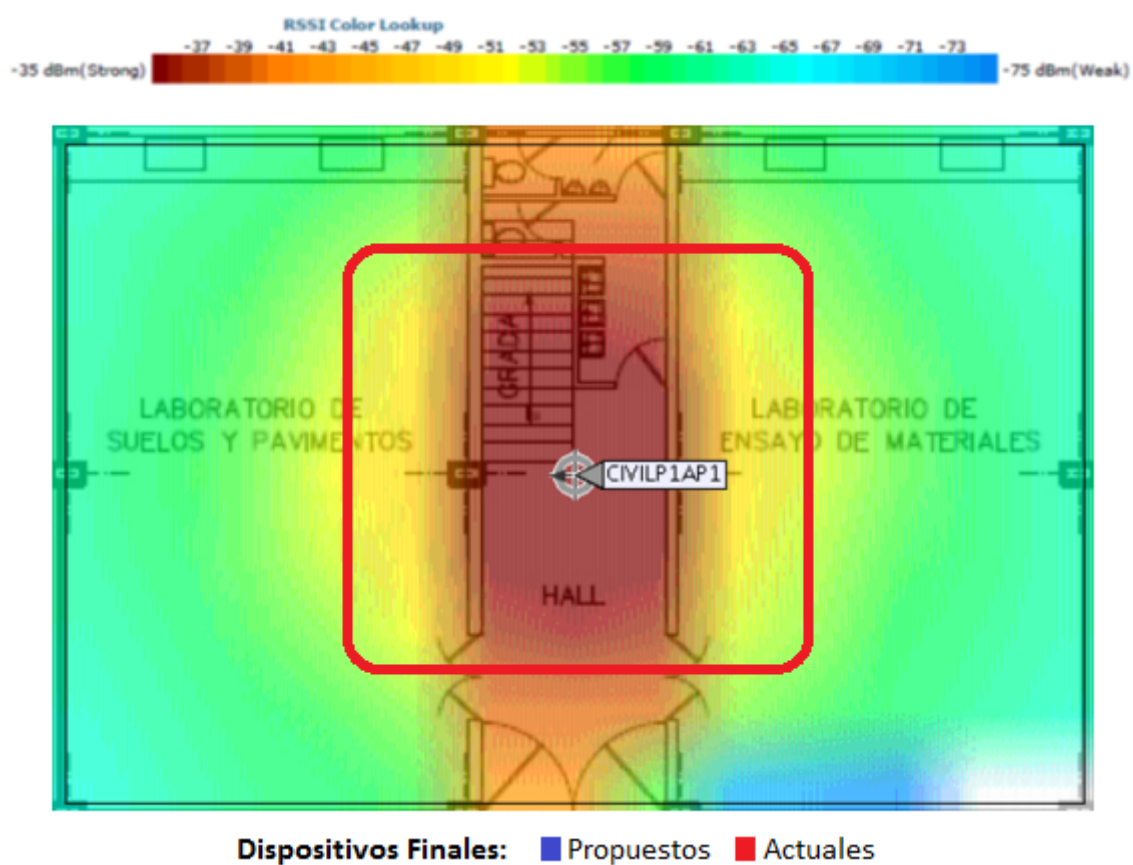


Figura 5.26: RSSI-CIVIL-P1

Fuente: Autor

5.2.4.5. Ingeniería Agroindustrial

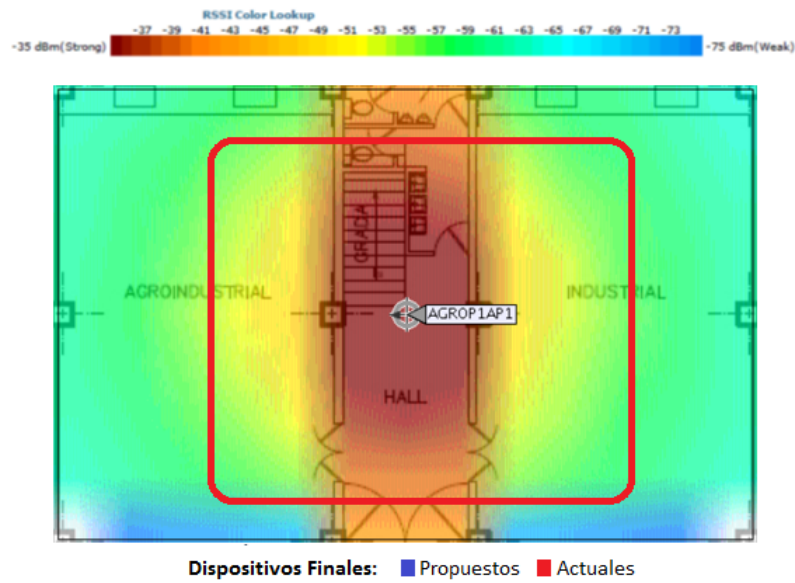


Figura 5.27: RSSI-AGROINDUSTRIAL-P1

Fuente: Autor

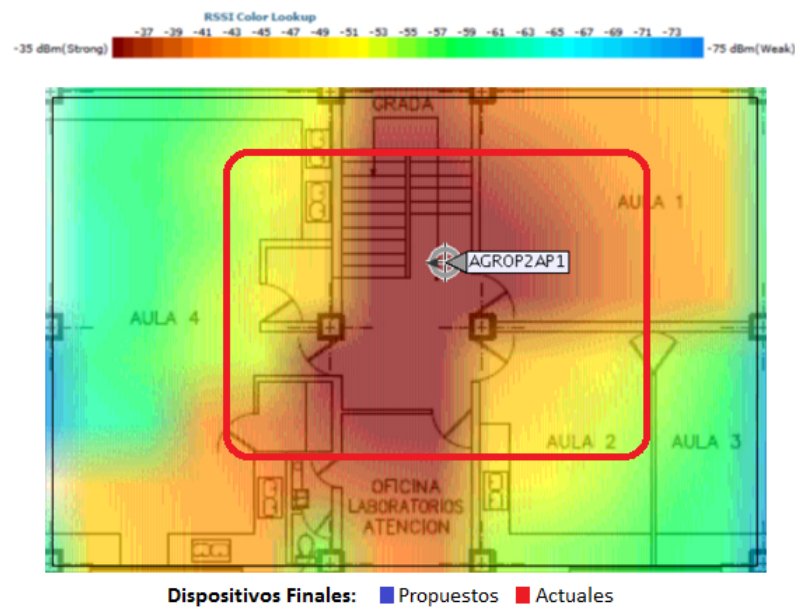


Figura 5.28: RSSI-AGROINDUSTRIAL-P2

Similar a la dependencia de Ingeniería Civil, en el bloque que corresponde Agroindustrial la ubicación actual permite una cobertura suficiente del lugar.

5.2.4.6. Ingeniería Bloque A

En el bloque A de ingeniería en el piso 1 se opta por la ubicación de 1 AP extra para dotar de cobertura a todo el piso, teniendo un total de 3 AP's. En el piso 2 se encuentra uno de los puntos de conexión críticos pues se encuentra el centro de cómputo y debido a su afluencia para incrementar la cobertura se incrementa 2 AP de similares características a los 2 ya instalados y otro AP con antenas externas.

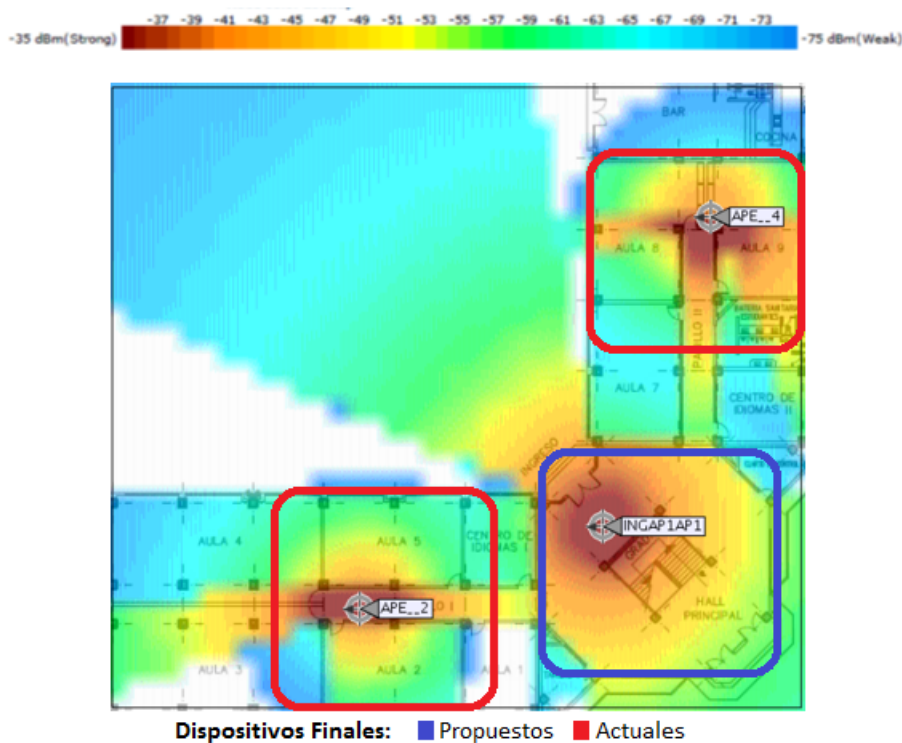


Figura 5.29: INGBLOQUE A-P1

Fuente: Autor

El piso 3 se incrementa un AP de antenas externas a los 2 accesos inalámbricos existentes en orden de potenciar la red.

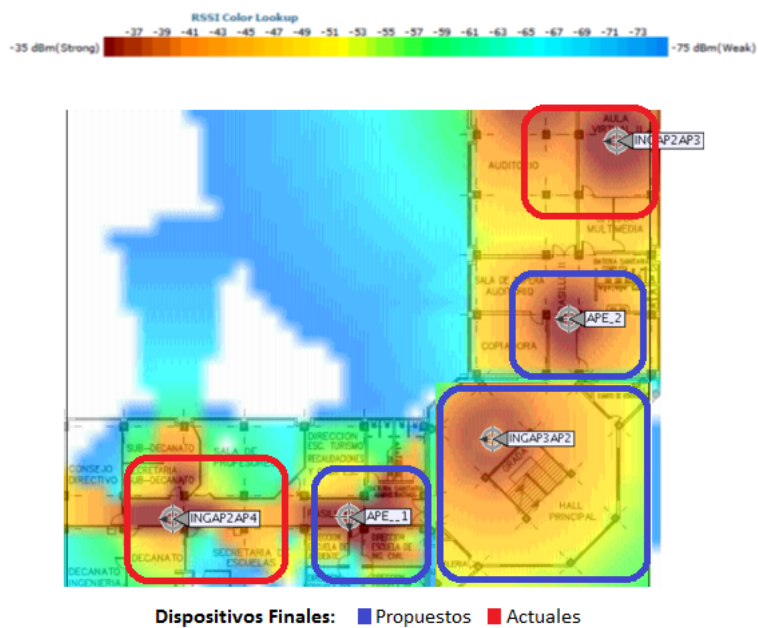


Figura 5.30: INGBLOQUE A-P2
Fuente: Autor

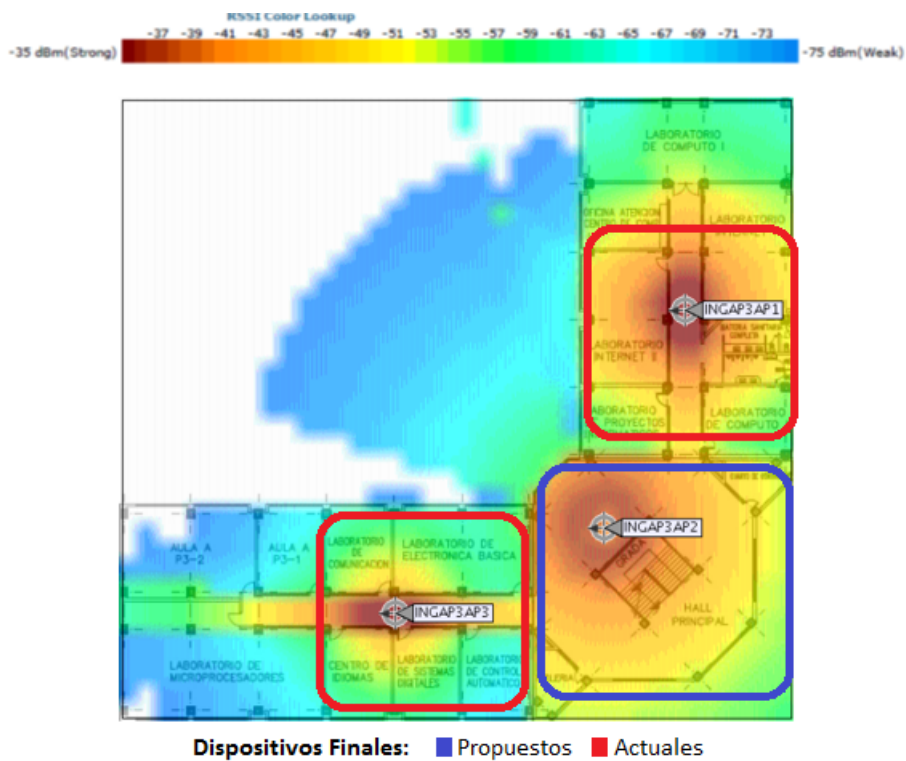


Figura 5.31: INGBLOQUE A-P3
Fuente: Autor

5.2.4.7. Ingeniería Bloque B

Los bloques de ingeniería son los mas concurridos, sin embargo cada piso del edificio tiene un solo AP limitando totalmente la cobertura a una zona específica. En el caso del bloque B de ingeniería en el piso 1 se incrementa 2 APs' y 3 AP's en el piso 2, se decide incrementar debido a las dimensiones del edificio y a la escasa cobertura en el mismo.

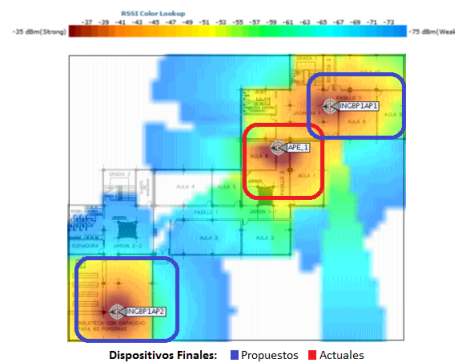


Figura 5.32: INGBLOQUE B-P1

Fuente: Autor

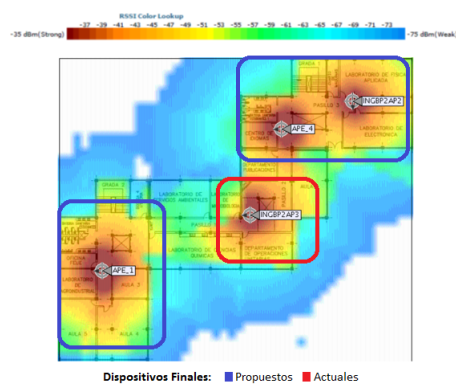


Figura 5.33: INGBLOQUE B-P2

Fuente: Autor

5.2.4.8. Salud (Administrativo)

En sección administrativa del edificio de salud se incrementa un AP por los pisos 1,2 y 3. El piso 4 carecía de un punto de acceso, de manera similar se sugiere la instalación de dos AP's de similares características de los pisos anteriores.

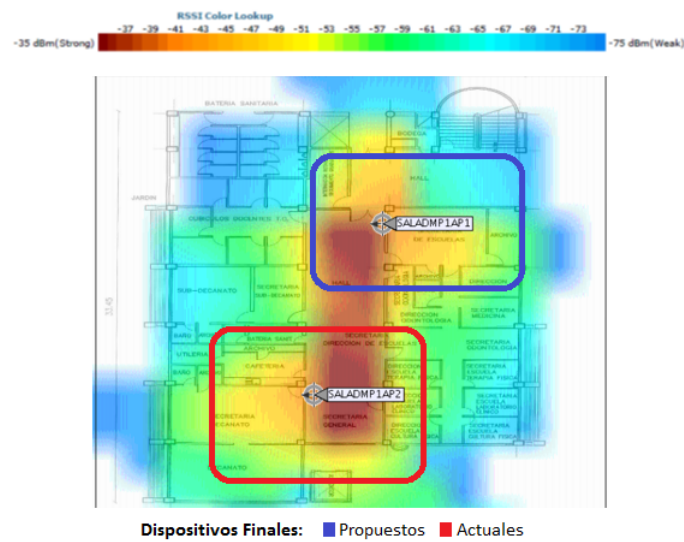


Figura 5.34: SALUD ADMINISTRATIVO-P1

Fuente: Autor

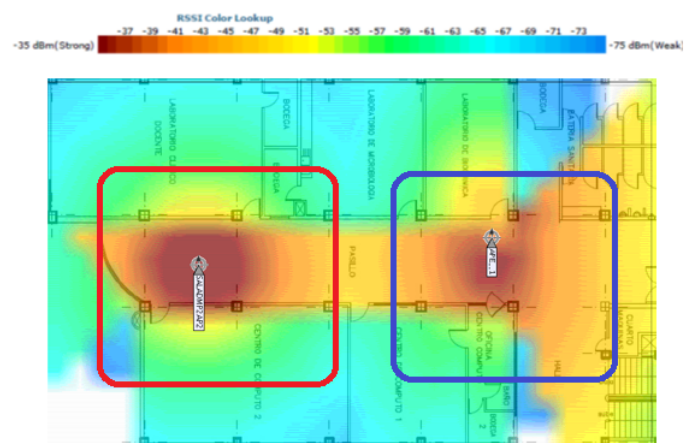


Figura 5.35: SALUD ADMINISTRATIVO-P2

Fuente: Autor

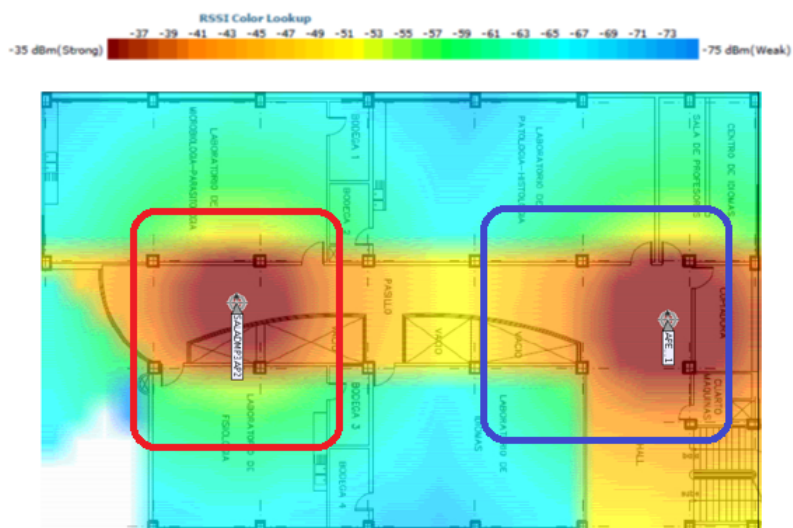


Figura 5.36: SALUD ADMINISTRATIVO-P3

Fuente: Autor

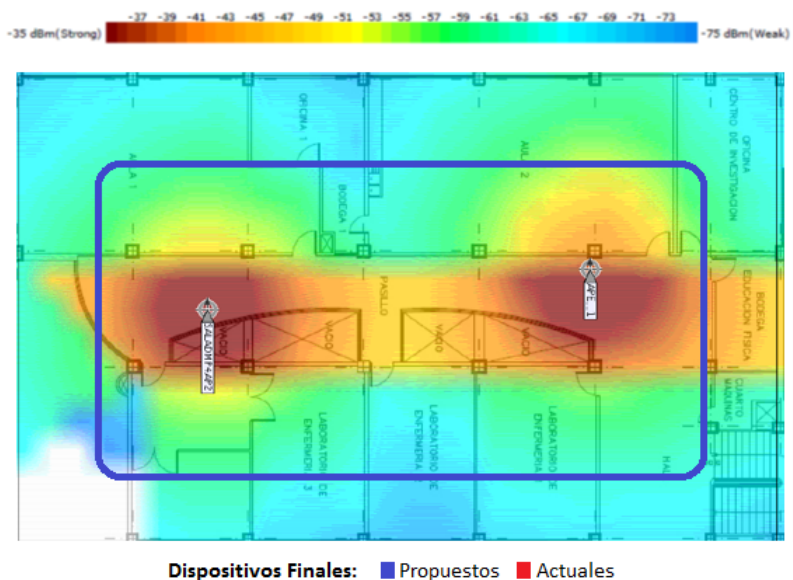


Figura 5.37: SALUD ADMINISTRATIVO-P4

Fuente: Autor

5.2.4.9. Salud (Aulas)

Los principales lugares de concentración estudiantil son las aulas y en la facultad de salud como se describió en la sección (ver Figura ??) de infraestructura actual el edificio de 4 pisos de los cuales el piso 1 al 4 piso cuenta con un único AP, es necesario incrementar uno por piso 1 y dos AP's para los pisos 2,3, y 4.

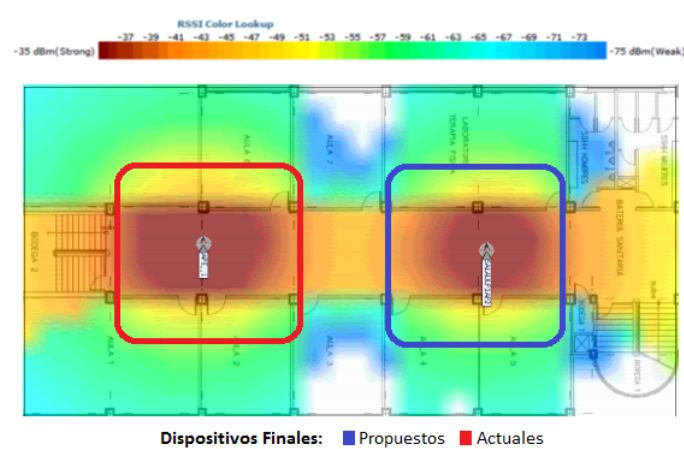


Figura 5.38: SALUD AULAS-P1

Fuente: Autor

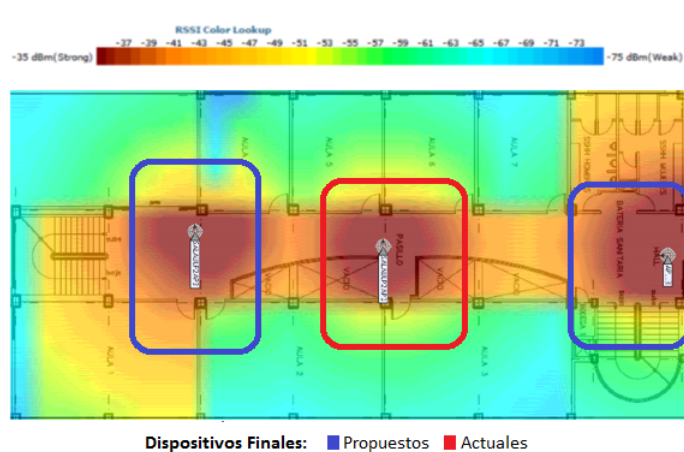


Figura 5.39: SALUD AULAS-P2

Fuente: Autor

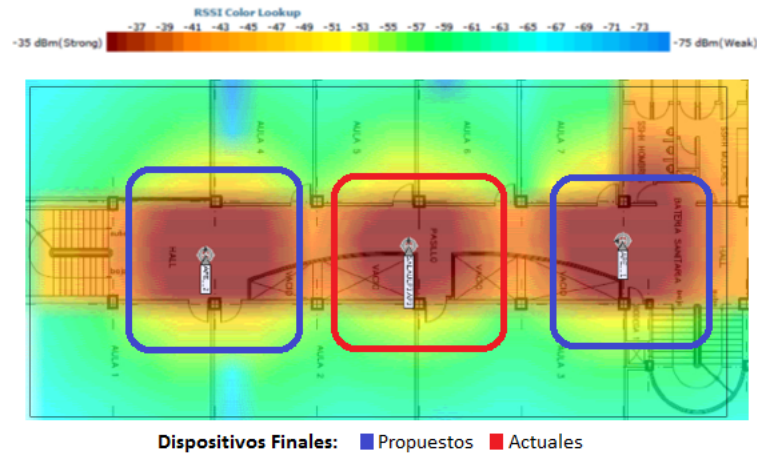


Figura 5.40: SALUD AULAS-P3

Fuente: Autor

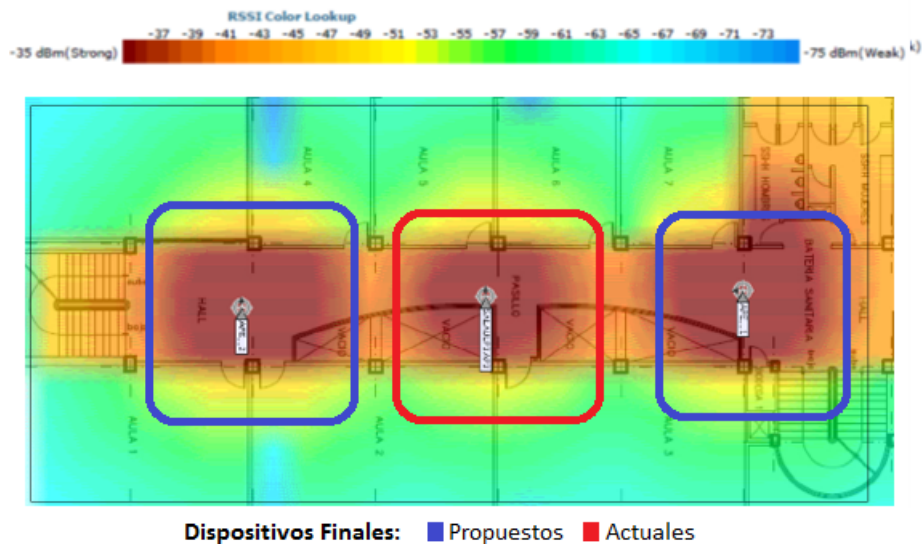


Figura 5.41: SALUD AULAS-P4

Fuente: Autor

5.2.4.10. Salud (Clínica)

En el departamento de Salud en el área clínica solo existe un AP en el primer piso y el edificio es totalmente operativo en sus tres plantas. Se opta por la implementación de 2 AP's por piso, por lo que primero será necesario incrementar 1 AP para complementar con el ya existente, mientras que en el piso 2 y 3 se sugiere implementar dos AP's por piso.

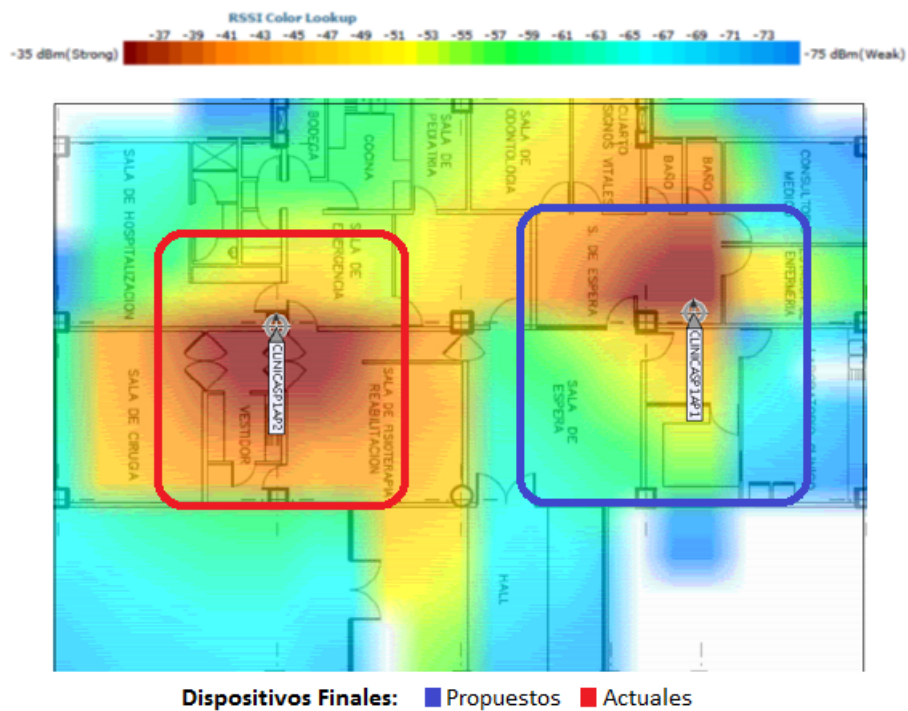


Figura 5.42: SALUD CLINICAS-P1
Fuente: Autor

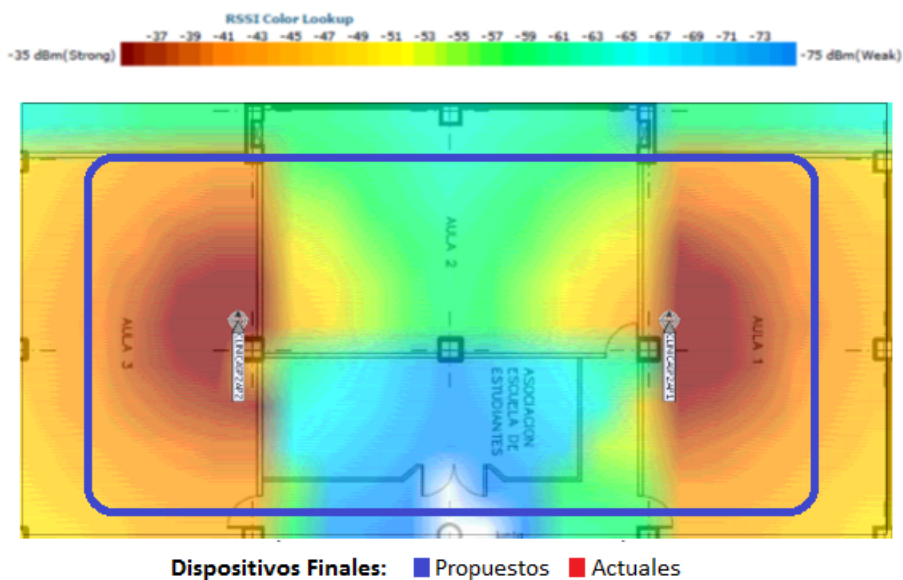


Figura 5.43: SALUD CLINICAS-P2
Fuente: Autor

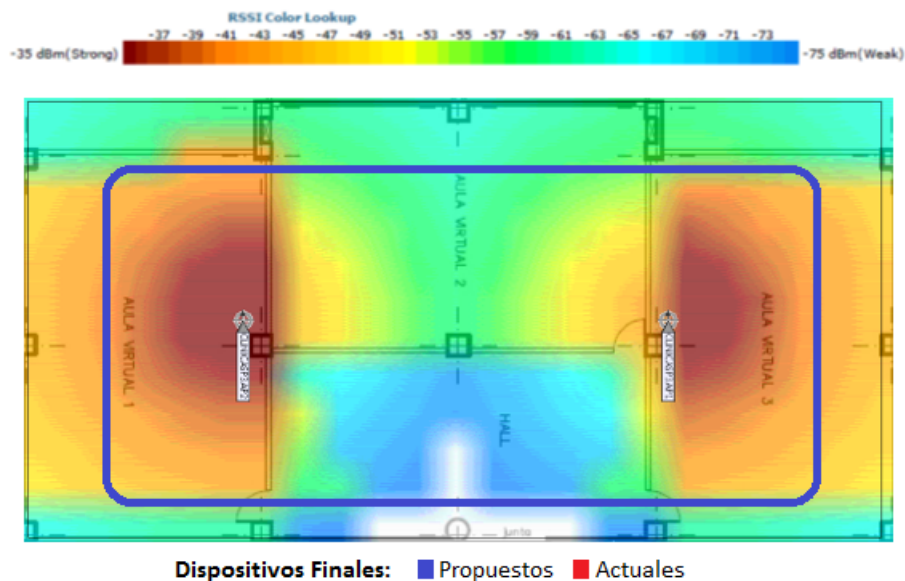


Figura 5.44: SALUD CLINICAS-P3

Fuente: Autor

5.2.4.11. Auditorio Institucional

El auditorio institucional, lugar de sesiones solemnes, actos conmemorativos y escenario de presentación de diversos proyectos culturales y sociales está conformado por dos plantas las mismas que actualmente posee 4 AP's en el primer piso para proveer de conectividad a los usuarios que asisten al inmueble. En orden de optimizar la red y aumentar su cobertura se opta por reubicar dos AP del primer piso al segundo.

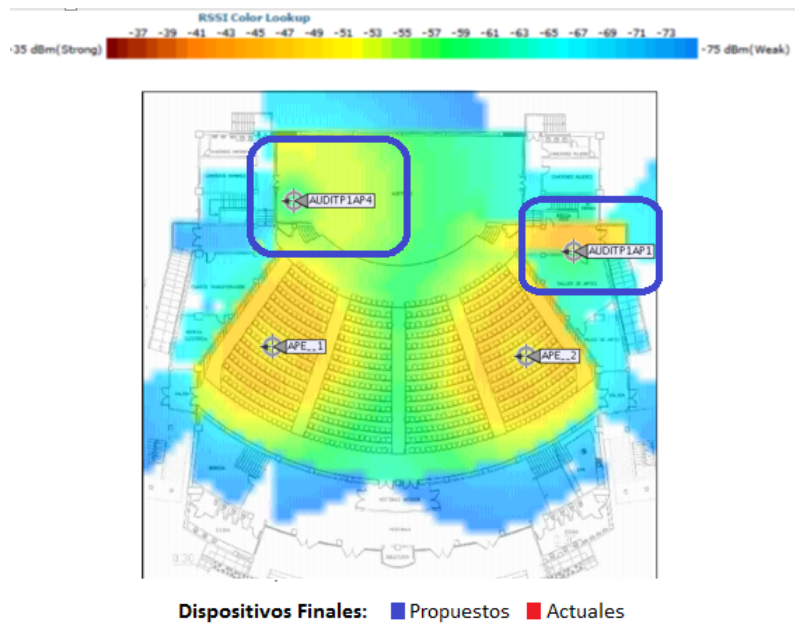


Figura 5.45: AUDITORIO-P1

Fuente: Autor

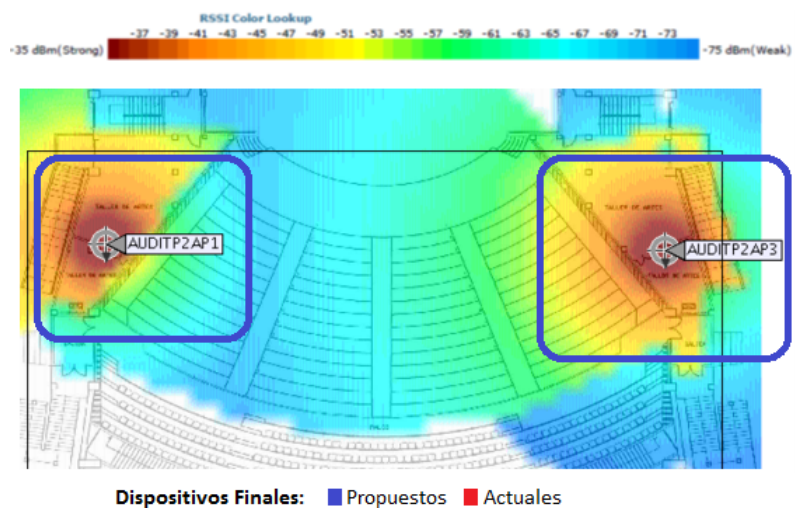


Figura 5.46: AUDITORIO-P2

Fuente: Autor

5.2.5. Coliseo

Actualmente el coliseo es un lugar multidisciplinario pues a parte de ser punto de exhibición y encuentro de campeonatos de diversas áreas deportivas también es sitio de exposiciones, concursos de robótica, ferias de emprendimientos, entre otras, siendo necesario la disponibilidad de la conexión a la red, se dispone un AP y para su mejora se incrementa 2 AP con antenas externas para incrementar su cobertura.

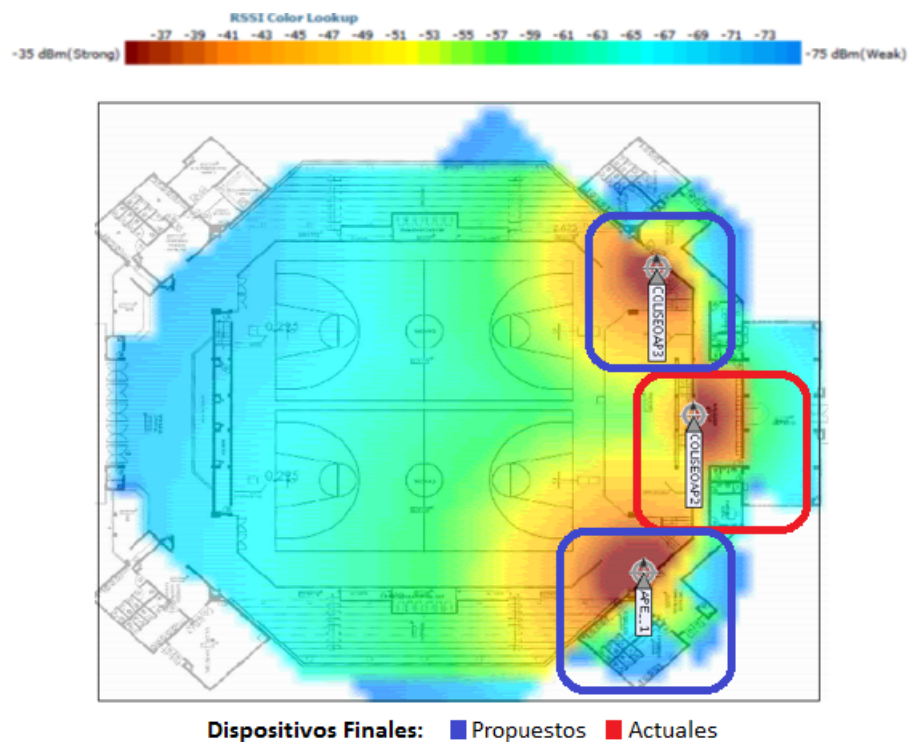


Figura 5.47: COLISEO-P1

Fuente: Autor

5.2.6. Piscina

Uno de los centros de entretenimiento estudiantil es la piscina, aunque las condiciones de conexión no son críticas, si existe una demanda por parte de los estudiantes que se concentran en estas dependencias para ello se cuenta con un AP ubicado en las zonas de descanso y espera para el personal que ha ingresado, sin embargo solo cubre la parte derecha de la piscina, se opta por la ubicación de un nuevo AP al lado izquierdo para complementar la misma.

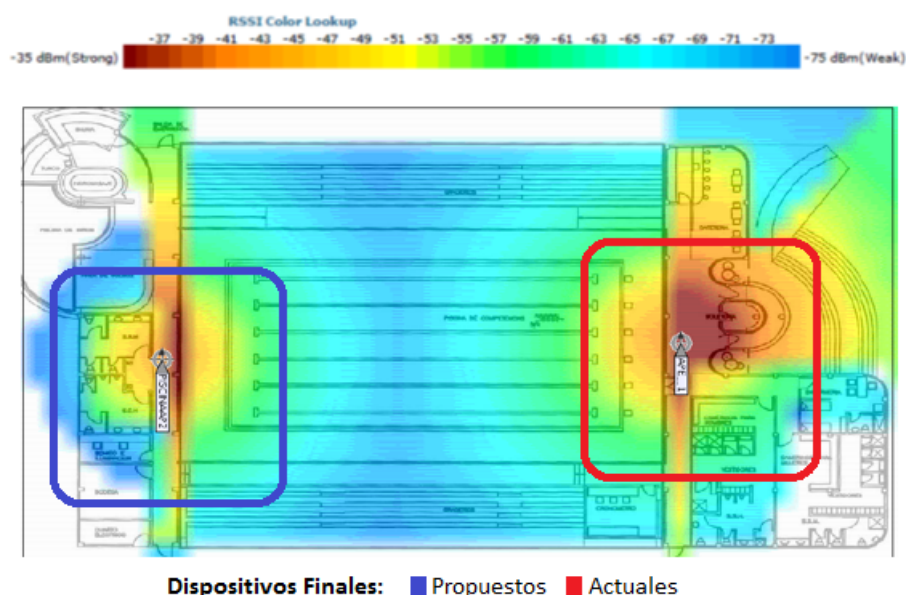


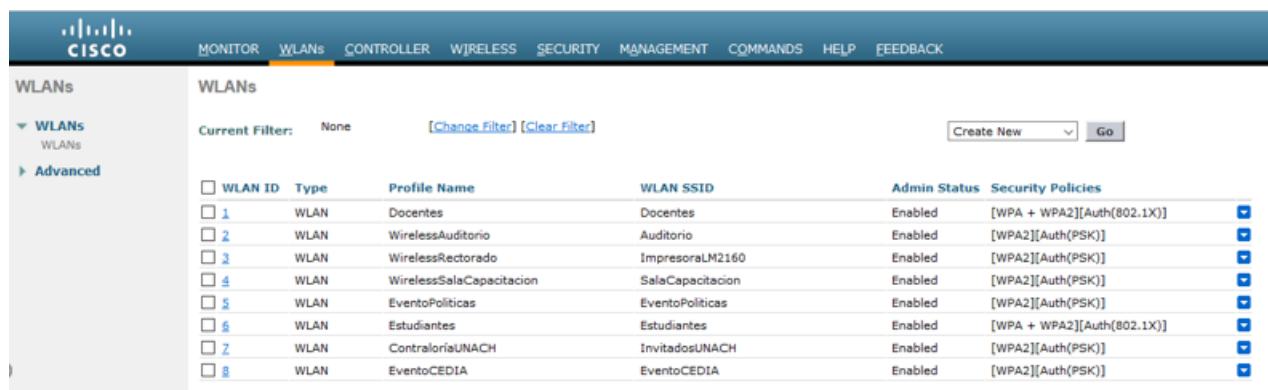
Figura 5.48: PISCINA-P1

Fuente: Autor

5.2.7. Creación del SSID

Una vez implementada la red inalámbrica se procede a la creación de los perfiles de WLAN con sus respectivos SSID:

A través de la controladora de Cisco es posible crear los SSID que serán replicados por cada uno de los dispositivos. Se puede observar que existen redes habilitadas para eventos específicos



WLAN ID	Type	Profile Name	WLAN SSID	Admin Status	Security Policies
1	WLAN	Docentes	Docentes	Enabled	[WPA + WPA2][Auth(802.1X)]
2	WLAN	WirelessAuditorio	Auditorio	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
3	WLAN	WirelessRectorado	ImpresoraLM2160	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
4	WLAN	WirelessSalaCapacitacion	SalaCapacitacion	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
5	WLAN	EventoPoliticass	EventoPoliticass	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
6	WLAN	Estudiantes	Estudiantes	Enabled	[WPA + WPA2][Auth(802.1X)]
7	WLAN	ContraloriaUNACH	InvitadosUNACH	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]
8	WLAN	EventoCEDIA	EventoCEDIA	Enabled	[WPA2][Auth(PSK)]

Figura 5.49: Creación de SSID

Fuente: Autor

pero las de mayor concurrencia son las redes denominadas Docentes y Estudiantes.

5.2.8. Control de acceso a la red

Wi-Fi Protected Access (WPA) and Wi-Fi Protected Access II (WPA2) son dos protocolos de seguridad desarrollados por Wi-Fi Alliance para redes inalámbricas en respuesta a las debilidades que presenta WEP. WPA referida como el estandar IEEE 802.11i estuvo disponible en 2003.

En el método de autenticación WPA evitaría que personas ajenas intenten acceder a la red. Todos los usuarios tendrán acceso a la red una vez verificada su clave de acceso.

El registro de los usuarios autorizados para el acceso a la red de Docentes y Estudiantes esta bajo la responsabilidad del centro de tecnologías educativas y del administrador de la red.

El registro generalmente se basa en la utilización de credenciales propias del personal y estudiantes de la universidad.

5.2.9. Soporte y Mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo:** Se recomienda ejecutar un mantenimiento preventivo planificados por el departamento de administración de red y mantener un cronograma de mantenimiento preventivo. Estas actividades estarán sujetas a las recomendaciones y mejores prácticas emitidas por el fabricante de los equipos sea en aspectos de hardware y/o software.

- **Mantenimiento Correctivo:** Los tiempos de Servicio de Soporte se definen de la siguiente manera:
 - **Disponibilidad:** 8x5xNBD (8 horas x 5 días a la semana).
 - La institución debe tener un usuario y contraseña para poder abrir casos de soporte con el fabricante, así como descargar de la página del mismo las actualizaciones de firmware y software de los equipos ofertados.
 - Se sugiere entregar documentos de garantía técnica donde se especifique el procedimiento de atención y tiempos de respuesta.

- **Transferencia de conocimientos:** Se ofrece toda la documentación necesaria del diseño e implementación de la WLAN al personal técnico de la UNACH debidamente autorizados y a los cuales se los considera responsables de la administración y manejo de todo el equipamiento y software.

5.2.10. Recomendaciones para la instalación

El equipo en lo posible debe instalarse montado en el tumbado o techo falso con la cara hacia el suelo, pues así la cobertura horizontal sería de 360 grados y en vertical la potencia máxima se encuentra a unos 30 grados desde el plano del techo.

5.2.10.1. Consideraciones de instalación

El medio físico debe ser una de las principales seguridades, para que el funcionamiento de la red WLAN no tenga problemas:

- **Mejorar la seguridad física:** Permitir el ingreso solo a personal autorizado.
- **Ubicación estratégica de los AP's:** Los equipos deben ser ubicados en un lugar donde no se encuentren propensos a sufrir algún tipo de daño o avería.
- **Área de cobertura:** Todos los AP's deben tener una señal aceptable en cualquier ubicación.

5.3. Presupuesto Referencial

5.3.1. Equipamiento WIFI y Licencias

- 42 Access Point (AP1702I) de Antenas Internas completamente compatibles con la controladora WLC5508 que posee la institución. Los Aps ofertados deben tener soporte de fabricante en modalidad 24x7, durante 1 año.
- 4 Access Point (CAP2702E) de Antenas Externas, cada uno con 4 antenas de 2.4 GHz, 2 dBi / 5GHz 4 dBi Dipole. Los APs ofertados deben tener soporte de fabricante en modalidad 24x7, durante 1 año.
- 1 Access Point (CAP1552E) para Exteriores, cada uno con 3 Antenas de 2.4 GHz 4dBi / 5GHz 7 dBi Dual Band Omni N connector.
- Renovación de Soporte para WLC 5508: soporte de fabricante en modalidad 24x7, durante 1 año.

Tabla 5.10: Presupuesto de referencia proveedor oficial

Producto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
AP1702I	42	671,00	36905,00
CAP2702E	4	760,00	6080,00
CAP1552E	1	1685,00	1685,00
WLC 5508	1	10280,00	10280,00
Total	48	13396,00	54950,00

Los valores son referenciales de acuerdo a uno de los proveedores usuales con los que trabaja la UNACH. Ver anexo B.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- El caso de estudio desarrollado para la potenciación de una infraestructura de telecomunicaciones del campus Edison Riera de la Universidad Nacional de Chimborazo se concluye que la actual infraestructura de telecomunicaciones no soporta la demanda de conexión para el personal administrativo, docentes y estudiantes debido a que en el diseño inicial contaba solo con determinados puntos de acceso los cuales solo brindaban conexión áreas específicas dentro de las instalaciones que en su momento fueron consideradas de alto tráfico.
- Para la potenciación de la red inalámbrica es necesario la reubicación de los APs actuales y la instalación de nuevos en cada uno de los pisos que se ha considerado críticos para la conexión debido a su alta concentración de personal, en su mayoría de estudiantes.
- Se opta por la tecnología Cisco el modelo Aironet 700 series debido a sus prestaciones, además de que son compatibles con la controladora Cisco WLC 5508 que actualmente posee la UNACH para el monitoreo y control de los puntos de acceso, de esta manera se reutiliza la infraestructura actual y es escalable incluso para una futura expansión.

- La reubicación de APs actuales y el estudio de una posible implementación de nuevos APs ha permitido realizar el análisis de cobertura que se brindará en cada uno de los departamentos y pisos que alberga el campus Edison Riera de la UNACH. Es notorio la mejora en términos de cobertura pues en algunos casos para abastecer puntos de alta demanda de conexión solo existía apenas un APs.

- Es necesario la adquisición de la licencia de la controladora Cisco para administrar los nuevos puntos de acceso.

- La inversión en la potenciación de la infraestructura de telecomunicaciones tiene una relación de costo beneficio alto ya que al reutilizar y reubicar los APs actuales y al combinarlos con los nuevos se optimiza los recursos físicos y tecnológicos provocando la eficiencia de la red.

- Se cumple con el objetivo del caso de estudio presentado, pues se ha alcanzado la potenciación de la red inalámbrica a través de la reutilización de la infraestructura actual para optimizar ampliar la cobertura y disponibilidad de la red.

6.2. Recomendaciones

- Para mejorar el rendimiento de la red se recomienda limitar el acceso a páginas web que incrementen el consumo del ancho de banda como son las aplicaciones en tiempo real.

- A futuro, en caso de una posible expansión de la red inalámbrica se sugiere en base a esta experiencia mejorar el hardware de los dispositivos lo cual incluye antenas de mayor potencia y software de monitoreo y manejo remoto de los terminales.

- Es importante recomendar el establecimiento e implementación de políticas de seguridad para permitir la conexión de usuarios autorizados y evitar posibles intrusos que puedan afectar al rendimiento de la red lo cual se verá reflejado en el tiempo de respuesta durante la navegación.

- Para futuros trabajos, se recomienda completar el estudio íntegro de la infraestructura de telecomunicaciones que incluya análisis más exhaustivos de tráfico para así implementar políticas de servicio y controlar el consumo de recursos.

Referencias

- Armijos De La Vera, E. E., Bermudez, P., y Estefania, G. (2015). Estudio, análisis y optimización del tráfico de las redes wifi en la facultad de ingeniería en electricidad y computación.
- Cisco. (2017a). *General information web site*. Descargado de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-1700-series-access-points/index.html>
- Cisco. (2017b). *General information web site*. Descargado de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/access-points/index.html>
- Cisco. (2017c). *General information web site*. Descargado de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/5508-wireless-controller/index.html>
- Gralla, P. (2006). *Cómo funcionan las redes inalámbricas*. Anaya Multimedia. Descargado de <https://books.google.com.ec/books?id=-9G8AAAACAAJ>
- Hea, A. (2009). *Going wireless: a critical exploration of wireless and mobile technologies for composition teachers and researchers*. Hampton Press. Descargado de <https://books.google.com.ec/books?id=14UOQAAMAAJ>
- Martínez, D. (2004). *Comunicaciones inalámbricas: un enfoque aplicado*. Ra-Ma. Descargado de https://books.google.com.ec/books?id=x3_aAAAACAAJ

- Reid, N., y Seide, R. (2003). Manual de redes inalámbricas 802.11 (wi-fi). *McGrawHillInteramericanaEditores, SA México.*
- Roldan, D. (2005). *Comunicaciones inalámbricas..* DF (México).
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y redes de computadores.* Pearson Educación,.
- UNACH. (2017). *Antecedentes.* Descargado de <http://www.unach.edu.ec/>
- Valderrama, J., y Paz, J. (2012). *Análisis espacial del terreno en la instalación de redes inalámbricas.* EAE. Descargado de <https://books.google.com.ec/books?id=YE6lMAEACAAJ>
- Valero, C. C., Redondo, M. R., y Palacin, A. S. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educación digital magazine, 147,* 1-21.
- Wikipedia, F. (2013). *Redes inalámbricas: Wi-fi, ieee 802. 15. 4, wired equivalent privacy, guifi. net, iden, wi-fi protected access, airport, red inalámbrica, wurfl, td-cdma,.* University-Press Org. Descargado de <https://books.google.com.ec/books?id=NKIdngEACAAJ>

A. Anexo: Conexión por hora

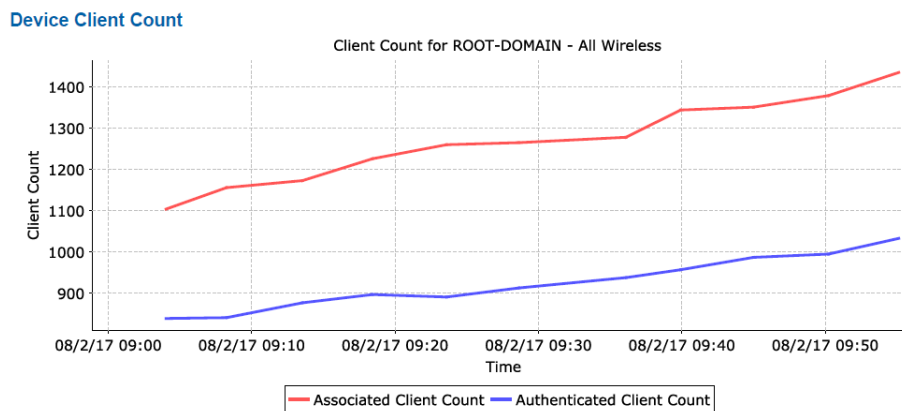


Figura 50: Clientes conectados - Hora: 10:00

Fuente: Autor

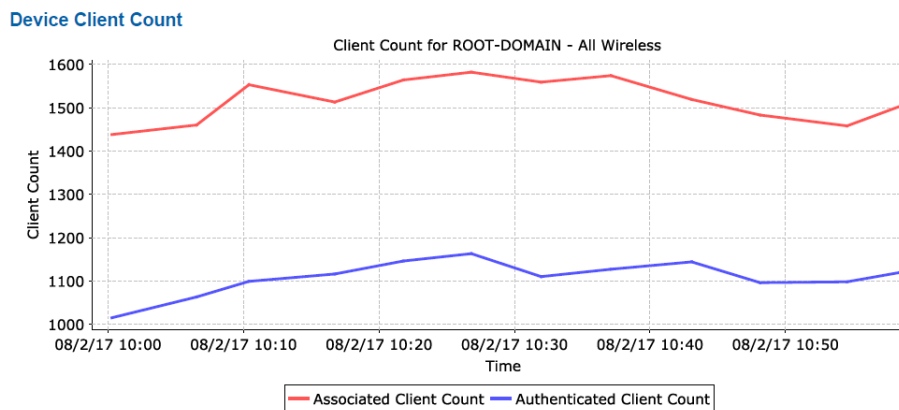


Figura 51: Clientes conectados - Hora: 11:00

Fuente: Autor

Device Client Count

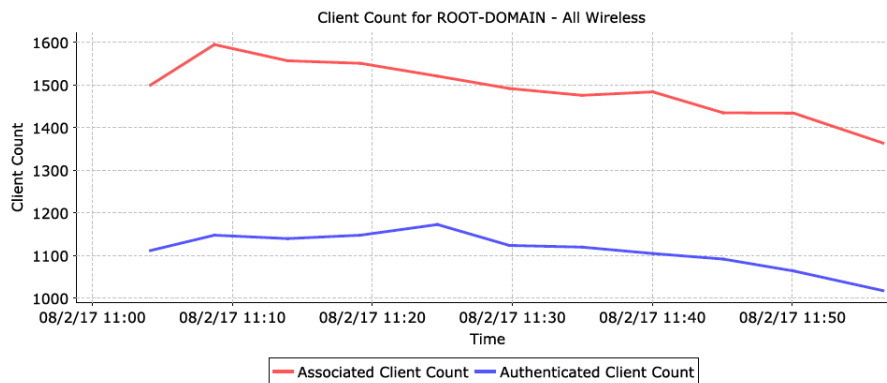


Figura 52: Clientes conectados - Hora: 12:00

Fuente: Autor

Device Client Count

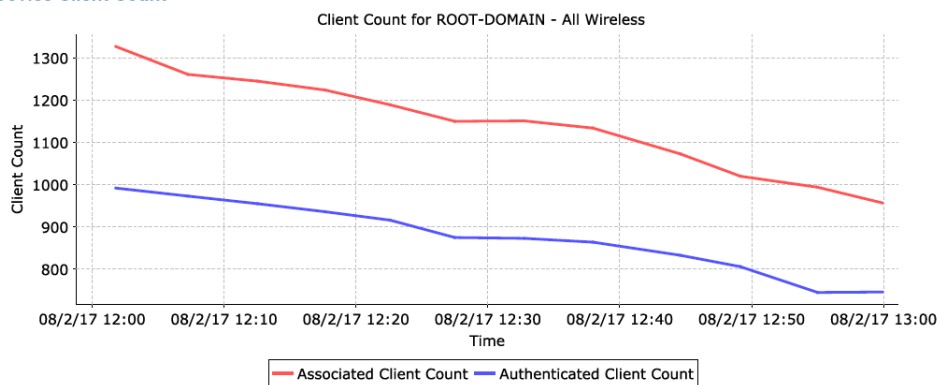


Figura 53: Clientes conectados - Hora: 13:00

Fuente: Autor

Device Client Count

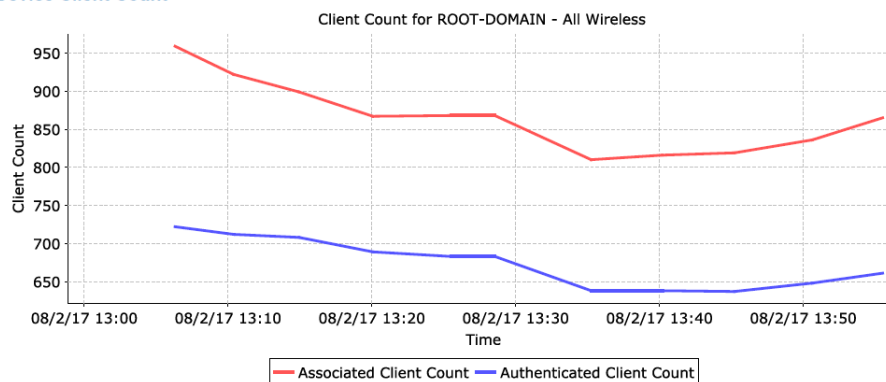


Figura 54: Clientes conectados - Hora: 14:00

Fuente: Autor

Device Client Count

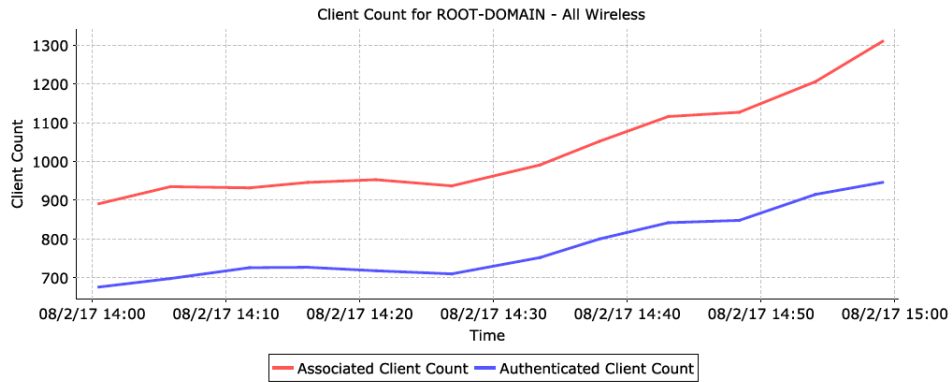


Figura 55: Clientes conectados - Hora: 15:00

Fuente: Autor

Device Client Count

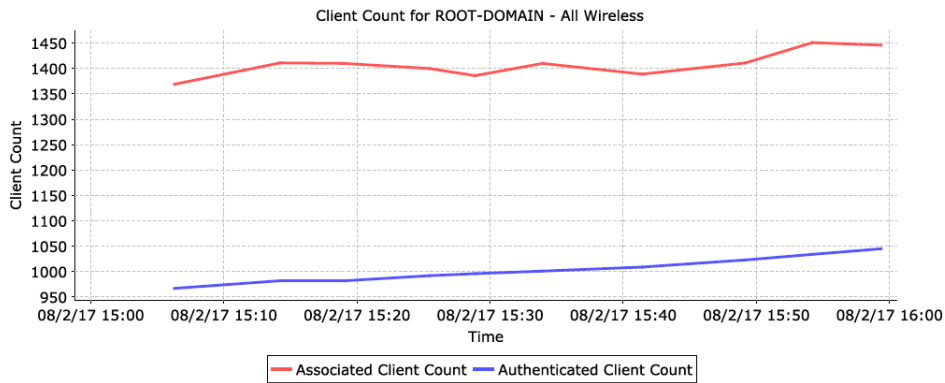


Figura 56: Clientes conectados - Hora: 16:00

Device Client Count

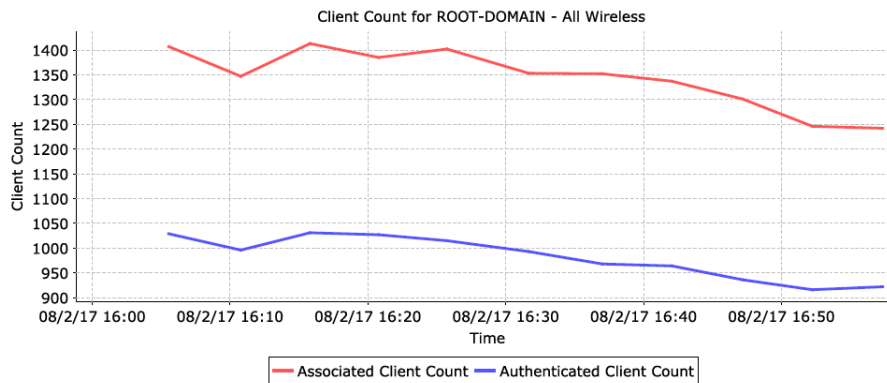


Figura 57: Clientes conectados - Hora: 17:00

Fuente: Autor

Device Client Count

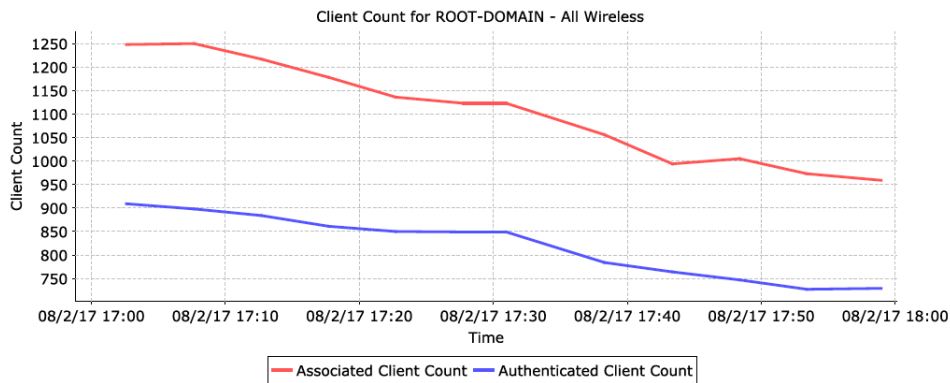


Figura 58: Clientes conectados - Hora: 18:00

Fuente: Autor

Device Client Count

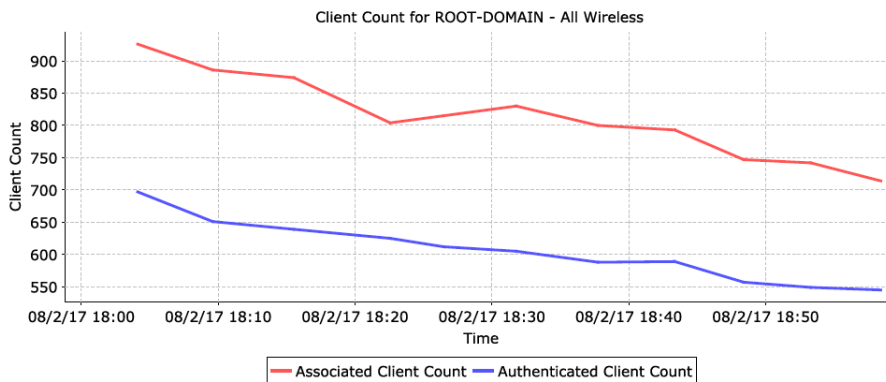


Figura 59: Clientes conectados - Hora: 19:00

Fuente: Autor

B. Anexo: Referencia económica



ADEXUS

PROPUESTA ECONOMICA

Cliente:	Universidad Nacional de Chimborazo
Proyecto:	Fortalecimiento de Red Inalámbrica
Atención:	Javier Haro

Referencia:	ADX - 0031 - 2015
Fecha:	22-jun-2017
Páginas:	1

Descripción	Cant.	Precio Unitario USD	Precio Total USD
Access Points de Antenas Externas Access Points Cisco Aironet 2700, cada uno con: 4 Antenas de 2.4 GHz 2 dBi/5 GHz 4 dBi Dipole Incluye power injector compatible Soporte de fabricante, en modalidad 24x7, durante 1 año	4	\$ 760,00	\$ 6080,00
Access Points de Antenas Internas Access Points Cisco Aironet 1700 Incluye power injector compatible Soporte de fabricante, en modalidad 24x7, durante 1 año	42	\$ 671,00	\$ 36905,00
Access Points Externos Access Points Cisco Aironet 1550 para Exteriores, cada uno con: 3 Antenas de 2.4 GHz 4dBi/5 GHz 7dBi Dual Band Omni N connector Incluye power injector compatible Soporte de fabricante, en modalidad 24x7, durante 1 año	1	\$ 1685,00	\$ 1685,00
Renovación de Soporte para WLC 5508 Soporte de fabricante, en modalidad 24x7, durante 1 año	1	\$ 10.280,00	\$ 10280,00
SUBTOTAL BIENES US\$			\$ 54.950,00
IVA 12%			\$ 6.594,00
TOTAL BIENES US\$			\$ 61.544,00

FORMA DE PAGO

- El 70% a la firma del contrato.
- El 30% a la entrega de la solución ofertada.

PLAZO DE ENTREGA

- 90 días contados a partir de la firma del contrato y pago del anticipo.

VALIDEZ DE LA OFERTA

- Esta oferta tendrá una validez de treinta (30) días.

CONFIDENCIALIDAD

- Toda la información entregada en esta propuesta es sólo para evaluación interna del cliente, y no podrá ser divulgada a terceros, empresa o persona en ninguna de sus partes y en ninguna forma.

Figura 60: Presupuesto referencial

Fuente: Autor