



ESCUELA DE NEGOCIOS



DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED SMALL CELLS 4G
EN EL CONJUNTO APARTAMENTOS ARANJUEZ I BAJO ENFOQUE
PMI®



AUTOR

WINSTON JAVIER CASTILLO CEVALLOS

AÑO

2019



ESCUELA DE NEGOCIOS

DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED SMALL CELLS 4G EN
EL CONJUNTO APARTAMENTOS ARANJUEZ I BAJO ENFOQUE PMI®

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Magíster en Administración de Empresas, Mención
Dirección Estratégica de Proyectos

Profesor guía

Ms. Andrés Alejandro Arias Acosta PMP®

Autor

Winston Javier Castillo Cevallos

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido el trabajo, “Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I bajo enfoque PMI®”, a través de reuniones periódicas con el estudiante Winston Javier Castillo Cevallos, en el semestre 201900, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Andrés Alejandro Arias Acosta

Máster Universitario en Dirección de Proyectos

C.I: 0201667920

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber revisado este trabajo, “Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I bajo enfoque PMI®”, de Winston Javier Castillo Cevallos, en el semestre 201900, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Sofía Paola Ruiz Bravo

Magíster en Administración de Empresas Mención Administración Estratégica

C.I: 1718387887

DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Winston Javier Castillo Cevallos

C.I: 1103888481

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas las bendiciones recibidas y permitirme cumplir una meta más en vida.

A mi esposa Vivi, por ser mi fuente de motivación e inspiración para continuar con mis estudios.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y palabras de aliento para seguir adelante.

A mi tutor, Ing. Alejandro Arias por su guía durante el desarrollo del proyecto de titulación.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el guía en mi camino y permitirme finalizar con éxito cada objetivo planteado.

A mis padres Patricia y Winston, por su apoyo incondicional, y amor que siempre me han brindado en todos los momentos de mi vida.

A mi esposa Vivi, por todo su amor, apoyo y ser la fuerza que me motiva cada día.

A mis hermanos, suegros, cuñados, sobrinos y demás familiares, por animarme a seguir adelante.

RESUMEN

En un mundo digital donde cada vez más personas tienen acceso a internet, especialmente en los últimos años donde ha existido un incremento considerable en la oferta de servicios hacia los usuarios, y donde la calidad de cobertura es un factor clave para las empresas de telefonía móvil. La presente investigación tiene como propósito el desarrollo de un plan de gestión de proyecto basado en las buenas prácticas del PMI® para el diseño de la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I que permita mejorar los niveles de cobertura y capacidad en el interior de la edificación, para lo cual primeramente se realizó un diagnóstico previo de la calidad de servicio percibido por los usuarios en el interior de las torres del conjunto habitacional, donde se determinó que existe un alto porcentaje de personas que han experimentado pérdida de cobertura en sus hogares. A partir de la información analizada se definirá un diagrama unifilar para el conjunto habitacional que servirá de base para el diseño en la implementación de una red Small Cells 4G. Finalmente, con la propuesta del diseño se pretende mejorar los niveles de cobertura y capacidad para en el interior de la edificación, así como mejorar la experiencia del usuario final.

Palabras clave: PMI®, PMBOK®, Telefonía Móvil, Diseño, Red, Small Cells, 4G.

ABSTRACT

In a digital world where every time much people have access to internet, especially in recent years where there has been a considerable increase in the offer of services to users, and where the quality of coverage is a key factor for mobile telephony companies. The purpose of this research is the development of a project management plan based on the best practices of the PMI® for the design of the implementation of a Small Cells 4G network in the housing complex Apartments Aranjuez I that allows improving coverage and capacity levels inside the building, so first a previous diagnosis was made of the quality of service perceived by users inside the towers of the housing complex, where it was determined that there is a high percentage of people who have experienced loss of coverage in their homes. Based on the information analyzed, a single-line diagram will be defined for the housing complex that will serve as the basis for the design of the implementation of a Small Cells 4G network. Finally, the design proposal aims to improve the levels of coverage and capacity for the interior of the building, as well as improve the end-user experience.

Keywords: PMI®, PMBOK®, Mobile Telephony, Design, Network, Small Cells, 4G.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN: DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Análisis de la industria o sector	1
1.1.2. Factores internos de la empresa	3
1.1.3. Planteamiento y formulación del problema	4
1.1.4. Justificación de la investigación	6
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo general	7
1.2.2. Objetivos específicos	7
1.3. Marco Teórico	7
1.3.1. Tecnologías iDAS y Small Cells	7
1.3.2. Project management institute	10
1.3.3. Proyecto	10
1.3.4. Grupo de procesos	10
1.3.5. Áreas de conocimiento	11
1.3.5.1. Gestión de la integración del proyecto	11
1.3.5.2. Gestión del alcance del proyecto	12
1.3.5.3. Gestión del cronograma del proyecto	13
1.3.5.4. Gestión de los costos del proyecto	14
1.3.5.5. Gestión de la calidad del proyecto	15
1.3.5.6. Gestión de los recursos del proyecto	15
1.3.5.7. Gestión de las comunicaciones del proyecto	16
1.3.5.8. Gestión de los riesgos del proyecto	17
1.3.5.9. Gestión de las adquisiciones del proyecto	18
1.3.5.10. Gestión de los interesados del proyecto	19
1.3.6. Mapeo entre los grupos de procesos y áreas de conocimiento	19
2. CAPÍTULO II. PROCESOS DEL PROYECTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI® - PMBOK®	22
2.1. Desarrollo del acta de constitución del proyecto	22

2.1.1.	Objetivos del proyecto	22
2.1.1.1.	Objetivo general	22
2.1.1.2.	Objetivos específicos	22
2.1.2.	Identificación de la problemática.....	22
2.1.3.	Justificación del proyecto.....	23
2.1.4.	Necesidad del negocio	23
2.1.5.	Descripción del proyecto	24
2.1.6.	Entregables del proyecto	24
2.1.7.	Principales fases del proyecto	25
2.1.8.	Interesados clave.....	25
2.1.9.	Riesgos macros.....	26
2.1.10.	Beneficios colaterales.....	26
2.1.11.	Nivel de autoridad del director del proyecto.....	27
2.1.12.	Supuestos.....	27
2.1.13.	Restricciones	28
2.1.14.	Hitos	28
2.1.15.	Firmas de responsabilidad.....	28
2.2.	Interesados	29
2.3.	Análisis de alternativas generales del proyecto	33
2.3.1.	Alternativa 1: iDAS (indoor Distributed Antenna System)	34
2.3.2.	Alternativa 2: Small Cells.....	35
2.3.3.	Alternativa seleccionada.....	36
2.4.	Gestión de integración del proyecto	36
2.4.1.	Plan de dirección del proyecto.....	37
2.4.2.	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto.....	39
2.4.3.	Gestionar el conocimiento del proyecto.....	40
2.4.4.	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.....	40
2.4.5.	Realizar el control integrado de cambios.....	41
2.4.6.	Cerrar proyecto.....	41
2.5.	Ciclo de vida del proyecto	41
3.	DESARROLLO DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI® - PMBOK®.....	42

3.1. Planificación de la gestión del alcance, cronograma y costos (presupuesto)	42
3.1.1. Plan de gestión del alcance	42
3.1.1.1. Objetivo del proyecto	42
3.1.1.2. Descripción del alcance	42
3.1.1.3. Enunciado del alcance	42
3.1.1.4. Entregables	43
3.1.1.5. Matriz de requisitos	44
3.1.1.6. Exclusiones	51
3.1.1.7. Supuestos	51
3.1.1.8. Hitos	52
3.1.1.9. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)	52
3.1.1.10. Diccionario de EDT	54
3.1.2. Plan de gestión del cronograma	57
3.1.2.1. Descripción del proceso de gestión del cronograma.....	57
3.1.2.2. Identificación de actividades	57
3.1.2.3. Secuenciación de actividades	60
3.1.2.4. Estimación de la duración de actividades y esfuerzo	60
3.1.2.5. Desarrollo del cronograma.....	61
3.1.3. Plan de gestión de los costos (presupuesto)	63
3.1.3.1. Descripción del proceso de gestión de costos	63
3.1.3.2. Nivel de exactitud.....	63
3.1.3.3. Unidad de medida	63
3.1.3.4. Umbrales de control	63
3.1.3.5. Estimación de los costos.....	64
3.1.3.6. Determinación del presupuesto.....	64
3.1.3.7. Actualización y control	64
3.1.3.8. Línea base del costo	64
3.2. Planificación de la gestión de la calidad, los recursos y las comunicaciones.....	66
3.2.1. Plan de gestión de la calidad.....	66
3.2.1.1. Objetivos	66
3.2.1.2. Descripción del proceso de gestión de la calidad	66
3.2.1.3. Requisitos de calidad	66

3.2.1.4.	Control de calidad	68
3.2.1.5.	Mejoramiento de la calidad	68
3.2.2.	Plan de gestión de los recursos.....	68
3.2.2.1.	Descripción del proceso de gestión de los recursos	68
3.2.2.2.	Roles y responsabilidades	69
3.2.2.3.	Diagrama organizacional.....	69
3.2.2.4.	Adquisición del personal	70
3.2.2.5.	Liberación del personal	71
3.2.2.6.	Matriz de responsabilidad	71
3.2.2.7.	Perfil requerido.....	71
3.2.2.8.	Reconocimientos.....	72
3.2.2.9.	Plan de seguridad	72
3.2.3.	Plan de gestión de las comunicaciones.....	73
3.2.3.1.	Descripción del proceso de comunicaciones	73
3.2.3.2.	Frecuencia de las comunicaciones	74
3.2.3.3.	Guía de reuniones.....	74
3.2.3.4.	Documentos.....	75
3.2.3.5.	Matriz de comunicación del proyecto	77
3.3.	Planificar la gestión de riesgos	79
3.3.1.	Objetivos.....	79
3.3.2.	Descripción del proceso de gestión de riesgos	79
3.3.3.	Roles y responsabilidades.....	79
3.3.4.	Identificación de riesgos	79
3.3.5.	Registro de riesgos.....	82
3.3.6.	Definición de rango de valores para probabilidad e impacto	83
3.3.7.	Análisis cualitativo de los riesgos	83
3.3.8.	Matriz de probabilidad e impacto	85
3.3.9.	Análisis cuantitativo de los riesgos	86
3.3.10.	Plan de respuesta al riesgo	88
3.4.	Planificación de la gestión de las adquisiciones y el involucramiento de los interesados.....	90
3.4.1.	Plan de gestión de las adquisiciones.....	90
3.4.1.1.	Enunciado de la adquisición.....	90

3.4.1.2.	Selección del proveedor.....	90
3.4.1.3.	Condiciones contractuales.....	90
3.4.1.4.	Definición del servicio.....	91
3.4.1.5.	Proceso de selección de proveedores.....	91
3.4.1.6.	Equipo de adquisición.....	92
3.4.1.7.	Gestión del proveedor.....	92
3.4.2.	Plan de involucramiento de los interesados.....	92
3.4.2.1.	Descripción del proceso de gestión de los interesados.....	92
3.4.2.2.	Clasificación de los interesados.....	93
3.4.2.3.	Estrategias.....	93
4.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL PROYECTO Y SU VIABILIDAD.....	95
4.1.	Análisis financiero y económico.....	95
4.2.	Viabilidad.....	97
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
5.1.	Conclusiones.....	98
5.2.	Recomendaciones.....	99
	REFERENCIAS.....	100
	ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de usuarios con pérdida de cobertura	5
Tabla 2. Mapeo entre áreas de conocimiento y grupos de proceso	20
Tabla 3. Nivel de autoridad del director del proyecto	27
Tabla 4. Registro de interesados.....	29
Tabla 5. Registro de expectativas de los interesados	30
Tabla 6. Alternativa 1: iDAS	34
Tabla 7. Alternativa 2: Small Cells.....	35
Tabla 8. Criterios de Aceptación	44
Tabla 9. Matriz de colección de requisitos	45
Tabla 10. Matriz de trazabilidad de requisitos	48
Tabla 11. Diccionario de EDT.....	55
Tabla 12. Identificación de actividades.....	58
Tabla 13. Estimación de actividades	60
Tabla 14. Línea base del costo	65
Tabla 15. Requisitos de calidad	67
Tabla 16. Roles y responsabilidades del equipo del proyecto.....	69
Tabla 17. Adquisición de personal	70
Tabla 18. Matriz de responsabilidad.....	71
Tabla 19. Perfil requerido	72
Tabla 20. Tipos de reuniones	74
Tabla 21. Documentos del proyecto.....	76
Tabla 22. Matriz de comunicación del proyecto	78
Tabla 23. Identificación de riesgos	80
Tabla 24. Registro de riesgos.....	82
Tabla 25. Rango de valores para probabilidad e impacto	83
Tabla 26. Análisis cualitativo de los riesgos	83
Tabla 27. Análisis cuantitativo de los riesgos.....	86
Tabla 28. Plan de respuesta del riesgo	88
Tabla 29. Criterios de selección del proveedor	92
Tabla 30. Matriz del compromiso de los interesados	94

Tabla 31. Planes Smart de telefonía móvil	95
Tabla 32. Análisis financiero y económico	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Líneas de Servicio Móvil Avanzado (SMA) por tecnología.	2
Figura 2. Porcentaje de Radio Bases instaladas por operador y tecnología..	2
Figura 3. Distribución del conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I.	5
Figura 4. Porcentaje de pérdida de cobertura por proveedor de servicio	6
Figura 5. Esquema solución iDAS.....	8
Figura 6. Esquema solución Small Cells..	9
Figura 7. Ciclo de vida del proyecto.	41
Figura 8. Estructura de descomposición del trabajo (EDT).	53
Figura 9. Diagrama de Gantt.	62
Figura 10. Línea base del costo.	65
Figura 11. Estructura organizacional del proyecto.	70
Figura 12. Matriz de probabilidad e impacto.....	85

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN: DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.1. Antecedentes

1.1.1. Análisis de la industria o sector

El sector de las telecomunicaciones ha crecido de manera significativa en el Ecuador durante los últimos años. En el año 2016, se invirtieron en el Ecuador entre el sector público y privado alrededor de 7 mil millones de dólares, que permitieron lograr una mejor proyección del país. Esta inversión se reflejó en la reducción del analfabetismo digital que paso de un 32% reportado en el año 2008 a un 12% obtenido para el año 2015; es decir se redujo en un 20% (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2016).

Por otra parte, un logro importante durante ese año fue la concesión de los 110 MHz del espectro radioeléctrico para expandir la tecnología de cuarta generación (4G) con los operadores privados de telefonía móvil en el país. Con el sello de ese acuerdo el estado percibió 330 millones de dólares, y esta tecnología abarcó a un 50% de la población (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2016).

La tecnología 4G tiene muchas ventajas sobre las tecnologías 2G y 3G, como, por ejemplo, se puede obtener una conexión a internet más rápida y eficiente con los terminales móviles.

Al cierre del año 2017, el uso de tecnología 2G continúa una tendencia de decrecimiento que empezó en el año 2014 y que coincide con el repunte del crecimiento de la tecnología 4G (ARCOTEL, 2018, pág. 13).

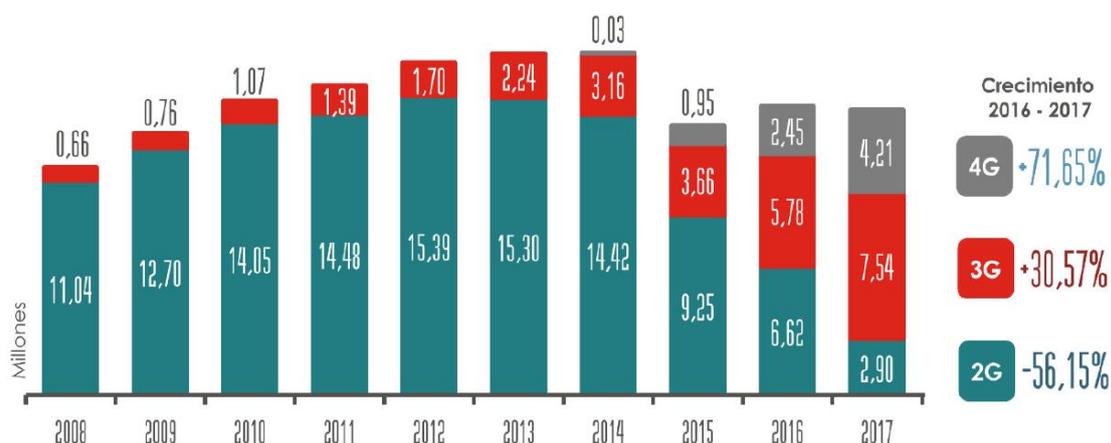


Figura 1. Líneas de Servicio Móvil Avanzado (SMA) por tecnología. Tomado de ARCOTEL, 2018, pág. 13.

En la Figura 1 se puede observar que la tecnología que más despunte tuvo del año 2016 al 2017 fue la tecnología 4G con un crecimiento del 71.65%, es decir, cada día más personas empiezan a usar esta tecnología para conectarse a internet desde su dispositivo móvil.

Adicionalmente, la Figura 2 muestra el porcentaje de radio bases que han sido instaladas en el territorio nacional.

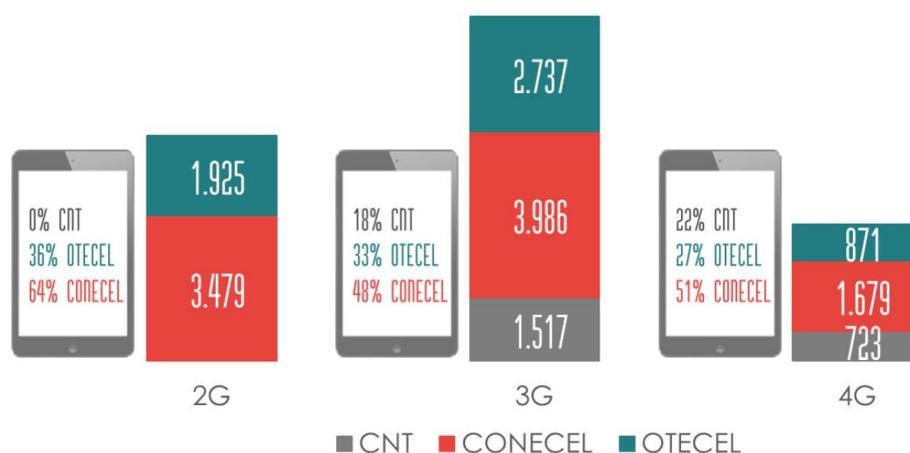


Figura 2. Porcentaje de Radio Bases instaladas por operador y tecnología. Tomado de ARCOTEL, 2018, pág. 14.

Al corte del año 2017 existen 16.917 Radio Bases en todo el país, de las cuales el 52.05% pertenece al operador CONECEL S.A. (Claro), el 32.71% a OTECEL S.A. (Telefónica), y finalmente un 13.24% corresponde a CNT EP (ARCOTEL, 2018, pág. 13). CONECEL S.A. sigue siendo la empresa con más participación y despliegue en el mercado.

Así mismo, se puede evidenciar que el operador que más Radio Bases 4G ha instalado es CONECEL S.A con un total de 1.679 estaciones que corresponde a un 51.29% de todas las Radio Bases instaladas para esa tecnología.

1.1.2. Factores internos de la empresa

DKT S.A. es un proveedor líder en servicios de telecomunicaciones reconocido especialmente por sus ofertas en tecnología de cuarta generación (4G), y es la empresa seleccionada por el operador de telefonía móvil para realizar el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I.

DKT S.A. es una empresa multinacional de telecomunicaciones que empezó sus operaciones en Ecuador en el año 2007 como resultado de un Joint Venture, y que actualmente tiene presencia en más de 120 países.

Del análisis de factores internos de la empresa, se identifican los siguientes aspectos relevantes:

- Posee un portafolio de soluciones empresariales que permite ayudar a nuestros clientes a mejorar el servicio que los operadores móviles ofrecen a sus usuarios.
- Provee soluciones innovadoras a todos los clientes de la región, y contribuye al continuo desarrollo de telecomunicaciones.

- Dispone de personal con experiencia y conocimiento en todas sus líneas de productos y servicios.
- Posee centros de investigación y desarrollo que permiten evaluar la calidad del producto antes de ser ofrecido al mercado.
- Provee soporte local y global para la instalación y puesta en marcha de las soluciones tecnológicas.
- Posee más de 5 años de experiencia en la instalación de soluciones de cuarta generación (4G) en la región.
- Cuenta con una Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) regional para el soporte de proyectos locales.
- Dispone de proveedores certificados y calificados para la ejecución de proyectos.
- Posee oficinas ubicadas estratégicamente en la ciudad de Quito y Guayaquil.

1.1.3. Planteamiento y formulación del problema

Actualmente las telecomunicaciones representan un papel importante y estratégico dentro de la vida cotidiana de las personas, debido a que cada vez más usuarios se encuentran conectados a través de sus dispositivos móviles al internet. En el conjunto Apartamentos Aranjuez I (ver Figura 3) donde habitan 75 familias existen una gran variedad de proveedores de telefonía móvil, y en donde la cobertura de telefonía móvil no es completa, dado que existen algunas zonas muertas en los departamentos que provocan que la calidad de señal percibida de voz e internet por los condóminos sea pobre, y esto sumado con algunas intermitencias en el servicio.

En base a estos antecedentes, y a la dependencia que hoy en día tienen las personas con las telecomunicaciones, la interrupción en la continuidad del servicio está afectando la calidad de vida de los condóminos.



Figura 3. Distribución del conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I.

Para verificar la cantidad de condóminos que han experimentado interrupción en el servicio, se procedió a realizar una encuesta previa con el apoyo de la administración del edificio para monitorear la calidad del servicio percibido por los usuarios (ver Anexo 1).

Posteriormente se tabuló la información, la misma que se encuentra detallada en el Anexo 2, y que sirvió de base para obtener la Tabla 1 donde se muestra el porcentaje de usuarios que han experimentado pérdida de cobertura.

Tabla 1
Porcentaje de usuarios con pérdida de cobertura

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No	22	29,3%	29,3%	29,3%
Si	53	70,7%	70,7%	100,0%
Total	75	100,0%	100,0%	

De la tabla anterior se puede apreciar que el 70,7% de departamentos encuestados han experimentado una pérdida de cobertura, y adicionalmente el

Operador 1 es el proveedor que registra más incidentes con un 64,2% como se puede apreciar en la Figura 4.

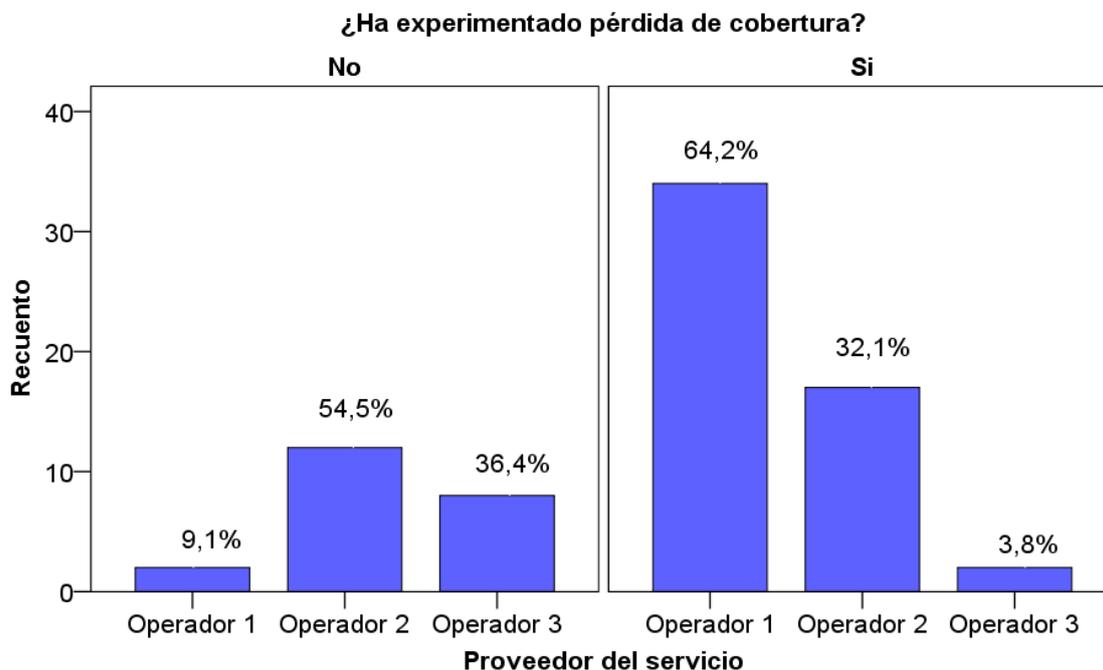


Figura 4. Porcentaje de pérdida de cobertura por proveedor de servicio.

1.1.4. Justificación de la investigación

En un mundo tecnológico donde cada vez la revolución de las telecomunicaciones juega un papel clave en la vida de las personas, porque permite a los usuarios estar conectados a través de sus dispositivos móviles con el mundo digital para realizar diferentes tipos de actividades, y contribuir a una mejora en la calidad de vida, es necesario poseer una buena cobertura que permita a los usuarios no tener interrupciones en la calidad del servicio de voz e internet, y eliminar las molestias generadas por contratar un mal servicio de telecomunicaciones. En ese contexto, se propone realizar un diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I aplicando las buenas prácticas del PMI® que garantice a los condóminos tener

una adecuada cobertura indoor y mejorar la experiencia de calidad de servicio en los condóminos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Elaborar un plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.

1.2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un plan de gestión de proyecto basado en las buenas prácticas del PMI® para el diseño de la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.
- Analizar las principales zonas muertas dentro del edificio percibidas por los condóminos del conjunto referente a los servicios de telefonía móvil actualmente contratados.
- Realizar el diagrama unifilar del diseño para la implementación de la red Small Cells 4G en el conjunto habitacional.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Tecnologías iDAS y Small Cells

La demanda de datos móviles en la actualidad ha experimentado un aumento considerable, y cada vez los usuarios exigen acceso a redes de mejor calidad.

Teniendo en cuenta esas consideraciones existen dos soluciones disponibles en el mercado que se manejan a nivel interior en edificaciones, la primera es el Sistema Distribuido de Antenas (DAS) y la segunda son las Small Cells.

El Sistema Distribuido de Antenas son antenas de radio frecuencia utilizadas para brindar capacidad y cobertura inalámbrica a edificios, estructuras y espacios al aire libre, así mismo, estas pueden albergar una gran cantidad de usuarios, y diferentes bandas de frecuencias y tecnología (SBA Communications, s.f.).

La solución DAS no proporciona señal Wi-Fi, sino que mejora las señales de cobertura de los operadores móviles. El esquema de una solución iDAS se puede apreciar en la Figura 5.

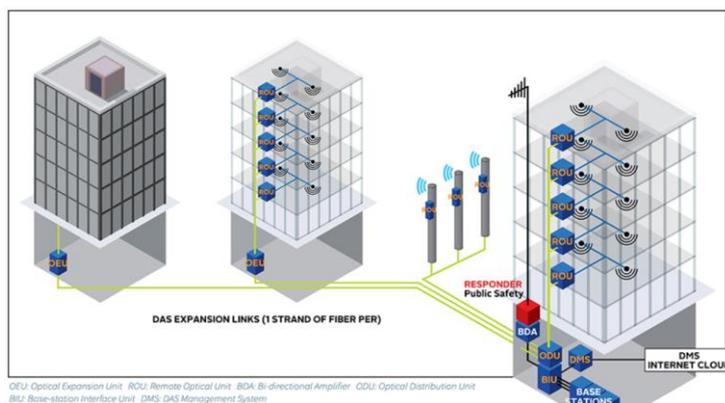


Figura 5. Esquema solución iDAS. Tomado de ¿What is Cellular DAS?, s.f.

Por otra parte, las Small Cells son nodos de acceso de radio con baja potencia que operan en un espectro licenciado y poseen un alcance de diez metros (SBA Communications, s.f.). Esta solución también es usada para brindar cobertura en el interior de edificios y estructuras.

En comparación con la solución iDAS, esta no requiere de una antena de telefonía móvil cerca del lugar de cobertura, solamente se necesita de un nodo

intermedio para que los usuarios logren conectarse a la misma tecnología (Rodríguez, 2014). El diagrama de una solución Small Cells se puede observar en la Figura 6.

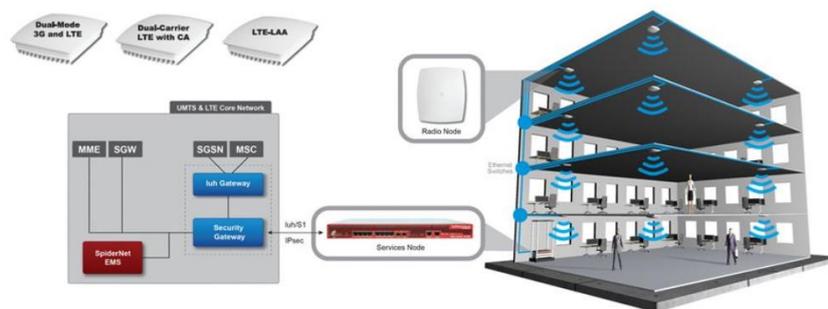


Figura 6. Esquema solución Small Cells. Tomado de Scalable Enterprise Small Cell System , s.f.

Una de las ventajas en la instalación de Small Cells es que se pueden instalar aprovechando la infraestructura ya existente como, por ejemplo, postes, fachadas de edificios, vallas publicitarias, etc. Además, permiten mejorar la calidad de servicio en forma general, ofreciendo conexiones más confiables de llamadas telefónicas y una alta capacidad en conexiones de internet (Ciberespacio, s.f.). Otra de sus ventajas es que ocupan un espacio físico reducido, son de bajo costo y fáciles de implementar (Info Channel, 2015).

Debido a su alto impacto en la industria, con beneficios tanto para los usuarios como las empresas, la solución de Small Cells ha llegado a ser una de las soluciones con mayor crecimiento en el mundo de las telecomunicaciones, y se espera un crecimiento del 43% hasta el año 2020 en toda la región, especialmente para la tecnología de cuarta generación (Ciberespacio, s.f.).

En Ecuador, la primera red de Small Cells fue implementada en el año 2017 para las nuevas oficinas corporativas de Telefónica, ubicadas en el centro empresarial EKOPARK de la ciudad de Quito (Web, 2017).

1.3.2. Project management institute

El Project Management Institute (PMI®) es una institución que empezó en el año 1969, con sede ubicada en las afueras de Filadelfia, en el estado de Pensilvania, Estados Unidos, y constituye una de las más grandes asociaciones de profesionales de administración de proyectos en el mundo con presencia en muchos países (Lledó, 2013, pág. 8). Uno de los aportes importantes del PMI® a la gestión de proyectos fue elaborar una guía que contenga los conocimientos, y las buenas prácticas utilizadas en la dirección de proyectos, por lo que, “El PMI® desarrolló y publicó la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)” (Project Management Institute I. , 2017, pág. 1). Donde se detallan las diferentes áreas de conocimiento y grupos de procesos para la dirección de proyectos.

1.3.3. Proyecto

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Project Management Institute I. , 2017, pág. 542). Por ser considerado como un esfuerzo temporal este debe tener un inicio y final previamente establecido, además de contar con entregables únicos a lo largo de su ciclo de vida.

1.3.4. Grupo de procesos

El PMBOK® establece un grupo de procesos agrupados lógicamente para alcanzar los objetivos en un proyecto, los mismos que se agrupan en cinco grandes grupos, y son considerados independientes de las fases del proyecto (Project Management Institute I. , 2017, pág. 23). Los grupos de procesos que menciona la Guía de los Fundamentos para Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®), y que se describen en (Lledó, 2013, pág. 33) son los siguientes:

- Procesos de inicio: Procesos mediante los cuales se definen los objetivos del proyecto, así como la identificación de los principales interesados que impactarán en el mismo. Por otra parte, en este grupo de procesos se define el Director de Proyecto, y se obtiene la autorización formal para el inicio del proyecto.
- Procesos de planificación: Procesos que definen el alcance del proyecto, e integra todos los planes subsidiarios para desarrollar el plan de dirección del proyecto.
- Procesos de ejecución: Se componen de todos los recursos necesarios para realizar la implementación del plan de dirección del proyecto.
- Procesos de monitoreo y control: Procesos que permiten realizar una correcta supervisión de los avances del proyecto, y aplicar acciones correctivas en el caso que exista desviaciones en la línea base.
- Procesos de cierre: Procesos que permiten formalizar la aceptación de los entregables generados en el proyecto por el cliente.

1.3.5. Áreas de conocimiento

Las áreas de conocimiento son un conjunto de procesos relacionados a temas específicos en la dirección de proyectos, y son utilizadas en la mayoría de estos. (Project Management Institute I. , 2017, pág. 533). Las diez áreas de conocimiento que menciona el PMBOK® sexta edición se describen a continuación:

1.3.5.1. Gestión de la integración del proyecto

Comprende todos los diferentes procesos y actividades considerados al momento de realizar la identificación, definición, combinación, unificación y coordinación de los distintos procesos y actividades de la dirección del proyecto en los grupos de procesos considerados para la dirección de proyectos (Project

Management Institute I. , 2017, pág. 69). Los procesos de gestión considerados para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. , 2017, pág. 70) son los siguientes:

- **Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto:** Proceso mediante el cual se crea el documento que autoriza el inicio formal del proyecto, y otorga al gerente de proyecto la autoridad sobre los recursos.
- **Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto:** Proceso que define, prepara y coordina todos los planes subsidiarios, y los integra en el plan de gestión del proyecto.
- **Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto:** Proceso que permite liderar y realizar las actividades de trabajo definidas en el plan de gestión del proyecto para lograr los objetivos definidos.
- **Gestionar el Conocimiento del Proyecto:** Proceso que utiliza un conocimiento previo, y crea uno totalmente nuevo que permita alcanzar los objetivos en el proyecto.
- **Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto:** Proceso que supervisa e informa los avances del proyecto para cumplir con los objetivos establecidos en el plan de gestión.
- **Realizar el Control Integrado de Cambios:** Proceso que se encarga de la revisión de todas las solicitudes de cambio generadas en el proyecto, y es el responsable de la aprobación y gestión de los cambios que impactan en el plan de gestión de proyecto.
- **Cerrar el Proyecto o Fase:** Proceso mediante el cual se cierra formalmente el proyecto, e incluye cierre administrativo, cierre de contratos y aceptación final de los entregables por parte del cliente.

1.3.5.2. Gestión del alcance del proyecto

Involucra todos los procesos orientados a garantizar el cumplimiento del trabajo requerido para lograr desarrollar el proyecto de manera exitosa. En este proceso

se delimita el trabajo a ser realizado, es decir, lo que se debe incluir y lo que no se debe incluir en el proyecto (Project Management Institute I. , 2017, pág. 129). Los procesos de gestión establecidos para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. , 2017, pág. 129) son los siguientes:

- Planificar la Gestión del Alcance: Proceso de crear un documento que permita definir como se llevará a cabo las actividades para validar y controlar el alcance en el proyecto.
- Recopilar Requisitos: Proceso que permite documentar las necesidades y expectativas de los interesados.
- Definir el Alcance: Proceso mediante el cual se realiza una descripción completa y minuciosa del proyecto.
- Crear la EDT/WBS: Proceso de descomponer los entregables del proyecto en menores elementos que faciliten su manejo.
- Validar el Alcance: Proceso formal para obtener la aceptación de los entregables en el proyecto.
- Controlar el Alcance: Proceso de supervisar que los entregables sean realizados en el proyecto.

1.3.5.3. Gestión del cronograma del proyecto

Define los procesos necesarios para concluir el proyecto dentro del tiempo establecido (Project Management Institute I. , 2017, pág. 173). Los procesos de gestión considerados para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 173) se presentan a continuación:

- Planificar la Gestión del Cronograma: Proceso mediante el cual se establecen los procedimientos necesarios para la planificación, ejecución y control de los tiempos en el proyecto.

- Definir las actividades: Proceso para identificar y registrar las actividades necesarias a ser completadas para la elaboración de los entregables en el proyecto.
- Secuenciar las actividades: Proceso que permite documentar la relación entre las diferentes actividades identificadas en el proyecto.
- Estimar la Duración de las Actividades: Proceso de elaborar una estimación de la cantidad de tiempo necesaria para completar las actividades.
- Desarrollar el Cronograma: Proceso de analizar las diferentes secuencias en las actividades identificadas para el proyecto, considerando su duración, disposición de los recursos y restricciones en el cronograma.
- Controlar el Cronograma: Proceso de controlar el progreso del proyecto, y que permite realizar modificaciones, y actualizaciones de la línea base en el cronograma.

1.3.5.4. Gestión de los costos del proyecto

Comprende los procesos involucrados para realizar la planificación y estimación del presupuesto, así como controlar los costos a fin de que el proyecto se complete dentro del presupuesto establecido (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 231). Los procesos de gestión considerados para esta área de conocimiento que se detallan en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 231) son los siguientes:

- Planificar la Gestión de los Costos: Proceso que permitir definir como los costos del proyecto serán estimados, presupuestados, gestionados, monitoreados y controlados.
- Estimar los Costos: Proceso mediante el cual se realiza una estimación aproximada de los recursos necesarios para concluir el proyecto.

- Determinar el Presupuesto: Proceso de agregar los costos estimados de las actividades para generar una línea base de costos aprobada.
- Controlar los Costos: Proceso de controlar los avances del proyecto para actualizar los costos de este, y gestionar cambios en su línea base.

1.3.5.5. Gestión de la calidad del proyecto

Representa todos los procesos a ser considerados para incorporar políticas de calidad dentro de la organización que permitan satisfacer necesidades de los interesados del proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 271). Los procesos de gestión establecidos para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 271) son los siguientes:

- Planificar la Gestión de la Calidad: Proceso que permite identificar los requisitos de calidad en el proyecto y sus entregables, así como garantizar que el proyecto cumplirá con los mismos.
- Gestionar la Calidad: Proceso de traducir el plan de gestión de calidad en actividades que agreguen en el proyecto las políticas de calidad definidas en la organización.
- Controlar la Calidad: Proceso de asegurar que los resultados ejecutados para las actividades de calidad sean las correctas y cumplan con las expectativas del cliente.

1.3.5.6. Gestión de los recursos del proyecto

Describe los procesos para realizar la identificación, adquisición y gestión de los recursos para completar el proyecto de manera exitosa, y garantiza que los

mismos se encuentren disponibles para el proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 307). Los procesos de gestión considerados para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 307) son los siguientes:

- Planificar la Gestión de los Recursos: Proceso que permite definir como se estimará, adquirirá, y utilizará los recursos en el proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades: Proceso establecido para estimar el tipo y características de los recursos para completar el proyecto.
- Adquirir los Recursos: Proceso usado para seleccionar los recursos necesarios para concluir el trabajo en el proyecto.
- Desarrollar el Equipo: Proceso para mejorar las habilidades y competencias para lograr un rendimiento óptimo en el proyecto.
- Dirigir al Equipo: Proceso que permite supervisar el desempeño del equipo de proyecto, y ayuda a la gestión de conflictos y resolución de problemas.
- Controlar los Recursos: Proceso que asegura que los recursos asignados se encuentran disponibles para el proyecto en el momento requerido.

1.3.5.7. Gestión de las comunicaciones del proyecto

Comprende los procesos adecuados para garantizar que la necesidad de información del proyecto y de sus interesados sea correctamente gestionada a través de actividades diseñadas para el intercambio de información (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 359).

Los procesos de gestión establecidos para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 359) se presentan a continuación:

- Planificar la Gestión de las Comunicaciones: Proceso que permite desarrollar un plan de gestión de comunicación considerando las necesidades de información por cada interesado.
- Gestionar las Comunicaciones: Proceso mediante el cual se asegura que la información sea creada, recopilada, almacenada y distribuida en el proyecto.
- Monitorear las Comunicaciones: Proceso que garantiza que las necesidades de información se cumplan en el proyecto y sus interesados.

1.3.5.8. Gestión de los riesgos del proyecto

Describe los procesos necesarios para realizar la identificación y análisis de los riesgos, así como la planificación e implementación de su respuesta, y posterior supervisión de estos en el proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 395).

Los procesos de gestión establecidos para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 395) son los siguientes:

- Planificar la Gestión de los Riesgos: Proceso que define como las actividades de riesgo serán gestionadas en el proyecto.
- Identificar los Riesgos: Proceso de determinar los riesgos que afectan al proyecto considerando sus características.
- Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Proceso realizar un análisis cualitativo, y priorización de los riesgos en el proyecto a fin de evaluar su impacto y ocurrencia en el mismo.

- Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Proceso de realizar un análisis estadístico para determinar la probabilidad y consecuencia de los riesgos sobre los objetivos establecidos en el proyecto.
- Planificar la Respuesta a los Riesgos: Proceso de desarrollar alternativas y acciones para gestionar la presencia de los riesgos en el proyecto.
- Implementar la Respuesta a los Riesgos: Proceso de ejecutar el plan establecido para la respuesta a los riesgos.
- Monitorear los Riesgos: Proceso de supervisar la ejecución del plan de respuesta a los riesgos, así como de monitorear riesgos secundarios que puedan presentarse a lo largo del proyecto.

1.3.5.9. Gestión de las adquisiciones del proyecto

Describe los procesos necesarios para realizar la compra o adquisición de productos, bienes y servicios requeridos para el proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 459). Los procesos de gestión establecidos para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 459) se detallan a continuación:

- Planificar la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto: Proceso de registrar las decisiones para adquirir bienes y servicios fuera del proyecto, así como identificar potenciales proveedores.
- Efectuar las Adquisiciones: Proceso para seleccionar el proveedor calificado, e implementar el acuerdo legal con el mismo para la entrega del bien o servicio requerido para el proyecto.
- Controlar las Adquisiciones: Proceso que permite supervisar la relación en las adquisiciones, así como realizar actualizaciones y cierres en los contratos.

1.3.5.10. Gestión de los interesados del proyecto

Comprende los procesos necesarios para identificar los individuos y organizaciones que pueden verse afectados en el proyecto, así como para recopilar las expectativas de estos y gestionar su adecuada participación en el proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 503). Los procesos de gestión considerados para esta área de conocimiento que se describen en la guía del PMBOK® (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 503) son los siguientes:

- **Identificar a los Interesados:** Proceso que permite identificar los interesados del proyecto, así como analizar su posible impacto en el mismo.
- **Planificar el Involucramiento de los Interesados:** Proceso de desarrollar diferentes puntos de vista para involucrar a los interesados del proyecto en base a sus necesidades y su posible impacto en el mismo.
- **Gestionar el Involucramiento de los Interesados:** Proceso de gestionar una comunicación con los interesados para satisfacer sus requisitos, y lograr el involucramiento correcto de los mismos.
- **Monitorear el Involucramiento de los Interesados:** Proceso de supervisar las relaciones generales de los interesados a fin de ajustar estrategias para comprometer a los mismos en el proyecto.

1.3.6. Mapeo entre los grupos de procesos y áreas de conocimiento

La Tabla 2 muestra de forma resumida la relación de los 49 procesos documentados en el PMBOK® para la dirección de proyectos organizados por área de conocimiento y grupo de procesos.

Tabla 2

Mapeo entre áreas de conocimiento y grupos de proceso. Tomado de Project Management Institute, 2017, pág. 25.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Por otro lado, la sexta edición del PMBOK® considera a esta guía diferente de una metodología, dado que una metodología es un conjunto de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas usados por personas u organizaciones en un determinado ámbito de trabajo. Mientras que el PMBOK® es una base sobre la cual las personas u organizaciones pueden construir estas metodologías, técnicas, procedimientos y reglas considerados para la gestión de proyectos (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 2).

Así mismo, es necesario realizar una adaptación de estos procesos considerando que cada proyecto es único, y no todos los procesos, herramientas y técnicas identificados en la guía del PMBOK® aplican para cada proyecto (Project Management Institute I. e., 2017, pág. 28). Los procesos que se deben seleccionar dependen de la naturaleza y necesidades específicas del proyecto.

2. CAPÍTULO II. PROCESOS DEL PROYECTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI® - PMBOK®

2.1. Desarrollo del acta de constitución del proyecto

2.1.1. Objetivos del proyecto

2.1.1.1. Objetivo general

Elaborar el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.

2.1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar los requisitos identificados por los interesados en el diseño para la implementación de la solución.
- Elaborar el diagrama unifilar del diseño para la implementación de la red Small Cells 4G en el conjunto habitacional.
- Realizar el análisis de viabilidad para la implementación de la solución.

2.1.2. Identificación de la problemática

Los operadores de telefonía móvil que actualmente brindan un servicio al conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I no están cumpliendo con la calidad del servicio esperado por los condóminos del edificio. En el Anexo 3 se puede observar que existe un alto número de familias identificadas por torre que han experimentado pérdida de cobertura, así como el detalle de los servicios que actualmente se encuentran contratados.

2.1.3. Justificación del proyecto

DKT S.A. es una empresa que apoya a sus clientes en el despliegue de redes y soluciones 4G. Ante el actual crecimiento del tráfico de voz y datos, y la deficiente cobertura identificada por los condóminos del conjunto habitacional Aranjuez I, el Operador 1 requiere aumentar su capacidad de cobertura para mejorar la calidad de servicio en los usuarios. En ese sentido DKT S.A. ayudará al Operador 1 a realizar el plan de diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.

El proyecto representa una gran oportunidad tanto para DKT S.A. como para el Operador 1, debido a que será un proyecto piloto que servirá de base y que posteriormente será replicado a más edificaciones, lo cual representará más usuarios para el Operador 1 y más despliegues de soluciones para DKT S.A., es decir, una negociación ganar - ganar para ambas empresas.

La solución de Small Cells es la mejor alternativa que tienen el Operador 1 para brindar cobertura en el interior de edificaciones, puesto que la instalación de las pequeñas estaciones bases es bastante sencilla, y además representan un reducido costo frente a la solución iDAS. Por otra parte, el diseño de la solución ayudará a los condóminos del conjunto Apartamentos Aranjuez I a mejorar la calidad del servicio en las zonas donde existe deficiente cobertura, e incrementar la experiencia del usuario.

2.1.4. Necesidad del negocio

El Operador 1 de telefonía móvil que brinda servicios al conjunto habitacional busca mejorar la experiencia de usuario en los condóminos del edificio, mejorando sus indicadores de nivel de cobertura y capacidad que le permitan

posicionarse de mejor manera frente a la competencia y poder fidelizar a sus usuarios.

2.1.5. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I. El proyecto comenzará con un análisis actual de la capacidad y cobertura existente en las torres del conjunto habitacional. Posteriormente se procederá con el levantamiento de la información en sitio. Luego se diseñará el despliegue de la solución en conjunto con la aprobación de los respectivos protocolos de funcionalidad. En esta parte se requerirá del involucramiento de personal técnico y de coordinación para identificar los principales entregables en cada fase. Terminada esta etapa se planificará las pruebas de aceptación final del diseño de la solución de Small Cells. Al final del proyecto el operador de telefonía móvil tendrá un plan del diseño para la implementación de una red de Small Cells 4G que brindará cobertura indoor y mejorará la calidad de servicio en los condóminos del conjunto Apartamentos Aranjuez I.

2.1.6. Entregables del proyecto

Del lado de gestión del proyecto los entregables serán los siguientes:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión del costo
- Plan de gestión de la calidad
- Plan de gestión de los recursos
- Plan de gestión de las comunicaciones
- Plan de gestión de los riesgos

- Plan de gestión de las adquisiciones
- Plan de involucramiento de los interesados

Del lado del servicio los entregables serán los indicados a continuación:

- Documento de planeación para la solución Small Cells
- Documento de implementación para Core Small Cells
- Documento de implementación para Radio Small Cells
- Documento de aceptación para Small Cells

2.1.7. Principales fases del proyecto

Las fases identificadas para el diseño de la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I son:

- Fase 1: Planeación de la solución Small Cells
- Fase 2: Implementación de la solución Small Cells
- Fase 3: Aceptación de la solución Small Cells

2.1.8. Interesados clave

Los interesados claves identificados para el diseño de la implementación de una red de Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I se presentan a continuación:

- Director del proyecto
- Patrocinador (Operador 1)
- Operador de telefonía móvil

- Coordinador del área de radio frecuencia
- Coordinador del área de implementación
- Condóminos del conjunto habitacional
- Administración del edificio
- Proveedores

2.1.9. Riesgos macros

- Debido a posibles nuevas regulaciones por parte del ente regulador, existe el riesgo que prohíban la implementación de una red de Small Cells 4G, lo que provocaría la cancelación y pérdidas económicas en el proyecto.
- Como consecuencia de introducir nuevas tecnologías de la información en el edificio, resistencia al cambio por parte de los condóminos del conjunto habitacional para realizar el diseño e implementación podría ocurrir, lo que ocasionaría retrasos en el desarrollo del proyecto.
- Debido a documentación faltante por parte del operador, existe el riesgo de retraso en la aprobación por parte de la administración del conjunto habitacional para realizar el despliegue de la red, lo que provocaría nuevas planificaciones para realizar implementación.
- Como consecuencia de las leyes laborales actuales, existe una alta rotación de las cuadrillas de personal del lado de los proveedores encargados de realizar la instalación de equipos, lo que ocasionaría una deficiente calidad en los trabajos ejecutados.

2.1.10. Beneficios colaterales

- Mejoramiento de la experiencia del usuario en los condóminos del conjunto Apartamentos Aranjuez I.
- Disminución de niveles deficientes en calidad de servicio de voz y datos.

- Incremento de capacidad que permita a los usuarios realizar una mejor descarga en los servicios de internet.
- Mejoramiento de la cobertura en el interior de la edificación
- Incremento de la cantidad de abonados dentro del conjunto habitacional.

2.1.11. Nivel de autoridad del director del proyecto

Tabla 3

Nivel de autoridad del director del proyecto

Área	Nivel	Descripción
Equipo y Recursos	Alto	Garantizar el equipo y los recursos calificados para poder realizar el diseño de la solución.
Presupuesto	Alto	Evaluar detalles del presupuesto asignado para la ejecución del proyecto.
Tiempo	Alto	Evaluar la disponibilidad de los recursos necesarios para no incurrir en retrasos del proyecto.
Límite de aprobaciones	Medio	Aprobar aceptaciones realizadas por el proveedor.

Nota. Detalle del nivel de autoridad para el director del proyecto

2.1.12. Supuestos

- El espectro radioeléctrico se encontrará disponible para realizar el diseño de implementación de la solución.
- El gobierno nacional no impedirá la importación de Small Cells.
- La administración del conjunto habitacional dispondrá todos los permisos necesarios al operador de telefonía móvil para realizar el diseño de la solución.
- Los condóminos del conjunto habitacional brindarán todas las facilidades para realizar la instalación de los equipos.

- La empresa dispone de personal capacitado para cumplir las tareas asignadas.
- Existen recursos disponibles para el proyecto.
- Se dispone de proveedores calificados para realizar la instalación, comisionamiento e integración de los equipos.

2.1.13. Restricciones

- El presupuesto asignado para la ejecución del proyecto es USD 165.489,93 (ver Anexo 10).
- El proyecto debe ser ejecutado en un plazo de 70 días laborables.
- Se dispone de personal interno para el procesamiento de la información que será obtenida en el conjunto habitacional previo al diseño de la solución.

2.1.14. Hitos

- Inicio del proyecto: 06 de marzo del 2019
- Kick-off: 06 de marzo del 2019
- Fin planeación solución Small Cells: 29 de marzo del 2019
- Cierre fase despliegue solución Small Cells: 05 de junio 2019
- Fin aceptación solución Small Cells: 14 de junio 2019
- Fin del proyecto: 14 de junio 2019

2.1.15. Firmas de responsabilidad

- Patrocinador
- Director del Proyecto

2.2. Interesados

Para identificar las expectativas de los interesados, se detallará el registro de cada uno de ellos en la Tabla 4 que se muestra a continuación:

Tabla 4
Registro de interesados

ID STK	Rol
STK01	Director del proyecto
STK02	Patrocinador
STK03	Operador de telefonía móvil
STK04	Coordinador área de radio frecuencia
STK05	Coordinador área de implementación
STK06	Condóminos del conjunto habitacional
STK07	Administración del edificio
STK08	Proveedores

En la tabla previa se identificaron 8 interesados principales con su respectivo ID, los cuales serán analizados para evaluar su poder e interés en el proyecto, y así de esta manera realizar el plan que permita obtener su nivel de compromiso para cumplir con los objetivos, necesidades y expectativas en el proyecto.

La matriz de expectativas de los interesados que se detalla en la Tabla 5 contiene ID, rol, expectativa, poder, interés y valoración.

Mediante la valoración de esta matriz de expectativas se podrá clasificar a cada uno de los interesados del proyecto en no aliado, bloqueador, monitoreo y desacelerador.

Tabla 5
Registro de expectativas de los interesados

ID STK	Rol	Expectativa	P	I	V	
STK01	Director del Proyecto	EX01				
		EX02				
		EX03	Mejorar la capacidad y cobertura en el conjunto habitacional.	A	A	B
		EX04	Disponer del equipo de trabajo necesario para realizar el diseño de la solución.			
		EX05	Entregar una solución óptima para brindar una calidad de servicio confiable.			
STK02	Patrocinador (Operador 1)	EX01				
		EX02	Ofrecer una nueva solución para mejorar la capacidad y cobertura en el conjunto habitacional.			
		EX02	Fidelizar a los condóminos del edificio.			
		EX03	Replicar solución a más edificios dentro de la ciudad.	A	A	B
		EX04	Incrementar el market share en el mercado.			
STK03	Operador de telefonía móvil	EX05	Cumplir con las normas del ente regulador.			
		EX01	Satisfacer las necesidades de capacidad y cobertura establecidos por los condóminos del conjunto habitacional.			
		EX02	Mejorar los servicios de telefonía e internet en el edificio.			
		EX03	Ofrecer servicios de tecnología 4G con solución Small Cells.	A	A	B
		EX04	Incrementar la demanda de usuarios con tecnología 4G.			

STK04	Coordinador del área de radio frecuencia	EX05	Eliminar las intermitencias de cobertura en el edificio.			
		EX01	Disponer de los recursos necesarios para realizar el diseño de la solución Small Cells 4G.			
		EX02	Realizar el análisis de cobertura y capacidad actual dentro del conjunto habitacional sin inconvenientes.	B	A	D
		EX03	Mejorar los indicadores de calidad de servicio en el edificio.			
		EX04	Disponer de personal capacitado para realizar las pruebas de aceptación final de la red en el conjunto habitacional.			
STK05	Coordinador del área de implementación	EX05	Ofrecer una solución acorde a todas las especificaciones técnicas recibidas por parte del operador de telefonía móvil.			
		EX01	Disponer de proveedores calificados en la instalación de equipos Small Cells 4G.			
		EX02	Obtener los permisos de la administración del edificio para realizar los trabajos de instalación de los equipos.			
		EX03	Cumplir oportunamente con el cronograma de instalación de equipos.	B	A	D
		EX04	Realizar pruebas de comisionamiento e integración sin inconvenientes en el conjunto habitacional.			
STK06	Condóminos del conjunto habitacional	EX05	Mantener una comunicación abierta entre el personal técnico, los proveedores y el operador de telefonía móvil.			
		EX01	Contar con un servicio de telefonía de calidad.			
		EX02	Que se eliminen las zonas muertas de cobertura en el conjunto habitacional.	B	A	D
		EX03	Disponer de un servicio de datos 4G (internet) sin intermitencias.			

		EX04	Contar con mayor capacidad de servicio de internet.			
		EX05	Recibir ofertas por los paquetes del servicio de voz y datos.			
		EX01	Que se cumplan con el cronograma y horario de trabajo autorizado para la instalación de los equipos.			
		EX02	Durante la integración de las Small Cells 4G no se interrumpa las actividades de los condóminos del conjunto habitacional.			
STK07	Administración del edificio	EX03	Mejorar la calidad de servicio de telefonía móvil.	A	A	B
		EX04	Brindar todos los accesos necesarios para realizar el diseño de la solución en el interior del edificio.			
		EX05	Mantener una comunicación abierta con el operador de telefonía móvil.			
		EX01	Contar con las seguridades establecidas para el contrato del personal técnico.			
		EX02	Disponer de todo el equipo de protección necesario para realizar los trabajos en el interior del conjunto habitacional.			
STK08	Proveedores	EX03	Constante interacción con los involucrados en el proyecto.	B	B	M
		EX04	Recibir una capacitación previa de los equipos Small Cells 4G a ser instalados.			
		EX05	Llegar a un acuerdo en las condiciones de pago.			

Nomenclatura

P: Poder (A alto, B bajo)

I: Interés (A alto, B bajo)

V: Valoración (NA no aliado - PA e IB, B bloqueador - PA e IA, monitoreo - PB e IB, D desacelerador - PB e IA)

De los resultados obtenidos en la matriz de expectativas de los interesados mostrados en la Tabla 5 se puede observar que el 50% de los mismos pueden asumir un rol de Bloqueadores en caso de una mala gestión por parte del director del proyecto, un 38% de los interesados podrían asumir un rol como Desaceleradores en el caso que los mismos no se encuentren informados acerca del proyecto, y finalmente un 12% de los interesados pueden asumir un rol para Monitoreo.

Con esta información se puede concluir que existe muchas probabilidades que los interesados puedan bloquear el proyecto, por lo que se recomienda gestionar de cerca el involucramiento de estos, a fin de evitar bloqueos por parte de los interesados para el desarrollo del proyecto.

2.3. Análisis de alternativas generales del proyecto

Para mejorar la calidad de servicio y experiencia del usuario se plantea el diseño de la implementación de las siguientes alternativas:

- Alternativa 1: iDAS (indoor Distributed Antenna System)
- Alternativa 2: Small Cells

Para el análisis de las alternativas se consideraron algunos criterios como la facilidad de instalación, y costo por unidad, así como el tiempo y costo para el diseño y la implementación de la solución.

En base a estos criterios, y a un peso ponderado para cada uno de ellos se procederá a evaluar la mejor alternativa.

2.3.1. Alternativa 1: iDAS (indoor Distributed Antenna System)

Tabla 6
Alternativa 1: iDAS

Beneficio										
Puntaje	Escala	Facilidad instalación (días)	Costo por unidad (USD)	Facilidad instalación (días)	Score	Peso	Costo por unidad (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 4	> 5K							
2	Alto	3 - 4	3K - 4K							
3	Mediano	2 - 3	2K - 3K	2,5	3	50%	2510,72	3	50%	3,0
4	Bajo	1 - 2	1K - 2K							
5	Muy bajo	< 1	< 1K							
Diseño de la solución										
Puntaje	Escala	Tiempo (días)	Costo (USD)	Tiempo (días)	Score	Peso	Costo (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 28	>12K							
2	Alto	21 - 28	9K - 12K							
3	Mediano	14 - 21	6K - 9K	18	3	40%	6210,28	3	60%	2,2
4	Bajo	7 - 14	3K - 6K							
5	Muy bajo	< 7	< 3K							
Implementación de la solución										
Puntaje	Escala	Tiempo (días)	Costo (USD)	Tiempo (días)	Score	Peso	Costo (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 112	> 240K							
2	Alto	84 - 112	180K - 240K							
3	Mediano	56 - 84	120K - 180K	90	2	40%	188362,49	2	60%	2,0
4	Bajo	28 - 56	60K - 120K							
5	Muy bajo	< 28	< 60K							
									Total	7,2

2.3.2. Alternativa 2: Small Cells

Tabla 7
Alternativa 2: Small Cells

Beneficio										
Puntaje	Escala	Facilidad instalación (días)	Costo por unidad (USD)	Facilidad instalación (días)	Score	Peso	Costo por unidad (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 4	> 5K							
2	Alto	3 - 4	3K - 4K							
3	Mediano	2 - 3	2K - 3K	1,5	4	50%	1810,32	4	50%	4,0
4	Bajo	1 - 2	1K - 2K							
5	Muy bajo	< 1	< 1K							
Diseño de la solución										
Puntaje	Escala	Tiempo (días)	Costo (USD)	Tiempo (días)	Score	Peso	Costo (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 28	>12K							
2	Alto	21 - 28	9K - 12K							
3	Mediano	14 - 21	6K - 9K	18	3	40%	6210,28	3	60%	2,2
4	Bajo	7 - 14	3K - 6K							
5	Muy bajo	< 7	< 3K							
Implementación de la solución										
Puntaje	Escala	Tiempo (días)	Costo (USD)	Tiempo (días)	Score	Peso	Costo (USD)	Score	Peso	Valor
1	Muy alto	> 112	> 240K							
2	Alto	84 - 112	180K - 240K							
3	Mediano	56 - 84	120K - 180K	52	3	40%	150689,99	3	60%	3,0
4	Bajo	28 - 56	60K - 120K							
5	Muy bajo	< 28	< 60K							
									Total	9,2

2.3.3. Alternativa seleccionada

Una vez realizada la comparación de alternativas propuestas mostrada en las Tablas 6 y 7, se recomienda el diseño para la implementación de la alternativa 2 por los siguientes aspectos a ser considerados:

- Facilidad de instalación frente a la alternativa 1, puesto que las Small Cells solamente requieren una conexión a internet y espacio reducido. Esto se demuestra claramente en el tiempo de implementación de la solución.
- El costo por Small Cell es menor por unidad frente al equipo iDAS.
- Finalmente realizando un score de los criterios a ser evaluados para cada una de las alternativas propuestas, se puede observar que la alternativa que mayor puntaje tiene es la solución de Small Cells frente a la solución iDAS.

2.4. Gestión de integración del proyecto

Para desarrollar el plan de integración del proyecto, DKT S.A. contará con los siguientes planes subsidiarios:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión del costo
- Plan de gestión de la calidad
- Plan de gestión de los recursos
- Plan de gestión de las comunicaciones
- Plan de gestión de los riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones

- Plan de involucramiento de los interesados

2.4.1. Plan de dirección del proyecto

Para elaborar el plan de dirección del proyecto se tomarán en cuenta las siguientes entradas:

- **Acta de constitución del proyecto.** El acta previamente desarrollada contendrá como mínimo los siguientes puntos:
 - Objetivos del proyecto
 - Identificación de la problemática
 - Justificación del proyecto
 - Necesidad del negocio
 - Descripción del proyecto
 - Entregables del proyecto
 - Principales fases del proyecto
 - Interesados clave
 - Riesgos macros
 - Beneficios colaterales
 - Nivel de autoridad del director del proyecto
 - Supuestos
 - Restricciones
 - Hitos
 - Firmas de responsabilidad

La información descrita anteriormente será almacenada en el repositorio general del proyecto. El director del proyecto utilizará la información escrita en el acta de constitución para elaborar todos los documentos que forman parte del proyecto y obtener la autoridad formal sobre los recursos.

- **Salidas de otros procesos.** Durante la creación del plan para la dirección del proyecto será necesario tomar información del registro de expectativas de los interesados (ver Tabla 5), así como la información del perfil del proyecto previamente aprobado por la organización.

- **Factores ambientales de la empresa.** Los factores ambientales que serán tomados en cuenta para el desarrollo del plan del proyecto son:
 - Ley orgánica de telecomunicaciones
 - Personal bajo dependencia
 - Disponibilidad de recursos de inversión
 - Proveedores de servicios
 - Ubicación geográfica

- **Activos de los procesos de la organización.** DKT S.A. cuenta con procedimientos y formatos que garantizan una eficiente gestión de los proyectos en la empresa.

Por otro lado, se considerará archivos de proyectos anteriores para la estimación del presupuesto, y tiempo a ser considerado para la ejecución del proyecto. Así mismo, se establecerá un registro de lecciones aprendidas donde se registrará todos los sucesos relevantes del proyecto. Las herramientas consideradas para el desarrollo del plan de dirección del proyecto son:

- **Juicio de expertos.** DKT S.A. dispone de consultores que dominan el área de planificación, y que ayudarán a determinar los recursos necesarios para cumplir con los entregables del proyecto, así como determinar el tiempo necesario para su ejecución y establecimiento del cronograma.
- **Recopilación de datos.** La empresa utilizará la técnica de tormenta de ideas, para lo cual se dispondrá de un comité con la participación del director del proyecto, y los coordinadores técnicos. La realización del comité será periódica y ayudará a los involucrados a la alineación de los intereses y objetivos del proyecto.

Al final de estos procesos DKT S.A. obtendrá el plan para la dirección del proyecto, mediante el cual se describirá como se ejecutará el proyecto, así mismo, los planes secundarios que este contendrá y su forma de integración. Finalmente, se dispondrá de las siguientes líneas base:

- Línea base del alcance
- Línea base del cronograma
- Línea base del costo

2.4.2. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto

Para dirigir y gestionar el trabajo del proyecto, DKT S.A. utilizará como herramienta el juicio de expertos, y estará dado por la experiencia y conocimiento del personal interno local o extranjero que permita garantizar el cumplimiento del proceso. Por otro lado, se tendrán reuniones periódicas donde se abordarán avances del proyecto en comparación con su línea base, las mismas que serán almacenadas en el repositorio general del proyecto.

2.4.3. Gestionar el conocimiento del proyecto

Para gestionar el conocimiento del proyecto, DKT S.A. usará herramientas como networking, foros de discusión, grupos de interés y talleres de trabajo. Las lecciones aprendidas se documentarán a lo largo del proyecto y contendrán información de los entregables, resultados, mejores prácticas y oportunidades de mejora.

Así mismo, el nuevo conocimiento generado será utilizado para alcanzar los objetivos del proyecto, y servirá de base para el desarrollo de proyectos futuros en la organización.

Por otra parte, la información del nuevo conocimiento será almacenada en el repositorio digital del proyecto, y estará disponible para todas las personas involucradas en el mismo.

2.4.4. Monitorear y controlar el trabajo del proyecto

Para monitorear y controlar el trabajo, el director del proyecto de DKT S.A. dispondrá de las siguientes acciones:

- Registrar el plan base en Microsoft Project
- Iniciar seguimiento al proyecto mediante reportes de avance.
- Elaborar reportes de avance
- Actualizar los documentos del proyecto
- Registrar fecha de estado del proyecto
- Revisión del progreso mediante la utilización de Microsoft Project

2.4.5. Realizar el control integrado de cambios

Para el control integrado de cambios DKT S.A. contará con un comité de gestión de cambios que estará integrado por el director del proyecto, y por el equipo técnico de cada área. Para generar, aceptar e informar los cambios en el proyecto se utilizará lenguaje verbal y escrito. En el Anexo 4 consta el diagrama de flujo para el proceso de control integrado de cambios del proyecto.

2.4.6. Cerrar proyecto

Para el cierre del proyecto, el director del proyecto de DKT S.A. garantizará que todos los documentos y entregables sean aceptados por el Operador 1 de telefonía móvil. Así mismo, será responsable de elaborar todos los informes finales del proyecto que serán almacenados en el repositorio digital. Por otro lado, se verificará que todas las facturas hayan sido pagadas a los proveedores en el plazo establecido por el departamento de compras, y que la factura final haya sido enviada al Operado 1 de telefonía móvil.

2.5. Ciclo de vida del proyecto

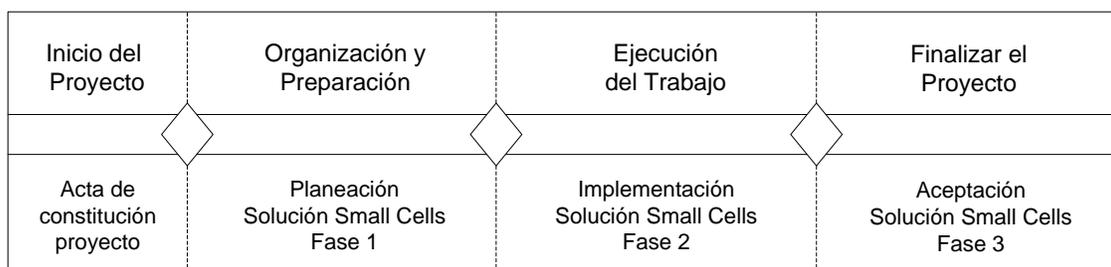


Figura 7. Ciclo de vida del proyecto.

3. DESARROLLO DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO ALINEADO AL ESTÁNDAR DEL PMI® - PMBOK®

3.1. Planificación de la gestión del alcance, cronograma y costos (presupuesto)

3.1.1. Plan de gestión del alcance

3.1.1.1. Objetivo del proyecto

Elaborar el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.

3.1.1.2. Descripción del alcance

El alcance del proyecto incluye el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I que permitirá proporcionar una adecuada cobertura de los servicios de voz e internet, y mejorar la calidad de servicio en los condóminos del edificio.

3.1.1.3. Enunciado del alcance

El proyecto consiste en elaborar el plan del diseño para la implementación de una red de Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I de la ciudad de Quito bajo enfoque PMI®, mediante el cual se propone brindar cobertura

4G indoor en las torres de la edificación, proporcionando un nivel de calidad de servicio satisfactorio a los condóminos.

Mediante el diseño para la implementación de la red de Small Cells 4G, los usuarios podrán acceder a la tecnología 4G y sus servicios, lo cual implicará un crecimiento en la cobertura y tráfico de la red 4G.

La elaboración del diseño para la implementación de la red de Small Cells permitirá proporcionar en el interior de las torres una cobertura indoor con excelente calidad de servicio para los condóminos del conjunto habitacional.

3.1.1.4. Entregables

Del lado de gestión del proyecto los entregables serán los siguientes:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión del costo
- Plan de gestión de la calidad
- Plan de gestión de los recursos
- Plan de gestión de las comunicaciones
- Plan de gestión de los riesgos
- Plan de gestión de las adquisiciones
- Plan de involucramiento de los interesados

Del lado del servicio los entregables serán los indicados a continuación:

- Documento de planeación para la solución Small Cells
- Documento de implementación para Core Small Cells
- Documento de implementación para Radio Small Cells
- Documento de aceptación para Small Cells

La Tabla 8 muestra los criterios de aceptación para los entregables principales del proyecto.

Tabla 8
Criterios de Aceptación

Entregable Principal	Características
Documento Planeación solución Small Cells	Datos sobre la ubicación, y número de Small Cells
Documento Implementación Core Small Cells	Diagrama de conexión lógica Flexi Controller
Documento Implementación Radio Small Cells	Diagrama de conexión lógica Small Cell
Documento Aceptación Small Cells	Niveles de señal establecidos para la solución.

3.1.1.5. Matriz de requisitos

La Tabla 9 se muestra los requisitos identificados para cada una de las expectativas de los interesados. Por cada interesado existen 5 expectativas, las mismas que serán evaluadas para determinar el nivel de cumplimiento de cada una de ellas, así como clasificar los supuestos o cumplimientos parciales identificados.

Tabla 9
Matriz de colección de requisitos

ID STK-EXP	Cumplimiento		ID REQ	Requisito Definitivo
	Si	No		
STK01 - EXP01	X		RQ01	Entregar el diseño para la implementación de una solución Small Cells.
STK01 - EXP02	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.
STK01 - EXP03	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK01 - EXP04	X		RQ04	Establecer la disponibilidad de los recursos antes de iniciar el diseño.
STK01 - EXP05	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.
STK02 - EXP01	X		RQ01	Entregar el diseño para la implementación de una solución Small Cells.
STK02 - EXP02			RQ05	Establecer mejores ofertas en la calidad del servicio.
STK02 - EXP03		X		
STK02 - EXP04			RQ06	Desarrollar nuevos paquetes por los servicios de voz y datos con la solución Small Cells.
STK02 - EXP05		X		
STK03 - EXP01	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.
STK03 - EXP02	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK03 - EXP03			RQ06	Desarrollar nuevos paquetes por los servicios de voz y datos con la solución Small Cells.

STK03 - EXP04		X	RQ05	Establecer mejores ofertas en la calidad del servicio.
STK03 - EXP05	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK04 - EXP01	X		RQ04	Establecer la disponibilidad de los recursos antes de iniciar el diseño.
STK04 - EXP02	X		RQ07	Disponer del equipo técnico necesario para realizar el trabajo en sitio.
STK04 - EXP03	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK04 - EXP04	X		RQ08	Planificar un cronograma de capacitación para las personas encargadas de realizar las pruebas de aceptación de la red en sitio.
STK04 - EXP05	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.
STK05 - EXP01	X		RQ09	Planificar un cronograma de capacitación para los proveedores encargados de realizar la instalación de la solución en sitio.
STK05 - EXP02		X	RQ10	Obtener un proceso que facilite la comunicación de la administración del edificio con el operador de telefonía móvil para la aprobación de los permisos.
STK05 - EXP03	X		RQ11	Elaborar un cronograma de control de las actividades realizadas en sitio.
STK05 - EXP04	X		RQ07	Disponer del equipo técnico necesario para realizar el trabajo en sitio.
STK05 - EXP05	X		RQ12	Elaborar un plan de comunicaciones entre los diferentes interesados del proyecto.
STK06 - EXP01	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.

STK06 - EXP02	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK06 - EXP03	X		RQ01	Entregar el diseño para la implementación de una solución Small Cells.
STK06 - EXP04	X		RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.
STK06 - EXP05	X		RQ06	Desarrollar nuevos paquetes por los servicios de voz y datos con la solución Small Cells.
STK07 - EXP01	X		RQ13	Planificar con el operador de telefonía móvil los horarios autorizados por el conjunto habitacional para la realización de los trabajos en sitio.
STK07 - EXP02		X		
STK07 - EXP03	X		RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.
STK07 - EXP04		X		
STK07 - EXP05	X		RQ12	Elaborar un plan de comunicaciones entre los diferentes interesados del proyecto.
STK08 - EXP01		X		
STK08 - EXP02		X		
STK08 - EXP03	X		RQ12	Elaborar un plan de comunicaciones entre los diferentes interesados del proyecto.
STK08 - EXP04	X		RQ14	Planificar un programa de capacitación a los proveedores de los equipos a ser instalados.
STK08 - EXP05		X		

Tabla 10
Matriz de trazabilidad de requisitos

ID	Descripción	Necesidades, Oportunidades, Metas y Objetivos del Negocio	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto
RQ01	Entregar el diseño para la implementación de una solución Small Cells.	Mejorar la cobertura y capacidad.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1	Preparación del documento técnico.	Director del proyecto.
RQ02	Diseñar una solución óptima para proporcionar un servicio de calidad.	Mejorar los indicadores de calidad de red.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.1	Preparación del documento técnico.	Equipo del proyecto.
RQ03	Implementar la solución Small Cells de acuerdo a las especificaciones indicadas por el operador de telefonía móvil.	Satisfacer al operador de telefonía móvil.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2	Preparación del documento técnico.	Equipo del proyecto.
RQ04	Establecer la disponibilidad de los recursos antes de iniciar el diseño.	Disponer de recursos calificados y certificados.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1	Competencias actualizadas.	Director del proyecto.
RQ05	Establecer mejores ofertas en la calidad del servicio.	Incrementar variedad de ofertas en servicios.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Creación de nuevas ofertas de servicios.	Operador 1.

RQ06	Desarrollar nuevos paquetes por los servicios de voz y datos con la solución Small Cells.	Incrementar cantidad de abonados.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Creación de nuevos paquetes de voz y datos.	Operador 1.
RQ07	Disponer del equipo técnico necesario para realizar el trabajo en sitio.	Personal técnico calificado en sitio.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Competencias técnicas requeridas.	Director del proyecto.
RQ08	Planificar un cronograma de capacitación para las personas encargadas de realizar las pruebas de aceptación de la red en sitio.	Disponer de supervisores internos calificados y certificados.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.3.1.2	Definir cronograma de capacitación.	Director del proyecto.
RQ09	Planificar un cronograma de capacitación para los proveedores encargados de realizar la instalación de la solución en sitio.	Disponer de proveedores calificados y certificados.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2.1.1 1.2.2.1	Definir cronograma de capacitación.	Director del proyecto.
RQ10	Obtener un proceso que facilite la comunicación de la administración del edificio con el operador de telefonía móvil para la aprobación de los permisos.	Mejorar la comunicación entre la administración del edificio y el operador de telefonía móvil.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Creación diagrama de flujo proceso.	Director del proyecto.

RQ11	Elaborar un cronograma de control de las actividades realizadas en sitio.	Controlar las actividades a ser ejecutadas en sitio.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Preparación cronograma de actividades.	Director del proyecto.
RQ12	Elaborar un plan de comunicaciones entre los diferentes interesados del proyecto.	Mejorar la comunicación entre los interesados del proyecto.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1	Preparación del plan de comunicación.	Director del proyecto.
RQ13	Planificar con el operador de telefonía móvil los horarios autorizados por el conjunto habitacional para la realización de los trabajos en sitio.	Autorizar horarios de trabajos en sitio.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2 1.3	Definir cronograma de trabajos en sitio.	Director del proyecto.
RQ14	Planificar un programa de capacitación a los proveedores de los equipos a ser instalados.	Establecer temarios de competencias.	Cumplir con el alcance del proyecto.	1.2.1.1 1.2.2.1	Definir programa de capacitación.	Director del proyecto.

3.1.1.6. Exclusiones

- El diseño para la implementación de la red de Small Cells 4G, ayudará al Operado 1 de telefonía móvil a mejorar la capacidad de cobertura en el conjunto habitacional Aranjuez I, sin embargo, no se contempla la ejecución del proyecto.
- Disponer de todos los permisos de la administración del edificio para realizar el diseño de la solución, dado que es responsabilidad del operador de telefonía móvil la obtención de los accesos.
- Disponer de las adecuaciones necesarias en el interior del edificio para el diseño de la implementación.

3.1.1.7. Supuestos

- El espectro radioeléctrico se encuentra disponible para realizar el diseño de implementación de la solución.
- El gobierno nacional no impedirá la importación de Small Cells.
- La administración del conjunto habitacional dispondrá todos los permisos necesarios al operador de telefonía móvil para realizar el diseño de la solución.
- Los condóminos del conjunto habitacional brindarán todas las facilidades para realizar la instalación de los equipos.
- La empresa dispone de personal capacitado para cumplir las tareas asignadas.
- Existen recursos disponibles para el proyecto.
- Se dispone de proveedores calificados para realizar la instalación, comisionamiento e integración de los equipos.
- Durante la integración de las Small Cells 4G no se interrumpa las actividades de los condóminos del conjunto habitacional.
- Contar con todos los accesos necesarios para realizar el diseño de la solución en el interior del edificio.

- Contar con las seguridades establecidas para el contrato del personal técnico.
- Disponer de todo el equipo de protección necesario para realizar los trabajos en el interior del conjunto habitacional.
- El plan del diseño para la implementación de la solución será realizado para el interior de las torres del conjunto habitacional.

3.1.1.8. Hitos

- Inicio del proyecto: 06 de marzo del 2019
- Kick-off: 06 de marzo del 2019
- Fin planeación solución Small Cells: 29 de marzo del 2019
- Cierre fase despliegue solución Small Cells: 05 de junio 2019
- Fin aceptación solución Small Cells: 14 de junio 2019
- Fin del proyecto: 14 de junio 2019

3.1.1.9. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

La Figura 8 muestra la estructura de descomposición del trabajo para el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I, así como sus principales fases.

La EDT se encuentra dividida en 14 paquetes de trabajo que permitirá al director del proyecto administrar el alcance. Así mismo, el proyecto se encuentra descompuesto en 3 fases principales: planeación, implementación y aceptación.

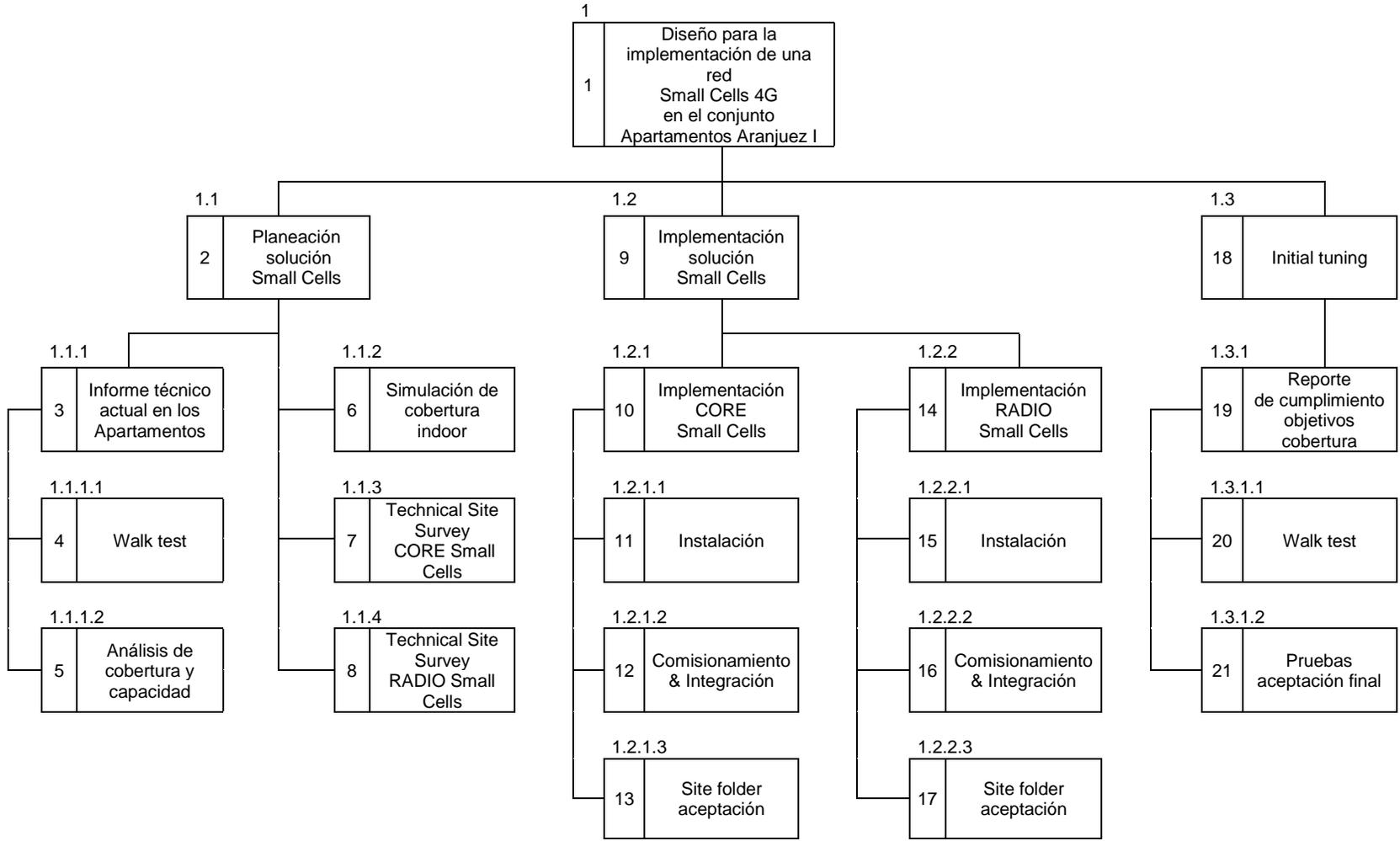


Figura 8. Estructura de descomposición del trabajo (EDT).

3.1.1.10. Diccionario de EDT

El diccionario de la EDT proporcionará información detallada de los entregables a cada uno de los interesados del proyecto. Para la elaboración de este se incluirán los siguientes aspectos:

- ID EDT
- Entregable
- Alcance del trabajo
- Duración
- Costo

La Tabla 11 muestra el diccionario de EDT definido para el desarrollo del proyecto.

Tabla 11
Diccionario de EDT

ID EDT	Entregable	Alcance del trabajo	Duración (días)	Costo (USD)
1	Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I	Realizar el diseño para la implementación de la solución Small Cells 4G.	70	\$ 156.900,27
1.1	Planeación solución Small Cells	Realizar la planeación de la solución.	18	\$ 6.210,28
1.1.1	Informe técnico actual en los Apartamentos	Realizar informe técnico actual.	9	\$ 3.934,00
1.1.1.1	Walk test	Recolección información de cobertura 4G en el interior de las edificaciones.	7	\$ 3.414,00
1.1.1.2	Análisis de cobertura y capacidad	Realizar un análisis de cobertura y capacidad actual en el conjunto.	2	\$ 520,00
1.1.2	Simulación de cobertura indoor	Realizar simulación de cobertura en el interior de las edificaciones.	2	\$ 520,00
1.1.3	Technical Site Survey CORE Small Cells	Recolección información de materiales e inspección para realizar la implementación CORE.	2	\$ 439,07
1.1.4	Technical Site Survey RADIO Small Cells	Recolección información de materiales e inspección para realizar la implementación RADIO.	7	\$ 1.317,21
1.2	Implementación solución Small Cells	Realizar la implementación general de la solución.	45	\$ 145.715,99
1.2.1	Implementación CORE Small Cells	Realizar la implementación CORE solución.	12	\$ 52.553,42
1.2.1.1	Instalación	Instalación del equipo en las dependencias del operador de telefonía móvil.	10	\$ 51.524,23

1.2.1.2	Comisionamiento & Integración	Activación del equipo, carga de software y licencias.	1	\$	635,00
1.2.1.3	Site folder aceptación	Reporte fotográfico de instalación del equipo en sitio.	1	\$	394,19
1.2.2	Implementación RADIO Small Cells	Realizar la implementación RADIO solución.	45	\$	93.162,57
1.2.2.1	Instalación	Instalación de los equipos de acuerdo con la planificación definida para las edificaciones.	30	\$	83.880,00
1.2.2.2	Comisionamiento & Integración	Integración de Small Cells en la central.	10	\$	8.100,00
1.2.2.3	Site folder aceptación	Reporte fotográfico de instalación de los equipos en sitio.	5	\$	1.182,57
1.3	Initial tuning	Reporte cobertura con Small Cells operativas.	7	\$	4.974,00
1.3.1	Reporte de cumplimiento objetivos cobertura	Realizar reporte cumplimiento de cobertura.	7	\$	4.974,00
1.3.1.1	Walk test	Recolección información de cobertura 4G en el interior de las edificaciones.	5	\$	3.414,00
1.3.1.2	Pruebas de aceptación final	Pruebas de verificación en campo.	2	\$	1.560,00

Nota. Se detalla el alcance del trabajo para cada una de las actividades que se desarrollarán en el diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I

3.1.2. Plan de gestión del cronograma

3.1.2.1. Descripción del proceso de gestión del cronograma

El cronograma del proyecto será elaborado utilizando MS Project, mediante el cual previamente identificadas y secuenciadas las actividades se procederá a determinar la holgura del proyecto, así como su correspondiente ruta crítica.

Una vez concluido el cronograma, el equipo de proyecto y los recursos deberán estar de acuerdo con la asignación propuesta para paquetes de trabajo, duraciones y cronograma. Posteriormente, el patrocinador del proyecto revisará y aprobará el cronograma para establecer la línea base para el proyecto.

3.1.2.2. Identificación de actividades

La Tabla 12 detalla las actividades consideradas en el plan del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I.

La estimación del tiempo e identificación de las actividades es realizada con la colaboración del equipo del proyecto en base a proyectos históricos realizados anteriormente (estimación analógica).

Tabla 12
Identificación de actividades

ID WBS	Entregable	Cantidad (días)	Predecesor	Desde	Hasta
1	A	Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I	70		mié 06/03/2019 vie 14/06/2019
1.1	B	Planeación Solución Small Cells	18		mié 06/03/2019 vie 29/03/2019
1.1.1	C	Informe técnico actual en los Apartamentos	9		mié 06/03/2019 lun 18/03/2019
1.1.1.1	D	Walk Test	7		mié 06/03/2019 jue 14/03/2019
1.1.1.2	E	Análisis de cobertura y capacidad	2	D	vie 15/03/2019 lun 18/03/2019
1.1.2	F	Simulación de cobertura indoor	2	E	mar 19/03/2019 mié 20/03/2019
1.1.3	G	Technical Site Survey CORE Small Cells	2	F	jue 21/03/2019 vie 22/03/2019
1.1.4	H	Technical Site Survey RADIO Small Cells	7	F	jue 21/03/2019 vie 29/03/2019
1.2	I	Implementación Solución Small Cells	45		lun 01/04/2019 mié 05/06/2019
1.2.1	J	Implementación CORE Small Cells	12		lun 01/04/2019 mar 16/04/2019
1.2.1.1	K	Instalación	10	H	lun 01/04/2019 vie 12/04/2019
1.2.1.2	L	Comisionamiento & Integración	1	K	lun 15/04/2019 lun 15/04/2019
1.2.1.3	M	Site Folder Aceptación	1	L	mar 16/04/2019 mar 16/04/2019

1.2.2	N	Implementación RADIO Small Cells	45		lun 01/04/2019	mié 05/06/2019
1.2.2.1	O	Instalación	30	H	lun 01/04/2019	mar 14/05/2019
1.2.2.2	P	Comisionamiento & Integración	10	O	mié 15/05/2019	mié 29/05/2019
1.2.2.3	Q	Site Folder Aceptación	5	P	jue 30/05/2019	mié 05/06/2019
1.3	R	Initial Tuning	7		jue 06/06/2019	vie 14/06/2019
1.3.1	S	Reporte de cumplimiento objetivos cobertura	7		jue 06/06/2019	vie 14/06/2019
1.3.1.1	T	Walk Test	5	Q	jue 06/06/2019	mié 12/06/2019
1.3.1.2	U	Pruebas de Aceptación Final	2	T	jue 13/06/2019	vie 14/06/2019

Nota: Se detalla cada una de las actividades que se desarrollarán en el diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I

3.1.2.3. Secuenciación de actividades

Para el diseño de la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I es necesario una asignación previa de los recursos antes de la realización del trabajo y una secuenciación correcta para la ejecución de las actividades, considerando que existen actividades que empiezan en paralelo y otras que es necesario su culminación para empezar otra nueva.

3.1.2.4. Estimación de la duración de actividades y esfuerzo

La Tabla 13 muestra la estimación de actividades con el porcentaje de asignación del recurso al proyecto.

Tabla 13
Estimación de actividades

ID WBS	Entregable	Cantidad (días)	Nombre del recurso	% Asignación
1	Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I	70	Rol 1	100%
1.1	Planeación Solución Small Cells	18	Rol 1, Rol 3	100%
1.1.1	Informe técnico actual en los Apartamentos	9	Rol 3	75%
1.1.1.1	Walk Test	7	Rol 3	45%
1.1.1.2	Análisis de cobertura y capacidad	2	Rol 3	30%
1.1.2	Simulación de cobertura indoor	2	Rol 3	25%
1.1.3	Technical Site Survey CORE Small Cells	2	Rol 3, Rol 4	50%
1.1.4	Technical Site Survey RADIO Small Cells	7	Rol 3, Rol 4	50%
1.2	Implementación Solución Small Cells	45	Rol 3, Rol 4	100%
1.2.1	Implementación CORE Small Cells	12	Rol 3, Rol 4	75%

1.2.1.1	Instalación	10	Rol 4	50%
1.2.1.2	Comisionamiento & Integración	1	Rol 4	25%
1.2.1.3	Site Folder Aceptación	1	Rol 1, Rol 4	25%
1.2.2	Implementación RADIO Small Cells	45	Rol 3, Rol 4	75%
1.2.2.1	Instalación	30	Rol 4	50%
1.2.2.2	Comisionamiento & Integración	10	Rol 4	25%
1.2.2.3	Site Folder Aceptación	5	Rol 1, Rol 4	25%
1.3	Initial Tuning	7	Rol 3, Rol 1, Rol 2	100%
1.3.1	Reporte de cumplimiento objetivos cobertura	7	Rol 1, Rol 3	75%
1.3.1.1	Walk Test	5	Rol 4	40%
1.3.1.2	Pruebas de Aceptación Final	2	Rol 4	30%

Nota. Rol 1: Director del proyecto, Rol 2: Patrocinador; Rol 3: Coordinador área de radio frecuencia
Rol 4: Coordinador área de implementación

3.1.2.5. Desarrollo del cronograma

Con la información detallada en la Tabla 12 se procede con la elaboración del cronograma de actividades en MS Project, el cual se puede apreciar en la Figura 9.

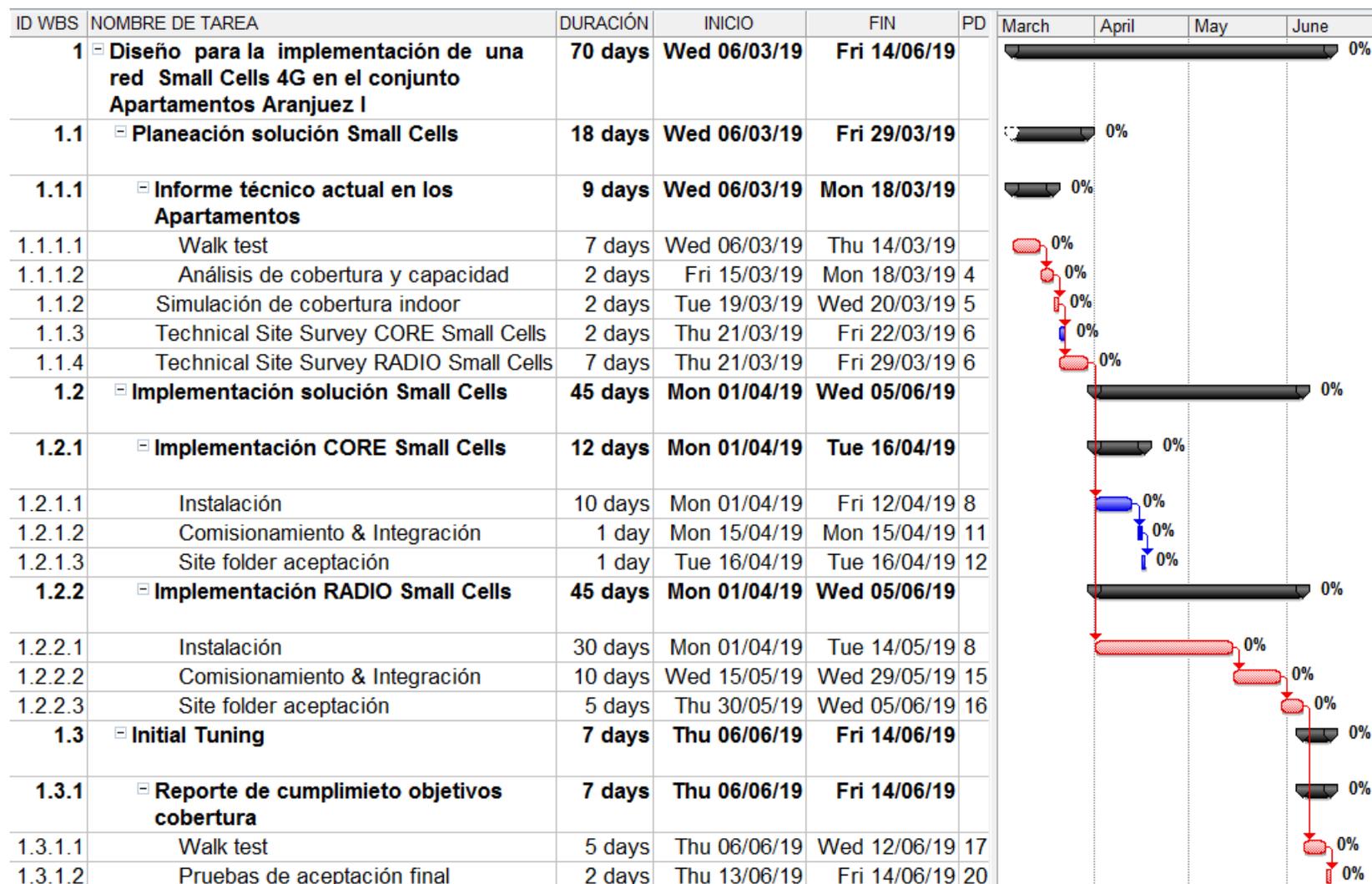


Figura 9. Diagrama de Gantt.

3.1.3. Plan de gestión de los costos (presupuesto)

3.1.3.1. Descripción del proceso de gestión de costos

Para garantizar que el proyecto sea completado de manera exitosa dentro del presupuesto asignado, el plan establecerá los estándares para los cuales los costos son medidos, reportados y controlados.

Los costos del proyecto se estimarán considerando únicamente personal interno de la empresa.

3.1.3.2. Nivel de exactitud

Los costos estimados se realizaron considerando costos de proyecto históricos realizados anteriormente, dado que se disponía de información previa y datos disponibles en la organización, por lo que se utilizó una estimación analógica.

3.1.3.3. Unidad de medida

La estimación del presupuesto será realizada en la moneda local de la República del Ecuador, es decir, dólares americanos.

3.1.3.4. Umbrales de control

Se establece una variación de +/- 10% del costo planificado. Si se presenta una variación superior a este valor se procederá a realizar una acción correctiva.

3.1.3.5. Estimación de los costos

Los costos estimados serán realizados de acuerdo con la planificación del presupuesto en colaboración con el equipo del proyecto, los mismos que serán revisados por el director del proyecto, y aprobados por el patrocinador. Por otra parte, se tomará como referencia la cantidad de equipos necesarios para la instalación que se describe en el documento de planeación para la solución Small Cells (ver Anexo 5) y en el diagrama unifilar del diseño (ver Anexo 9).

3.1.3.6. Determinación del presupuesto

El Anexo 10 muestra el detalle del presupuesto del proyecto con su respectiva reserva de contingencia revisada por el director del proyecto, y aprobada por el patrocinador.

3.1.3.7. Actualización y control

- Cualquier desviación del presupuesto será evaluada dentro de la triple restricción (costo, alcance y cronograma), previamente informando el impacto sobre el proyecto al patrocinador
- Una variación superior al +/- 10% sobre el presupuesto determinará una acción correctiva sobre el mismo.

3.1.3.8. Línea base del costo

La línea base del costo se estableció sumando todos los costos definidos para el desarrollo del proyecto, más una reserva de contingencia.

El valor total del presupuesto estimado para el proyecto son USD 165.489,93. El detalle se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14
Línea base del costo

ID EDT	Actividad	Costo por Fase
1.1	Planeación Solución Small Cells	\$ 6.210,28
1.2	Implementación Solución Small Cells	\$ 145.715,99
1.3	Initial Tuning	\$ 4.974,00
	Total EDT	\$ 156.900,27
	Reserva Contingencia	\$ 8.589,66
	Costo Total	\$ 165.489,93

Nota: La reserva de contingencia proviene del análisis cuantitativo de riesgos.

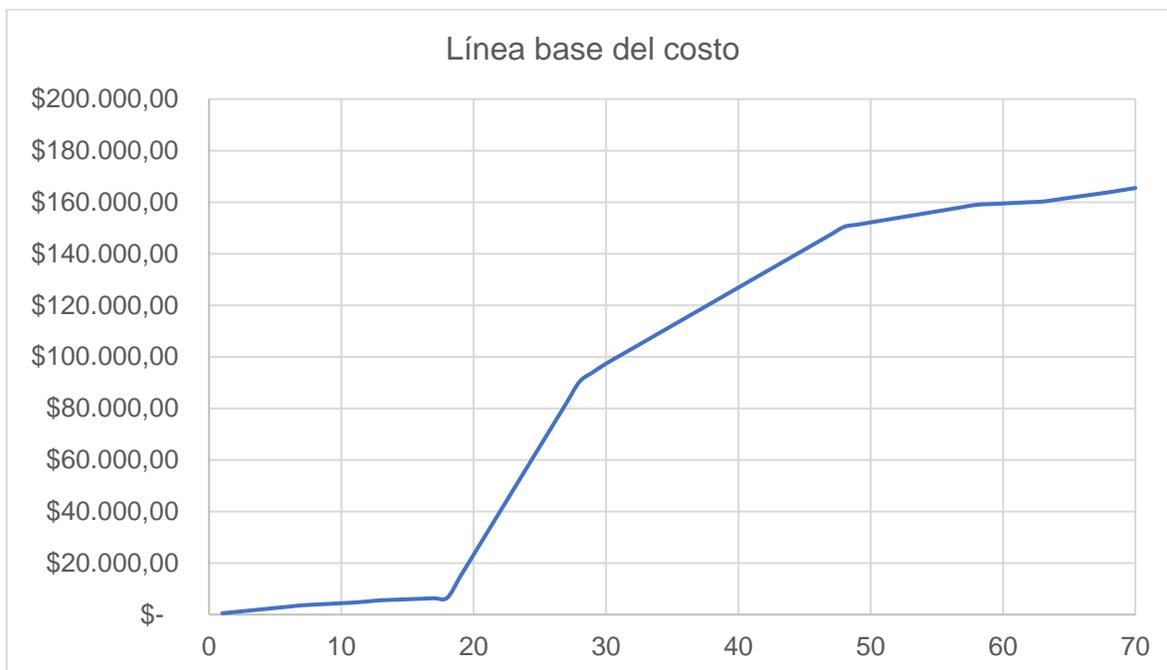


Figura 10. Línea base del costo.

3.2. Planificación de la gestión de la calidad, los recursos y las comunicaciones.

3.2.1. Plan de gestión de la calidad

3.2.1.1. Objetivos

- Establecer indicadores de calidad referentes al diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I tomando como referencia la estructura de descomposición del trabajo.
- Asegurar la calidad de los entregables del proyecto, así como cumplir con los requisitos del operador de telefonía móvil.

3.2.1.2. Descripción del proceso de gestión de la calidad

El área interna de calidad dentro de la empresa es la responsable de revisar los entregables, a fin de realizar observaciones e identificar no conformidades sobre los mismos, y que serán revisados en reuniones internas de seguimiento del proyecto.

3.2.1.3. Requisitos de calidad

Para establecer los requisitos de calidad se considerará su respectiva métrica y frecuencia, así como el área responsable. Los requisitos de calidad se pueden observar en la Tabla 15.

Tabla 15
Requisitos de calidad

ID EDT	Requisitos	Métricas	Frecuencia	Área Responsable
1.1.1	El informe técnico contará con todas las especificaciones técnicas detalladas para el diseño de la solución	El informe será detallado en un 99,99%.	Al inicio	Radio frecuencia
1.1.2	La simulación detallará el nivel de cobertura futuro para la edificación	La información debe tener un margen mínimo del 2% de error.	Al inicio	Radio frecuencia
1.1.3	El reporte incluirá toda la información para realizar la instalación del equipo de CORE	El informe será detallado en un 99,99%.	Al inicio	Radio frecuencia Implementación
1.1.4	El reporte incluirá toda la información para realizar la instalación del equipo de RADIO	El informe será detallado en un 99,99%.	Al inicio	Radio frecuencia Implementación
1.2.1.3	El checklist evaluará el proceso de la instalación del equipo de CORE	La auditoría tendrá 0% de no conformidades.	Al final	Implementación
1.2.2.3	El checklist evaluará el proceso de la instalación del equipo de RADIO	La auditoría tendrá 0% de no conformidades.	Al final	Implementación
1.3.1	Satisfacción de nivel de cobertura para la edificación	El resultado de satisfacción debe ser mayor al 95%.	Al final	Radio frecuencia

3.2.1.4. Control de calidad

Para llevar a cabo el control de la calidad y asegurar el cumplimiento de los requisitos se utilizarán herramientas como el diagrama de control que nos ayudará a determinar si el proceso es estable o tiene un comportamiento predecible, las hojas de verificación que nos facilitarán la recopilación de datos útiles sobre un posible problema de calidad, y el diagrama de causa y efecto que nos ayudará a encontrar todas las posibles causas de un problema.

3.2.1.5. Mejoramiento de la calidad

El principal objetivo del mejoramiento de la calidad es cumplir y hacer cumplir todas las especificaciones contempladas en el plan del diseño para la implementación de la solución. El proyecto utilizará principalmente las hojas de verificación como parte integral de sus procesos y revisión de la calidad de sus productos en sitio (ver Anexo 11). Los supervisores internos del proyecto realizarán pruebas del servicio instalado en el conjunto Apartamentos Aranjuez I, así como auditorías de instalación programadas a los proveedores, previo a la recepción de las actas de aceptación de entrega.

3.2.2. Plan de gestión de los recursos

3.2.2.1. Descripción del proceso de gestión de los recursos

El objetivo del plan de recursos es alcanzar el éxito del proyecto asegurando los recursos necesarios para completar el trabajo en el proyecto. El plan incluye información de roles y responsabilidades, diagrama organizacional, adquisición y

liberación del personal, matriz de responsabilidad, necesidad de capacitación, reconocimientos, y plan de seguridad.

3.2.2.2. Roles y responsabilidades

Tabla 16
Roles y responsabilidades del equipo del proyecto

Rol	Responsabilidades
Director del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la planificación y ejecución del proyecto. - Responsable de la interfaz y comunicación con el cliente. - Asignación de los recursos para formar el equipo del proyecto. - Comunicación constante con el equipo del proyecto. - Definir las prácticas que garanticen la calidad del producto.
Patrocinador (Operador 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de obtener el presupuesto para el proyecto. - Responsable de aceptar el plan del diseño. - Asegurar que la información sea distribuida a los interesados. - Responsable de aprobar el proyecto.
Coordinador área radio frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable del diseño de la solución - Reporta directamente al director del proyecto. - Responsable del modelamiento en software para el diseño. - Realizar pruebas de aceptación para el cliente.
Coordinador área implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la planificación para la implementación. - Responsable de la configuración del equipo. - Reporta directamente al director del proyecto. - Realizar pruebas de aceptación para el cliente.

3.2.2.3. Diagrama organizacional

La Figura 11 muestra detalladamente la estructura del diagrama organizacional contemplada para el proyecto.



Figura 11. Estructura organizacional del proyecto.

3.2.2.4. Adquisición del personal

Tabla 17
Adquisición de personal

Rol	Fuente	Ubicación	Integración	Costo/Hora	ID EDT
Director del proyecto	Interna	Quito	lun 11/02/2019	USD 70	1
Coordinador área radio frecuencia	Interna	Quito	lun 18/02/2019	USD 40	1.1; 1.3
Coordinador área implementación	Interna	Quito	lun 18/02/2019	USD 40	1.2

Nota. Detalle del personal que colaborará en el proyecto.

3.2.2.5. Liberación del personal

- La liberación del personal se hará efectivo una vez concluidas todas las actividades programadas para la ejecución del proyecto.
- La liberación por anomalías en el personal estará sujeta a revisión por el departamento de recursos humanos.
- El reemplazo del personal podrá ser realizado una vez que la solicitud haya sido aprobada por el director del proyecto y patrocinador.

3.2.2.6. Matriz de responsabilidad

Tabla 18
Matriz de responsabilidad

ID	Nombre	Rol	Fases del proyecto		
			Planeación	Implementación	Aceptación
1	Andrés Zambrano	Director del proyecto	R	R	V
2	Pablo Ayala	Coordinador área radio frecuencia	A	S	V
3	Daniel Recalde	Coordinador área implementación		A	V
4	Operador 1	Patrocinador	V		P

Nota. R (responsable de la tarea), A (responsable del paquete de trabajo), V (revisa), P (aprueba), S (Soporte)

3.2.2.7. Perfil requerido

El perfil requerido de cada rol se aprecia en la Tabla 19.

Tabla 19
Perfil requerido

Rol	Capacitación
Director del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Certificación PMP. - Conocimiento y manejo de MS Office. - Dominio de técnicas de gestión de proyectos. - 5 años de experiencia en gestión de proyectos.
Coordinador área radio frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de redes celulares LTE. - Dominio de software para diseños indoor. - Técnicas de diseño para soluciones indoor. - 5 años de experiencia en diseño de soluciones indoor 4G.
Coordinador área implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimientos sólidos de elementos Small Cells. - Dominio en pruebas y barrido de espectro. - Conocimiento del proceso integración radio bases. - 5 años de experiencia en implementación de Small Cells.

3.2.2.8. Reconocimientos

El equipo del proyecto dispondrá de un bono de cumplimiento adicional al sueldo remunerado por culminación del proyecto dentro de lo planificado en costo y cronograma.

3.2.2.9. Plan de seguridad

- Realizar monitoreo mensual para asegurar el cumplimiento de los objetivos de cobertura en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I.
- Organizar equipos de walk test encargados de la supervisión y obtención de la información en las torres del edificio.

3.2.3. Plan de gestión de las comunicaciones

3.2.3.1. Descripción del proceso de comunicaciones

Para el plan de comunicaciones se establecerá un marco estratégico mediante el cual se asegurará una participación de las partes interesadas y garantizará al equipo del proyecto un entendimiento del trabajo que se va a realizar. Así mismo, se hará un análisis de la situación actual, proyectos que han sido desarrollados de manera exitosa, y otros que tuvieron inconvenientes en los últimos años. Adicionalmente, se definirán los objetivos de comunicación que permitan alcanzar los objetivos generales del proyecto en la organización. También, se identificará de forma detallada las personas a las cuales se va a comunicar en el proyecto, así como los mensajes que recibirán cada uno de ellos. Por otra parte, se especificará los canales más acertados para establecer la comunicación con las personas del proyecto. De igual modo, se programará la agenda de reuniones con los recursos asignados. Finalmente, se medirá y evaluará los resultados mediante minutas de reunión previamente establecidas.

El plan de gestión de las comunicaciones deberá ser revisado o actualizado cada vez que ocurran los siguientes escenarios:

- Exista una solicitud de cambio que impacte el plan de dirección del proyecto.
- Acciones correctivas que impacten los requisitos o necesidades de información de los interesados.
- Cambios en las asignaciones de personas o roles del proyecto.

3.2.3.2. Frecuencia de las comunicaciones

La frecuencia de las comunicaciones dependerá del tipo de reunión, y será definida por el equipo de proyecto e interesados (ver Tabla 20).

Tabla 20
Tipos de reuniones

Tipos de reunión	Propósito	Asistentes	Frecuencia
Estatus	Progreso y estatus del proyecto/resoluciones	Equipo del proyecto	Semanal
Equipo	Progreso y estatus del proyecto/resoluciones/trabajo a ejecutar	Director del proyecto/ miembros del equipo/ proveedores	Mensual
Gerencia del proyecto	Progreso y estatus del proyecto/resoluciones	Director del proyecto/ miembros del equipo/ cliente	Mensual

3.2.3.3. Guía de reuniones

Para la guía de reuniones en el proyecto se considerarán los siguientes aspectos:

- Determinar la agenda con anterioridad.
- Informar fecha, hora y lugar a los participantes.
- Empezar la reunión puntual.
- Fijar los objetivos de la reunión, los roles (por lo menos facilitador y redactor), y los métodos de solución de conflictos.
- Terminar la reunión puntual.

- Emitir un acta de reunión, la cual se debe repartir a los participantes.

3.2.3.4. Documentos

La Tabla 21 detalla el listado de documentos que serán utilizados para el proyecto, así como la herramienta que se utilizará para su elaboración, y posterior ubicación en el repositorio general del proyecto.

Tabla 21
Documentos del proyecto

Documento	Herramienta	Ubicación
Plan de dirección del proyecto	MS Word 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto
Informe técnico actual	MS Word 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de radio frecuencia
Walk test	MS Word 2013 MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de radio frecuencia
Análisis de capacidad y cobertura	MS Word 2013 MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de radio frecuencia
Technical Site Survey	MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de radio frecuencia
Site folder aceptación	MS Word 2013 MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de implementación
Reporte de cumplimiento de cobertura	MS Word 2013 MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo área de radio frecuencia
Cronogramas	MS Project 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto
Minutas de reuniones	MS Word 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto
Reporte de estatus diarios, semanales, mensuales.	MS Word 2013 MS Excel 2013 MS Power Point 2013 Acrobat Reader	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto
Actas de entrega recepción	MS Word 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto
Procedimientos y manuales	MS Word 2013 MS Excel 2013	Responsable de gestión de documentos/Archivo del proyecto/Archivo de cada área del proyecto

3.2.3.5. Matriz de comunicación del proyecto

Para la matriz de comunicación del proyecto se considerarán los siguientes criterios:

- Información
- Contenido
- Formato
- Nivel detalle
- Responsable comunicar
- Grupo receptor
- Formato
- Frecuencia comunicación
- EDT

La Tabla 22 muestra la matriz de comunicación del proyecto.

Tabla 22
Matriz de comunicación del proyecto

Información	Contenido	Formato	Nivel detalle	Responsable comunicar	Grupo Receptor	Formato	Frecuencia comunicación	ID EDT
Planeación solución Small Cells	Diseño detallado	Informe técnico	Alto	Coordinador radio frecuencia	Director proyecto, Patrocinador	Documento digital (pdf), email	Una sola vez	1.1
Simulación cobertura	Informe cobertura	Informe técnico	Medio	Coordinador radio frecuencia	Director proyecto	Documento digital (Word), email	Una sola vez	1.1.2
TSS CORE	Requisitos previos	Reporte	Alto	Coordinador radio frecuencia	Coordinador implementación	Documento digital (xls), email	Una sola vez	1.1.3
TSS RADIO	Requisitos previos	Reporte	Alto	Coordinador radio frecuencia	Coordinador implementación	Documento digital (xls), email	Semanal	1.1.4
Site folder aceptación	Informe instalación	Acta entrega	Alto	Coordinador implementación	Director proyecto	Documento digital (pdf), email	Una sola vez	1.2.1.3
Site folder aceptación	Informe instalación	Acta entrega	Alto	Coordinador implementación	Director proyecto	Documento digital (pdf), email	Semanal	1.2.2.3
Reporte cumplimiento cobertura	Pruebas cobertura	Informe técnico	Alto	Coordinador radio frecuencia	Director proyecto, Patrocinador	Documento digital (pdf), email	Una sola vez	1.3.1

3.3. Planificar la gestión de riesgos

3.3.1. Objetivos

- Documentar los riesgos que impactan positivamente o negativamente en el desarrollo del proyecto.
- Realizar un análisis cualitativo de los riesgos que permitan medir la probabilidad e impacto de cada uno de ellos, y faciliten determinar las acciones necesarias para anticipar su efecto en el proyecto.

3.3.2. Descripción del proceso de gestión de riesgos

- La identificación de los riesgos será realizada por el equipo del proyecto e interesados.
- El director del proyecto trabajará en la priorización de los riesgos identificados, así como mantener el registro de riesgos, y actualizarlos en todas las reuniones de seguimiento.

3.3.3. Roles y responsabilidades

- El director del proyecto es el responsable de la aprobación y seguimiento de los riesgos en el proyecto.
- El patrocinador es el responsable de la aprobación del presupuesto para la gestión de los riesgos.

3.3.4. Identificación de riesgos

La Tabla 23 muestra la identificación de riesgos según la guía del PMI®.

Tabla 23
Identificación de riesgos

ID Riesgo	Causa	Riesgo	Efecto
RK01	Documentación incompleta presentada por el Operador 1.	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Retrasos en el diseño de la solución.
RK02	Trabajos no programados de mantenimiento.	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Intermitencia de conexión con las radios bases.
RK03	Actualización de servidores de gestión no planificados.	Sistema de gestión fuera de servicio.	Información no disponible para realizar la simulación.
RK04	Perfiles de tráfico desactualizados.	Los perfiles de tráfico difieren de la información real.	Diseño defectuoso de la solución.
RK05	Ingreso tardío de la documentación requerida por el conjunto habitacional.	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Programar nuevos ingresos para obtener la información.
RK06	Personal no calificado.	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Ingreso defectuoso de información en el simulador.
RK07	Ingreso tardío de la documentación requerida por el conjunto habitacional.	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Programar nuevos ingresos para obtener la información.
RK08	Personal no calificado.	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Ingreso defectuoso de información en el simulador.
RK09	Equipos no verificados en bodega.	Las interfaces de conexión no son compatibles con el equipo	Dificultades para realizar la integración del equipo.
RK10	Documentación incompleta presentada por DKT S.A.	No existen los permisos necesarios para realizar el trabajo en la central.	Programar nuevos ingresos en la central.

RK11	Defectuosa calidad de instalación de equipos de transmisión.	Problemas de conectividad con los equipos de transmisión	Dificultades para realizar la integración a la central del Operador 1.
RK12	Personal no calificado.	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Core.	Informe erróneo de instalación Core.
RK13	TSS energía no disponible.	Problema de energía al momento de realizar la instalación del equipo.	Retrasos en la instalación del equipo.
RK14	Equipo no disponible en la central.	Problemas para integrar los equipos a la controladora.	Programar nuevas ventanas de integración.
RK15	Personal no calificado.	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Radio.	Informe erróneo de instalación Radio.
RK16	Documentación incompleta presentada por el Operador 1.	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Retrasos en el diseño de la solución.
RK17	Trabajos no programados de mantenimiento.	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Intermitencia de conexión con las radios bases.
RK18	Terminales no disponibles en stock.	No disponer de los terminales adecuados para realizar las pruebas.	Pruebas defectuosas de aceptación.
RK19	Software de comisionamiento desactualizado.	El comisionamiento no fue realizado correctamente.	Pruebas defectuosas de integración.

3.3.5. Registro de riesgos

La Tabla 24 muestra la descripción de cada uno de los riesgos registrados con el ID del EDT establecida en el plan de gestión.

Tabla 24
Registro de riesgos

ID EDT	ID Riesgo	Riesgos	Categoría
1.1.1.1	RK01	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión
1.1.1.1	RK02	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico
1.1.1.2	RK03	Sistema de gestión fuera de servicio.	Técnico
1.1.2	RK04	Los perfiles de tráfico difieren de la información real.	Técnico
1.1.3	RK05	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión
1.1.3	RK06	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico
1.1.4	RK07	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión
1.1.4	RK08	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico
1.2.1.1	RK09	Las interfaces de conexión no son compatibles con el equipo	Técnico
1.2.1.2	RK10	No existen los permisos necesarios para realizar el trabajo en la central.	Gestión
1.2.1.2	RK11	Problemas de conectividad con los equipos de transmisión	Técnico
1.2.1.3	RK12	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Core.	Técnico
1.2.2.1	RK13	Problema de energía al momento de realizar la instalación del equipo.	Técnico
1.2.2.2	RK14	Problemas para integrar los equipos a la controladora.	Técnico
1.2.2.3	RK15	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Radio.	Técnico
1.3.1.1	RK16	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión
1.3.1.1	RK17	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico

1.3.1.2	RK18	No disponer de los terminales adecuados para realizar las pruebas.	Gestión
1.3.1.2	RK19	El comisionamiento no fue realizado correctamente.	Técnico

3.3.6. Definición de rango de valores para probabilidad e impacto

La Tabla 25 muestra la definición de valores para probabilidad e impacto que serán usados para el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos.

Tabla 25
Rango de valores para probabilidad e impacto

Escala	Probabilidad	Impacto
Muy alto	>0,7	> 0,40
Alto	0,51 - 0,7	0,21 - 0,40
Mediano	0,31 - 0,5	0,11 - 0,20
Bajo	0,10 - 0,30	0,05 - 0,10
Muy bajo	< 0,10	< 0,05

3.3.7. Análisis cualitativo de los riesgos

La Tabla 26 detalla el análisis cualitativo de los riesgos con su respectiva probabilidad e impacto en el proyecto.

Tabla 26
Análisis cualitativo de los riesgos

ID EDT	ID Riesgo	Riesgos	Categoría	P	I	P x I
1.1.1.1	RK01	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión	0,25	0,15	0,04

1.1.1.1	RK02	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico	0,15	0,25	0,04
1.1.1.2	RK03	Sistema de gestión fuera de servicio.	Técnico	0,15	0,30	0,05
1.1.2	RK04	Los perfiles de tráfico difieren de la información real.	Técnico	0,15	0,40	0,06
1.1.3	RK05	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión	0,15	0,15	0,02
1.1.3	RK06	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.1.4	RK07	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión	0,15	0,15	0,02
1.1.4	RK08	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.2.1.1	RK09	Las interfaces de conexión no son compatibles con el equipo	Técnico	0,05	0,50	0,03
1.2.1.2	RK10	No existen los permisos necesarios para realizar el trabajo en la central.	Gestión	0,15	0,40	0,06
1.2.1.2	RK11	Problemas de conectividad con los equipos de transmisión	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.2.1.3	RK12	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Core.	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.2.2.1	RK13	Problema de energía al momento de realizar la instalación del equipo.	Técnico	0,04	0,15	0,01
1.2.2.2	RK14	Problemas para integrar los equipos a la controladora.	Técnico	0,05	0,40	0,02
1.2.2.3	RK15	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Radio.	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.3.1.1	RK16	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión	0,15	0,40	0,06
1.3.1.1	RK17	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico	0,15	0,20	0,03
1.3.1.2	RK18	No disponer de los terminales adecuados para realizar las pruebas.	Gestión	0,15	0,20	0,03

1.3.1.2	RK19	El comisionamiento no fue realizado correctamente.	Técnico	0,20	0,40	0,08
---------	------	--	---------	------	------	------

3.3.8. Matriz de probabilidad e impacto

Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
	Alta 0,70	RK01, RK02	0,07	0,14	0,28	0,56
	Mediana 0,50	0,03	RK03	0,10	0,20	0,40
	Baja 0,30	0,02	RK06, RK08, RK09, RK11, RK12, RK15, RK17, RK18	RK04, RK10, RK16	0,12	0,24
	Muy baja 0,10	0,01	RK13	RK05, RK07, RK14	0,04	RK19
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy Alto 0,80

Figura 12. Matriz de probabilidad e impacto.

Del 100% de riesgos identificados para el proyecto, el 94% corresponden a riesgos moderados y el 6% a riesgos semi críticos. Por lo que a este único riesgo semi crítico (RK19) se lo deberá mitigar para no tener retrasos en el desarrollo del proyecto.

3.3.9. Análisis cuantitativo de los riesgos

Tabla 27

Análisis cuantitativo de los riesgos

ID EDT	ID Riesgo	Costo (USD)	Riesgos	Categoría	Probabilidad (%)	% asignación	Impacto (USD)	Valor Monetario Esperado (USD)
1.1.1.1	RK01	\$ 3.414,00	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión	25%	60%	\$ 2.048,40	\$ 512,10
1.1.1.1	RK02	\$ 3.414,00	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico	15%	40%	\$ 1.365,60	\$ 204,84
1.1.1.2	RK03	\$ 520,00	Sistema de gestión fuera de servicio.	Técnico	15%	100%	\$ 520,00	\$ 78,00
1.1.2	RK04	\$ 520,00	Los perfiles de tráfico difieren de la información real.	Técnico	15%	100%	\$ 520,00	\$ 78,00
1.1.3	RK05	\$ 439,07	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión	15%	70%	\$ 307,35	\$ 46,10
1.1.3	RK06	\$ 439,07	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico	15%	30%	\$ 131,72	\$ 19,76
1.1.4	RK07	\$ 1.317,21	Retraso en la obtención de permisos para ingreso al conjunto habitacional.	Gestión	15%	70%	\$ 922,05	\$ 138,31
1.1.4	RK08	\$ 1.317,21	Errores de tipeo al momento de levantar la información en sitio.	Técnico	15%	30%	\$ 395,16	\$ 59,27
1.2.1.1	RK09	\$ 51.524,23	Las interfaces de conexión no son compatibles con el equipo	Técnico	5%	100%	\$ 51.524,23	\$ 2.576,21

1.2.1.2	RK10	\$ 635,00	No existen los permisos necesarios para realizar el trabajo en la central.	Gestión	15%	60%	\$ 381,00	\$ 57,15
1.2.1.2	RK11	\$ 635,00	Problemas de conectividad con los equipos de transmisión	Técnico	15%	40%	\$ 254,00	\$ 38,10
1.2.1.3	RK12	\$ 394,19	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Core.	Técnico	15%	100%	\$ 394,19	\$ 59,13
1.2.2.1	RK13	\$ 83.880,00	Problema de energía al momento de realizar la instalación del equipo.	Técnico	4%	100%	\$ 83.880,00	\$ 3.355,20
1.2.2.2	RK14	\$ 8.100,00	Problemas para integrar los equipos a la controladora.	Técnico	5%	100%	\$ 8.100,00	\$ 405,00
1.2.2.3	RK15	\$ 1.182,57	Errores de tipeo al momento de realizar el informe de instalación del equipo de Radio.	Técnico	15%	100%	\$ 1.182,57	\$ 177,39
1.3.1.1	RK16	\$ 3.414,00	No disponer con las facilidades de la administración del edificio para obtener la información.	Gestión	15%	60%	\$ 2.048,40	\$ 307,26
1.3.1.1	RK17	\$ 3.414,00	Durante la obtención de información se presenten problemas en la red.	Técnico	15%	40%	\$ 1.365,60	\$ 204,84
1.3.1.2	RK18	\$ 1.560,00	No disponer de los terminales adecuados para realizar las pruebas.	Gestión	15%	50%	\$ 780,00	\$ 117,00
1.3.1.2	RK19	\$ 1.560,00	El comisionamiento no fue realizado correctamente.	Técnico	20%	50%	\$ 780,00	\$ 156,00
Reserva de contingencia:							\$	8.589,66

3.3.10. Plan de respuesta al riesgo

El plan de respuesta a los riesgos identificados en el proyecto se encuentra detallado en la Tabla 28.

Tabla 28
Plan de respuesta del riesgo

ID EDT	ID Riesgo	% Exp	Valoración absoluta	Estrategia	Acciones	Responsable
1.1.1.1	RK01	30%	Moderado	Mitigar	Gestionar los permisos con la operadora de telefonía móvil.	Director proyecto
1.1.1.1	RK02	20%	Moderado	Escalar	Notificar al operador sobre el problema presentado.	Área radio frecuencia
1.1.1.2	RK03	20%	Moderado	Aceptar	Proponer una nueva fecha para la realización del análisis	Área radio frecuencia
1.1.2	RK04	35%	Moderado	Mitigar	Verificación previa de los perfiles.	Área radio frecuencia
1.1.3	RK05	25%	Moderado	Mitigar	Solicitar permisos semanas con de anticipación.	Área radio frecuencia
1.1.3	RK06	20%	Moderado	Mitigar	Disponer aplicaciones móviles para el levantamiento de información en sitio.	Área radio frecuencia
1.1.4	RK07	25%	Moderado	Mitigar	Solicitar permisos semanas con de anticipación.	Área radio frecuencia
1.1.4	RK08	20%	Moderado	Mitigar	Disponer aplicaciones móviles para el levantamiento de información en sitio.	Área radio frecuencia

1.2.1.1	RK09	30%	Moderado	Mitigar	Disponer de elementos de conexión alterna.	Área implementación
1.2.1.2	RK10	20%	Moderado	Escalar	Gestionar los permisos con la operadora de telefonía móvil.	Director proyecto
1.2.1.2	RK11	25%	Moderado	Mitigar	Verificación previa en el sistema de gestión de transmisión.	Área radio implementación
1.2.1.3	RK12	20%	Moderado	Mitigar	Disponer aplicaciones móviles para el levantamiento de información en sitio.	Área radio implementación
1.2.2.1	RK13	30%	Moderado	Mitigar	Realizar inspección previa del lugar.	Área radio implementación
1.2.2.2	RK14	35%	Moderado	Aceptar	Proponer una nueva fecha para integrar los equipos a la controladora.	Área implementación
1.2.2.3	RK15	20%	Moderado	Mitigar	Disponer aplicaciones móviles para el levantamiento de información en sitio.	Área implementación
1.3.1.1	RK16	25%	Moderado	Mitigar	Gestionar los permisos con la operadora de telefonía móvil.	Director proyecto
1.3.1.1	RK17	30%	Moderado	Escalar	Notificar al operador sobre el problema presentado.	Área radio frecuencia
1.3.1.2	RK18	35%	Moderado	Mitigar	Verificar especificaciones de los terminales para realizar las pruebas.	Área radio frecuencia
1.3.1.2	RK19	45%	Semi crítico	Mitigar	Comprobar integración con la central.	Área implementación

Valoración: 0% - 15% menor, 18% - 35% moderado, 36% - 49% semi crítico, mayor 50% crítico.

Del total de los 19 riesgos identificados, el 74% deben ser mitigados, el 16% escalados y el 10% aceptados.

3.4. Planificación de la gestión de las adquisiciones y el involucramiento de los interesados.

3.4.1. Plan de gestión de las adquisiciones

3.4.1.1. Enunciado de la adquisición

Empresa privada que brinda soporte de soluciones tecnológicas en telefonía móvil requiere contratar un proveedor técnico que realice la instalación, comisionamiento e integración de equipos Small Cells 4G.

3.4.1.2. Selección del proveedor

La selección del proveedor se realizará mediante solicitud Request for Quote (RFQ), a fin de conocer el detalle de las propuestas de los diferentes proveedores. Por otra parte, se procederá a realizar una convocatoria a cada uno de los proveedores para el conocimiento de la propuesta técnica, la misma que estará a cargo del departamento de compras.

3.4.1.3. Condiciones contractuales

- Se realizará un adelanto de pago del 30% al inicio del proyecto, y el porcentaje restante será pagado en un plazo de 30 días después de finalizado el proyecto.

- El proveedor estará sujeto a penalidades en caso de incumplimiento del contrato.
- Los proveedores dispondrán de todos los certificados necesarios para realizar trabajos en alturas.
- Se procederá a realizar una evaluación técnica del personal para comprobar sus competencias en la implementación del servicio.

3.4.1.4. Definición del servicio

Se requiere personal técnico con más de 5 años de experiencia en instalación, comisionamiento e integración de elementos de red, conocimiento en procesos de integración de radio bases LTE, sólidos conocimientos de Small Cells, habilidades en parametrización e identificación de sistemas LTE.

El tipo de contrato que será definido para el servicio es de precio fijo cerrado (FFP), mediante el cual se determinará el costo final y total que el proyecto deberá pagar.

3.4.1.5. Proceso de selección de proveedores

El departamento de compras será el responsable de subir la oferta en la plataforma, dicho documento detalla todos los requisitos técnicos a cumplir por el proveedor.

Posteriormente se evaluará las propuestas de cada proveedor para evaluar una decisión técnica y económica.

Tabla 29
Criterios de selección del proveedor

Criterio	Peso	Proveedor 1		Proveedor 2		Proveedor 3	
		Nota	Puntaje	Nota	Puntaje	Nota	Puntaje
Condiciones técnicas	40%						
Precio oferta	30%						
Tiempo de entrega	20%						
Calidad del servicio	10%						
Total	100%						

3.4.1.6. Equipo de adquisición

El director del proyecto trabajará con el equipo de proyecto a fin de identificar los ítems adquiridos para completar de manera exitosa el proyecto.

3.4.1.7. Gestión del proveedor

Se obtendrá una métrica mensual en conjunto con el equipo de calidad del proyecto que permita medir la calidad de instalación del proveedor, y que servirá de base al momento de selección del proveedor para futuros proyectos.

3.4.2. Plan de involucramiento de los interesados

3.4.2.1. Descripción del proceso de gestión de los interesados

El involucramiento de los interesados se realizará mediante estrategias previamente planificadas.

3.4.2.2. Clasificación de los interesados

Se clasificará a cada interesado según su nivel de involucramiento actual, comparándolo con el nivel de involucramiento necesario para concluir el proyecto con éxito. Los niveles de involucramiento se clasificarán de la siguiente manera:

- Desconocedor
- Reticente
- Neutral
- Partidario
- Líder

Cada uno de ellos se documentará en la matriz de evaluación de involucramiento de los interesados.

Para reflejar el nivel de involucramiento actual se colocará una C en la casilla adecuada, mientras que para reflejar el nivel de involucramiento deseado se colocará una D.

3.4.2.3. Estrategias

Siguiendo la matriz de poder e intereses, y dependiendo del grado de influencia e interés que tenga el interesado en el proyecto, las estrategias de gestión de los interesados se clasificarán de la siguiente manera:

- Gestionar de cerca
- Mantener satisfecho
- Mantener informado
- Monitorear

Tabla 30
Matriz del compromiso de los interesados

ID STK	Rol	Compromiso				Poder / Influencia	Interés	Estrategia	
		Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario				
STK01	Director del proyecto				C	D	A	A	Gestionar cerca
STK02	Patrocinador				C	D	A	A	Gestionar cerca
STK03	Operador de telefonía móvil				C	D	A	A	Gestionar cerca
STK04	Coordinador área de radio frecuencia				C	D	B	A	Mantener informado
STK05	Coordinador área de implementación				C	D	B	A	Mantener informado
STK06	Condóminos del conjunto habitacional			C	D		B	A	Mantener informado
STK07	Administración del edificio			C	D		B	A	Mantener informado
STK08	Proveedores			C	D		B	B	Monitorear

Nomenclatura

C: Actual; D: Deseado; A: Alto; B: Bajo

Estrategias:

(A - A) Gestionar cerca; (A - B) Mantener satisfecho; (B - A) Mantener informado; (B - B) Monitorear

4. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DEL PROYECTO Y SU VIABILIDAD

4.1. Análisis financiero y económico

Para el análisis financiero y económico se tomó como referencia la proyección de ventas del Operador 1 en el conjunto habitacional Aranjuez I para un universo de 300 personas con capacidad de contratar los planes de telefonía móvil mensual detallados en la Tabla 31.

Tabla 31
Planes Smart de telefonía móvil

Planes Smart		
Plan Smart Ilimitado	Plan Smart Ilimitado M	Plan Smart Ilimitado L
3,5 GB	4,5 GB	5,5 GB
Minutos ilimitados	Minutos ilimitados	Minutos ilimitados
Chat Whatsapp gratis	Chat Whatsapp gratis	Chat Whatsapp gratis
\$ 20 + impuestos	\$ 25 + impuestos	\$ 30 + impuestos
\$ 22,40/mes	\$ 28,00/mes	\$ 33,60/mes

Así mismo, se está considerando una inversión en publicidad de USD 2.500,00 mensuales para la captación de usuarios y promoción de planes Smart en el interior del conjunto habitacional, y un 3% de inflación anual para proyecciones futuras.

El detalle del flujo operativo del proyecto con su respectivo VAN, TIR y Período de recuperación se encuentra detallado en la Tabla 32.

4.2. Viabilidad

Los indicadores obtenidos en el análisis financiero muestran un VAN mayor a cero (USD 60.042,16) y un TIR = 11%, por lo cual el proyecto es rentable y viable con un periodo de recuperación de 4,4 años para el Operador 1 de telefonía móvil.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las empresas de telecomunicaciones especialmente las de telefonía móvil cada vez necesitan innovar más en sus productos y servicios que ofrecen a las personas, por lo que constantemente están buscando nuevas soluciones tecnológicas que les permita obtener una ventaja competitiva en el mercado para incrementar su market share y mejorar la experiencia final del usuario.
- La estructura de desglose de trabajo es un factor crítico de éxito para el desarrollo del proyecto, puesto que a partir de ésta se puede realizar una correcta estimación del presupuesto y tiempo, así como, ser considerado como base de entrada para los planes de gestión de personal, comunicaciones, riesgos, etc.
- El 70,7% de las familias encuestadas sugiere realizar mejoras en la cobertura para el interior del edificio, considerando que la calidad del servicio proporcionado por los operadores de telefonía es pobre y sumado a las intermitencias percibidas por los usuarios.
- El análisis de la calidad de servicio de telefonía móvil percibida en el interior del conjunto habitacional determinó que las 3 torres han experimentado un alto porcentaje de pérdida de cobertura, donde los servicios principalmente contratados por los usuarios son voz e internet.
- El diagrama unifilar del diseño para la implementación de la red Small Cells 4G dimensionará de manera balanceada las cargas para brindar el mismo nivel de cobertura para el interior de cada torre en el conjunto habitacional.
- La propuesta del diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el interior del conjunto contribuirá a una mejora en la capacidad y calidad de servicio ofrecida a los usuarios por el operador de telefonía móvil.
- De los resultados obtenidos en el análisis financiero se puede evidenciar que el diseño para la implementación de la red Small Cells en el interior del conjunto habitacional es viable, dado que se registra un valor actual neto

positivo y una tasa interna de retorno mayor al costo de oportunidad, así como, un tiempo de recuperación de la inversión que empieza a partir del cuarto año de realizada la implementación de la red.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda mantener una gestión activa de todos los involucrados del proyecto, a fin de mantenerlos comunicados de todos los cambios que puedan presentarse y evitar retrasos en el desarrollo del proyecto.
- Es recomendable hacer un seguimiento de todos los riesgos identificados y nuevos que puedan presentarse en el proyecto, debido a que si los mismos ocurren podrían afectar la rentabilidad del proyecto, y ocasionar impactos negativos en el mismo.
- Se recomienda realizar pruebas de aceptación mensuales, después de culminada la implementación de la red, que permitan verificar los niveles de satisfacción de los usuarios en el conjunto habitacional referente a la calidad del servicio.
- Es recomendable elaborar un plan de marketing que permita al Operador 1 de telefonía móvil realizar la captación de potenciales usuarios en el conjunto habitacional Apartamentos Aranjuez I.
- Al momento de cerrar el proyecto, se deberá elaborar un acta de aceptación hacia el operador de telefonía móvil del servicio realizado, y otra hacia el proveedor del servicio prestado, con la finalidad de agilizar los procesos de facturación y pagos.

REFERENCIAS

- ARCOTEL. (Marzo de 2018). Obtenido de Boletín Estadístico:
http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-Marzo-2018_f.pdf
- Ciberespacio*. (s.f.). Obtenido de Con Small Cells LTE, latinoamericanos dejarán de sufrir por la señal celular:
<http://www.ciberespacio.com.ve/2015/06/hardware/con-small-cells-lte-latinoamericanos-dejaran-de-sufrir-por-la-senal-celular/>
- Info Channel*. (28 de Octubre de 2015). Obtenido de Small cells clave para banda ancha móvil en Latinoamérica: <http://www.infochannel.info/small-cells-clave-para-banda-ancha-movil-en-latinoamerica>
- Lledó, P. (2013). *Administración de Proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso*. Victoria: ISBN.
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información*. (23 de Septiembre de 2016). Obtenido de Sector de las telecomunicaciones continúan creciendo en el país:
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/sector-de-las-telecomunicaciones-continuan-creciendo-en-el-pais/>
- Project Management Institute, I. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania: PMI®.
- Project Management Institute, I. e. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) / Project Management Institute*. Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- Rodríguez, P. (3 de Octubre de 2014). *Small Cells, ¿la solución a los problemas de cobertura y ancho de banda móvil?* Obtenido de Xataka Movil:
<https://www.xatakamovil.com/conectividad/small-cells-la-solucion-a-los-problemas-de-cobertura-y-ancho-de-banda-movil>

SBA Communications. (s.f.). Obtenido de Solutions - DAS & Small Cells:
<https://www.sbsite.com/English/solutions/das-and-small-cells/default.aspx>

Scalable Enterprise Small Cell System . (s.f.). Obtenido de Spider Cloud
Wireless: <http://www.spidercloud.com/small-cell-ran>

Web, R. (3 de Octubre de 2017). *Nokia y Telefónica instalan primera solución de Small Cells en Ecuador*. Obtenido de Canal News Ecuador:
<https://canalnewsecuador.com/nokia-y-telefonica-instalan-primera-solucion-de-small-cells-en-ecuador/>

What is Cellular DAS? (s.f.). Obtenido de Teleco Combining Technologies:
<http://www.teleco.com/WhatisCellularDAS>

ANEXOS

**ENCUESTA PARA MONITOREAR LA CALIDAD DE
TELECOMUNICACIONES EN EL CONJUNTO HABITACIONAL
ARANJUEZ I**

Departamento: _____

1. ¿Dispone del Servicio de Telefonía Móvil? Si No

2. Proveedor del Servicio: _____

3. El servicio contratado incluye:

Voz

Internet

4. Calidad de cobertura percibida:

Muy Bueno

Bueno

Regular

Malo

Muy Malo

5. ¿Ha experimentado pérdida de cobertura? Si No

Sugerencias: _____

Quejas: _____

Anexo 2

Tabulación de la información obtenida mediante la encuesta de investigación

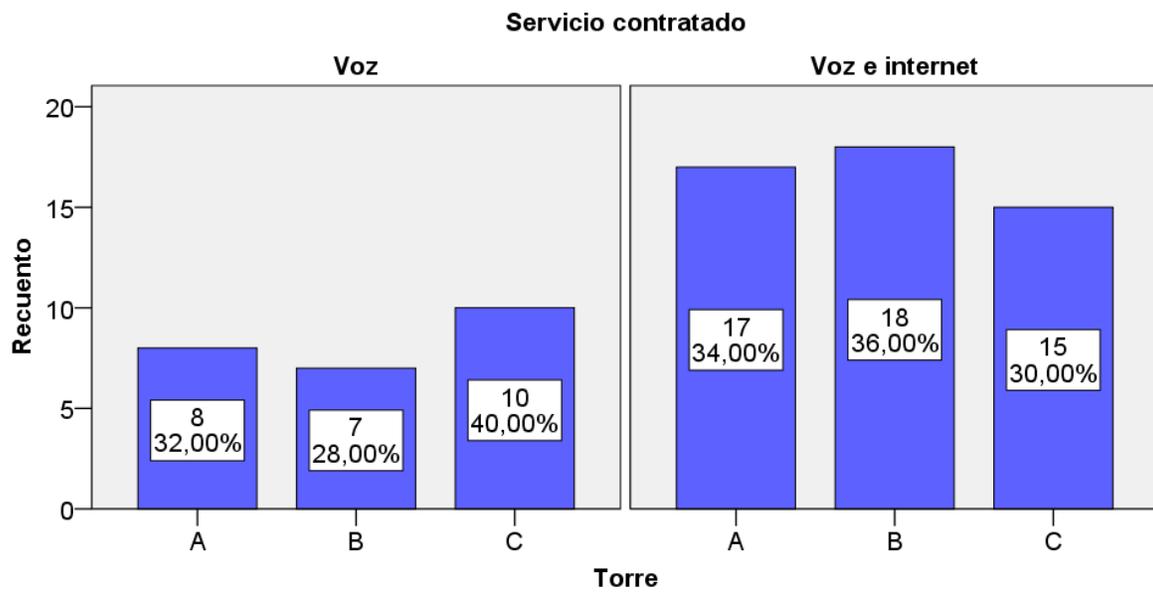
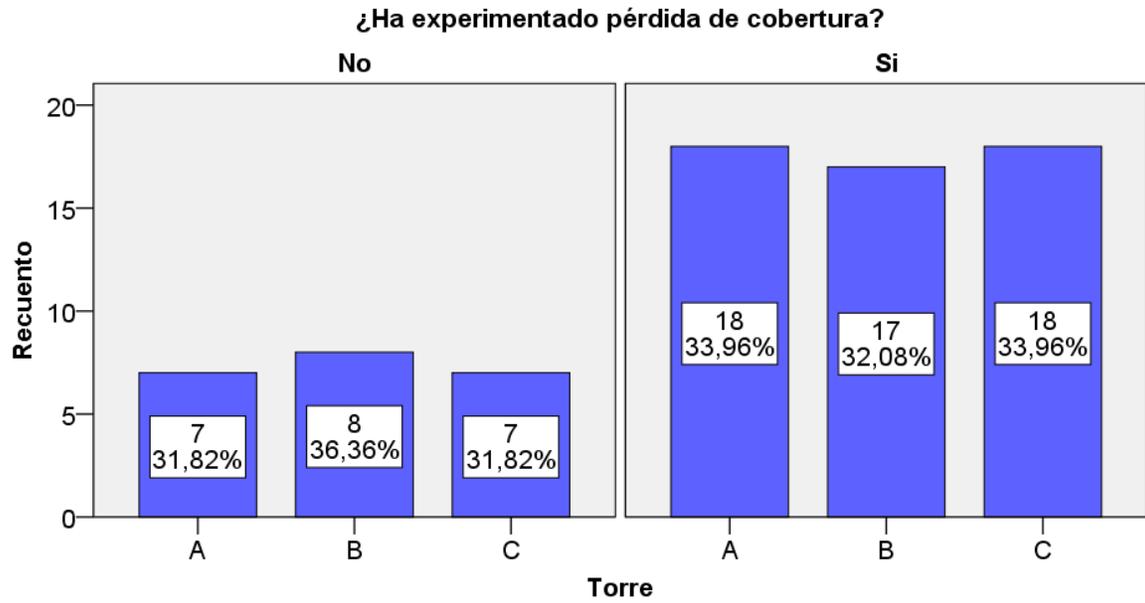
Torre	Dpto.	¿Dispone del servicio de telefonía móvil?	Proveedor del servicio	Servicio contratado	Calidad de cobertura percibida	¿Ha experimentado pérdida de cobertura?	Sugerencias	Quejas
A	101	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		
A	102	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	103	Si	Operador 3	Voz e internet	Muy bueno	No		
A	104	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
A	201	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		
A	202	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
A	203	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	204	Si	Operador 1	Voz	Regular	Si	Mejorar cobertura	
A	301	Si	Operador 2	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	302	Si	Operador 3	Voz e internet	Muy bueno	No		
A	303	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
A	304	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	401	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
A	402	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	403	Si	Operador 2	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
A	404	Si	Operador 2	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	501	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	502	Si	Operador 3	Voz e internet	Muy bueno	No		
A	503	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	
A	504	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	601	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	602	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		

A	603	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
A	604	Si	Operador 1	Voz	Regular	Si	Mejorar cobertura	
A	701	Si	Operador 3	Voz e internet	Muy bueno	No		
B	101	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		
B	102	Si	Operador 2	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	103	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	104	Si	Operador 1	Voz e internet	Muy bueno	No		
B	201	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	202	Si	Operador 3	Voz	Bueno	No		
B	203	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		
B	204	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
B	301	Si	Operador 2	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
B	302	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	303	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	304	Si	Operador 2	Voz	Muy bueno	No		
B	401	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
B	402	Si	Operador 2	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
B	403	Si	Operador 3	Voz e internet	Bueno	No		
B	404	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	501	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	502	Si	Operador 2	Voz	Muy bueno	No		
B	503	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	504	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
B	601	Si	Operador 2	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
B	602	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	603	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
B	604	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	No		
B	701	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
C	101	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal

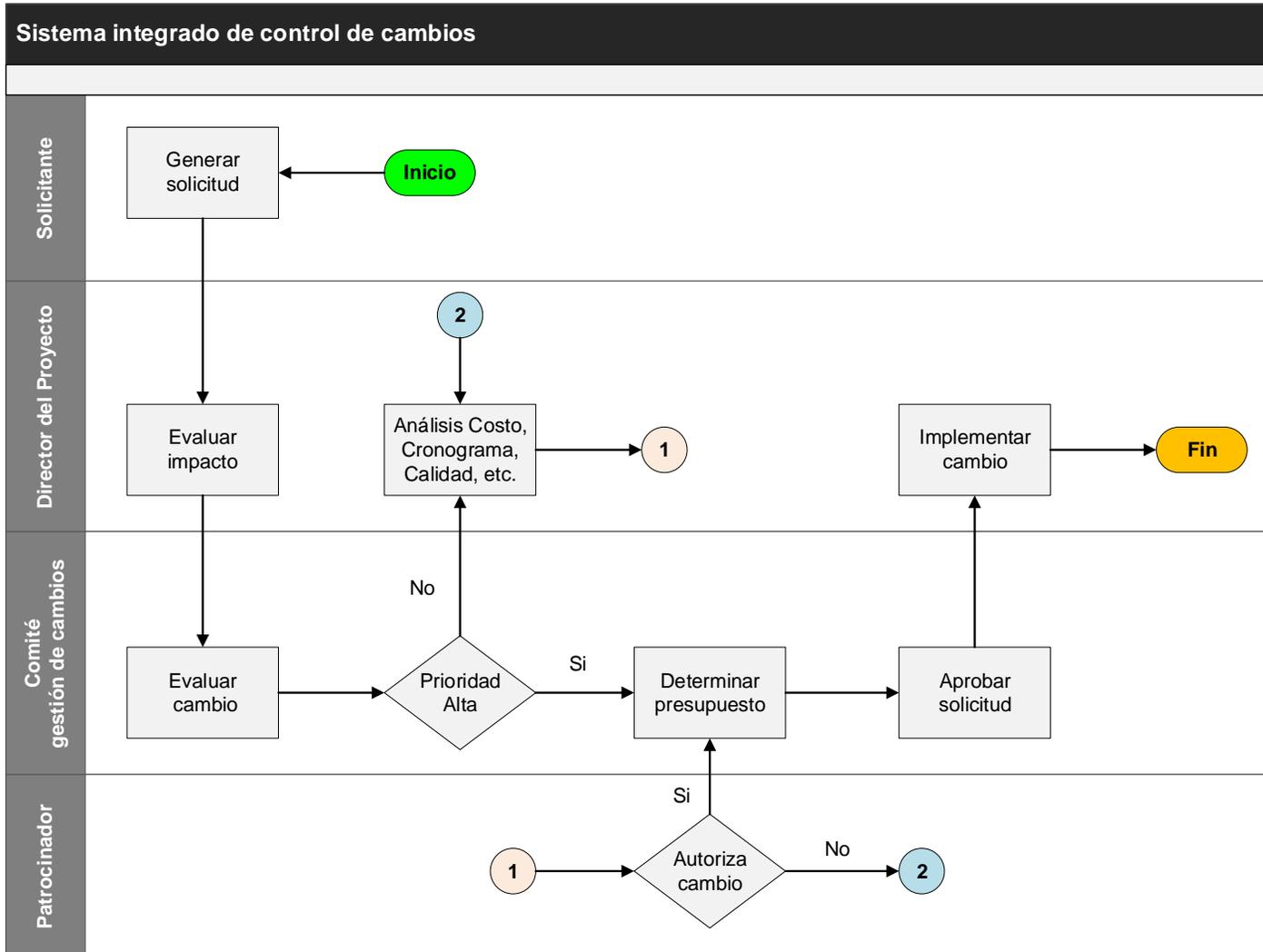
C	102	Si	Operador 2	Voz	Muy bueno	No		
C	103	Si	Operador 1	Voz e internet	Regular	Si	Mejorar cobertura	
C	104	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
C	201	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	202	Si	Operador 3	Voz e internet	Muy bueno	No		
C	203	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	204	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	301	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	302	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	303	Si	Operador 3	Voz e internet	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
C	304	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	No		
C	401	Si	Operador 1	Voz e internet	Muy bueno	No		
C	402	Si	Operador 1	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	403	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	404	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	No		
C	501	Si	Operador 1	Voz	Regular	Si	Mejorar cobertura	
C	502	Si	Operador 3	Voz	Muy bueno	No		
C	503	Si	Operador 3	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	504	Si	Operador 2	Voz e internet	Muy bueno	No		
C	601	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	602	Si	Operador 1	Voz	Malo	Si	Mejorar cobertura	Mala señal
C	603	Si	Operador 1	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	604	Si	Operador 2	Voz	Bueno	Si	Mejorar cobertura	
C	701	Si	Operador 2	Voz e internet	Bueno	Si	Mejorar cobertura	

Anexo 3

Porcentajes de pérdidas de cobertura y servicios contratados por torre



Anexo 4



Anexo 5

Documento de planeación solución Small Cells	
Información del sitio	
Nombre:	Apartamentos Aranjuez I
Dirección:	Las Palmeras N45-159 y Brevas
Tipo de construcción:	Edificio (3 torres de 6 pisos cada una)
Condiciones acceso:	Si
Guardianía:	Si
Instalación de Equipos	
<p>El diseño tiene considerado la instalación de dos equipos Small Cell por piso de cada torre.</p>	
	
	
	

Detalle de Hardware

- 12 Switch 7210 SAS-D
- 3 Router 7705 SAR-8
- 12 Small Cells 4G distribuidas para la Torre A
- 12 Small Cells 4G distribuidas para la Torre B
- 12 Small Cells 4G distribuidas para la Torre C
- 1 Flexi Zone Controller para 4G

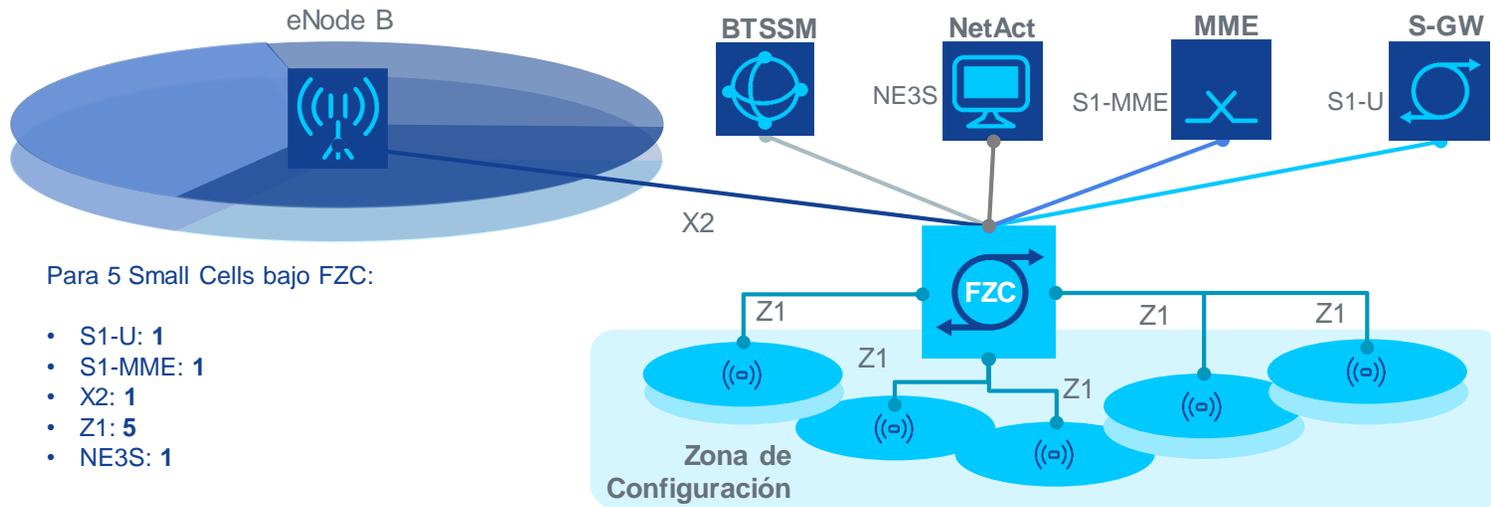
Materiales por Torre

Ítems	Cantidad
Amarras negras 4,8*293, grandes (kit = 100 pcs)	5
Cable UTP	300 m
RJ45 categoría 6 + capuchas	12
Etiqueta para cableado UTP	12
Manguera BX de 1/2"	6 m
Conector de manguera BX de 1/2"	6
Cable UTP categoría 6 blindado para exteriores	120 m
RJ45 categoría 6 blindado + capuchas	4
Velcro	1

Anexo 6

Documento de implementación Core Small Cells

Diagrama de conexión lógica



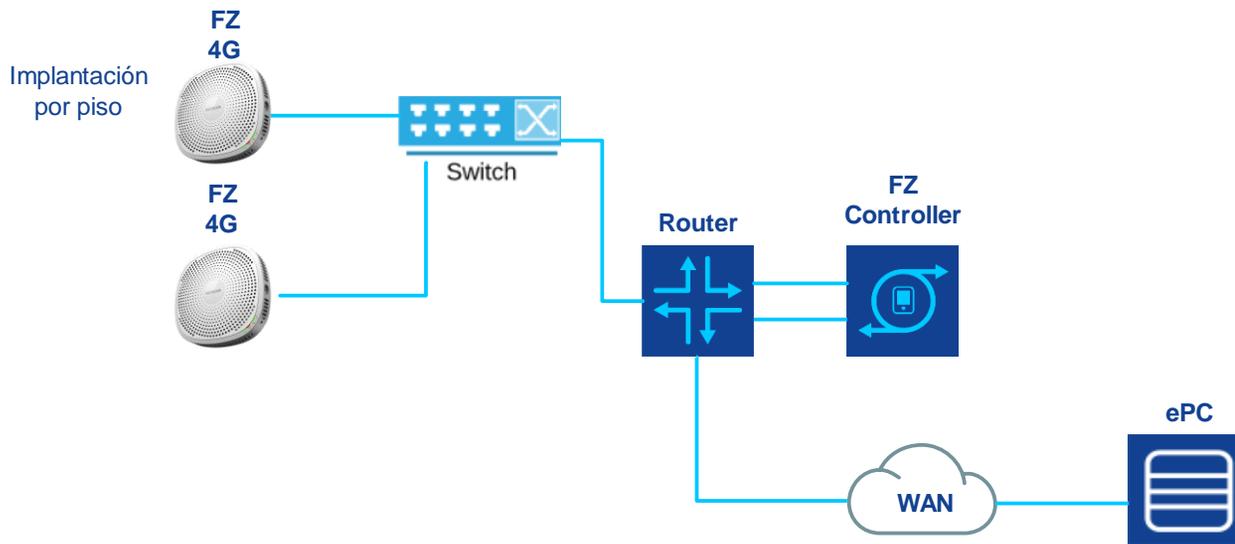
Para 5 Small Cells bajo FZC:

- S1-U: 1
- S1-MME: 1
- X2: 1
- Z1: 5
- NE3S: 1

Anexo 7

Documento de implementación Radio Small Cells

Diagrama de conexión lógica

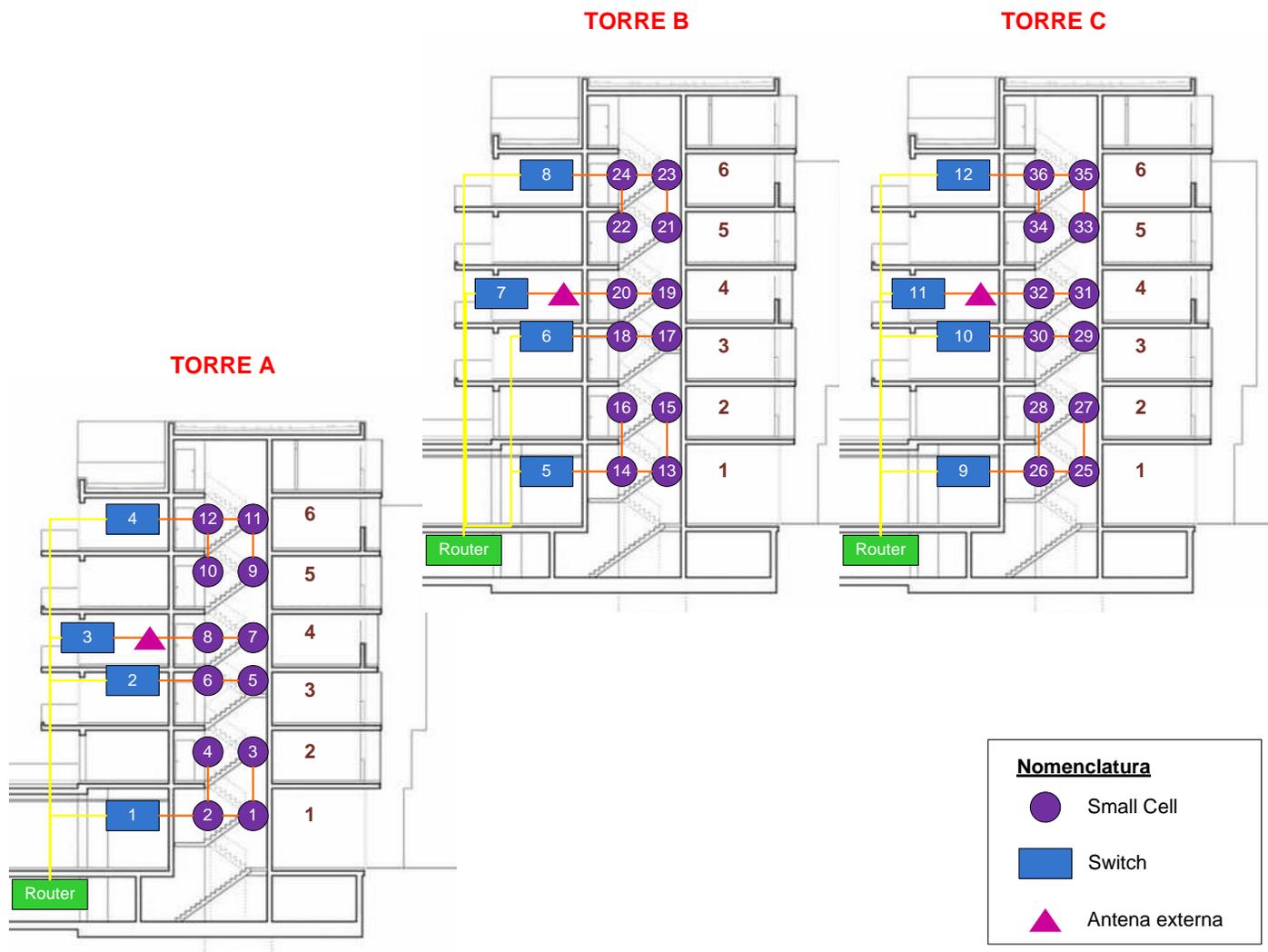


Anexo 8

Documento de aceptación solución Small Cells	
Información del sitio	
Nombre:	Apartamentos Aranjuez I
Dirección:	Las Palmeras N45-159 y Brevas
Tipo de construcción:	Edificio (3 torres de 6 pisos cada una)
Condiciones acceso:	Si
Guardianía:	Si
Verificación de resultados	
Niveles de señales obtenidos mediante llamadas largas y cortas.	
Verificación de objetivos - Walk Test	
Accesos fallidos: La tasa de fallas de acceso para el establecimiento de las llamadas no podrá estar por encima del 2% en todas las áreas de cobertura.	
Llamadas caídas: La tasa de llamadas caídas no podrá estar por encima del 2% en todas las áreas de cobertura.	
Handover exitosos: El 93% de los intentos de handover durante el walk test debe ser completado con éxito en todas las áreas de cobertura.	
Estadísticas	
Estadísticas a nivel de ePC a la cual se encuentran conectadas las Small Cells.	
Análisis	
Firmas de Responsabilidad	
Director del proyecto: _____	
Operador 1: _____	

Anexo 9

Diagrama unifilar del diseño para la implementación de la red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I



Anexo 10
Matriz de Costeo

ID EDT	ID Actividad	Actividad	Costeo		
			Por Actividad	Por Paquete	Por Fase
1		Diseño para la implementación de una red Small Cells 4G en el conjunto Apartamentos Aranjuez I			
1.1		Planeación Solución Small Cells			
1.1.1		Informe técnico actual en los Apartamentos			
	1.1.1.1	Walk Test	\$ 3.414,00	\$ 3.934,00	
	1.1.1.2	Análisis de cobertura y capacidad	\$ 520,00		\$ 6.210,28
1.1.2		Simulación de cobertura indoor	\$ 520,00	\$ 520,00	
1.1.3		Technical Site Survey CORE Small Cells	\$ 439,07	\$ 439,07	
1.1.4		Technical Site Survey RADIO Small Cells	\$ 1.317,21	\$ 1.317,21	
1.2		Implementación Solución Small Cells			
1.2.1		Implementación CORE Small Cells			
	1.2.1.1	Instalación	\$ 51.524,23	\$ 52.553,42	
	1.2.1.2	Comisionamiento & Integración	\$ 635,00		\$ 145.715,99
	1.2.1.3	Site Folder Aceptación	\$ 394,19		
1.2.2		Implementación RADIO Small Cells			
	1.2.2.1	Instalación	\$ 83.880,00	\$ 93.162,57	
	1.2.2.2	Comisionamiento & Integración	\$ 8.100,00		
	1.2.2.3	Site Folder Aceptación	\$ 1.182,57		
1.3		Initial Tuning			
1.3.1		Reporte de cumplimiento objetivos cobertura			\$ 4.974,00
	1.3.1.1	Walk Test	\$ 3.414,00	\$ 4.974,00	
	1.3.1.2	Pruebas de Aceptación Final	\$ 1.560,00		
TOTAL EDT			\$		156.900,27
RESERVA DE CONTINGENCIA			\$		8.589,66
COSTO TOTAL			\$		165.489,93

Nota. Los valores de instalación incluyen el costo de los equipos

Anexo 11

Checklist Instalación				
ID Documento:				
Datos generales de la instalación				
Nombre del sitio:				
ID del sitio:				
Región:				
Provincia:				
Ciudad:				
Proveedor:				
Actividades involucradas (Obra Civil / Inst. RAN):				
Fecha de supervisión (AAMMDD):				
Fecha de inicio de instalación:				
Fecha de término de instalación:				
Responsable en sitio:				
Tipo de auditoría por actividad (Parcial / Total):				
Nombre supervisor / Auditor:				
Método o manual de instalación (MDI) utilizado:				
Contratista:				
Instrucciones de llenado				
<p>En el campo "Evaluación" ingresar las siguientes palabras: Cumple: Cuando la instalación está de acuerdo con lo especificado en el estándar "MDI". No Cumple: Para cuando la instalación está fuera del estándar "MDI". N/A: Cuando no tenga relación la actividad o el escenario en sitio no lo requiere. En el campo "Severidad" ingresar las siguientes opciones: Crítica: Cuando el defecto impide que el sitio sea entregado (24 horas) Mayor: Cuando el defecto no impide que la instalación sea entregada (72 horas) Leve: Cuando el defecto es superficial, estético no afecta el funcionamiento (5 días)</p>				
Código Calidad	Personal Contratista	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
GE001	¿El personal cuenta con la documentación necesaria para ejecutar la instalación? Planos de ingeniería de sitio, especificaciones y método de instalación.			
GE002	¿Se cuenta con la herramienta apropiada y adecuada para garantizar la calidad de los trabajos?			
GE003	El personal porta la credencial de identificación de su empresa a la vista, cuenta con identificación oficial			

Código Calidad	Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
HSE001	El personal está libre de accesorios personales de metal.			
HSE002	El personal cuenta con el equipo de seguridad y certificación para trabajos en altura y eléctricos.			
HSE003	Al realizar trabajos de instalación, el personal lleva puesto el equipo de protección personal.			
HSE004	Durante la instalación, el sitio de trabajo se encuentra ordenado y limpio.			
Código Calidad	Gabinetes	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
GAB001	Verificar que para el gabinete se utilicen los kits de anclaje provistos por el fabricante.			
GAB002	Verificar que los cables de aterrizaje de gabinete se encuentren direccionados hacia la barra de tierra o anillo de tierra, respetando radios de curvatura.			
GAB003	Verificar etiquetado de acuerdo con el MDI.			
GAB004	Verificar que no exista espacio entre el forro del cable y la parte inicial y/o final del punto de conexión.			
GAB005	Verificar que la identificación, asignación y correspondencia de los fusibles de los equipos estén acorde al MDI.			
GAB006	Verificar que los cables de fibra óptica de los equipos estén enrutados, sujetos, conectados y etiquetados de acuerdo con MDI.			
Código Calidad	Energía	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
PWR001	Verificar que los gabinetes de los interruptores de AC estén debidamente identificados.			

PWR002	Verificar que el calibre de los conductores esté de acuerdo a lo especificado en ingeniería.			
PWR003	Verificar que los cables estén correctamente conectados y apretados en la bornera del breaker en equipo.			
Código Calidad	Generales	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
GEN001	Verificar que el cableado esté libre de ondulaciones y torceduras, se encuentre fijado a intervalos de acuerdo a la norma de instalación.			
GEN002	Verificar que se respetan los radios de curvatura para todos los cableados. Deben ser mayores a 12 veces el diámetro del cable.			
GEN003	Verificar que los cableados de las entradas y salidas de gabinete no queden expuestos a filos cortantes.			
GEN004	Verificar que todas las amarras plásticas sean cortadas con la herramienta adecuada evitando dejar puntas filosas.			
Código Calidad	Instalación	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Crítica / Mayor / Leve	Comentarios
INST001	Verificar que el soporte para los equipos se encuentre con los tornillos a la medida apropiada, rondanas planas, rondanas de presión y tuercas en el orden correcto y con el torque correspondiente.			
INST002	Verificar que los equipos se encuentren instalados, aterrizados y etiquetados de acuerdo a MDI y que los herrajes tengan el torque adecuado para evitar movilidad de los equipos.			
INST003	Verificar que los Jumper de RF entre los equipos estén distribuidos sobre el soporte y NO por debajo de los mismos.			
INST004	Verificar que todos los cables se encuentren identificados con las etiquetas homologadas y con las cintas de colores asignados para la identificación de acuerdo al MDI.			

Código Calidad	Limpieza del Sitio	Evaluación Cumple / No Cumple	Severidad Critica / Mayor / Leve	Comentarios
LIM001	Verificar la limpieza del sitio, retiro de basura y materiales sobrantes.			
LIM002	Verificar la reparación de desperfectos ocurridos durante la instalación.			

