

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO DE SISTEMAS DE
ENERGÍA PARA LA RED DE ACCESO MÓVIL DE
TELEFÓNICA**

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
INGENIERÍA DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

RODRIGO ALONSO CAPETILLO AGUILERA

PROFESOR GUÍA:
JUAN VELÁSQUEZ SILVA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EZEQUIEL MUÑOZ KRSULOVIC
ROCÍO RUIZ MORENO

SANTIAGO DE CHILE

2021

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo plantea como objetivo el diseñar un repositorio de información de la infraestructura de los sitios de una red de acceso móvil, que permita generar recomendaciones automatizadas de diseño de los sistemas de energía disminuyendo los tiempos de puesta en servicio.

El disminuir los tiempos de puesta en servicio de los nodos de acceso de una red móvil y por lo tanto de la entrega de los servicios de telecomunicaciones a los clientes siempre ha sido considerada una meta relevante en el ambiente altamente competitivo de la telefonía móvil en Chile, esta cobra una relevancia fundamental con la llegada de la nueva red 5G que acentuará aún más dicha competencia por llegar primero con los servicios de esta nueva red.

Para abordar este objetivo, primero se realizó un estudio de los procesos necesarios para la implementación de los nodos de acceso de una red móvil, pudiendo determinar que existían varias actividades relacionadas con la búsqueda de información sobre la infraestructura de energía existente en los sitios, necesaria para diseñar las soluciones de energía de los nuevos equipos de telecomunicaciones a instalar en los sitios, representaban el 68% del tiempo total de proceso, con un tiempo promedio de 62 días.

Considerando el resultado anterior se planteó la siguiente hipótesis; **“Implementar un repositorio que se actualice periódicamente, resultaría en una mejora sustancial de los tiempos de diseño y en consecuencia de los tiempos implementación”**.

En el pasado, Telefónica ha realizado esfuerzos la mejora de los tiempos de despliegue de los nodos de acceso, focalizándose en la mejora de tiempos de implementación en terreno de la infraestructura de energía e instalación de nodos de acceso, incorporando más grupos de trabajo y mecanismos control de proyectos sin embargo no existen pruebas de que esto haya disminuido los tiempos de implantación.

Por otro lado, en el marco de los procesos de eTOM, se ha documentado la necesidad de poseer un repositorio de la infraestructura de red tanto para los procesos de planificación como mantención de esta. Sin embargo; los desarrollos se han orientado a la información sobre equipos de telecomunicaciones tales como los propios nodos de acceso o sistemas de transmisión que nativamente son capaces de actualizarse, remota y automáticamente, en los sistemas de gestión y monitoreo de red.

Para poder comprobar el impacto de los tiempos de búsqueda de información en el proceso de diseño de las soluciones de energía en los sitios celulares, se analizó información en las órdenes de trabajo de proyectos implementados durante 2020 y 2021, concluyendo que en el 85% se requería visitas de levantamiento promedio de 62 días lo que representa aproximadamente 73% del tiempo promedio de diseño, comprobando. Este resultado apoya la hipótesis planteada, pues al implementar el repositorio, este tiempo en la práctica es eliminado.

*A mi esposa Paula y mi hijo
Alonso, quienes fueron mi
constante motivación.*

*A mi padre que, si bien ya no
está entre nosotros, sé que
estaría feliz y orgulloso de mí.*

*A mi primo Patricio, que, de
seguir en esta tierra, hubiese
compartido conmigo este logro.*

Agradecimientos

Primero que todo, agradecer al equipo de ingeniería de infraestructura de red de acceso móvil de Telefónica; por su apoyo, tiempo dedicado y buena disposición para conmigo en el desarrollo de este trabajo, comenzando por su jefatura Sr. Carlos Urzúa, a los ingenieros, Luis Díaz, Raúl Lopez, Rodrigo Godoy, Nicolas Torres y Allan Martinez.

A mi profesor guía, Sr. Juan Velásquez, por su sabia orientación en los aspectos de fondo de esta tesis.

Asimismo, agradecer a la Sra. Ana María Valenzuela y Sra. Laura Sáez, por su constante ayuda, orientación, sin ellas hubiese sido infinitamente más difícil reinsertarme en el Magister.

A mis profesores de taller; Sr. Ezequiel Muñoz, Rocío Ruiz y Felipe Vera, gracias por sus consejos, correcciones y especialmente por su paciencia.

Finalmente, gracias a mi amigo William Cárdenas por su valiosa ayuda con las revisiones de los informes.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 MERCADO DE TELEFONÍA MÓVIL EN CHILE.....	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
1.3 CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	5
1.4 OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO.....	9
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	9
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	9
1.4.3 <i>Resultados Esperados</i>	10
1.5 ALCANCE.....	11
1.6 RIEGOS POTENCIALES.....	11
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	12
2.1 INGENIERÍA DE NEGOCIOS.....	12
2.2 ARQUITECTURA DE PROCESOS.....	14
2.3 DISEÑO BASE DE DATOS.....	16
2.4 SISTEMA DE ENERGÍA PARA REDES DE ACCESO MÓVIL.....	19
2.4.1 <i>Elementos físicos de una red de telefonía móvil</i>	19
2.4.2 <i>Equipos e Infraestructura emplazamientos móviles</i>	20
2.4.3 <i>Sistemas de energía de un emplazamiento</i>	23
2.4.4 <i>Desafío de la de Energía con 5G</i>	27
2.5 GESTIÓN DEL CAMBIO.....	29
CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL....	31
3.1 POSICIONAMIENTO ESTRATÉGICO.....	31
3.2 MODELO DE NEGOCIO	32

3.3	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	33
3.3.1	<i>Arquitectura de Procesos AS IS.....</i>	33
3.3.2	<i>Modelamiento Detallado de Procesos AS IS.....</i>	38
3.4	CUANTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	44
3.4.1	<i>Impacto reducción tiempos de proceso</i>	44
3.4.2	<i>Impacto reducción de visitas para levantamiento.....</i>	46
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE DISEÑO DE PROCESOS		47
4.1	REDISEÑO DE PROCESOS.....	47
4.2	DIRECCIÓN DE CAMBIOS	48
4.3	REVISIÓN DE SOLUCIONES EN OTRAS EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES O ESTUDIOS.	53
4.4	DISEÑO LÓGICA DE NEGOCIOS	55
4.4.1	<i>Determinación de Necesidades de Energía del Sitio Celular.....</i>	56
4.4.2	<i>Ampliación de Empalmes Eléctricos.....</i>	61
4.4.3	<i>Ampliación o instalación de sistema de rectificación.....</i>	61
4.4.4	<i>Instalación Baterías de respaldo.....</i>	66
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE APOYO TECNOLÓGICO.....		70
5.1	CASOS DE USO Y DIAGRAMAS DE SECUENCIA	70
5.1.1	<i>Actores.....</i>	71
5.1.2	<i>Caso de uso, "Cargar Despliegue".....</i>	72
5.1.3	<i>Caso de uso, "Generar Recomendación".....</i>	73
5.1.4	<i>Caso de uso, "Determinar Carga de Diseño".....</i>	78
5.1.5	<i>Caso de uso, "Generar Reportes"</i>	80

5.1.6	<i>Caso de uso, "Actualizar Infraestructura"</i>	81
5.2	DIAGRAMA DE CLASES.....	83
5.3	DIAGRAMA DE SECUENCIA EXTENDIDOS	84
5.4	MODELO BASE DE DATOS	88
5.5	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	89
CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.		91
6.1	CONTEXTO ORGANIZACIÓN.....	91
6.2	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	92
6.3	GESTIÓN DEL CAMBIO.	94
CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO.		99
7.1	EVALUACIÓN TÉCNICA	99
7.2	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	103
7.2.1	<i>Definición de Beneficios y Costos.</i>	<i>103</i>
7.2.2	<i>Flujo de Caja.....</i>	<i>106</i>
7.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	108
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....		111
8.1	RESULTADOS HALLAZGOS Y CONCLUSIONES.....	111
8.2	RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS	112
CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA.....		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Participación de Mercado Telefonía Móvil Chile.....	1
Ilustración 2:Nuevos Servicios 5G	2
Ilustración 3:Metodología de Ingeniería de Negocios	12
Ilustración 4: Marco eTOM.....	14
Ilustración 5:"Ciclo de Vida de Diseño"	18
Ilustración 6: Elementos de una red móvil	20
Ilustración 7: Infraestructura principal de un emplazamiento	21
Ilustración 8: Detalle de equipos Telecomunicaciones y Energía	22
Ilustración 9: Ejemplos Baterías Telecomunicaciones.....	24
Ilustración 10: Función del rectificador	25
Ilustración 11: Sistema Rectificación Real.....	27
Ilustración 12: Comparación consumo de energía.....	28
Ilustración 13:Delta de Hax de Telefónica.....	32
Ilustración 14:Modelo CANVAS Telefónica	33
Ilustración 16:Desarrollo de Red eTOM Nivel 1.....	34
Ilustración 17:Descomposición "Dominio de los Recursos"	34
Ilustración 18:Diagrama Implementación Nodos de Acceso Móvil.....	35
Ilustración 15:Diagrama Ishikawa de No Cumplimiento de Plazos	37
Ilustración 19: Situación Actual Desarrollo y Entrega Sistemas Energía	43
Ilustración 20: Descomposición Dominio de los Recursos de eTOM	47
Ilustración 21:Descomposición nivel 3 de eTOM "Desarrollo y Retiro de Recursos",	48
Ilustración 22: Descomposición Apoyo y Preparación O&M.....	48
Ilustración 23: Diagrama BPMN de Proceso Rediseñado.....	51
Ilustración 24: Diagrama Casos de Uso	70
Ilustración 25:DSS "Cargar Plan de Despliegue".....	73
Ilustración 26:Casos de Uso Generar Recomendación	73
Ilustración 27:DSS "Generar Recomendación"	75

Ilustración 28: DSS "Generar Reportes"	81
Ilustración 29: DSS "Actualizar Infraestructura".....	82
Ilustración 30:Diagrama de Clases Sistema	83
Ilustración 31: DSS extendido Cargar Despliegue	84
Ilustración 32: DSS extendido Generar Recomendación	85
Ilustración 33:DSS extendido Generar Reporte.....	86
Ilustración 34:DSS extendido Actualizar Infraestructura.....	87
Ilustración 35: Modelo Base de datos ER	88
Ilustración 36: Modelo de 3 Capas	89
Ilustración 37: Pantalla Inicial Generar Recomendación	90
Ilustración 38:Variación del VAN versus la cantidad de sitios a implementar	108
Ilustración 39:VAN proyecto versus % Ingresos adelanto.....	109
Ilustración 40: VAN versus visitas evitadas (sin ingresos)	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Cantidad y proyección de Sitios con trabajos de energía por año	8
Tabla 2:Tiempos de Procesos	44
Tabla 3:Ganancia en función de Factor de Castigo Ingresos	45
Tabla 4: Datos de infraestructura de energía para ejemplo	57
Tabla 5:Actor "Jefe de Proyecto Eléctrico"	71
Tabla 6: Actor "Gestor de Proyectos"	71
Tabla 7: Actor "Contratista"	71
Tabla 8:Caso de uso "Cargar Despliegue"	72
Tabla 9:Caso de uso "Generar Recomendación"	74
Tabla 10: Caso de uso "Generar Recomendación Rectificador"	76
Tabla 11: Caso de uso " Generar Recomendación Baterías"	77
Tabla 12: Caso de uso "Generar Recomendación Empalmes"	78
Tabla 13: Caso de uso "Determinar Carga de Diseño"	79

Tabla 14:Caso de uso "Generar Reportes"	80
Tabla 15: Caso de uso "Actualizar Infraestructura"	81
Tabla 16:Comparación Alternativas	93
Tabla 17: Actores Relevantes	94
Tabla 18: Evaluación Económica Proyecto.....	107
Tabla 19: Escenarios VAN proyecto	110

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Mercado de Telefonía Móvil en Chile

La penetración en telefonía móvil en Chile a diciembre de 2019 alcanzaba los 145,6 abonados por cada 100 habitantes, con un total de 27 millones de suscriptores. Este mercado es altamente competitivo, con 4 actores relevantes que concentran más del 98 % de la participación de mercado.¹

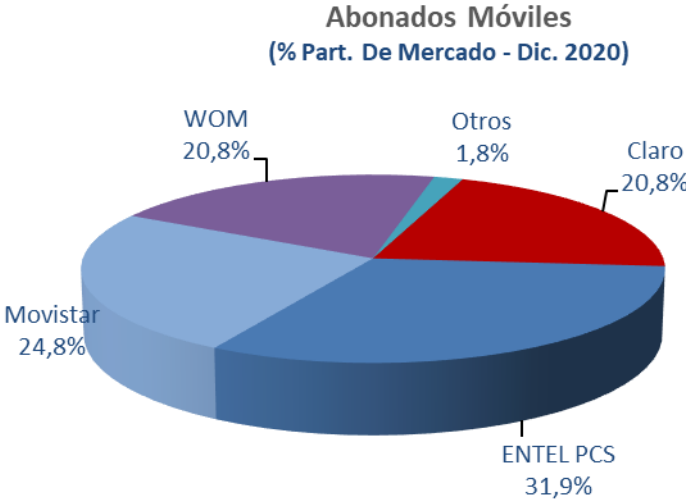


Ilustración 1: Participación de Mercado Telefonía Móvil Chile

Fuente: Estadísticas Sectoriales (Subsecretaría de Telecomunicaciones, 2021)

Las empresas del sector compiten con servicios de voz y banda ancha móvil; los cuales son proporcionados por sus redes de acceso inalámbrico, con tecnologías que se han ido superponiendo en el tiempo y conocidas como 2G, 3G y 4G, las cuales representan generaciones tecnológicas destinadas a soportar la creciente demanda sobre el tráfico de datos, impulsado por Internet y todos los servicios y aplicaciones que operan sobre ella.

El siguiente gran salto tecnológico las redes móviles será la denominada tecnología 5G, la cual será una red con velocidad de navegación 10 veces más rápida que las

¹ <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/>

redes 4G, con capacidad de soportar de tráfico 100 veces mayor y con menor latencia.² Esto permitirá desarrollar nuevos servicios, tales como la interconexión de distintos dispositivos a través de Internet, el denominado Internet de las cosas (IoT), teletrabajo, ciudades inteligentes, telemedicina y en el futuro próximo vehículos de transporte autónomos.



Ilustración 2: Nuevos Servicios 5G

Fuente: “Conexión 5G: el despegue de la transformación digital Europa” (Unión Europea, 2019)

Durante el mes de agosto de 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), publicó las bases del concurso de espectro radioeléctrico para la operación de redes 5G en las bandas de 700 MHz, AWS (1.7/2.1 GHz), 3.5 GHz y 26 GHz., para que los interesados presentasen sus proyectos técnicos. Las concesiones se debían asignar a los proyectos que ofreciesen las mejores condiciones técnicas de servicio y entregasen las mayores coberturas nacionales.

Debido al empate en las condiciones de los proyectos técnicos presentados por varios operadores para operar en la banda de 3.5 GHz, Subtel lanzó una licitación económica, con el objetivo para dirimir el empate entre los concursantes.

² <https://www.gob.cl/5g/>

En febrero de 2021, la SUBTEL anunció que las empresas Movistar, Entel y Wom ganaron la licitación de desempate de la banda 3.5 GHz. Esto, tras presentar las ofertas económicas más altas, cuyos montos ascendieron en forma aproximada a 117mil millones de pesos (unos USD 163 millones), 100 mil millones de pesos (unos USD 139 millones) y 32 mil millones de pesos (unos USD 45 millones), respectivamente.³

Según estimaciones del gobierno y mencionadas por el presidente en su discurso del lanzamiento de la licitación el despliegue de la infraestructura para el 5G, “El despliegue de la futura red impulsará una importante inversión en el sector, estimándose entre 2.650 y 3.000 millones de dólares de las inversiones en infraestructura para soportar el 5G que se prevé en el horizonte de los próximos cinco años. Se duplicará el número de antenas a 60.000 para dar mayor cobertura a esta nueva red”.⁴

Debido a todo anterior, es lógico pensar que, a pesar de tener un alto costo de inversión, las empresas competirán por ser las primeras en el mercado en desplegar esta nueva tecnología en sus redes, pues será vital para la supervivencia de ellas en un mercado altamente competitivo.⁵

³ <https://www.subtel.gob.cl/licitacion-5g-recauda-usd-453-millones-en-total-para-el-estado/>

⁴ <https://www.subtel.gob.cl/presidente-pinera-anuncia-la-primer-licitacion-5g-de-latinoamerica-y-la-creacion-de-un-ecosistema-digital-publico-privado/>

⁵ <https://www.df.cl/noticias/empresas/industria/entel-inicia-carrera-por-el-5g-espera-tener-instaladas-80-de-las/2021-06-03/201423.html>

1.2 Descripción de la empresa

La empresa donde es desarrollado el presente proyecto es Telefónica Móviles Chile S.A., compañía que pertenece al Grupo Telefónica S.A con sede central en España y con operaciones en 12 países de América y Europa.

“Movistar” es la marca comercial que acoge tanto a los productos de Telefónica Chile S.A. como a los de Telefónica Móviles Chile S.A. Esto se produce tras llevarse a cabo un proceso de unificación de marca comercial, por parte del Grupo Telefónica, en todas sus operadoras a nivel mundial. Los productos y servicios que provee la empresa incluyen principalmente:

Servicios de telefonía móvil y navegación en Móvil.

Planes de postpago que consisten principalmente en planes multimedia que por un cargo fijo mensual ofrecen minutos de voz y capacidad de navegación en el móvil de acuerdo con el plan contratado.

Servicios de prepago a través de una recarga de dinero por adelantado, el cliente accede a servicios de voz y/o navegación en móvil durante un período de tiempo determinado, además incluyen redes sociales.

Venta de equipos terminales y accesorios: se puede adquirir equipos con la contratación de un plan o prepago o renovar, o a través de compra directa.

Servicios de Valor Agregado y Roaming Internacional, a través de la contratación del “Pasaporte Movistar” por una cierta cantidad de tiempo entre 7 y 21 días, permite navegación ilimitada y minutos de voz para usar en el extranjero

De acuerdo a la memoria anual de Telefónica del año 2020 (Telefonica Móviles Chile S.A, 2021) Al 31 de diciembre de 2019, la Telefónica Móviles Chile registraba 7.652.035 mil accesos móviles, con ingresos por \$ 830.286 millones al 31 de diciembre de 2020, que presentan una disminución de 3,3% respecto al ejercicio

2019, debido a la disminución de los ingresos de servicio móvil de pospago y prepago por dinámica competitiva del mercado. El total de accesos móviles (pospago y prepago) presentaron una caída de 6,3% respecto a 2019, destacando en 2020 el alza de 7,7% en accesos pospago, debido a mayores altas, por agresivas campañas comerciales.

La empresa. cuenta con una red móvil a nivel nacional que compuesta de las siguientes tecnologías:

- 2G GSM/GPRS/EDGE, que ofrece servicios de voz y datos de baja velocidad. La red de acceso está compuesta de estaciones base de tecnología Nokia y Huawei, y el *core*, donde confluye todo el tráfico, es de tecnología Ericsson para los servicios de voz y datos.
- 3G UMTS/HSPA, que ofrece servicios de voz y datos de velocidad media. La red de acceso está compuesta de *nodos b* de tecnología Nokia y Huawei, y el *core* es de tecnología Ericsson para voz y datos.
- LTE, que ofrece servicios de datos de alta velocidad. El *core*, sólo de datos, es de tecnología Ericsson, y la red de acceso está compuesta de nodos b de tecnología Nokia y Huawei.

1.3 Contexto del problema

La arquitectura de red de la compañía tiene como uno de sus componentes principales las denominadas estaciones base (o BTS, del inglés Base Transceiver Station), las cuales envían y reciben señales de radio de baja potencia a/desde los terminales móviles de los usuarios, formando una gran red inalámbrica que suele desplegarse en forma de pequeñas celdas o células (de ahí su nombre de “red celular”).

A su vez, una estación base está compuesta de un armario (donde van colocados los equipos y baterías) y las antenas, todo ello montado sobre un soporte que suele ser un edificio, un poste, una torre o mástil. Las estaciones base se conectan con la red

principal de telefonía mediante alguna tecnología de transmisión que puede ser un cable de fibra óptica o utilizando un enlace de microondas.

Los equipos electrónicos que permiten el procesamiento de las señales, su radiación y transmisión requieren energía eléctrica para su funcionamiento, generalmente en corriente continua. En la actualidad el requerimiento de esta energía puede ir desde los 80 kWh mes hasta los 10.000 kWh mes

Existen dos alternativas para la entrega de esta energía a los equipos, siendo las principales.

- a) **Alimentación desde la red eléctrica comercial:** en este caso se habilita un empalme eléctrico cuyas características en cuanto a potencia y tarifas dependerán de los perfiles de consumo que se espera para la estación base. Como la mayoría de los equipos funcionan en corriente continua se debe instalar además un equipo rectificador que transforme la energía en alterna del empalme a continua.

- b) **Energía proveniente de fuentes alternativas de energía:** en el caso que no exista red eléctrica en el lugar, para poder proporcionar la energía necesaria las alternativas son: instalar un grupo electrógeno Diesel, instalar paneles solares, instalar turbinas eólicas, combinaciones de los anteriores o construir una línea de Media Tensión propia que llegue al primer punto de una red comercial.

Además del sistema principal de energía, es necesario instalar sistemas de respaldo, los cuales deben ser capaces de proporcionar energía cuando se producen cortes del sistema principal. El tiempo en que estos sistemas deberán respaldar, dependerá de la relevancia del sitio celular y/o de la obligación que impone la reglamentación gubernamental al respecto.

Para poder instalar estos sistemas de energía, anualmente se generan proyectos en función de un plan del despliegue de nueva *infraestructura* para estaciones bases, el cual a su vez viene dado por el plan de crecimiento de red orientado a cubrir

necesidades de aumento de tráfico, cobertura, calidad y/o nuevas tecnologías o servicios a desplegar en la red.

Durante los últimos 4 años, la cantidad y complejidad los proyectos que requieren modificaciones o nuevos sistemas de energía, ha sido baja. Sin embargo, este escenario cambiará drásticamente a partir de 2021 debido a, principalmente, a la necesidad de desplegar la nueva tecnología 5G en la red de Telefónica. Se estima que esta nueva tecnología generará un aumento de la demanda de energía de hasta un 150% en los consumos eléctricos de las instalaciones, lo cual implicará para la empresa la puesta en marcha de una gran cantidad de proyectos de despliegue de nueva infraestructura y que por razones regulatorias, la primera etapa correspondiente al cumplimiento del proyecto técnico presentado en el concurso, deberán ejecutarse en un plazo máximo de 24 meses, el no cumplimiento de estos plazos implicará el cobro de la Boleta de Garantía por la suma de 450.000 U.F.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de distintos tipos de trabajos de energía y su comparación con lo que se estima se podría aumentar el trabajo para el proceso como efecto de la implementación de 5G y cumplimiento de regulación de respaldo de energía.

Tabla 1: Cantidad y proyección de Sitios con trabajos de energía por año

Fuente: Elaboración propia

Actividad	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Instalación de Baterías	26	97	220	151	500	1500
Instalación Rectificadores	140	139	198	114	250	400
Aumento de Empalmes	30	5	6	7	30	100

Uno de los procesos necesarios que se requieren para poder entregar las soluciones de energía, es el diseño, en donde se definen las especificaciones técnicas del equipamiento que se debe instalar en cada sitio, con el objetivo de satisfacer las necesidades de energéticas de los nuevos equipos de radio y transmisión que se instalarán en cada emplazamiento. Los objetivos principales de este proceso son:

- cumplir con los tiempos y costos de ejecución de cada proyecto
- optimizar el consumo de energía

- evitar caídas de servicio por falta de capacidad de energía con la consiguiente pérdida de ingresos y satisfacción de clientes.
- dar cumplimiento a las exigencias regulatorias, comerciales y medioambientales

El rediseño buscará mejorar la estructura del proceso de Diseño de los Sistemas de Energía para las instalaciones de la red de Telefónica Móviles Chile S.A, el cual es el responsable de

- Evaluar y Diseñar las soluciones de energía alterna escogiendo entre el uso energía proveniente de redes comerciales, autogeneración con energía renovable no convencional y/o el uso de grupos electrógenos.
- Evaluar y diseñar las soluciones de energía en corriente continua, considerando mecanismo de respaldo frente a cortes de energía eléctrica.
- Entregar las necesidades de compra de suministros de energía.
- Evaluación económica de las soluciones.

1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un repositorio de información de la infraestructura de los sitios de una red de acceso móvil, que permita generar recomendaciones automatizadas de diseño de los sistemas de energía disminuyendo los tiempos de puesta en servicio.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Levantar el actual proceso de diseño de sistemas de energía para nodos de

acceso móvil.

- Contar con un repositorio de información actualizado del estado de infraestructura de energía de los sitios de la red de acceso móvil.
- Disponer de una aplicación que genere recomendaciones de diseño automatizado que incorpore la información de estado de infraestructura de energía.
- Contar de una evaluación económica del proyecto que permita visualizar los beneficio de implementar el proyecto.
- Disponer de un plan de implementación del repositorio y del sistema de recomendaciones

1.4.3 Resultados Esperados

El desarrollo de este trabajo espera el cumplimiento en los siguientes puntos:

- Elaboración del diccionario de datos de infraestructura de energía
- Implementación de un prototipo de una Base de Datos de Estado Energía
- Diseño de una aplicación de recomendaciones de diseño de soluciones de energía.
- Documento con la evaluación económica del proyecto.
- Plan de Implementación elaborado y documentado.
- Demostrar al menos que se puede disminuir en al menos un 20% los tiempos de entrega de diseños de soluciones de energía.

1.5 Alcance

El alcance del presente trabajo considera solo aquellas actividades de diseño de soluciones de energía en emplazamientos existentes de una red de acceso de telefonía móvil conectados a la red eléctrica comercial. No se consideran las actividades de soluciones para emplazamientos físicos nuevos

No están los alcances las actividades de planificación, control y seguimiento, programación, implementación en terreno, gestión de contratistas. Tampoco está considerado ningún proceso o subproceso de otros tipos de soluciones de red necesarias para la implementación de un nodo de acceso, por ejemplo; la implementación de nodos de radio y transmisión

1.6 Riesgos Potenciales

Los Riesgos principales para no la implementación del proyecto son:

1. Que la información de infraestructura de energía no esté disponible para una cantidad suficiente de sitios

Para efectos de mitigar este riesgo se aprovecharán los flujos de información provenientes del levantamiento que se está ejecutando como parte del despliegue de la primera etapa 5G.

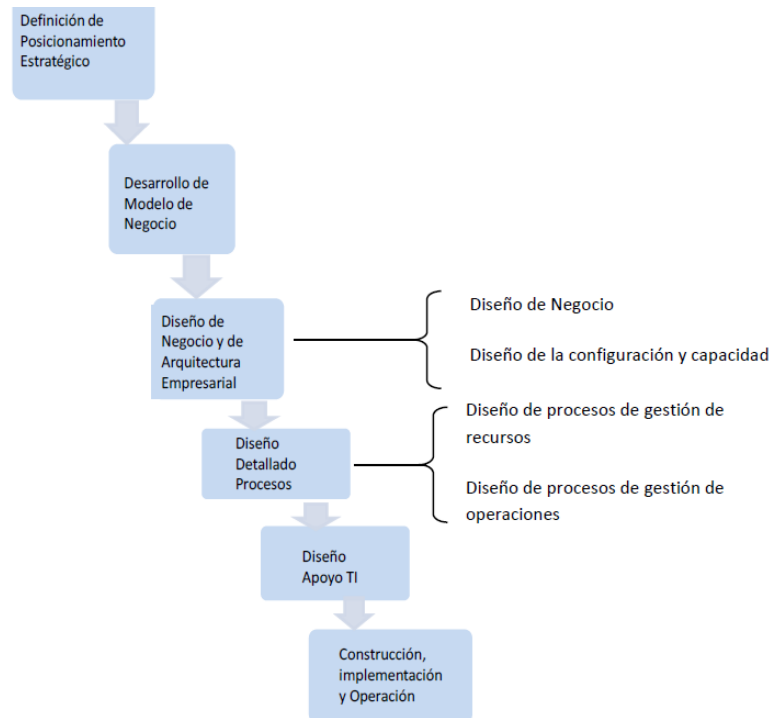
2. Que debido a la reciente reestructuración de Telefónica en una organización nivel HISPAM, destinada a la gestión conjunta de las operaciones de: Argentina, Colombia, Chile, Perú; Ecuador, Venezuela, Uruguay y México; se decida retrasar cualquier definición de soluciones tecnológicas, a la espera de poder revisar y homologar soluciones con todas las operaciones.

Para mitigar este riesgo, se buscará que la solución desarrollada se compatible con plataformas existentes en el grupo HISPAM. Además, se concientizará a los directivos HISPAM y locales sobre la oportunidad de ejecutar este proyecto y expandirlo a nivel HISPAM.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Ingeniería de Negocios.

La Metodología que se utilizará estará basada en la metodología de la Ingeniería de Negocios, la cual apoyará a la estructura conceptual al proyecto dividiéndolo en las siguientes etapas de: Planteamiento Estratégico, Definición del Modelo de Negocio, Diseño de la Arquitectura de Procesos, Diseño Detallado de Procesos del Negocio, Diseño de las Aplicaciones TI, Construcción e Implementación (Barros, 2015).



2

Ilustración 3: Metodología de Ingeniería de Negocios

Fuente: Ingeniería de Negocios, (Barros, 2015)

Un resumen de cada una de las etapas de esta metodología es la siguiente:

- 1. Definición de Posicionamiento Estratégico:** Se definen los planteamientos estratégicos que la empresa tiene en la actualidad.
- 2. Desarrollo del Modelo de Negocios:** El planteamiento estratégico

se materializa a través de su correspondiente modelo de negocio, que define cual es la propuesta de valor al cliente.

3. **Diseño de la Negocio y Arquitectura Empresarial:** Se realiza un diseño de la arquitectura empresarial, la cual a su vez se compone de múltiples arquitecturas y componentes que forman la empresa, teniendo como una sus componentes principales su arquitectura de procesos, la cual tiene como base una arquitectura de macroprocesos.
4. **Diseño detallado de los Procesos:** Se realiza el diseño de los procesos a un nivel de subprocesos y tareas en modelos de notación de procesos de negocios tales como BPMN.
5. **Diseño de Apoyo TI:** Se identifican las actividades que requieren de apoyo computacional y se realiza un diseño de las funcionalidades necesarias.
6. **Construcción e Implementación de la Solución:** Una vez que se tiene el diseño de las funcionalidades se realiza la construcción del diseño.

Podríamos resumir el esquema anterior en base a lo expresado por Barros (Barros, 2015); como una metodología que combina el uso de patrones de negocio y de arquitecturas formales, integrando el uso de herramientas de modelación de procesos, analítica y el apoyo de tecnologías de información con el propósito de optimizar los recursos de diseño y caracterizar los servicios para los clientes.

La elección de esta metodología frente a otras metodologías está fundamentada en que esta relaciona de forma natural la estrategia y modelo de negocio de Telefónica Móviles de Chile con el proceso a rediseñar. Además, basados en un análisis comparativo de otras alternativas realizado Adnan y Nazir (Rashid, 2013); se visualiza que si bien otras metodologías como Model-Based Integrated Process Improvement

Methodology (MIPI) (Adesola, 2005), incluyen una etapa de comprensión del negocio, no se incluye la utilización de marcos de referencia conocidos para el rediseño de los procesos, que como veremos más adelante se usará eTOM (TM FORUM, 2020) para el desarrollo del presente proyecto.

2.2 Arquitectura de Procesos.

En acuerdo a la metodología Ingeniería de Negocios, se recomienda utilizar patrones generales como marco de referencia de procesos, en dominios específicos para utilizarlos como punto de partida para diseñar los procesos. El caso del tema del presente trabajo se ha considerado, que debido a que se encuentra en el sector de las telecomunicaciones, la Arquitectura de Procesos más adecuada es eTOM (Enhanced Telecom Operations Map) (TM Forum, 2020); que es un marco de referencia construido por de forma colaborativa e incorporando las mejores prácticas de los más importantes miembros de la comunidad de la industria de telecomunicaciones, tales como: proveedores de servicio e infraestructura, operadores y expertos llegando a ser el de mayor aceptación en el sector.

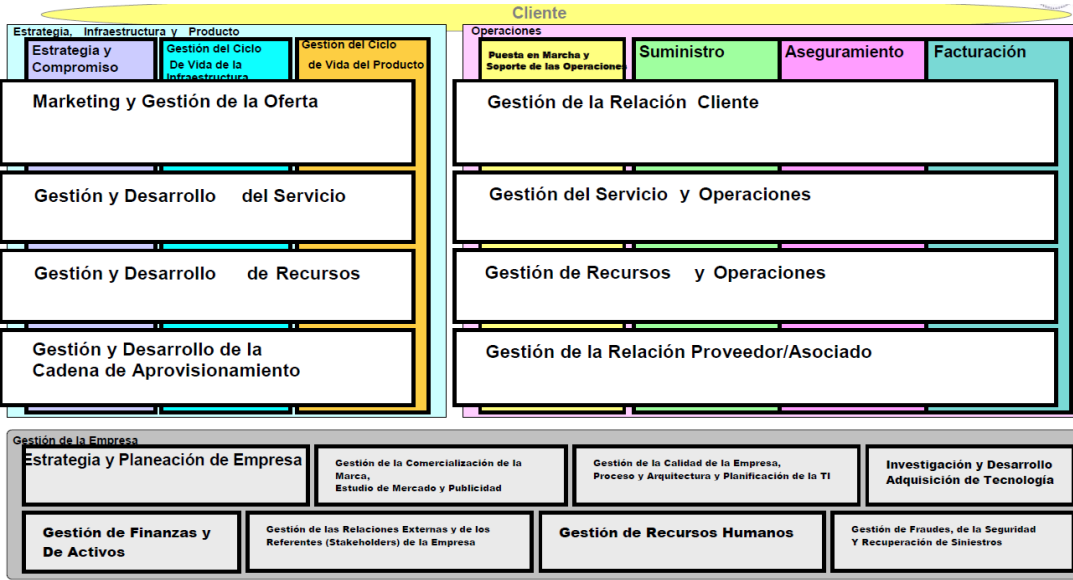


Ilustración 4: Marco eTOM

Fuente: (TM FORUM, 2020)

Examinando la ilustración anterior, que muestra la estructura formal de eTOM, podemos observar que este marco de referencia está estructurado en forma matricial,

pues por un lado está compuesto por dos grandes bloques de procesos verticales identificados como: “**Procesos de Estrategia, Infraestructura y Productos**” y **Procesos de Operaciones**; pero a su vez estos procesos son cruzados de forma transversal por procesos horizontales denominados “**dominios**”, como por ejemplo; el “**Dominio de Gestión y Desarrollo de los Recursos**”, el cual atraviesa todos los procesos asociados a “Procesos de Estrategia, Infraestructura y Productos”.

Bajo esta estructura matricial de proceso, eTom identifica una capa de apoyo transversal correspondiente a los procesos de gestión de la empresa como por ejemplo la gestión financiera y a de recursos humanos.

Finalmente, podemos observar que eTOM pone en la cúspide de su estructura al cliente, tal como se aprecia en la ilustración, alineando toda la matriz de sus procesos de forma transversal en función del cliente.

A continuación, profundizaremos un poco en los niveles de descomposición del proceso de Estrategia, Infraestructura y Productos, pues como veremos será en donde se concentrará el presente trabajo. Así, podemos ver que este a su vez se subdivide en 3 procesos verticales que son:

1. **Estrategia y Compromiso**, cuyo objetivo es establecer la relación de los procesos de gestión y operación con las estrategias de negocio de la empresa
2. **Gestión de los Ciclos de Vida de la Infraestructura**, con el rol de planificar, diseñar e implementar las infraestructuras físicas, de red, tecnológicas y de soporte
3. **Gestión del Ciclo de Vida del Producto** cuyo objetivo es, definir, planificar e implementar todos los productos para los clientes de la empresa.

Con respecto a los dominios que atraviesan transversalmente los procesos verticales mencionados anteriormente tenemos el siguiente detalle:

- **Marketing y Gestión de la Oferta**, tiene como objetivo el desarrollo de desarrollar productos, servicios y ofertas en base al conocimiento del mercado y sus clientes.
- **Gestión y Desarrollo del Servicio**, en este dominio se ejecuta la planificación y desarrollo y entrega de los servicios que la empresa entrega a sus clientes
- **Gestión y Desarrollo de Recursos**, se enfoca en la planificación y despliegue de los recursos que se requieren para poder entregar los servicios y productos, tales como infraestructura de red y nuevas tecnologías.
- **Gestión y Desarrollo de la Cadena de Aprovisionamiento**, que tiene como función principal la gestión de las relaciones con los proveedores de productos y servicios que necesita la empresa para su desarrollo y operación

2.3 Diseño Base de Datos

De acuerdo con la guía DAMA-DMBOK (DAMA Internacional , 2010) la Arquitectura de Datos es el proceso de definir y mantener especificaciones que:

- Proporcionan un vocabulario común de estándares de negocios;
- Expresan requisitos de datos estratégicos;
- Delinean diseños integrados en un nivel alto para cumplir con estos requisitos;
- Alinean con la estrategia empresarial y arquitectura de negocios relacionada.

Por otro lado, la Arquitectura de Datos empresarial es un conjunto integrado de artefactos que incluye tres grandes categorías de especificaciones:

1. **Modelo de datos de la empresa:** Es el componente central de la arquitectura de datos empresarial.
2. **Análisis de la cadena de valor de información:** Se alinean datos con procesos de negocios y otros componentes de la arquitectura empresarial.
3. **Arquitectura de datos de entrega** relacionados: Esto incluye arquitecturas de base de datos, integración de datos, almacenamiento de datos, inteligencia de negocios, contenidos de documentos, y metadatos.

De acuerdo con esta guía, comprender las necesidades de información, es un aspecto clave en el desarrollo de la arquitectura de datos. Los diseñadores deben determinar las necesidades de información de la empresa evaluando: entradas, salidas, fuentes de datos internos y externos, documentación existente y entrevistas.

El diseño de base de datos se estructura en el denominado “Ciclo de Vida de Diseño” (J. L. Harrington, 2009):



Ilustración 5: "Ciclo de Vida de Diseño"

Fuente: (Harrington, Relational Database Design and Implementation, 2016)

1. **Evaluación de Necesidades**, consistente en una evaluación de las necesidades para determinar qué debe hacer el sistema nuevo o modificado. “En opinión de muchos analistas de sistemas, es la parte más importante del proceso de desarrollo de sistemas. No importa lo bien desarrollado que esté, incluso el mejor sistema de información es inútil si no satisface las necesidades de su organización”. (Harrington, Relational Database Design and Implementation, 2016)
2. **Análisis de Factibilidad**, consiste en evaluar la viabilidad del sistema requerido, principalmente en los aspectos: operativos, tecnológicos y financieros.
3. **Generación de Alternativas**, consiste en elaborar una lista de dos o más alternativas de diseño del sistema. Sin embargo, la primera alternativa es casi siempre "no hacer nada": mantener el sistema actual.
4. **Evaluación de Alternativas**, consiste en elaborar un análisis de costo / beneficio de las alternativas propuestas para con ello poder tomar la decisión.

5. **Diseño**, en esta etapa se debe documentar exactamente qué datos deben estar en la base de datos, las aplicaciones e interfaces de usuario.
6. **Desarrollo del Sistema y Pruebas**, se genera un prototipo el cual es probado de forma iterativa haciendo correcciones en cada una, hasta que se satisfagan los requerimientos principales de los usuarios.
7. **Implementación**, se realiza mediante las sentencias del lenguaje de definición de datos (LDD) del sistema escogido. Estas sentencias se encargan de crear el esquema de la base de datos, los ficheros en donde se almacenarán los datos y las vistas de los usuarios.
8. **Evaluación**, en esta etapa se prueba y valida el sistema con los requisitos especificados por los usuarios. Para ello, se debe diseñar una batería de pruebas con datos reales, que se deben llevar a cabo de manera metódica y rigurosa.

2.4 Sistema de energía para redes de acceso móvil.

2.4.1 Elementos físicos de una red de telefonía móvil

Como el alcance de este trabajo no es el comprender la arquitectura de una red móvil de nueva generación a continuación no enfocaremos en una visión física de ellas que nos permita comprender de mejor manera los sistemas de energía asociados y sus variables y condiciones de diseño.

Desde un punto de vista físico las redes de telefonía móvil están compuestas por 3 elementos principales que son

Terminales: Son los dispositivos utilizados por los usuarios para acceder a los distintos servicios de voz y datos que provee la red, como por ejemplo los smartphones y tablets, con capacidad de conectarse a desde y hacia la red vía radiofrecuencia.

Emplazamientos o sitios móviles: Corresponden a los lugares físicos en donde se encuentran ubicado los distintos elementos que proveen acceso a la red del proveedor

de telecomunicaciones: antenas, equipos de recepción y transmisión de las señales de radio que provienen o van hacia los terminales de usuario. También contiene los sistemas complementarios a los equipos de telecomunicaciones tales como; los sistemas de energía, climatización y obras civiles asociadas tales como, torres metálicas, casetas y/o plataformas para instalar los equipos. Y climatización.

Edificios Técnicos Central: Corresponden a los lugares físicos en donde se encuentran instalados los elementos de la red que gestionan y encaminan de forma agregada las llamadas, el tráfico de datos y acceso a internet de los equipos de acceso ubicados en los emplazamientos o sitios celulares, interconectado con redes de otros proveedores o segmentos de la red propia en donde se encuentren los destinos u orígenes de dichos tráficos.

En la siguiente ilustración se muestra de manera simplificada como están relacionados estos elementos de la red.

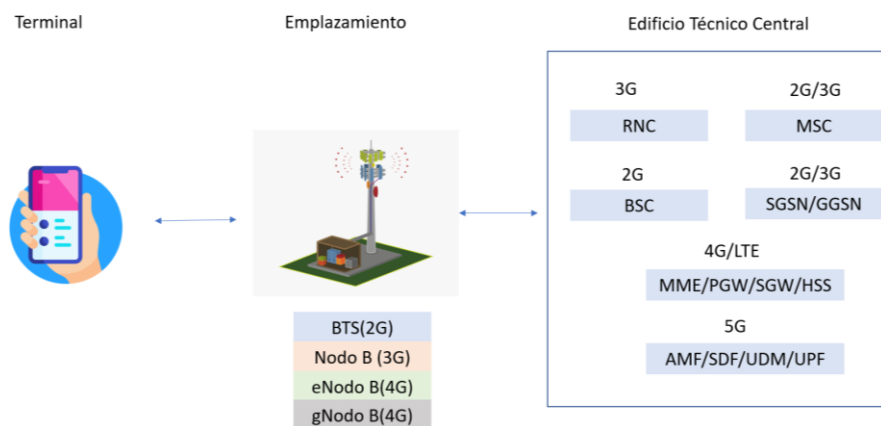


Ilustración 6: Elementos de una red móvil

Fuente: Elaboración Propia

2.4.2 Equipos e Infraestructura emplazamientos móviles.

A continuación, comentaremos la infraestructura y equipamiento principales de un emplazamiento de una red de acceso móvil.

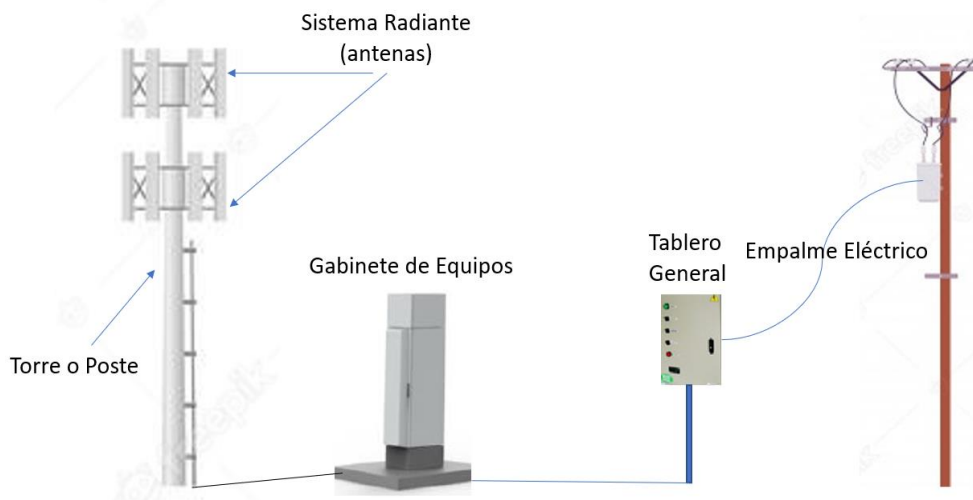


Ilustración 7: Infraestructura principal de un emplazamiento

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración anterior podemos apreciar los siguientes elementos:

Torre o Poste: Corresponde a una estructura generalmente metálica de varios metros de altura en donde se montan las antenas del sistema radiante (antenas y equipo electrónico asociado). En algunos casos se utilizan poste del alumbrado público, azoteas o paredes de edificios.

Antenas: es el elemento que transmite y recibe las señales de radiofrecuencia que transportan las comunicaciones, desde y hacia los terminales.

Tablero General Eléctrico: Es un pequeño gabinete metálico al cual llega la línea eléctrica del empalme, contiene el interruptor principal, y desde donde se derivan los circuitos a los equipos contenidos en el gabinete de equipos.

Empalme eléctrico: Corresponde a la conexión de la instalación eléctrica del sitio y la red eléctrica de una empresa distribuidora de energía eléctrica.

Gabinete de Equipos: Es un gabinete metálico que contiene los distintos equipos de radio, transmisión y energía del sitio. En la figura8 podemos ver un detalle de los

equipos que generalmente contiene este elemento. En algunos antiguos o con condiciones medioambientales complicadas (nieve en invierno) este gabinete es reemplazado por un contenedor metálico de mayor tamaño.

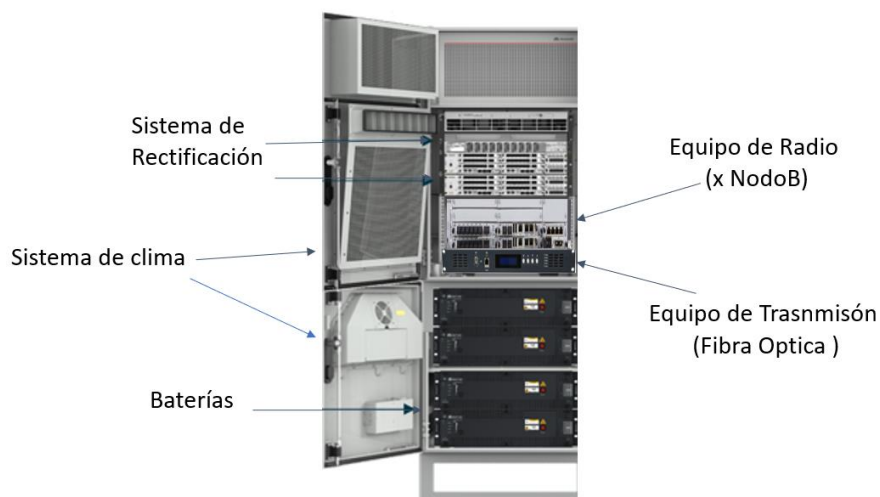


Ilustración 8: Detalle de equipos Telecomunicaciones y Energía

Fuente: Elaboración propia

En la figura podemos distinguir los siguientes elementos:

Sistema de clima: equipamiento destinado a mantener la temperatura máxima al interior del gabinete de equipos inferior a los 25° Celsius, para proteger la vida útil de los equipos electrónicos y baterías.

Equipo de radio: Equipo electrónico destinado a procesar las comunicaciones de los usuarios, generando y gestionado las señales portadoras de radiofrecuencia en donde se transporta la información la comunicación. Se interconectan con una o varias antenas del emplazamiento. Dependiendo de la generación tecnológica varían las metodologías de gestión, acceso y compartición del recurso de radio y se identifican estos equipos de manera genérica como. *BTS (Base Transceiver Station)* para el caso de 2G, *Nodo B*, para el caso de 3G, *eNodo B* para el caso del 4G/LTE y *gNodo B* en el caso de 5G.

Equipo de Transmisión: Cumple la función de agregar las señales de radio de todos los usuarios que establecen comunicaciones gestionadas por el equipo de radio, y transportarlas generalmente vía fibra óptica, en cuyo caso cumple además la tarea de convertir señales eléctricas en ópticas, hacia el *core* de la red.

Sistema de Rectificación: Equipos que cumple la función de entregar energía eléctrica en corriente continua a los equipos de radio y transmisión, mayor de detalle de este equipo se entregará en la sección siguiente.

Baterías: Cumple la función de entregar energía eléctrica en corriente continua a los equipos de radio y transmisión en el caso de ausencia de cortes de energía de la red comercial, mayor de detalle de este equipo se entregará en la sección siguiente.

2.4.3 *Sistemas de energía de un emplazamiento*

En lo que sigue describiremos con mayor detalle los equipos de energía y sus funciones que se utilizan en los emplazamientos de una red de acceso móvil.

Empalme eléctrico: Tal como se mencionaba anteriormente corresponde a la conexión eléctrica entre las instalaciones interiores del emplazamiento y la red comercial. Existen de dos tipos principales: monofásicos con tensión de 220 V y Trifásicos con tensiones de 380 V. Es importante para el caso de los emplazamientos la máxima potencia eléctrica que puede proveer un empalme eléctrico que en el caso de los empalmes monofásicos llegan hasta los 10kW, luego de ello se utilizan empalmes trifásicos.

Baterías: Son elementos que convierten energía química en energía eléctrica. En telecomunicaciones cumplen la función de proporcionar energía eléctrica a los equipos de telecomunicaciones en el caso de un corte del sistema de alimentación principal, generalmente la red eléctrica comercial. Se usan baterías denominadas secundarias cuya reacción electroquímica es reversible, es decir después de que la batería se ha

descargado puede ser cargada inyectándole corriente continua desde una fuente externa. Su eficiencia en un ciclo de carga y descarga está entre el 70% y 80% ⁶

Tradicionalmente se han utilizado baterías del tipo ácido-plomo que utilizan como electrolito una disolución de ácido sulfúrico y el cátodo y ánodo son de plomo. En los últimos años se está dando preferencia a la instalación de baterías del tipo Ion Litio que usa como electrolito sales de litio y con una mayor de densidad de energía.

La función de las baterías en los sistemas de telecomunicaciones es el proporcionar energía eléctrica a los equipos ante cortes de energía. Para conocer el tiempo que podrá proporcionar energía la batería plenamente cargada debemos considerar que los equipos electrónicos de telecomunicaciones operan con energía eléctrica de corriente continua a un voltaje determinado por los fabricantes, actualmente el estándar de facto es de 48 volts. Por otro lado, los fabricantes de baterías para sistemas de telecomunicaciones fabrican unidades capaces de entregar 12 volts en el caso de baterías del tipo ácido plomo, por lo cual se deben instalar 4 unidades conectadas en serie para entregar los 48 Volts indicados y en el caso de las baterías de Ion litio cada unidad entrega un voltaje de 49 volts por unidad. En la siguiente ilustración se muestran imágenes de ambos tipos de baterías.



Batería Ion Litio 48 V



Batería Acido Plomo
12 V

Ilustración 9: Ejemplos Baterías Telecomunicaciones

Fuente: Elaboración en base imágenes de fabricante Narada

⁶ <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>

Por otro lado, estas baterías vienen en capacidades de respaldos indicados como ampere hora (AH), que indica que es capaz de entregar una corriente continua durante una hora con el valor de amplitud indicado, por ejemplo, una batería de Ion litio que se indique en sus características que su capacidad es de 150 AH, indica que podrá entregar una corriente de 150 amperes por el tiempo de una hora con una tensión de 48 Volts.

Debemos recordar que la potencia eléctrica en el caso de la corriente continua es el producto de la corriente por el voltaje, siguiendo con el ejemplo significa que esta batería es capaz de entregar una potencia de $48\text{ V} \times 150\text{ A} = 7.200\text{ watts}$ en por un tiempo de una hora. Si el equipo de telecomunicaciones por ejemplo requiere una potencia de operación de 3.600 watts entonces la batería será capaz de entregar energía eléctrica a este equipo por un tiempo de $7.200/3.600 = 2$ horas.

Sistema de rectificación:

Los equipos electrónicos de telecomunicaciones requieren energía eléctrica para su operación, esta energía debe ser entregada normalmente en corriente continua (existen algunos equipos que operan con corriente alterna). Los equipos de rectificación son los encargados de transformar la energía eléctrica en corriente alterna que ella al empalme desde la red comercial a la corriente continua en 48 Volts requerida por los equipos y para la recarga de las baterías.

Para entender cuál es la función de estos equipos de mejor forma observemos la siguiente ilustración

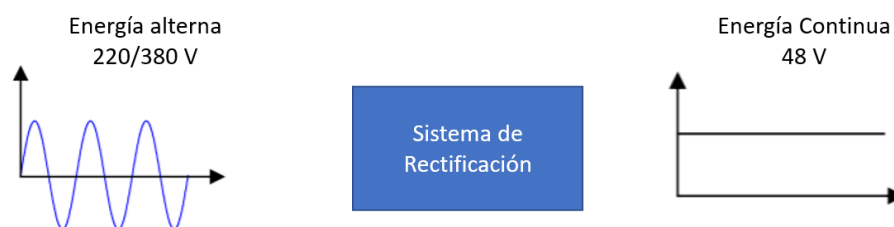


Ilustración 10: Función del rectificador

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama se observa como una señal eléctrica alterna periódica amplitud de 220 V o 380 V es transformada por el sistema de rectificación en una señal continua de amplitud 48V (que se muestra en forma simplificada solo para efectos de esta explicación). Notar que este sistema no solo debe realizar la rectificación de la onda alterna, sino que además posee una etapa de transformación de voltaje desde los 220/380 Volts de entrada a los 48 Volts en la onda eléctrica de salida. Así mismo posee filtros para eliminar las señales espurias producidas.

Un aspecto relevante para considerar es que en este tipo de sistemas existirán perdidas en el proceso de conversión que será considerada la eficiencia del sistema de conversión. Si definimos P_e como la potencia de entrada y P_s como la potencia de salida entonces la eficiencia del sistema E_f será:

$$E_f = \frac{P_s}{P_e}$$

El valor de E_f en los sistemas modernos están desde el 94% hasta el 98% de eficiencia.

Desde el punto de vista práctico los sistemas de rectificación para sistema de telecomunicaciones están compuestos por los siguientes elementos principales:

Módulos rectificadores: poseen la electrónica de rectificación con capacidad de transformar una señal de entrada eléctrica de hasta una cierta potencia dada, se pueden conectar en serie entre si permitiendo crecer de manera modular la capacidad total de rectificación del sistema, así la capacidad máxima del sistema será la suma de la capacidad individual de los módulos.

Módulo de control y monitoreo: es el cerebro del sistema que permite gestionar y monitorear el funcionamiento de los módulos rectificadores, configurar los voltajes de salida y corriente para la carga y mantención de baterías y generar alarmas entre otras funciones.

En la siguiente ilustración podemos observar ambos elementos

Modulo de Control y Monitoreo



Módulos Rectificadores

Ilustración 11: Sistema Rectificación Real

Fuente: Página Web Eltek⁷

2.4.4 Desafío de la de Energía con 5G

La mayor parte del consumo de energía de una red de acceso es requerida por la operación de la BTS de un emplazamiento ó gNodo B como se denomina en el caso de 5G.

Según estimaciones señalas en un estudio publicado en la European Scientific Journal (Shurdi O., 2021), el típico sistema 5G tendrá necesidades de energía entorno a un 70% mayor que un sitio en el que estén desplegadas las tecnologías 2G, 3G y 4G juntas, debido a que incluye componentes de alto consumo de energía tales como transceptores de microondas, antenas integradas de múltiples entradas y salidas (MIMO), conversores de datos más rápidos, amplificadores de ata potencia y bajo ruido

En la siguiente ilustración podemos observar una comparativa de ejemplo de la situación descrita.

⁷ <https://www.eltek.com/products/flatpack2-ps-system/>

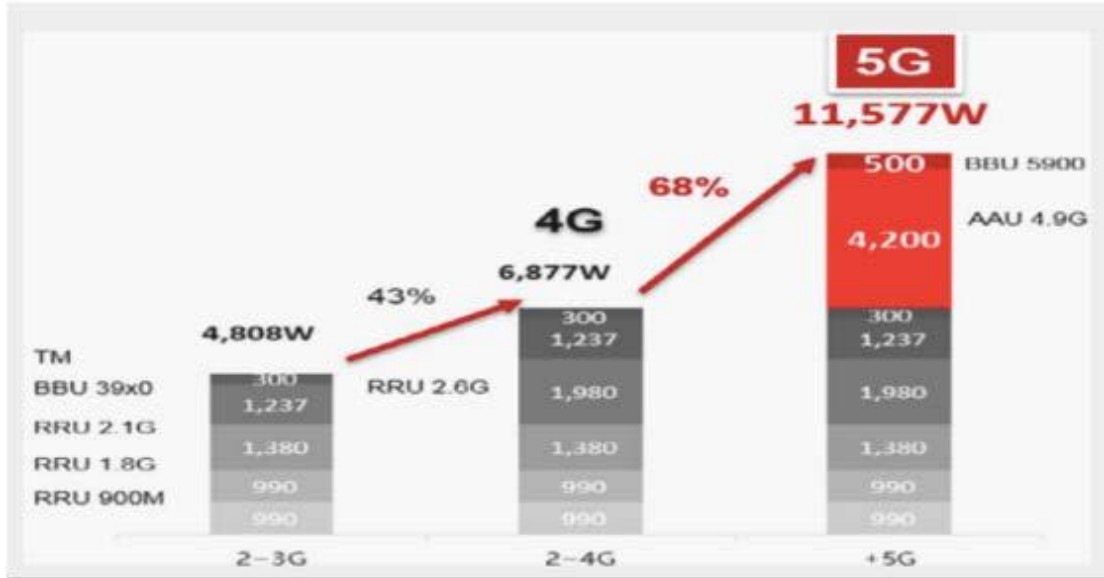


Ilustración 12: Comparación consumo de energía

Fuente: (Shurdi O., 2021)

Existen diferentes técnicas que apuntan a hacer más eficiente el consumo de energía de las BTS considerando el hecho de que muchas componentes del hardware de estos equipos permanece activo consumiendo energía, incluso sin tráfico presente debido a que transmiten señales mandatorias de los estándares de comunicación tales como señales de sincronización y referencia estos equipos de forma nativa tienen un consumo caso constante.

Sin embargo, a pesar de que se logre hacer más eficiente el consumo de los nuevos nodos 5G, aún queda el factor clave de que las tecnologías anteriores 3G y 4G/LTE aun continuarán operativas en el mediano plazo por lo cual los sistemas de energía instalados actualmente deberán ser rediseñados para soportar tanto los requerimientos de energía de estas redes legadas como la nueva carga de los equipos 5G.

2.5 Gestión del cambio.

El plan de gestión del cambio del presente proyecto estará basado en los pasos del modelo de 8 pasos para la gestión señalados por Kotter (Kotter, 2012), en palabras del mismo Kotter:

1. **Crear sentido de urgencia**, de acuerdo con Kotter, resulta esta etapa resulta crucial para lograr la cooperación necesaria. Cuando el grado de urgencia es bajo, resulta difícil reunir a un grupo con el poder y la credibilidad suficientes para dirigir el esfuerzo o convencer a individuos clave para que dediquen el tiempo necesario para generar una visión de cambio y transmitirla.
2. **formar una coalición**, un solo individuo, ni siquiera uno con mucho poder dentro de una organización es capaz de desarrollar la visión correcta, transmitirla, eliminar todos los obstáculos clave, generar triunfos a corto plazo, dirigir y administrar docenas de proyectos de cambio, y arraigar profundamente los nuevos enfoques en la cultura de la organización. Siempre se requiere una coalición conductora fuerte, que tenga la composición, confianza y el objetivo compartido adecuados.
3. **crear una visión para el cambio**, la visión se refiere a una imagen del futuro con algún comentario implícito o explícito sobre el motivo por el que la gente debe luchar para crear ese futuro: Una buena visión cumple con tres propósitos importantes. Primero, al esclarecer la dirección general del cambio, segundo, motiva a las personas a emprender acciones en la dirección apropiada, tercero, contribuye a coordinar las acciones de diferentes personas de una manera rápida y eficiente.
4. **comunicar la visión**, el auténtico poder de la visión se desata sólo cuando la mayoría de aquellos que intervienen en una empresa o una actividad comprenden de la misma manera sus objetivos y dirección. Ese sentido compartido de un futuro deseable puede contribuir a motivar y coordinar la clase de acciones que generan los cambios. Para ello la visión debe ser eficazmente comunicada, para poder lograr un entendimiento y un compromiso en favor de una nueva dirección de cambio

5. **eliminar obstáculos**, consiste en facultar a una base amplia de gente para que tome acciones eliminando cuantas barreras sea posible derribar contra la instrumentación de la visión del cambio en esta etapa del proceso.
6. **asegurar triunfos a corto plazo**, Las transformaciones fundamentales toman tiempo, en ocasiones muchísimo tiempo, por lo cual se requieren resultados a corto plazo, que den la credibilidad necesaria para sustentar los esfuerzos a largo plazo.
7. **construir sobre el cambio**, es necesario pensar en el largo plazo para que cambio no cese y se consigan nuevos cambios. Los cambios importantes requieren tiempo.
8. **Anclar el cambio en la cultura**, los valores compartidos constituyen intereses y objetivos compartidos por la mayoría de las personas que componen un grupo, y tienden a normar el comportamiento del grupo y a prevalecer a lo largo del tiempo, incluso cuando los integrantes del grupo han cambiado. Cuando las nuevas prácticas originadas en un esfuerzo de transformación no son compatibles con las culturas, las transformaciones pueden desintegrarse, debido a que los nuevos enfoques no han quedado firmemente arraigados en las normas y valores del grupo.

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Posicionamiento Estratégico

Telefónica ha declarado misión; “hacer nuestro mundo más humano, conectando la vida de las personas”. Para poder cumplir con esta misión y de acuerdo con lo expresado en su página web corporativa, la estrategia de Telefónica está basada en tres pilares: Crecimiento, Eficiencia y Confianza ⁸

De acuerdo con lo expresado en su página web corporativa, la Estrategia de Telefónica está basada en tres pilares: Crecimiento, Eficiencia y Confianza

Crecimiento: Desarrollar servicios específicos con impacto positivo en el medioambiente que permitan aumentar ingresos

Eficiencia. Ofrecer a los clientes una experiencia más simple y totalmente digital mediante la digitalización de sus procesos y generar ahorros. Todo ello soportado por mejores redes de calidad y con eficiencia energética, libres de legados y preparadas para el 5G.

Confianza. Priorizar la satisfacción de los clientes y de los demás grupos de interés, teniendo en cuenta aspectos como el comportamiento ético, la ciberseguridad (parte diferencial de nuestra relación con el cliente), el uso responsable de la tecnología y el gobierno corporativo.

En el caso de la operación de Telefónica en Chile, estos pilares han sido traducidos a las siguientes premisas para el plan estratégico 2020-2022:

- Asegurar Calidad de red y Despliegue de una red robusta 5G y a

⁸ <https://www.telefonica.com>

extensión de Cobertura fibra óptica al hogar.

- Crecer en captura de clientes mediante una robusta propuesta de valor.
- Reducción sostenida de nivel de gastos producto de eficiencia y digitalización de procesos.

Dicho esto, el posicionamiento estratégico de Telefónica, de acuerdo con el modelo Delta de Hax (Hax, 1999), se encuentra en el ámbito de dar una **solución integral al cliente**, con foco principal en dar una **amplitud horizontal**, tal como se muestra en la ilustración 6.



Ilustración 13: Delta de Hax de Telefónica

Fuente: Elaboración propia

3.2 Modelo de Negocio

Para entender el modelo de negocio de Telefónica Móviles de Chile; se utiliza el modelo de negocio Osterwalder (Alexander Osterwalder, 2010), también conocido como Canvas, el cual se muestra en la siguiente ilustración.

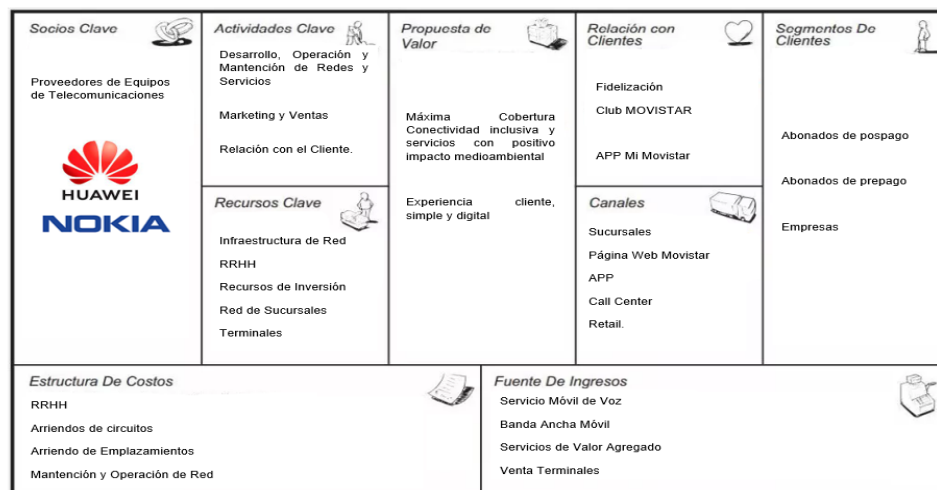


Ilustración 14:Modelo CANVAS Telefónica

Fuente: Elaboración propia

3.3 Diagnóstico de la Situación Actual

Tal como fue descrito en la sección anterior, la propuesta de valor principal de Telefónica requiere dar la mayor cobertura posible de servicios de telecomunicaciones. Dado el contexto competitivo actual mencionado en la introducción del presente trabajo se hace necesario que estos servicios estén disponibles en el menor tiempo en lo posible de manera tal de capturar los clientes antes de la competencia y adelantar los ingresos por dichos servicios.

3.3.1 Arquitectura de Procesos AS IS

De acuerdo con la metodología de la ingeniería de negocios, luego de comprender cual el posicionamiento estratégico de la empresa y su modelo de negocios, debemos diseñar o identificar cual es la arquitectura empresarial más adecuada, definiendo así el conjunto de macroprocesos en donde se enmarcarán los procesos a rediseñar. Tal como se mencionó en el marco teórico la arquitectura empresarial se utilizará el marco de procesos eTOM.

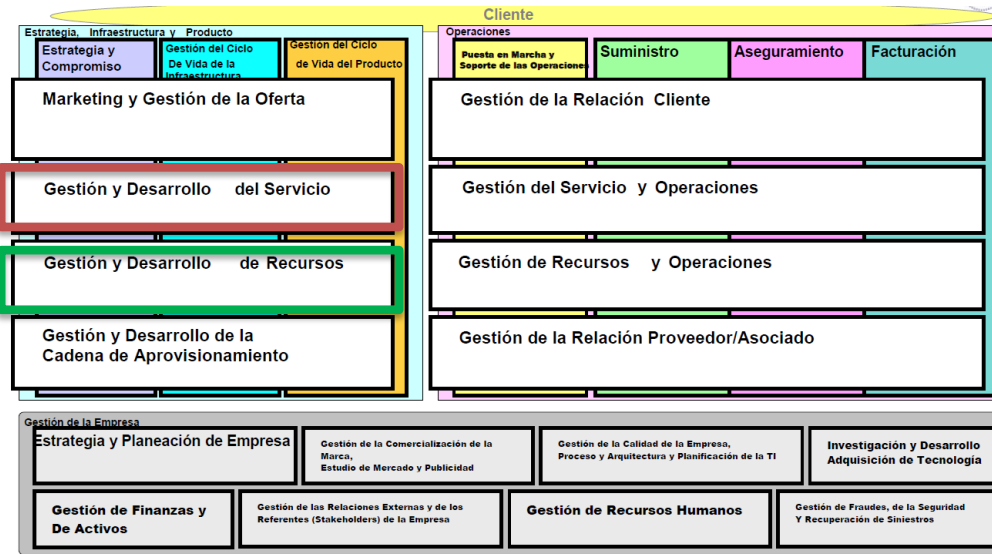


Ilustración 15: Desarrollo de Red eTOM Nivel 1

Fuente: (TM FORUM, 2020)

Como podemos ver de en la ilustración 9, los procesos horizontales responsables de desplegar los servicios a los clientes son: **Gestión y Desarrollo del Servicio** **Gestión y Desarrollo del Recurso**. El alcance del presente proyecto solo se focalizará en el proceso de **Gestión y Desarrollo del Recurso**, pues tal como se aprecia en el diagrama, se deben implementar primero los recursos y sobre ello se desarrollan los servicios. Además, dentro de la organización la mayor parte los recursos humanos, monetarios y de conocimiento experto, están destinados a este dominio, con lo cual **una mejora en este dominio debería tener un alto impacto**.

La descomposición de **Gestión y Desarrollo del Recurso** es la siguiente;

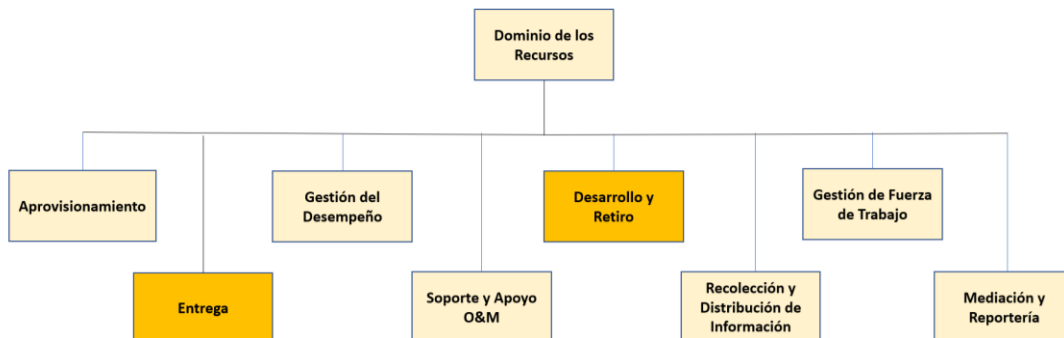


Ilustración 16: Descomposición "Dominio de los Recursos"

Fuente: (TM FORUM, 2020)

Esta descomposición es aplicable para el despliegue y retiro de los 3 recursos principales que requiere el desarrollo de una red de nodos de acceso para servicios móviles, a saber: Infraestructura de Energía, Transmisión y Radio.

En el siguiente diagrama podemos observar la relación que existe en el desarrollo y entrega de estos 3 recursos, en el que se puede apreciar que la etapa de implementación de los recursos de radio y transmisión dependen de que el desarrollo y entrega del recurso de energía esté finalizado para cada sitio.

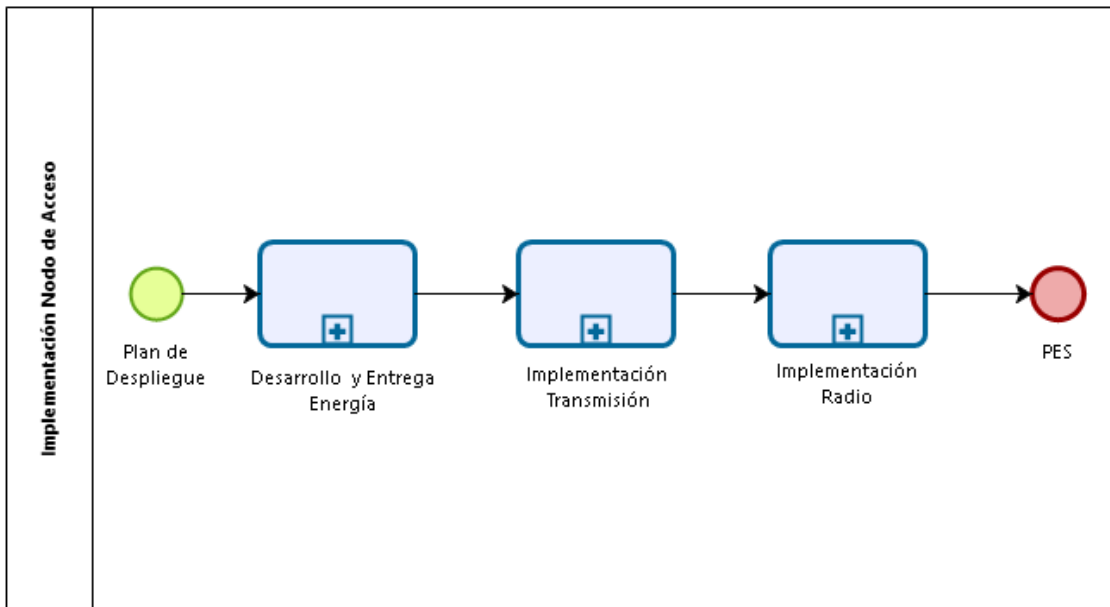


Ilustración 17: Diagrama Implementación Nodos de Acceso Móvil

Fuente: Elaboración propia

Entonces en el diagrama anterior se distinguen los siguientes elementos y actividades:

Nuevo Plan de Despliegue: Este es el evento que gatilla el inicio del proceso y consiste en la llegada del listado de emplazamientos en los cuales es necesario instalar el nuevo nodo de acceso de la red móvil con el objetivo de entregar capacidades de cobertura y tráfico en una zona geográfica determinada. Este listado

incluye además el tipo de tecnología de radio y transmisión, como también las configuraciones que se instalarán en cada sitio.

Este plan es tomado entonces por el proceso de **Desarrollo y Entrega de Energía**: que ejecutan los procesos necesarios para habilitar las capacidades del recurso de energía, desde la planificación, diseño, implementación y entrega a operaciones.

Luego de habilitadas las soluciones de energía en los sitios, se puede ejecutar la **Implementación Transmisión**, que instala equipo de transmisión vía fibra óptica o microondas que se son utilizados para entregar la conectividad del nodo B hacia el *core* de la red móvil. Es importante que este proceso no se puede ejecutar sin que esté habilitada la energía pues los equipos de transmisión deben ser encendidos y probados al momento de su instalación.

Instalada y probada la transmisión se puede ejecutar la **Implementación Radio**, que se encarga de la instalación del nuevo equipo de radiofrecuencia (NODO B) y su sistema radiante, para que los clientes puedan acceder a los servicios de telecomunicaciones. Si bien la instalación física de estos equipos se puede ejecutar en paralelo con los equipos de transmisión, se requiere que los equipos de transmisión estén operativos para poder ejecutar pruebas de comunicación del nodo de acceso.

Finalmente se procede a ejecutar las PES (Puesta en Servicio), que corresponde a la puesta en servicio oficial del nuevo nodo de acceso y darlo de alta en los OSS.

Como podemos ver la relevancia del desarrollo del recurso energía para poder desarrollar los recursos de transmisión y radio, es crítica y la mejora de los tiempos de dicho proceso es el objetivo del presente trabajo.

Para relevar las posibles problemáticas que tiene el proceso actual del desarrollo del recurso energía, se realizó un ciclo de reuniones semanales por el periodo de un mes, tanto grupales como individuales con los responsables y ejecutores del proceso, es decir los jefes de proyecto de implementación de energía, pertenecientes al área de Infraestructura de Red de acceso Móvil de la Gerencia de Ingeniería de Acceso Móvil de la Dirección de Tecnología.

A juicio de los jefes de proyecto y su jefatura, el principal problema del proceso, es el **tiempo excesivo de diseño de las soluciones de energía**, si bien en la actualidad no existe un estándar sobre cuál sería un tiempo promedio razonable para la entrega de estos diseños; el acuerdo entre dichos expertos es que el tiempo que toma esta tarea en la actualidad, medido desde que se entrega el plan de despliegue de nuevos nodos de acceso hasta la entrega de los diseños, se puede mejorar de manera significativa. Para identificar las causas del problema y fruto de las sesiones de trabajo mencionadas en el párrafo anterior, se elaboró el siguiente diagrama de Ishikawa, en el que se resumen las causas del principales de dicho problema.

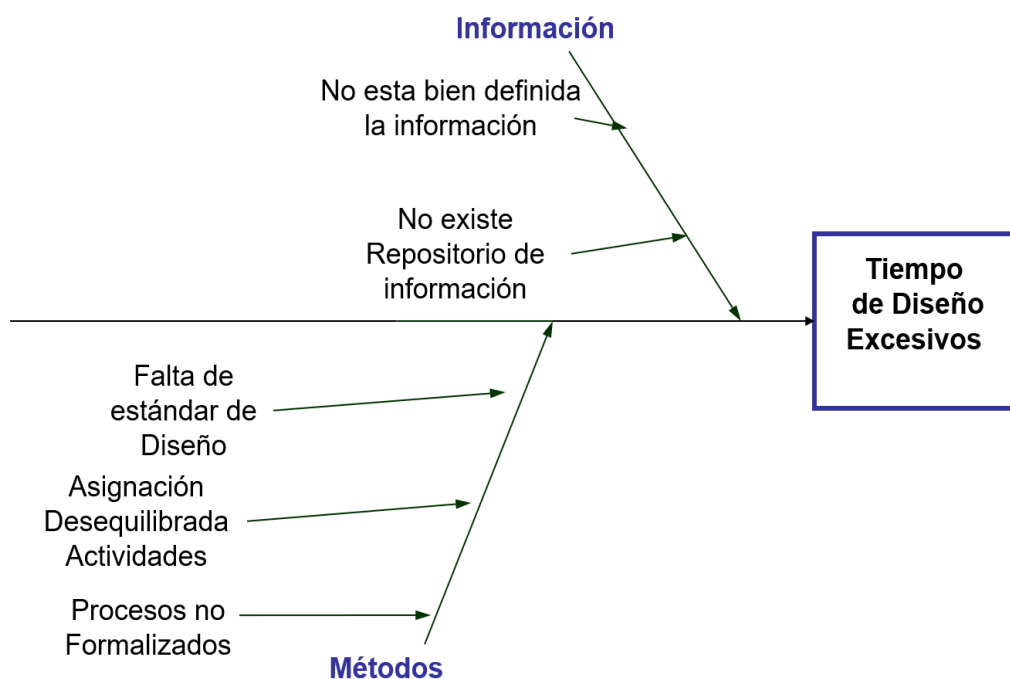


Ilustración 18: Diagrama Ishikawa de No Cumplimiento de Plazos

Fuente: Elaboración propia en base a sesiones de trabajo con equipo de diseño de telefónica-

Del diagrama de anterior podemos identificar las siguientes causas, clasificadas en los ámbitos de: Métodos, Falta de Suministros e Información

En el ámbito de los **Métodos**, se identificaron las siguientes causas raíz:

- NO se encuentra formalizados los procesos de diseño lo cual impide el análisis para su optimización y automatización.
- Falta de estándar de diseño, que puede implicar rechazos por errores con la consiguiente pérdida de tiempo por reprocesos y análisis para optimización y automatización
- Asignación desequilibrada de actividades de diseño que implica que a nivel general el tiempo global de la cartera de proyectos se vea impactado al no utilizar de manera eficiente el grupo completo de jefes de proyecto.

En el ámbito de la **Información**, se encontraron las siguientes causas:

- No se encuentra bien definida la información necesaria para poder especificar los diseños en base a las capacidades de energía de los equipos existentes y la demanda futura, lo que implica que se desperdicie tiempo en la obtención de esta.

No existe un repositorio único de información sobre las características técnicas, capacidades y estado de operación de los sistemas de energía instalados en los sitios, lo que implica un costo en tiempo en la búsqueda de información desde distintas fuentes

3.3.2 Modelamiento Detallado de Procesos AS IS

Luego de definida la arquitectura de procesos, el siguiente paso en la metodología de ingeniería de negocios es modelar detalladamente los procesos actuales, de acuerdo con esto se ha levantado el proceso actual de “Desarrollo y entrega energía”, el cual es mostrado en el diagrama de la ilustración de 12 y opera de la siguiente manera:

El proceso es iniciado la recepción un nuevo plan de despliegue para nodos de acceso de la red móvil; el cual corresponde a un listado en donde se indican los sitios en donde será instalado el nuevo equipamiento de radio y transmisión. Este listado es tomado

por la actividad que denominamos “**Ingreso Plan de Despliegue**” la cual hace el ingreso de dicho listado en las plataformas de gestión de proyectos denominada +SDM y de gestión de órdenes de Trabajo denominada OTEC, donde queda a disposición el área de “Infraestructura de Acceso Móvil” responsable del desarrollo del recurso de energía.

Con la información contenida en dicho plan, se ejecuta la actividad “**Estimación de Presupuesto**” en la cual cada jefe de proyecto entrega una primera aproximación de las necesidades de equipamiento y servicios para entregar el recurso de energía para los sitios del listado incluidos en el plan de despliegue. Esto se ejecuta en base a la información disponible de algunos de los sitios y el resto se estima utilizando los porcentajes históricos de cada tipo de trabajo que se ejecutó en un año de referencia anterior, el cual es acordado entre todos los ingenieros del equipo y la Jefatura. No se espera a contar con la información detallada de cada sitio y su solución de diseño, pues se deben ejecutar las compras de suministros con anticipación, pues el tiempo promedio para tener disponible un equipo, luego de emitir su orden de compra, está entre los 120 a 150 días.

Antes de ejecutar las actividades de diseño, lo jefes de proyecto deben contar con toda la información técnica sobre el equipamiento de energía existente en los sitios (empalme, rectificadores, baterías, gabinetes de equipos) para así poder determinar cuáles son las capacidades de energía actuales de ellos y cuanta es la diferencia a cubrir para el funcionamiento de los nuevos equipos de telecomunicaciones indicados en el plan despliegue, es por ello que se ejecuta primero la actividad “**Búsqueda Información Local**” cada jefe de proyecto realiza una búsqueda de esta información principalmente en:

- Planillas Excel de cada jefe de Proyecto, donde podría estar anotada información de proyectos anteriores en el sitio.
- Informes de Levantamiento y/o Proyectos ejecutados en años anteriores.

En el caso de no contar con información sobre las condiciones de infraestructura del sitio, el jefe de proyecto realiza una “**Consulta Área Técnica**”: en donde se

pregunta por la información buscada al personal técnico encargado de la mantención y operación del sitio por medio de correo electrónico o vía telefónica, este personal técnico zonal respectivo, procede entonces a hacer una **“Recepción Solicitud de Información”**: donde formaliza la recepción del detalle la solicitud de información por parte del jefe de Proyecto del Área de Infraestructura de Acceso Móvil. Luego de ello procede a una **“Búsqueda Archivos Locales”**; en donde el encargado de cada sitio ejecuta una búsqueda en sus archivos personales, de cualquier información que pudiese tener sobre la infraestructura de energía del sitio.

De no contar con la información o considerar que esta es insuficiente o desactualizada en sus archivos personales el encargado del sitio realizará una **“Evaluación Factibilidad Visita”**, es decir acudir presencialmente al emplazamiento: personal al sitio para obtener la información faltante, considerando su disponibilidad de tiempo y el uso de recursos tales como: combustible, alimentación y viáticos, en desmedro de otras tareas de su responsabilidad. Es importante considerar que las funciones prioritarias de este personal, es la mantención preventiva y correctiva de los sitios y no el despliegue de elementos nuevos. Si el resultado de esta visita es positivo se procede a la **“Ejecución Visita”**, en donde se produce el traslado físico al sitio para el cual se requiere la información de infraestructura de energía y procede a levantar los datos necesarios. Es relevante mencionar que el tiempo que se requiere para realizar esta visita varía ampliamente dependiendo de la distancia a la se encuentra el sitio de las oficinas de telefónica ubicadas en las capitales regionales, de la dificultad de acceso al mismo (centro de ciudades, cerros con y sin caminos de acceso, islas, etc.) y condiciones climáticas. Con datos levantados durante la visita, se sigue una son **“Elaboración de Informe”**, en donde además se acompañan fotografías del entorno del emplazamiento, de los equipos y de las instalaciones en general. Este informe es adjuntado con el **“Envío Respuesta”**, a través de un correo electrónico.

El informe enviado por el responsable del sitio es recibido por el área de infraestructura, mediante **“Recepción Respuesta”**: Esta respuesta es revisada los jefes de proyecto por medio de la actividad **“Análisis Respuesta”** en donde revisan los informes con el objetivo de evaluar si la información es suficiente en calidad y cantidad para proceder al diseño de las soluciones.

Si el Jefe de proyecto, considera que la información enviada por el área técnica es insuficiente, realiza una **“Emisión OT Visita a Contratista”**, en la cual genera una orden de trabajo (OT) que solicita a un contratista de implementación de Telefónica, ejecutar un levantamiento de las condiciones de infraestructura del sitio, mediante una visita presencial al sitio. Este contratista primero hace una **“Recepción OT visita”** con la que formaliza la recepción de la Orden de Trabajo para ejecutar una visita a terreno para levantar información de infraestructura de energía, realiza los preparativos necesarios y programa la fecha de ejecución, la cual tendrá una importante dependencia de los grupos de trabajos disponibles que a su vez depende de la carga de trabajo del momento, pues cabe recordar que pueden llagar OT de forma paralela para OT’s de levantamiento, instalación u otras. El contratista en la fecha programada realiza la **Ejecución Visita”**, en donde se produce el traslado físico al sitio para el cual se requiere la información de infraestructura de energía y procede a levantar los datos necesarios. Finalizada esta visita se realiza la actividad **“Elaboración de Informe”**, el cual recoge los datos levantados, que corresponde a un archivo en formato Word o Excel, el cual es enviado a Telefónica y recibido por su área de infraestructura en el proceso de **“Recepción Respuesta”**.

Con la información disponible recopilada por las distintas alternativas mencionadas anteriormente cada jefe de proyecto hace realiza la **“Determinación Carga Actual”**; que estima los valores máximos de la potencia eléctrica máxima tanto en el alterna y en continua que requiere el equipamiento actual de los sitios. Esta estimación se realiza en base a mediciones en terreno o en función del equipamiento instalado en sitio. Luego ejecuta una **“Estimación Carga Futura”**, en donde se estiman las potencias máximas en corriente alterna y continua que se producirán en el sitio como consecuencia de la instalación del nuevo equipamiento de radio 4G o 5G, equipamiento de transmisión y si aplica, del equipamiento de climatización, los cuales, sumado a las cargas ya existentes, definen la carga total a alimentar que debe considerar el diseño de la solución. Finalmente procede a la **“Especificación Diseño Solución** definiendo la solución en corriente alterna y continua para cada proyecto. Las principales alternativas son:

- Ampliar un empalme existente.
- Agregar Baterías.

- Instalar nueva planta rectificadora.
- Aumentar Capacidad de planta rectificadora existente.

Con la solución de energía ya determinada cada jefe de proyecto **“Emite OT de instalación”** la cual envía una orden de trabajo al contratista para que ejecute la instalación de los equipos de energía, de acuerdo con las especificaciones que se indican en la OT. El contratista entonces **“Implementa Solución”**, que consiste en la ejecución de los trabajos de instalación en sitio de los equipos, incluyendo toda la logística necesaria para aquello. Finalizada la instalación el contratista realiza la **“Elaboración Informe Instalación”**, con el detalle de los trabajos, incluyendo fotografías del sitio y los equipos instalados.

Recibido el informe de instalación, los jefes de proyecto realizan una **“Revisión Informe”**, verificando que la instalación cumpla con las especificaciones solicitadas por los jefes de proyecto determinan que existen deficiencias en los trabajos de instalación por parte de los contratistas, se envían estas observaciones para su corrección mediante **“Envío Observaciones”**. Mediante la actividad **“Corrige Observaciones”**, el contratista corrige las observaciones a los trabajos de instalación de equipos siendo necesario visitar el sitio y generar nuevo informe que es enviado a Telefónica. La versión final del informe es almacenada en formato digital por medio de **“Registro Fin de Instalación”**; en donde en el sistema de seguimiento de proyectos del área denominado +SDM, se adjunta al historial del proyecto dicho informe.

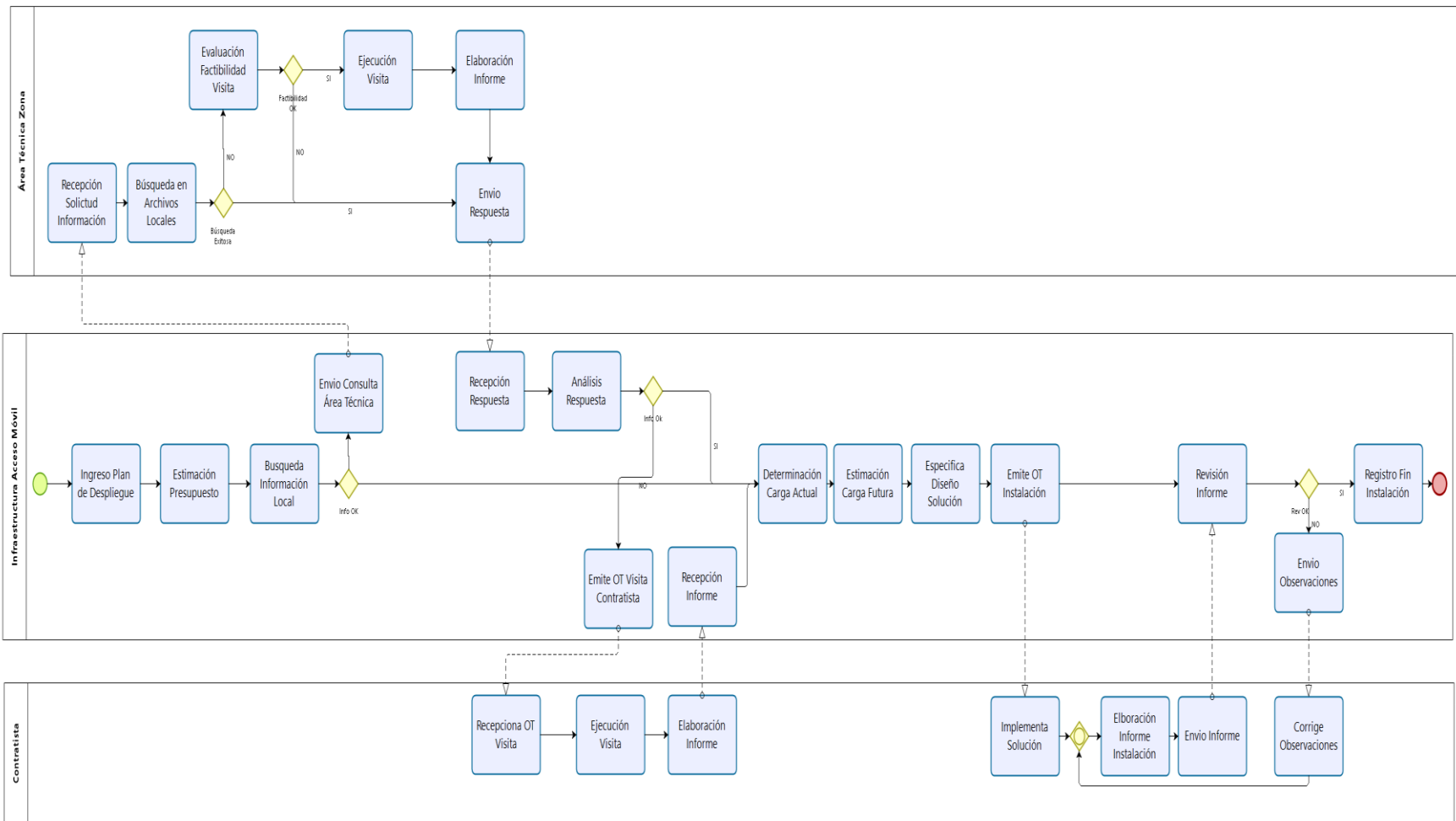


Ilustración 19: Situación Actual Desarrollo y Entrega Sistemas Energía

Fuente: Elaboración propia

3.4 Cuantificación del Problema

3.4.1 Impacto reducción tiempos de proceso

De acuerdo con datos recopilados sobre proyectos ejecutados o en ejecución durante los años 2019, 2020 se han podido obtener los tiempos promedios indicados en la siguiente tabla:

Tabla 2: Tiempos de Procesos

Fuente: Elaboración propia

Actividad Inicial	Actividad Completada	Tiempo Promedio (días)
Búsqueda Información local	Recepción Informe	68
Determinación de Carga Actual	Emisión OT Instalación	24

Es decir; las actividades de búsqueda de información (68 días), representa el 73% del tiempo total del proceso de diseño (92 días), lo cual hace relevante poner foco en la disminución del tiempo que requieren estas actividades.

Para poder estimar el impacto económico de los problemas

Para poder estimar la ganancia económica de una reducción de los tiempos de proceso, utilizaremos la siguiente fórmula.

$$G = RTi * PSi * IP * Fc$$

Donde:

G: Ganancia Económica por Mejora en actividad *i*

Rti: Reducción de Tiempo en días

PSi: Cantidad de Proyectos en el año que se logra la mejora

IP: Ingreso Promedio Sitios

FC: Factor de Gastigo en Razón de que no se puede suponer que un nodo

de reciente ingreso, genera ganancias similares a un nodo de existente.

Para la estimación de posibles beneficios del proyecto por este concepto y manera de ejemplo, consideraremos los siguientes valores de las variables de la fórmula.

Rti: 20 días

PSi: 300 proyectos

IP: \$235.000

FC: 1% .valor asignado por el autor para efectos de cálculo, pues se desconoce a la fecha un valor posible para este parámetro para una tecnología nueva

Entonces se obtiene:

$$G = 20 * 300 * 235.000 * 0,01$$

$$G = 14.100.000 \text{ CLP}$$

Con el objetivo de visualizar el efecto que tiene el parámetro de mayor incerteza FC en los beneficios del proyecto tenemos la siguiente tabla:

Tabla 3:Ganancia en función de Factor de Castigo Ingresos

Fuente: Elaboración propia

Factor FC	G. Ganancia en CLP
1%	14.100.000
2%	28.200.000
5%	70.500.000
10%	141.000.000

Es importante mencionar, además, que estratégicamente para la compañía es relevante llegar lo más pronto posible con los servicios al mercado pues hay un valor de imagen comercial en ser los primeros en desplegar redes como el 5G, sin embargo, no está en el alcance de este trabajo el valorizar dicho ámbito, pero sin duda una mejora en los tiempos es relevante en este activo intangible de la empresa.

3.4.2 Impacto reducción de visitas para levantamiento.

Tal como se podría apreciar en el diagrama de procesos, en los casos en que la información de infraestructura energía no sea proporcionada por la actividad de **Búsqueda Información Local** ni tampoco sea entregada por las actividades ejecutadas por el **Área Técnica Local**, se activa entonces la actividad **Emisión OT Visita a Contratista**, quien procede a la cadena de actividades correspondiente para obtener con un levantamiento la información requerida.

El costo cobrado promedio por estas actividades de levantamiento, por contratista es de 50.000 pesos chilenos.

A la fecha se determinó que en la primera etapa de despliegue 5G, son necesarias 1.019 visitas, representando un costo de \$50.950.000.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE DISEÑO DE PROCESOS

4.1 Rediseño de Procesos

Tal como lo indica la metodología de ingeniería de negocios, utilizaremos el marco de referencia o patrones de negocio, más adecuado, que como se mencionó anteriormente será eTOM, con el objetivo de tener una arquitectura general de procesos que nos permita instanciar desde ahí el proceso particular a rediseñar. Así, se ha identificado en, primera instancia, que los procesos que mejor sirven como marco de referencia son: **“Desarrollo y Retiro”** y **“Soporte y Apoyo O&M”**.

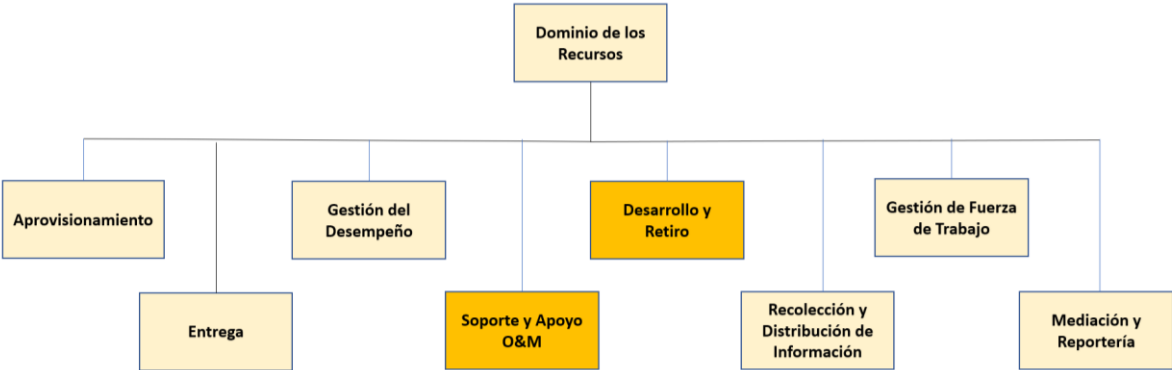


Ilustración 20: Descomposición Dominio de los Recursos de eTOM

Fuente elaboración propia en base a documentación eTOM (TM FORUM, 2020)

Al examinar ahora la descomposición de **“Desarrollo y Retiro”** de eTOM, las actividades que mapean son: **Evaluación y Desempeño de Recursos Actuales**, **Desarrollo de Especificaciones Detalladas**, **Gestión de la Implementación** y **Gestión de la Salida**.

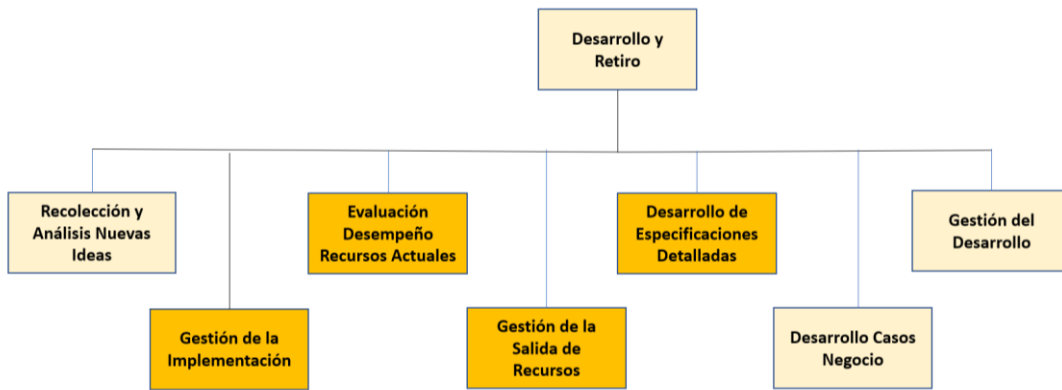


Ilustración 21: Descomposición nivel 3 de eTOM "Desarrollo y Retiro de Recursos",
 Fuente elaboración propia en base a documentación eTOM (TM FORUM, 2020)

Veamos ahora la descomposición del proceso **“Soporte y Apoyo O&M”**, en donde se pueden apreciar procesos relacionados con la gestión de la información, como los son: **Habilitación Aprovisionamiento, Gestión de Inventario y Habilitación de Recolección y Distribución de Datos.**

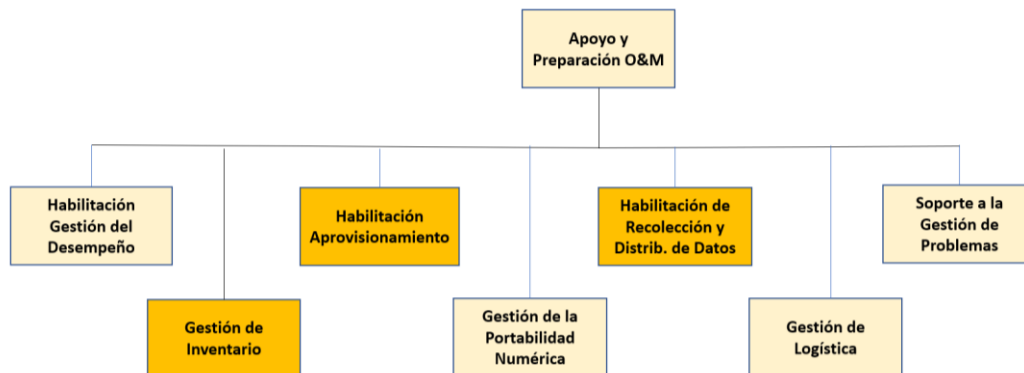


Ilustración 22: Descomposición Apoyo y Preparación O&M
 Fuente elaboración propia en base a documentación eTOM (TM FORUM, 2020)

4.2 Dirección de Cambios

De acuerdo con la metodología de Ingeniería de negocios, el rediseño, se basa en el análisis de las siguientes variables:

1. Estructura de la empresa y Mercados.
2. Anticipación
3. Coordinación
4. Prácticas de Trabajo
5. Integración de Procesos conexos
6. Mantenimiento consolidada de estado.
7. Apoyo computacional.

De lo visualizado en el análisis de la situación actual, el principal problema se encuentra en la falta de información oportuna para el diseño de las soluciones de energía; motivo por el cual nos concentraremos en analizar las variables de: Prácticas de trabajo, Mantenimiento consolidada de estado y Apoyo computacional.

Prácticas de trabajo, el rediseño está orientado en el desarrollo de una lógica semiautomatizada que genere recomendaciones sobre especificaciones técnicas de las soluciones de energía

Mantenimiento consolidada de estado, el rediseño contempla la creación de una base de datos de infraestructura de energía de cada sitio de Telefónica Móvil. Además, se contempla el desarrollo de la arquitectura de integración de otros sistemas de existentes, como, por ejemplo, los sistemas de registro de actividades de mantenimiento.

Apoyo computacional, se contempla el diseño y plan de implementación de la aplicación que contenga la lógica semiautomatizada de las recomendaciones de diseño y de la base de infraestructura de energía.

Con la implementación de estas propuestas de rediseño, el diagrama del nuevo proceso es el mostrado en la siguiente ilustración 16, donde se puede apreciar la simplificación comparada con el proceso actual.

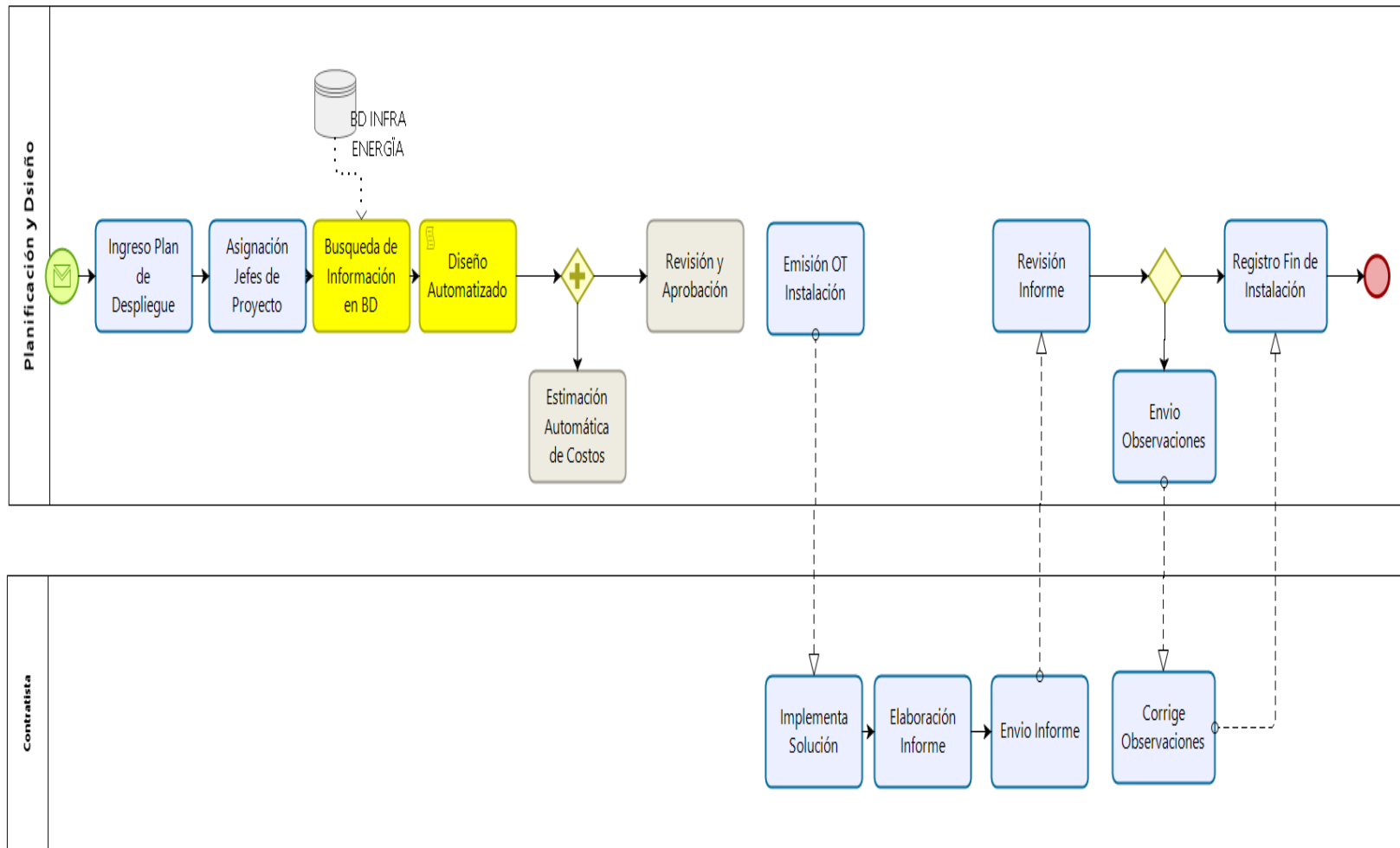


Ilustración 23: Diagrama BPMN de Proceso Rediseñado

Fuente: Elaboración Propia

En este nuevo proceso se han eliminado las actividades: Búsqueda Información Local; Envío Consulta Área Técnica; Recepción Solicitud Información, Búsqueda en Archivos Locales, Evaluación Factibilidad, Visita, Ejecución Visita, Elaboración Informe, Envío Respuesta, Recepción Respuesta, Análisis Respuesta, Emite OT Visita Contratista, Recepción OT Visita, Recepción Informe.

Las actividades eliminadas son reemplazadas por la actividad **Búsqueda de Información en BD**, la cual ejecuta realiza una consulta a la base de datos de infraestructura de energía y extrae los datos necesarios para ejecutar las siguientes etapas.

Además, las actividades: Determinación Carga Actual, Estimación Carga Futura Especifica Diseño Solución, son concentradas y automatizadas en la nueva actividad **“Diseño Automatizado”** que utilizando la información proveniente de la “Base Energía” se ejecuta algoritmos que permiten:

- Determinar las necesidades de energía y las capacidades existentes.
- Decidir la incorporación si incorporar o ampliar nuevo equipamiento de energía.
- Determinar las capacidad y cantidad de equipo a instalar (Rectificadores, Módulos Rectificadores, Baterías, Gabinetes, Empalmes).

Se agrega también la actividad **Revisión y Aprobación de Diseños**; en la cual son revisadas las propuestas entregadas por **Diseño Automatizado** y eventualmente complementadas y aprobadas por el jefe de proyecto.

Por otro lado, la actividad **“Estimación de Presupuesto”**, es reemplazada por la actividad **“Estimación de Costos”** y se ejecuta luego de Diseño Automatizado, pues ahora se pueden hacer cálculos más precisos y simultánea de los costos de implementación de las nuevas soluciones de energía para varios sitios a la vez.

4.3 Revisión de soluciones en otras empresas de telecomunicaciones o estudios.

Para poder comparar la presente propuesta de rediseño, se han investigado iniciativas similares en otras operaciones del grupo telefónica, especialmente fuera del grupo HISPAM, es decir en las operaciones de España, Alemania, Brasil e Inglaterra

Estas operaciones han clasificado los niveles de madurez de las soluciones de información de infraestructura en 3 Niveles:

Nivel 1: Se gestionan de manera manual, No se dispone de bases de datos unificadas para la infraestructura de la red de acceso (RAN) es decir, equipos de transmisión de última milla y equipamiento de radio, antenas y de Infraestructura de Energía y Obras Civiles.

Nivel 2: Se gestiona de forma semiautomática (bases de datos operadas y actualizadas por personas y sistemas). Se disponen de bases de datos unificadas para la RAN y de Infraestructura de Energía y Obras Civiles.

Nivel 3: Se disponen de bases de datos unificadas para la RAN y de Infraestructura de Energía y Obras Civiles integrados en los sistemas de operación y gestión de red. Los equipos la conectarse informan de manera automática al sistema de inventario su existencia y parámetros

La implementación de la propuesta del presente trabajo llevaría a la operación de Telefónica en Chile al nivel 2.

Si bien el análisis de estas operaciones, coinciden en que la disponibilidad de un inventario de recursos de infraestructura es relevante para poder planificar los recursos necesarios para desplegar la red, no lo relacionan con la importancia estratégica del proceso, que, si es el caso del presente trabajo, ni con una mejora sustancial de los tiempos de implementación. Por el contrario, la mejora de plazos la han centrado en automatizar la configuración de los equipos de radio y energía. Sin, embargo; este enfoque no produciría un impacto significativo en los tiempos promedio de

implementación, pues los tiempos de implementación física son afectados principalmente por los tiempos de desplazamiento al sitio y por la disponibilidad de recursos humanos para la instalación varios emplazamientos a la vez. La automatización de las configuraciones, incluso de manera remota, no evita el tener que desplazarse al sitio para llevar los equipos e instalarlos físicamente.

Por otro lado, si bien existen soluciones de inventario de elementos de redes desarrolladas por distintos proveedores del sector de telecomunicaciones tales como Ericsson, Huawei entre otros, que, cumplen con la definición para el nivel 3, se orientan principalmente al equipamiento de telecomunicaciones, dejando de manera secundaria los elementos de energía.

Estas soluciones también son capaces de complementar el inventario con funciones de planificación y cálculo de capacidades y de integrarse los con los sistemas de monitoreo y gestión de red.

Estos sistemas generalmente están basados y/o son compatibles con eTom, como lo es el caso del producto desarrollado por la compañía Portugal Telecom Inovação SA. que para mayor detalle se puede revisar el documento disponible en la página del TM Forum (TM FORUM, 2020).

Un ejemplo de éxito de este tipo de sistemas podemos mencionar el caso implementado en Croatian Telekom (Medved, 2011), en donde aplicando una solución de la empresa Telcordia; compatible con los estándares eTOM y con utilizando las tecnologías de autodescubrimiento de los equipos para actualización de los inventarios.

Tal como se mencionaba anteriormente si bien cumplen con los requisitos de nivel 3; tienen como foco principal los equipos de telecomunicaciones, basados fuertemente en el autodescubrimiento e interconexión con los OSS para mejorar la gestión y mantención de los equipos.

Cabe mencionar que, en el caso de la infraestructura de energía, implementar las capacidades de autodescubrimiento no son factibles en la práctica en el corto plazo

pues requieren actualizaciones de los equipos ya instalados en los emplazamientos que representarían un alto costo de tiempo y dinero tanto en hardware como en servicios de instalación en sitio.

4.4 Diseño Lógica de Negocios

El diseño de la Lógica de Negocios fue elaborado mediante la ejecución de sesiones de trabajo con el equipo de ingenieros encargados del diseño de las soluciones de energía considerando los siguientes aspectos:

1. Experiencia en diseño de soluciones de sistema de energía del equipo
2. Aplicación de conocimientos de la disciplina de ingeniería eléctrica.
3. Normativa y Regulación eléctrica chilena.

Se realizaron 4 reuniones de trabajo con una duración de 3 horas cada una, en el periodo de un mes, con la asistencia de todo el equipo de ingenieros del área de infraestructura de acceso móvil de Telefónica. Estas reuniones estructuraron de la siguiente forma.:

Sesión 1: se plantea el trabajo a ejecutar y se realiza una sesión en formato de conversación libre con el objetivo de discutir donde estarían los principales problemas del proceso.

Sesión 2: en base a lo recogido en la sesión 1, se elabora y muestra al equipo un diagrama de Ishikawa para estructurar las ideas recogidas en sesión anterior. Luego se comienza a diagramar el proceso en línea para que fuese validado y discutido en conjunto.

Sesión 3: se cierra y válida el diagrama de procesos con el equipo. Se comienza a trabajar en las lógicas de diseño que se utilizan para determinar las soluciones de energía a los sitios, los criterios utilizados y homologar estos criterios. En paralelo a medida que se avanza en la definición de las lógicas se identifica con el equipo que información es la necesaria para poder ejecutar esas lógicas.

Sesión 4: se cierra el trabajo de lógicas y se valida el conjunto mínimo de datos necesarios para ejecutar dichas lógicas.

Posterior a estas sesiones y vía correo electrónico, se envió y se validó con el equipo de ingenieros de diseño y a los ingenieros de las áreas de mantenimiento, el diccionario de datos ampliado que se requiere en los sitios para fines de desarrollo de ingenierías y labores de mantención, que si bien esta fuera del alcance este trabajo, representa una tarea importante para efectos de gestión del cambio como veremos más adelante.

Las lógicas de negocios a implementar están destinadas a generar recomendaciones para la toma de las siguientes decisiones de diseño y el detalle técnico de las mismas.

1. Ampliación o instalación de sistema de rectificación
2. Ampliación o instalación de sistema de respaldo mediante baterías
3. Ampliación de empalme eléctrico.

Se decidió como alcance de esta tesis abordar la generación de lógicas de negocio para estas 3 alternativas, pues ellas representan más del 90% de las decisiones de diseño que deben ser tomadas por el equipo de ingenieros, para el despliegue de infraestructura de energía en los sitios celulares.

4.4.1 Determinación de Necesidades de Energía del Sitio Celular.

Antes de poder abordar las lógicas destinadas a la toma de decisiones sobre que equipos de energía son necesarios para satisfacer la demanda de energía y potencia eléctricas de un sitio celular, como consecuencia de la instalación de nuevos equipos de telecomunicaciones, se debe conocer primer cual es esta demanda energética.

Para dar respuesta a lo expresado en el párrafo anterior debemos tener una lógica de cálculo o estimación de dichas necesidades cuyo primer paso será el conocer las potencias máximas en corriente alterna y corriente continua que deberán ser

suministradas. Es importante aclarar que los diseños de los equipos deben ser efectuados con el objetivo de soportar la máxima potencia, pues de no ser así, se produciría una pérdida del servicio de telecomunicaciones, con las consecuencias regulatorias, pérdida de ingresos y de calidad de servicio.

Para una mayor comprensión de las lógicas, utilizaremos los datos la siguiente tabla correspondiente a un sitio, de manera de poder ejemplificar los cálculos.

Tabla 4: Datos de infraestructura de energía para ejemplo

Fuente: elaboración propia

Rut Sitio	1310791655
Nombre	Pedro Fontova
Carga Continua Actual	200 A
Carga Alterna Actual	51,13 A
Equipamiento Telecomunicaciones Instalado	Nodo 2G (consumo 90 A) Nodo 3G (consumo 50 A DC) Equipo Transmisión (consumo a 10 A DC) Nodo 4 G (consumo 50 A DC)
Equipamiento Telecomunicaciones Por Instalar	Nodo 4 G (consumo 50 A DC) Nodo 5G (consumo 50 A DC)
Rectificador Instalado	Eltek capacidad máxima 250 A 5 módulos de 50 A, 5 módulos instalados Eficiencia = 96%
Empalme	Trifásico de 40 A x Fase
Baterías	6 bancos Acido Plomo 150 Ah

Trabajando en unidades de corriente y considerando 220 V nominales de tensión, para el caso de la corriente alterna y 48 V para el caso de la corriente continua, tendremos las siguientes expresiones.

$$MCAD = MCAA + MCAN \quad (1)$$

$$MCCD = MCCA + MCCN \quad (2)$$

Donde:

MCAD: Máxima Corriente Alterna para Diseño

MCAA: Máxima Corriente Alterna Actual

MCAN: Corriente Alterna producto de nuevos equipos

MCCD: Máxima Corriente Continua para Diseño

MCCA: Máxima Corriente Continua Actual

MCCN: Corriente Continua producto de nuevos equipos

Para el cálculo de *MCAD* se deben conocer los valores de *MCAA* y *MCAN*; de igual forma para el cálculo de *MCCD* se deben conocer los valores de *MCCA* y *MCCN*.

En algunos casos, es posible que se tengan mediciones registradas de *MCAA* y *MCCN*; Sin embargo, si bien estas mediciones son realizadas generalmente en horarios con alta carga de tráfico, no se puede asegurar que la toma de la muestra de corriente sea el máximo valor del consumo del sitio, por lo cual se deben ajustar los valores medidos con las siguientes expresiones.

$$MCAA = FA * CAM \quad (3)$$

$$MCCA = FA * CCM \quad (4)$$

Donde:

MCAA: Máxima Corriente Alterna Actual

CAM: Corriente Alterna Medida

MCCA: Máxima Corriente Continua Actual

CCM: Corriente Continua Medida

FA: Factor de Ajuste para estimar la Corriente Máxima.

En el caso de que no se disponga de ninguna de las mediciones se deberán estimar sumando los valores de consumos teóricos máximos de los equipos instalados en el sitio, los cuales son entregados por los fabricantes en la documentación técnica respectiva. Entonces con dicha información podemos estimar estos valores utilizando las siguientes expresiones matemáticas.

$$MCCA = \sum_{i=1}^n CCME_i. \quad (6)$$

$$MCAA = \frac{MCCA * FCA}{Efp} + \sum_{j=1}^M CAC_j \quad (7)$$

Donde:

MCAA: Máxima Corriente Alterna Actual

MCCA: Máxima Corriente Continua Actual

CCMEi: Corriente Continua Máxima del equipo de telecomunicaciones i

CACj: Corriente Alterna Máxima equipo de clima j

EfR: Eficiencia del equipo de Rectificación del sitio

FCA: Facto de Conversión de Corriente continua a Corriente Alterna.

Igualmente, para estimar los valores de corrientes máximas producto de los nuevos equipos a instalar; es decir, para poder obtener los valores de *MCAN* y *MCCN* se deben sumar los consumos máximos teóricos de los nuevos equipos de acuerdo con las siguientes expresiones.

$$MCCN = \sum_{i=1}^n CCMP_i \quad (8)$$

$$MCAN = \frac{MCCN * FAC}{Efp} + \sum_{j=1}^M \Delta CAC_j \quad (9)$$

Donde:

MCAN: Corriente Alterna producto de nuevos equipos

MCCN: Corriente Continua producto de nuevos equipos

CCMPi: Corriente Continua Máxima equipo de telecomunicaciones Proyectado i

ΔCACj: Aumento de Corriente Continua Máxima equipos de Clima

Efp: Eficiencia de Rectificación

FCA: Facto de Conversión de Corriente continua a Corriente Alterna.

Veamos entonces los resultados de las ecuaciones anteriores utilizando los datos del ejemplo, entonces tenemos

$$MCAA= 51,13 A, MCCA = 200 A$$

Ahora debemos calcular los valores de corrientes continua y alterna que requieren los 2 nuevos equipos a instalar, para ello tenemos que:

$$CCME1= 50 A, CCME2 = 50 A$$

Utilizando la expresión (8) tenemos entonces

$$MCCN = 50+50 = 100 A$$

Utilizando la expresión (9), calculamos este valor en corriente alterna

$$MCAN = \frac{100 * \left(\frac{54}{220}\right)}{0,96} + 0 = 25,56 A$$

Notar que en este caso el FAC = $\left(\frac{54}{220}\right)$ y 0,96 corresponde al 96% de eficiencia del rectificador.

Entonces utilizando los valores calculados en las ecuaciones (1) y (2) tenemos:

$$MCAD = 51,13 + 25,56 = 76,69 \text{ A, corriente alterna para diseño y}$$

$$MCCD = 200 + 100 = 300 \text{ A, corriente continua para diseño}$$

4.4.2 Ampliación de Empalmes Eléctricos.

En el caso de los sitios celulares y debido a los niveles de consumo típicos de estos, tradicionalmente se han utilizado empalmes en baja tensión monofásicos, con un máximo de capacidad de 40 A en corriente alterna.

Debido al crecimiento del tráfico y al advenimiento de la tecnología 5G, según lo visto en marco teórico, los consumos aumentarán sustancialmente en los sitios, se prevé entonces, que en muchas situaciones será necesario el ampliar el empalme existente.

Para la toma esta decisión se debe determinar entonces, si el empalme del sitio es monofásico y valor de la máxima corriente alterna para diseño (MCAD), calculada en la sección anterior, es mayor a la capacidad del empalme actual, si esta respuesta es afirmativa, entonces la recomendación será: **“Ampliar empalme a trifásico”**

En caso contrario, **“NO necesario modificar capacidad del empalme”**

Del ejemplo numérico calculado en la sección anterior tenemos claramente que en ese caso los 76,69 A > 40 A máximo, pero el empalme ya es trifásico por lo que **“NO necesario modificar capacidad del empalme”**

4.4.3 Ampliación o instalación de sistema de rectificación.

El objetivo de esta lógica de negocio es determinar si es necesario realizar una modificación al sistema de rectificación de energía del sitio para soportar la máxima potencia eléctrica que requerirá el conjunto del equipamiento de radio y transmisión

existente y nuevo a instalar en un sitio, como consecuencia del plan de despliegue de nodos de acceso del año en curso

Del marco teórico, debemos recordar que se requiere de un sistema de rectificación, que ejecute la conversión de energía eléctrica desde energía en corriente alterna a energía eléctrica corriente continua, para el funcionamiento de los equipos electrónicos

Los parámetros y variables más relevantes de estos equipos que serán utilizados para el diseño de la solución son: la **capacidad máxima de rectificación del sistema**; la **capacidad máxima de rectificación de cada módulo**, la **cantidad máxima de módulos a instalar** y la **eficiencia rectificación**.

Las distintas alternativas de respuesta que puede entregar la lógica serán la siguientes:

1. No modificar sistema actual de rectificación, debido a que la capacidad instalada cubre las necesidades de rectificación actuales y planificadas.
2. Aumentar la cantidad de módulos rectificadores disponibles en el sistema de rectificación existente, indicando la cantidad de nuevos módulos a instalar.
3. Reemplazar el sistema de rectificación existente por uno con mayor capacidad, eligiendo entre las distintas marcas y modelos disponibles.

Para poder decidir entre las alternativas anteriores; se debe determinar si el sistema actualmente instalado, es capaz de soportar la nueva corriente máxima que requerirán los equipos de telecomunicaciones. Para ello se compara la capacidad máxima total que puede soportar el equipo de rectificación actualmente instalado, con el valor de corriente total máxima; es decir se efectúa la siguiente resta.

$$\Delta CC = MCCD(1 + FC) - CMR \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

Delta CC: Diferencia de corriente continua máxima necesaria para poder alimentar el nuevo equipamiento en el sitio.

MCCD: Máxima Corriente Continua para Diseño

CMR: Es la Capacidad Máxima de Corriente Continua del sistema de instalado.

FC: porcentaje que indica el porcentaje de corriente para la recarga de baterías

Dependiendo del valor resultante para *Delta CC*, se tienen los siguientes casos:

Caso 1; *Delta CC* > 0:

Este resultado indica que el sistema de rectificación existente no tiene la capacidad para satisfacer las necesidades de energía de los equipos existentes más los planificados a instalar. Entonces la alternativa deberá ser reemplazar el sistema existente, escogiendo dentro de las distintas alternativas de marcas y modelos disponibles aquella con el de menor costo monetario, considerando el valor base del controlador y chasis más la cantidad de módulos a instalar.

Para determinar el valor de cada alternativa de reemplazo, se debe determinar primero la cantidad de módulos a instalar, considerando las características de cada marca y modelo, utilizando la siguiente ecuación:

$$NM_i = \frac{MCCD(1+FC)}{CM_i} + 1 \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

NM_i: Corresponde a la cantidad de módulos a instalar para la marca y modelo i

MCCD: Máxima Corriente Continua para Diseño

CM_i: Capacidad Máxima Individual de la marca y modelo i

FC: porcentaje que indica el porcentaje de corriente para la recarga de baterías

Se suma el valor 1 al final de la ecuación para considerar una redundancia de configuración de sistema de N+1, cubrir posibles de fallas en un módulo durante la operación del sistema y redondear el resultado al entero superior siguiente en el caso de que el resultado no lo sea.

Se debe verificar para cada alternativa *i*, que el valor de *NM_i* no sobrepase la cantidad máxima de módulos factibles de ser instalados para esa alternativa, en caso contrario, debe descartarse como alternativa.

Entonces, se debe escoger aquel modelo y marca que tenga el menor valor resultante de la siguiente ecuación.

$$VT = VB + VM_i * NM_i \dots \dots \dots (12)$$

Donde

VT: Valor total monetario del sistema de rectificación

VB: Valor base del sistema de rectificación

VM_i: Valor individual de cada módulo de la marca y modelo i

NM_i: Corresponde a la cantidad de módulos a instalar para la marca y modelo i

Finalmente, la recomendación para el **Caso 1** será:

“Instalar nuevo equipo de rectificación de la marca y modelo *i*, instalando *NM_i* módulos, cuyo costo será *VT*”

Caso 2; Delta CC < 0:

Este caso indica que el sistema actual tiene la capacidad para satisfacer las necesidades de energía de los equipos existentes más los planificados a instalar.

Se debe verificar entonces que la cantidad de módulos instalados es suficiente o se deben agregar módulos extra. Para ellos se calcular el valor entero superior de la ecuación.

$$DELTA M = \frac{MCCD(1+FC) - [(NMA-1)*CMA]}{CMA} \dots\dots\dots (13)$$

Donde

DELTA M: Corresponde a la cantidad de Módulos Faltantes

MCCD: Máxima Corriente Continua para Diseño

NMA: Cantidad de Módulos instalados

CMA: Capacidad máxima en Ampere de cada Módulo instalado

FC: porcentaje que indica el porcentaje de corriente para la recarga de baterías

El valor -1 que se resta de *CMA* en el numerador, es necesario para considerar la redundancia N+1.

Si *DELTA M* < 0; la recomendación será:

“Mantener el sistema de rectificación actual sin agregar módulos extra”

Por el contrario, si *DELTA M* > 0, indica que se debe agregar módulos extra al sistema.

Sin embargo, para que esta recomendación sea factible se debe verificar que se cumpla la siguiente condición:

Sea *NMAXA*, la cantidad máxima de módulos que es posible instalar el sistema actual, se debe cumplir:

Si $(DELTA M + NMA) < NMAXA$; entonces la recomendación será

“Agregar *DELTA M* Módulos extra al sistema actual”

Si $(DELTA M + NMA) > NMAXA$, se deberá proceder como en el siguiente **Caso 1**, es decir es preferible cambiar el rectificador existente por uno de mayor capacidad

Veamos entonces para el ejemplo el valor de *Delta CC*, para los valores del ejemplo, tenemos entonces que:

MCCD = 300 A, FC = 10% (valor típico) y *CMR* = 250 A, reemplazando en la expresión (11) se tiene

$$Delta CC = 300 (1 + 0,1) - 250 = 80 > 0$$

Tenemos entonces que al ser *Delta CC* > 0, nos encontramos en el caso 1, es decir; el sistema de rectificación existente no tiene la capacidad para satisfacer las necesidades de energía de los equipos existentes más los planificados a instalar y por lo tanto se debe reemplazar el sistema por uno de mayor capacidad. Supongamos entonces por simplicidad que el único sistema rectificador disponible es un rectificador con capacidad máxima de 400 A y módulos de 50 A cada uno, entonces de la ecuación (11), podemos calcular la cantidad de módulos que se deben instalar como:

$$NM_i = \frac{300(1 + 0,1)}{50} + 1 = 7,6$$

Es decir; se debe instalar un nuevo rectificador con capacidad máxima de 400 A (por ser el disponible) con 8 módulos de 50 A.

4.4.4 Instalación Baterías de respaldo.

El objetivo de esta lógica de negocio es determinar si es necesario realizar una modificación al sistema de respaldo de baterías frente a cortes de energía, para

soportar la máxima potencia eléctrica del sitio, que requerirá el conjunto del equipamiento de radio y transmisión existente más el nuevo a instalar.

Las distintas variables y parámetros del sistema de respaldo de baterías que es son necesarias para comprender mejor la lógica de negocio son las siguientes.

Cantidad de Horas Por Respaldo: Se refiere a la cantidad de horas que deberán respaldar las baterías ante cortes de energía.

Tipo de Batería: se refiere a la tecnología de almacenamiento de las baterías que pueden ser: Ácido-Plomo o Litio.

Capacidad de Baterías: Se refiere a la cantidad de energía eléctrica por hora que pueden respaldar las baterías. Al ser sistemas de baterías de 48 V el valor se entrega Ampere por Hora.

Voltaje Nominal de Batería: Se refiere al voltaje de cada batería individual que puede tomar los valores de 12 Volts para el caso de la tecnología de ácido plomo, con lo cual se deben conectar 4 de ellas en serie para tener los 48 V necesarios para los equipos de telecomunicaciones o 48 Volts para el caso de baterías de Litio individuales.

Debido a las ventajas comparativas tanto en vida útil como en capacidades de monitoreo y gestión de la batería de litio, la política actual de Telefónica es que, en el caso de que en un sitio en el que se vaya a instalar nuevo equipamiento las baterías existentes sean de ácido -plomo, están deban ser reemplazadas en su totalidad por baterías de litio, que cubran tanto las necesidades de respaldo existentes como las asociadas al nuevo equipamiento.

Entonces para calcular las unidades de respaldo a instalar vendrá definido por la siguiente ecuación.

$$NL = \frac{CR*HR}{CUB} \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

NL: Corresponde al total de unidades de baterías de litio

CR: Carga a respaldaren A

HR: Horas a respaldar

CUB: Capacidad unitaria de unidad de cada batería de litio medida en AH

Entonces, tendremos los siguientes casos:

Caso a.1) Si las baterías ya instaladas en el sitio son de litio y su cantidad es mayor que el valor de *NL* entonces la recomendación será

“NO se deben agregar baterías al sitio”

Caso a.2) Si las baterías ya instaladas en el sitio son de litio y su cantidad es menor que el valor de *NL* entonces se debe calcular

$$\text{Delta } B = NL - NLE \dots \dots \dots (15)$$

Donde

Delta B: cantidad de baterías extra a instalar

NL: Cantidad total de baterías de litio necesarias

NLE: Cantidad de baterías de litio existentes

Entonces la recomendación será

“Instalar *Delta B* baterías”

Caso b) Si las baterías ya instaladas en el sitio son de ácido-plomo, será

“Instalar *NL* baterías”

Para el caso del ejemplo tenemos que las baterías instaladas son de ácido plomo por lo que deben ser reemplazadas por la cantidad de baterías de litio de acuerdo con la expresión (14), entonces utilizando una exigencia de HR de 4 horas tenemos

$$NL = \frac{300 \cdot 4}{150} = 8, \text{ es decir } 8 \text{ baterías de litio de } 150 \text{ AH}$$

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE APOYO TECNOLÓGICO.

Para poder definir la propuesta de apoyo tecnológico, primero comenzaremos por detallar los casos de uso asociados.

5.1 Casos de uso y diagramas de secuencia

En la ilustración 17 se muestra el diagrama de los casos de uso identificados

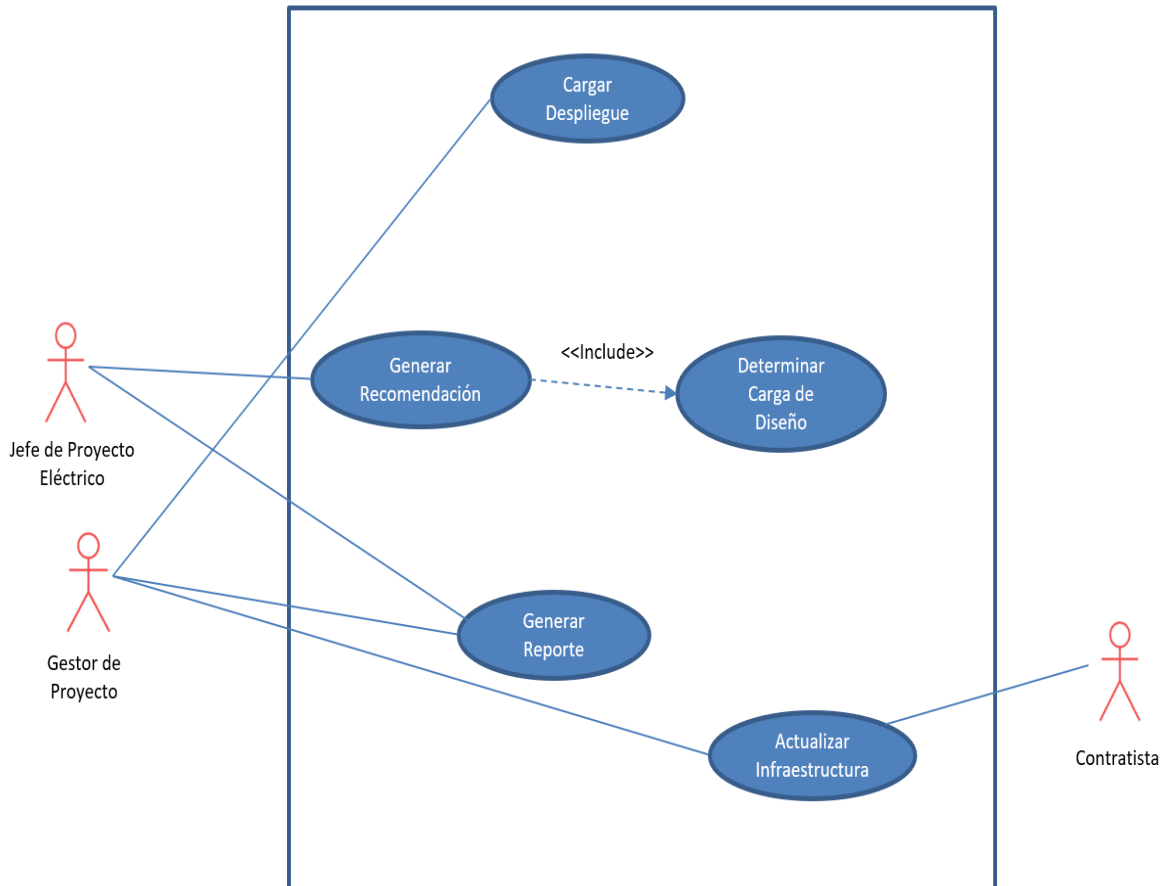


Ilustración 24: Diagrama Casos de Uso

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Actores.

Los actores que interactúan son descritos en las siguientes tablas.

Tabla 5: Actor "Jefe de Proyecto Eléctrico"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Jefe de Proyecto Eléctrico
Descripción	Ingeniero del área de infraestructura, que tiene como responsabilidad determinar las especificaciones técnicas del equipamiento de energía que se debe instalar en un sitio
Relaciones	Actores: Contratista y Gestor de Proyectos Casos de Uso: Generar Recomendación y Generar Reportes

Tabla 6: Actor "Gestor de Proyectos"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Gestor de Proyectos
Descripción	Ingeniero del área de infraestructura, encargado de realizar un seguimiento del estado de los proyectos de instalación de infraestructura
Relaciones	Actores: Jefe de Proyecto Eléctrico Casos de Uso: Generar Reportes y Cargar Despliegue

Tabla 7: Actor "Contratista"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Contratista
Descripción	Personal de empresa proveedora de servicios de telefónica que ejecuta las instalaciones y cambios de equipos de energía en los sitios celulares.
Relaciones	Actores: Jefe de Proyecto Eléctrico Casos de Uso: Actualizar Infraestructura

5.1.2 Caso de uso, "Cargar Despliegue".

Periódicamente, se generan planes para la instalación de nuevos nodos en la red celular, destinados a satisfacer las necesidades de tráfico, calidad o cobertura. Este plan corresponde a un listado de sitios de la red de Telefónica, en donde se indica el nuevo equipamiento de telecomunicaciones que se deberá instalar en cada sitio junto a sus respectivas configuraciones. Para poder determinar los nuevos consumos eléctricos que implicarán estos elementos en los sitios, se deben cargar los datos necesarios para el cálculo de estos consumos en el sistema, que es objetivo del caso de uso "Cargar Despliegue", descrito a continuación

Tabla 8: Caso de uso "Cargar Despliegue"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Cargar Despliegue
Descripción	Permite tener disponible en el sistema, el listado de equipos de telecomunicaciones y sus configuraciones que se instalarán en cada sitio celular durante el año calendario.
Actores	Gestor de Proyecto
Precondición	Gestor de Proyectos autenticado en el sistema
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Ingresar archivo con nuevo plan de despliegue.2. Se modifica la categoría del plan actualmente almacenado en el sistema.3. Se actualizan en sistema los nuevos datos del plan de despliegue y se categoriza como plan actual4. Se informa en pantalla al usuario que el plan ha sido cargado de forma exitosa
Postcondiciones:	Plan de despliegue almacenado en base de datos

El diagrama de secuencia respectivo será:

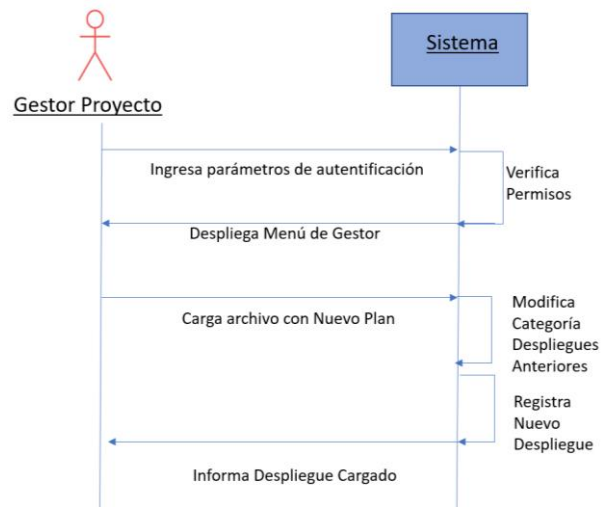


Ilustración 25:DSS “Cargar Plan de Despliegue”

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Caso de uso, “Generar Recomendación”.

Este caso de uso caso tiene como objetivo entregar al “Jefe de Proyecto Eléctrico”, una recomendación sobre los equipos de energía que se deberían instalar en el sitio para poder soportar las nuevas necesidades debido a la instalación de nuevos equipos de. Este caso de uso a vez se puede subdividir en 3 casos de uso.

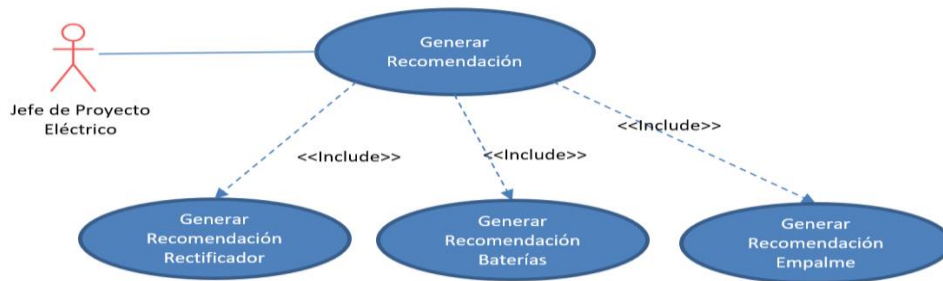


Ilustración 26:Casos de Uso Generar Recomendación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Caso de uso "Generar Recomendación"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Generar Recomendación
Descripción	En base a las necesidades futuras y las capacidades actuales de energía, el sistema genera una recomendación en cuanto a las especificaciones de los equipos de rectificación, baterías o tipo de empalme eléctrico que se deberían instalar en un sitio celular, la cual puede ser es aceptada o rechazada
Actores	Jefe de Proyecto Eléctrico
Precondición	Jefe de Proyecto Autenticado en el sistema. Plan de despliegue cargado en sistema. Carga de Diseño Determinada
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Jefe de Proyecto solicita generar recomendación para uno o varios sitios.2. Se verifica si los equipos actuales tienen las condiciones suficientes para soportar la máxima corriente3. Se calculan las características técnicas que deben cumplir los equipos para soportar la corriente máxima4. Si los equipos no cumplen las características calculadas se escoge la opción de menor costo disponible5. Se registran las características del equipo seleccionado.6. Se presenta la recomendación en pantalla al Jefe de Proyecto7. Jefe de Proyecto Acepta o Modifica la propuesta8. Se registra la decisión final
Postcondiciones:	Características técnicas de equipos seleccionados disponibles para consulta y descarga

El diagrama de secuencia de este caso es el mostrado en la siguiente ilustración

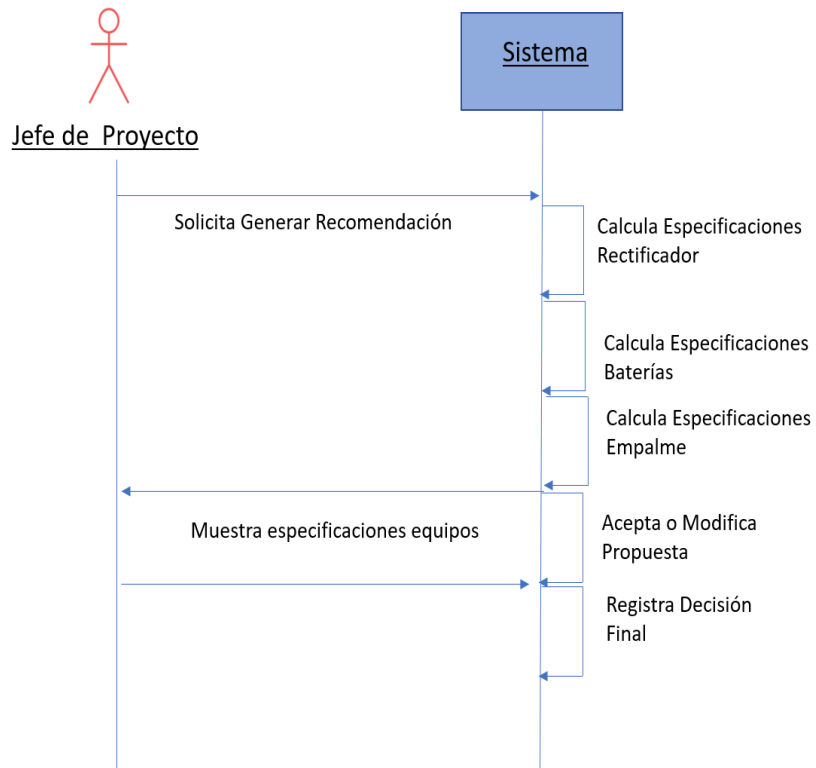


Ilustración 27:DSS "Generar Recomendación"

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los Casos de los Casos de uso que componen el caso "Generar Recomendación", es el siguiente.

5.1.3.1 Caso de uso, "Generar Recomendación Rectificador".

Este caso de uso tiene como objetivo seleccionar determinar si es necesario o no ejecutar alguna modificación al sistema de rectificación existente en el sitio para poder alimentar con la máxima carga de corriente continua que requerirá el conjunto de equipos de telecomunicaciones nuevos y existentes en un sitio celular.

Tabla 10: Caso de uso "Generar Recomendación Rectificador"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Generar Recomendación Rectificador
Descripción	El caso de selecciona la mejor opción en cuanto al equipo de rectificación y su configuración que permita satisfacer las necesidades de corriente de los equipos en un sitio celular.
Actores	
Precondición	Jefe de Proyecto solicita caso de uso "Generar Recomendación". Corriente máxima de diseño calculada.
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se traen datos de corriente máxima a alimentar. 2. Se verifica si el equipo actual tiene las condiciones suficientes para soportar la máxima corriente. 3. Se calculan las características técnicas que debe cumplir el equipo de rectificación para soportar la corriente máxima 4. Si el equipo no cumple las características calculadas se escoge la opción de menor costo dentro de los equipos disponibles. 5. Se registran las características del equipo seleccionado.
Postcondiciones:	Características técnicas de equipos seleccionado almacenado para utilización del caso de uso "Generar Recomendación".

5.1.3.2 Caso de uso, "Generar Recomendación Baterías".

Este caso de uso tiene como objetivo el determinar si se deben agregar baterías al sistema eléctrico del sitio celular para que estas puedan proporcionar energía a los equipos de telecomunicaciones nuevos y ya instalados en el sitio en el caso de un corte de energía de la red comercial. En el caso del análisis sea que se deben agregar baterías, se debe entregar la capacidad individual de las baterías que deban instalarse y su cantidad.

Tabla 11: Caso de uso'' Generar Recomendación Baterías''

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Generar Recomendación Baterías
Descripción	Se calcula la cantidad y capacidad de baterías necesarias para entregar las horas de respaldo requeridas para un sitio celular antes cortes de energía.
Actores	
Precondición	Jefe de Proyecto solicita caso de uso "Generar Recomendación". Corriente máxima de diseño calculada
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Se trae dato de corriente máxima2. Se busca dato de horas a respaldar.3. Se calculan la cantidad de baterías y su capacidad que permitan cumplir con las horas necesarias de respaldo4. Se almacenan las características de las baterías recomendadas.
Postcondiciones:	Características técnicas de equipos seleccionado almacenado para utilización del caso de uso "Generar Recomendación".

5.1.3.3 Caso de uso, "Generar Recomendación Empalmes".

Este caso de uso tiene como objetivo el poder decidir si debido al aumento de la corriente máxima producto de la instalación de nuevos equipos de telecomunicaciones se debe aumentar la capacidad del empalme eléctrico conecta el sistema eléctrico con la red eléctrica comercial y si este debe ser cambiado desde uno del tipo monofásico a uno del tipo trifásico.

Tabla 12: Caso de uso "Generar Recomendación Empalmes"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Generar Recomendación Empalmes
Descripción	El caso se decide si se debe o no ampliar la capacidad del empalme actual del sitio para poder satisfacer las necesidades de corriente máxima.
Actores	
Precondición	Jefe de Proyecto solicita caso de uso "Generar Recomendación". Corriente máxima de diseño calculada
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Se trae dato de corriente máxima.2. Se verifica si el empalme actual tiene las condiciones suficientes para soportar la máxima corriente.3. Dependiendo de si el empalme tiene o no la capacidad suficiente para soportar a máxima corriente, se genera la recomendación de ampliar o no4. Se almacenan la decisión sobre el empalme.
Postcondiciones:	Decisión sobre el empalme almacenada para utilización del caso de uso "Generar Recomendación".

5.1.4 Caso de uso, "Determinar Carga de Diseño".

El objetivo de este caso de uso es estimar la corriente máxima que debe utilizarse para determinar las capacidades y especificaciones técnicas de los equipos de energía a implementar, considerando los equipos de telecomunicaciones ya instalados en el sitio celular, así como los que serán instalados producto de un plan de despliegue.

Tabla 13: Caso de uso "Determinar Carga de Diseño"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Determinar Carga de Diseño
Descripción	Se estiman la máxima corriente alterna y la máxima corriente que producto de los equipos de telecomunicaciones y clima instalados y planificados instalar en un sitio celular.
Actores	
Precondición	Jefe de Proyecto solicita caso de uso "Generar Recomendación".
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Se estima el valor de la corriente continua máxima de los equipos planificados a instalar2. Se estima el valor de la corriente alterna máxima de los equipos planificados instalar3. Se calcula el aumento en la corriente máxima alterna en los equipos de clima.4. Se estima el aporte de corriente máxima alterna total producto de los equipos planificados instalar.5. Se verifica si existen mediciones de las corrientes alterna y continua.6. Si existen mediciones se suman estos valores a los respectivos estimados en el punto anterior y se finaliza.7. Si no existen mediciones se estima la corriente continua máxima de los equipos instalados actualmente en el sitio8. Se estima la carga en alterna del sitio usando la estimación de la corriente en continua9. Se suman los valores calculados en los puntos 7 y 8 a los valores obtenidos en los puntos 1 y 4 respectivamente.10. Se registran los valores de las estimaciones obtenidas para su uso.
Postcondiciones:	Valores de las corrientes máximas de alterna y continúa almacenados para la utilización del caso de uso "Generar Recomendación".

5.1.5 Caso de uso, "Generar Reportes"

El objetivo de este caso de uso es generar opciones de reportes numéricos y visuales destinados conocer la infraestructura instalada y por instalar de los sitios celulares que puedan ser usadas para fines de control, seguimiento y estimación de recursos, por el gestor general del proyecto de despliegue y las jefaturas.

Tabla 14: Caso de uso "Generar Reportes"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Generar Reportes
Descripción	Se generan reportes sobre estado de infraestructura en función de un menú de selección
Actores	Gestor de Proyecto, Jefe de Proyecto Eléctrico
Precondición	Actores identificados en el sistema
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none">1. Gestor o Jefe de Proyecto acceden al sistema.2. Selecciona del menú de reportes el tipo de reporte a generar.3. Sistema genera reporte seleccionado.4. Se despliega en pantalla el reporte seleccionado
Postcondiciones:	Reportes almacenados y disponibles para visualización y/o descarga

El Diagrama de secuencia respectivo será:

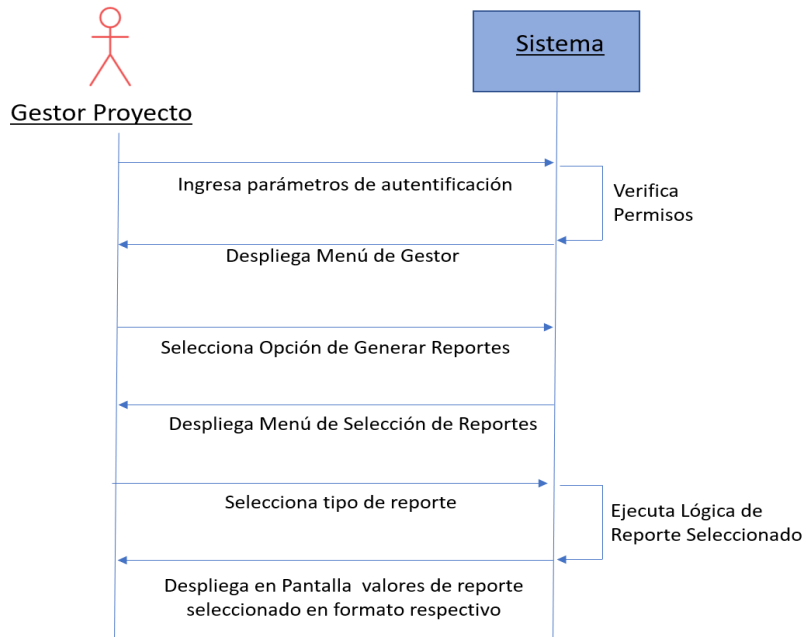


Ilustración 28: DSS "Generar Reportes"

Fuente: Elaboración propia

5.1.6 Caso de uso, "Actualizar Infraestructura"

Tabla 15: Caso de uso "Actualizar Infraestructura"

Fuente: Elaboración propia

Descripción	
Nombre	Actualizar Infraestructura.
Descripción	Se registran cambios de infraestructura de energía
Actores	Contratista, Jefe de Proyecto
Precondición	Contratista autenticado en sistema
Flujo de Evento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selecciona el sitio donde se hará el cambio 2. Se despliega en pantalla formulario de registro 3. Se completa formulario luego de ejecutar trabajos 4. Los cambios se notifican al Jefe de Proyecto 5. Jefe de proyecto revisa y aprueba los cambios 6. Se registran los cambios
Postcondiciones:	Cambios de infraestructura registrados.

El diagrama de secuencia correspondiente es el siguiente:

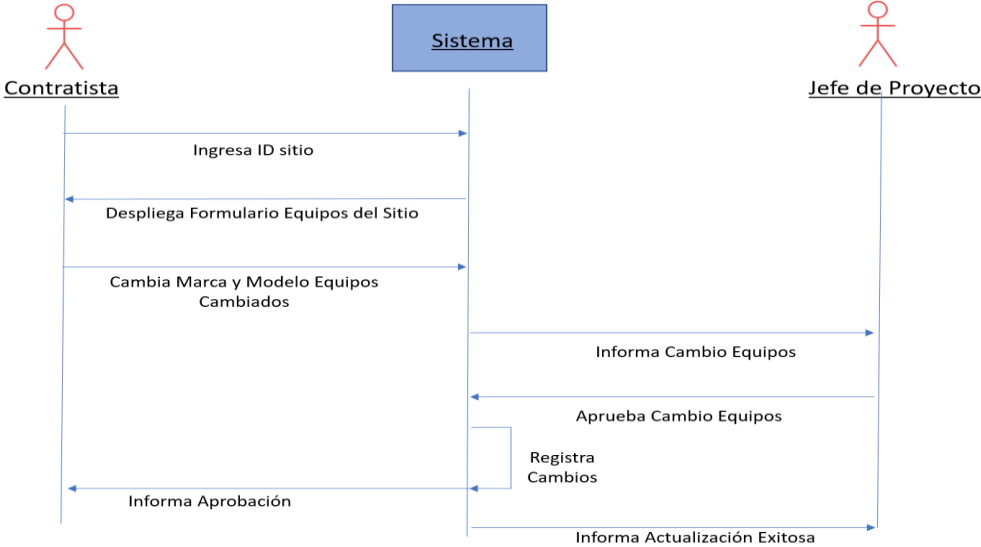


Ilustración 29: DSS "Actualizar Infraestructura"

Fuente: Elaboración Propia

5.2 Diagrama de Clases

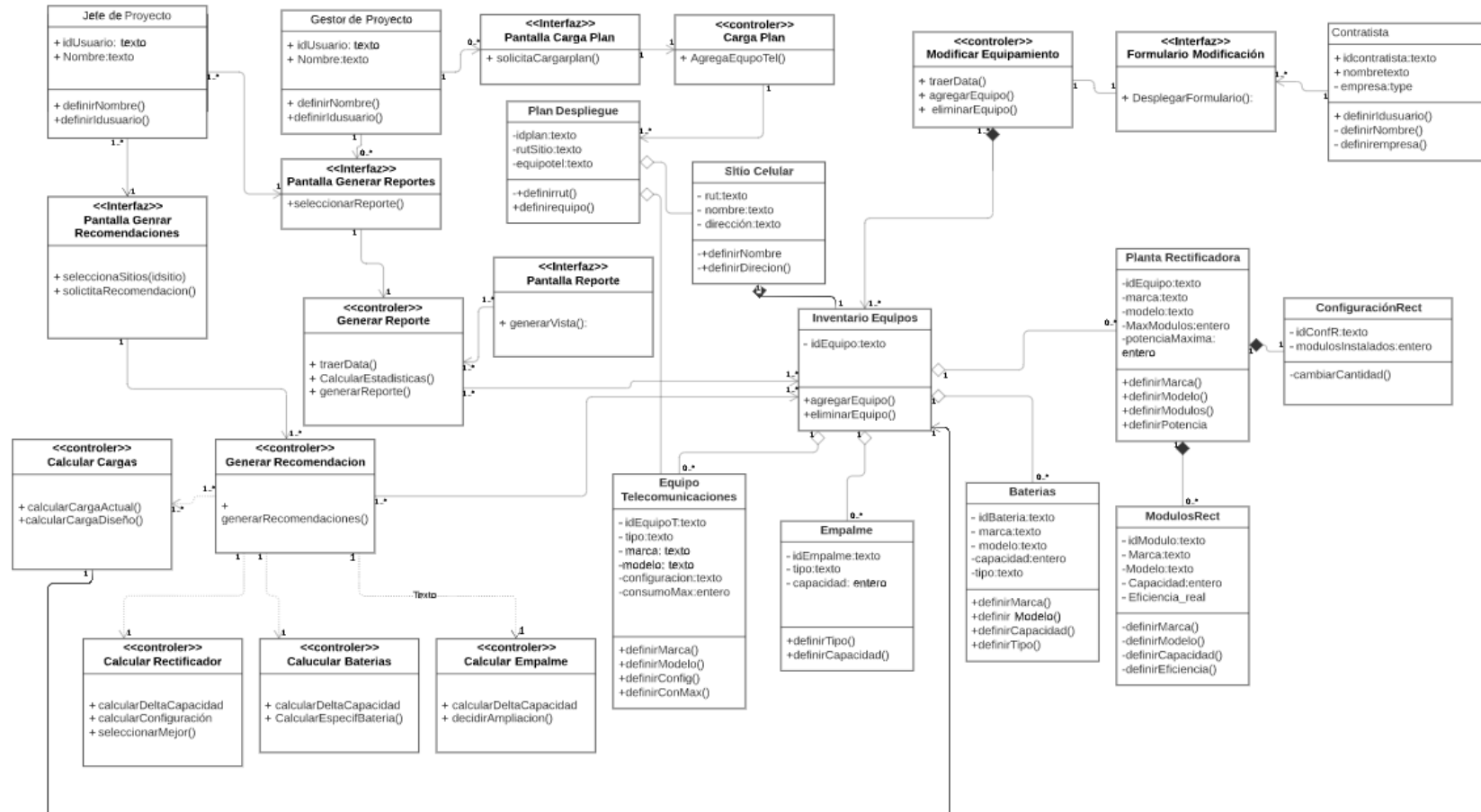


Ilustración 30: Diagrama de Clases Sistema

Fuente: Elaboración propia

5.3 Diagrama de Secuencia extendidos

Identificadas las clases del sistema se tienen ahora los siguientes diagramas de secuencia extendidos

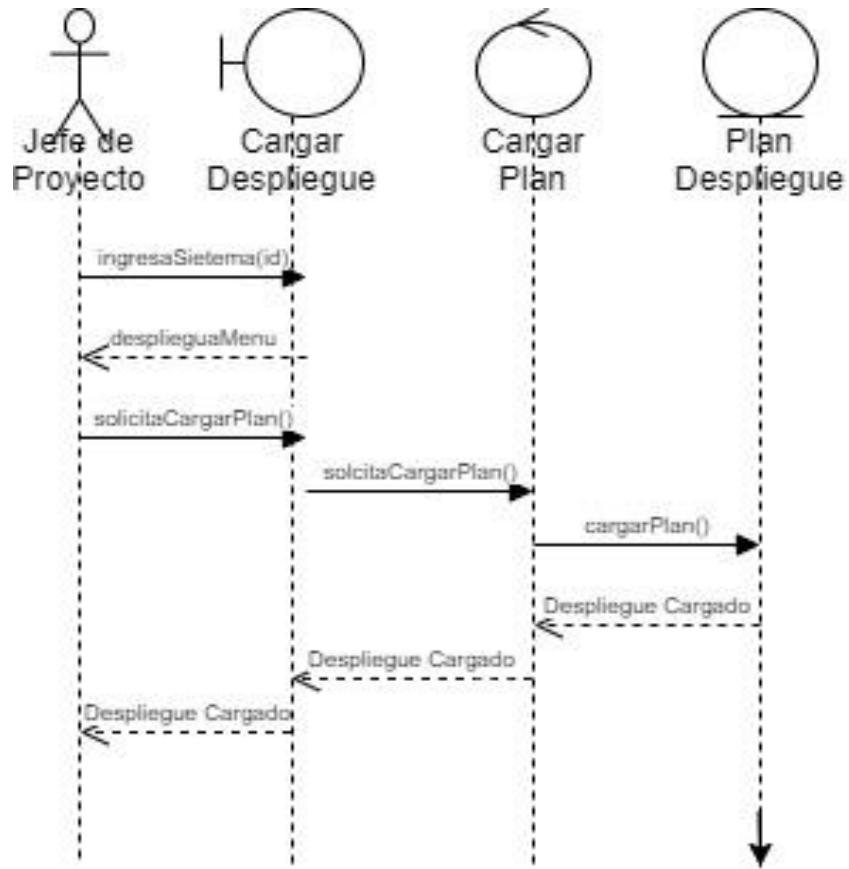


Ilustración 31: DSS extendido Cargar Despliegue

Fuente: Elaboración propia

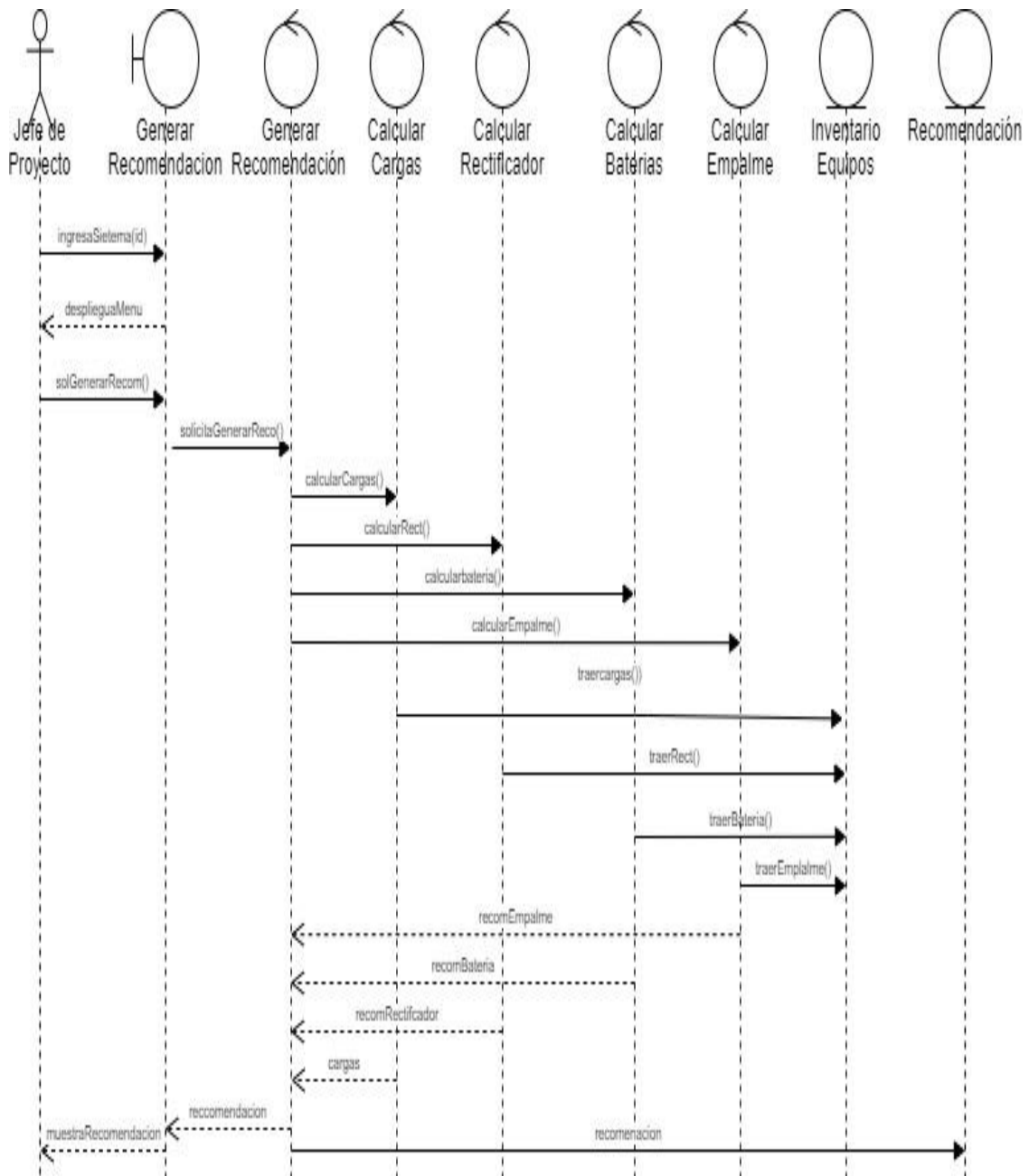


Ilustración 32: DSS extendido Generar Recomendación

Fuente: Elaboración propia

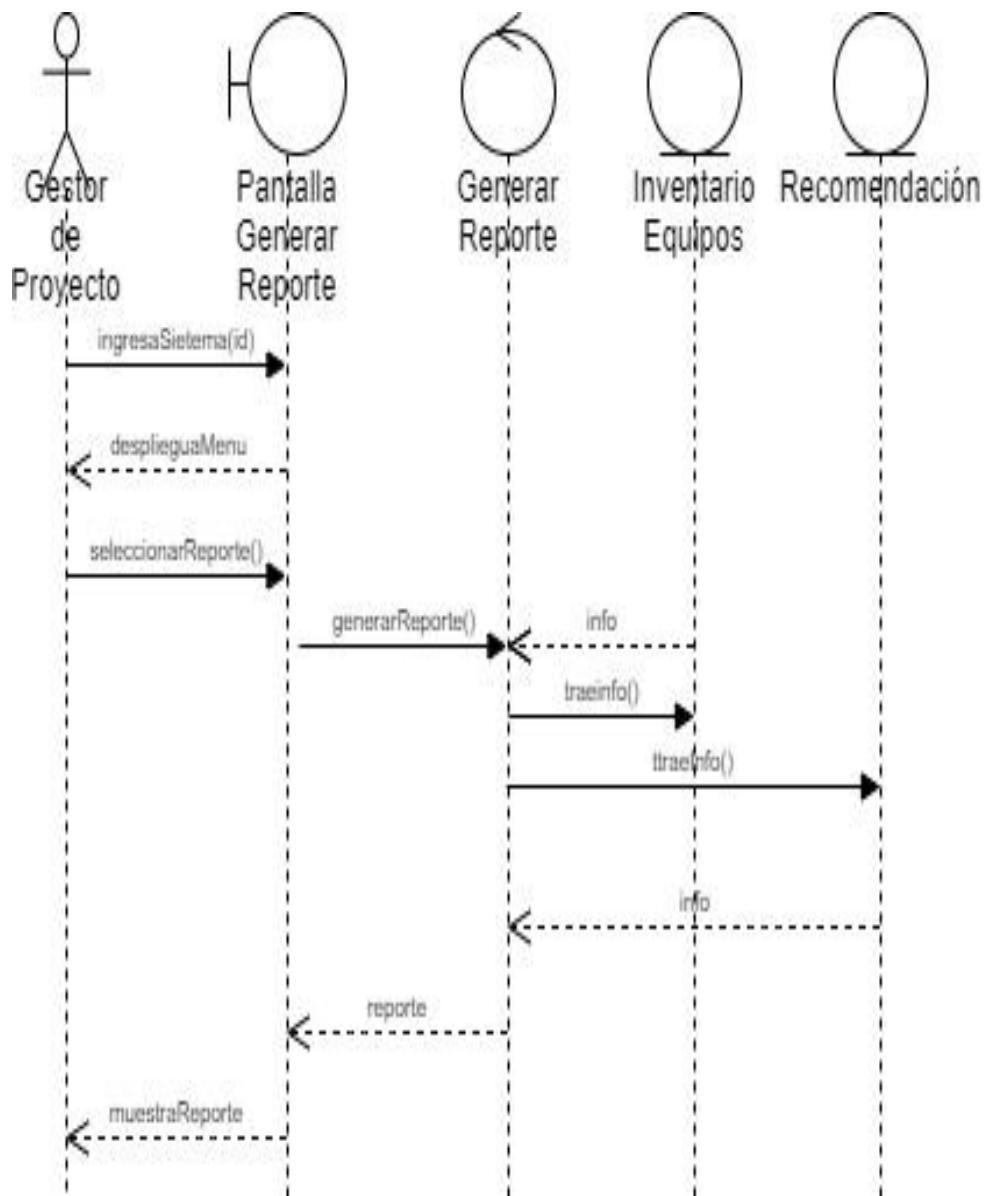


Ilustración 33:DSS extendido Generar Reporte

Fuente: Elaboración propia

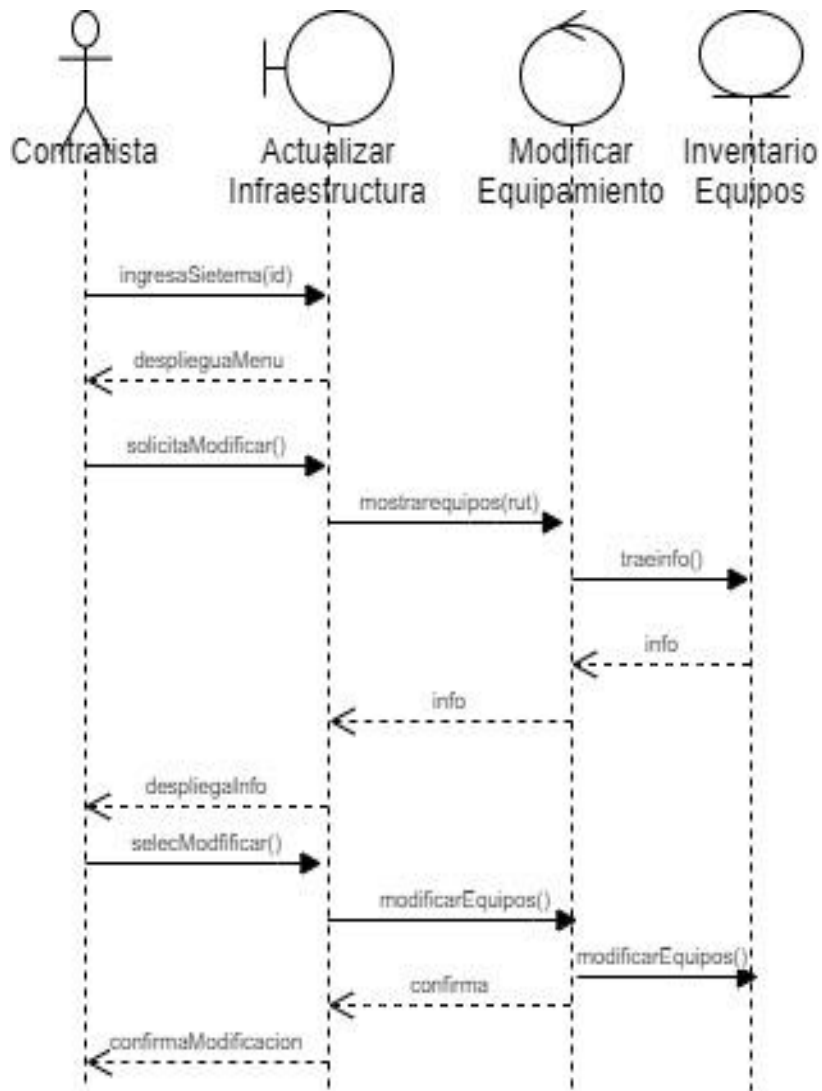


Ilustración 34:DSS extendido Actualizar Infraestructura

Fuente: Elaboración propia

5.4 Modelo Base de datos

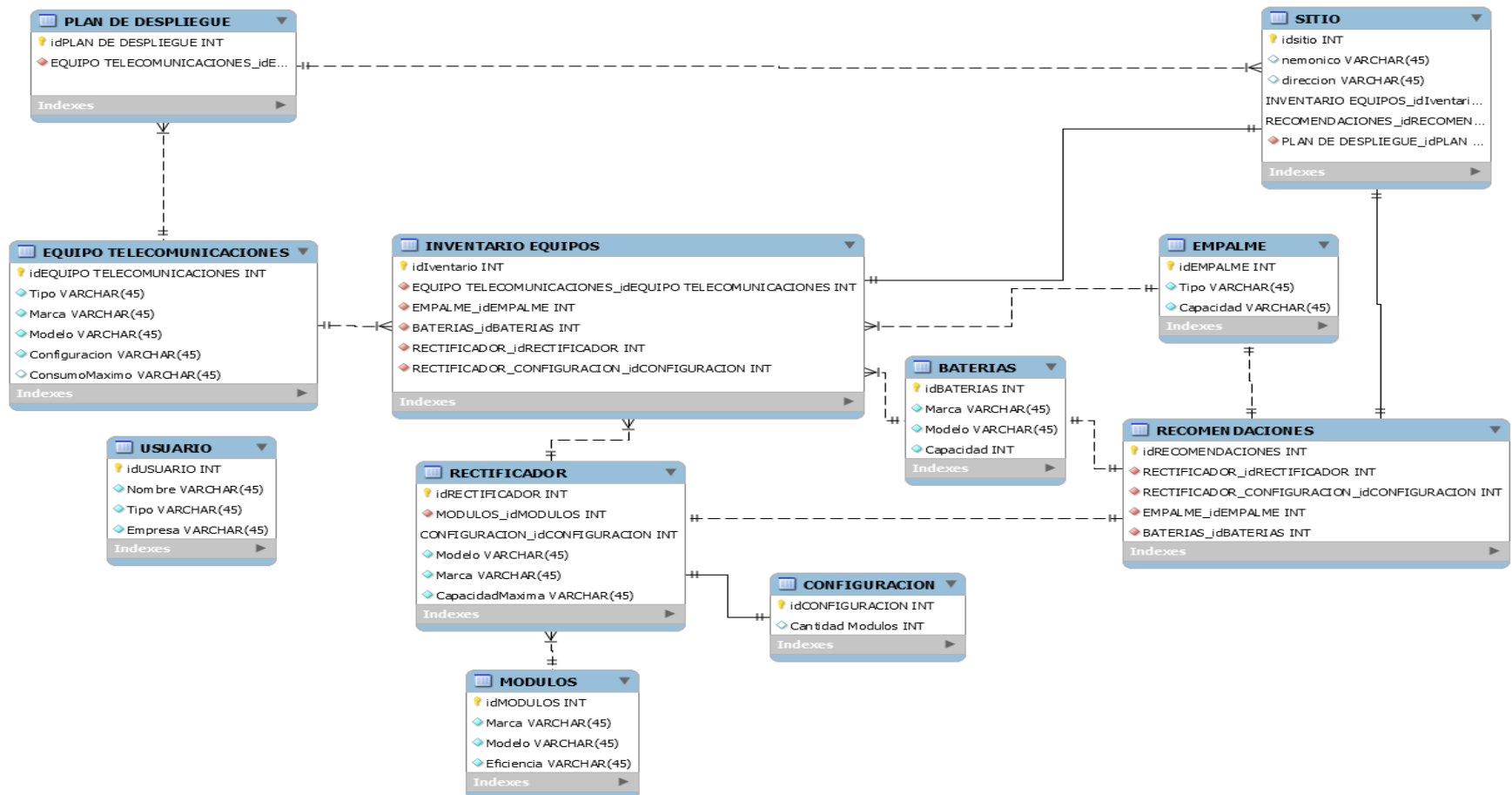


Ilustración 35: Modelo Base de datos ER

Fuente: Elaboración propia

5.5 Arquitectura del sistema

Para la arquitectura de software que se propone para implementar es el conocido modelo de 3 capas, mostrado en la siguiente figura:



Ilustración 36: Modelo de 3 Capas

Fuente: Elaboración propia

Así las capas mostradas en la figura son:

Capa de presentación, que corresponde a la interfaz gráfica con el usuario.

Capa de negocio, donde se implementan las lógicas de negocio

Capa de datos; donde se accede, se almacenan y gestionan los datos.

Tal como mencionaremos más adelante en este documento, el desarrollo del sistema real se encuentra actualmente en curso para su implementación durante Diciembre de 2021, como parte de un evolutivo de la plataforma denominada TREE, desarrollada para Telefónica Global por la empresa ATREBO de origen español.

Sin embargo, para efectos demostrativos se encargó a un desarrollador interno de Telefónica, el programar una parte de la aplicación para probar el concepto y efectos

demostrativos. Esta fue desarrollada usando el framework Django para generar vistas Web y lógica en Python para generar las recomendaciones. Para la capa de datos se usó el motor de base de datos MySQL.

A continuación, se muestran algunas de la vista resultantes.

The screenshot shows a web application interface for 'Sistema de Inventario de Sitios de Red'. At the top, there are radio buttons for 'Un Sitio', 'Todos los Sitio', and 'Por Zona', with 'Todos los Sitio' selected. Below this is a table titled 'Sitios Inventario' with columns: RUT, NEMONICO, NOMBRE, ESTADO, DIRECCION, COMUNA, and REGION. The table lists 14 sites with their respective details. Below the table is a section 'Realizar Recomendación' with buttons for 'Recomendar', 'Exportar', and 'Guardar'. The 'Recomendar' button is active. Below this is a table titled 'Resultado Recomendación' with columns: RUT, RECOMENDACION, ID_TIPO, MARCA, MODELO, CAPACIDAD MAXIMA, CANTIDAD MODULOS, CAPACIDAD MODULOS, EFICIENCIA PLANTA, and COSTO MODULO. This table shows recommendations for each of the 14 sites listed above, such as 'Cambiar' or 'Agregar' a 'Huawei TP3' rectifier with a capacity of 400 Ampere and 8 modules.

RUT	NEMONICO	NOMBRE	ESTADO	DIRECCION	COMUNA	REGION
1310701655	PFVF2	PEDRO FONTOVA	VIGENTE	SANTA MARTA 7229	HUECHURABA	13
1310701609	MVCC2	MOVICENTER	VIGENTE	AV. LAS TORRES S/N	HUECHURABA	13
1310701425	HCRC1	HUECHURABA	VIGENTE	AV. AMERICO VESPUCIO 568	HUECHURABA	13
1310701231	CEMG1	CIUDAD EMPRESARIAL	VIGENTE	PALACIO RIESCO 4441	HUECHURABA	13
1310662676	MGALP	METROGAS - LAS PARCELAS	VIGENTE	LAS PARCELAS 5490	ESTACION CENTRAL	13
1310662650	ESQB1	HBTS LAS SOPHORAS 1	VIGENTE	LAS SOPHORAS 120	ESTACION CENTRAL	13
1310662649	ESQB2	HBTS LAS SOPHORAS 2	VIGENTE	BELLOTO/LAS SOPHORAS 3715	ESTACION CENTRAL	13
1310662556	CLIBI	CLINICA BICENTENARIO	VIGENTE	AV. LIBERTADOR BERNARDO O HIGGINS 4850	ESTACION CENTRAL	13
1310661985	MPLAZ	MALL PLAZA ALAMEDA	VIGENTE	AV. LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS 3470	ESTACION CENTRAL	13
1310661417	TSTGB	TERMINAL SANTIAGO BS	VIGENTE	AV. BERNARDO OHIGGINS 3806	ESTACION CENTRAL	13

RUT	RECOMENDACION	ID_TIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD MAXIMA	CANTIDAD MODULOS	CAPACIDAD MODULOS	EFICIENCIA PLANTA	COSTO MODULO
1310701655	Cambiar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310701609	Agregar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310701425	Cambiar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310701231	Agregar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310662676	Cambiar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310662650	Agregar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310662649	Cambiar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310662556	Agregar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500
1310661985	Cambiar	3	Huawei	TP3	400	8	50	0,96	500

Ilustración 37: Pantalla Inicial Generar Recomendación

En la vista de la figura 30, se muestra la primera pantalla de la aplicación (se obvian las pantallas de autenticación), en donde el usuario puede seleccionar si desea generar una recomendación para un sitio particular, para todos los sitios de la base de datos o para alguna zona geográfica. En el ejemplo el usuario selecciono la opción “Todos los sitios” y en la pantalla inferior al hacer clic sobre la opción “Recomendar”, desplegado el resultado en la sección inferior, en donde por ejemplo para el listado de sitios mostrados identificados por su Rut (que es un id interno de Telefónica que identifica de manera única a los sitios), se recomienda cambiar el rectificador existente o agregar, un rectificador Huawei modelo TP3, con capacidad máxima de 400 Ampere, con 8 Módulos. Podemos ver también que en este ejemplo está incluido el caso del sitio del ejemplo usado en la explicación del caso de negocio en la primera línea.

CAPÍTULO 6: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.

6.1 Contexto Organización

Para poder elaborar un plan de implementación es necesario entender en que contexto organizacional se va desarrollar el proyecto, en este sentido debemos considerar presente trabajo se encuentra inmerso dentro de un profundo cambio organizacional de Telefónica, pasando de una estructura funcional con gestión y toma de decisiones locales por la operación local en cada país, a una orientada a buscar sinergias entre las operaciones de los distintos países desde el punto de vista presupuestario, mejores prácticas de trabajo y estandarización tecnológica. .

La nueva de estructura de organizacional denominada “HISPAM”, agrupa a las operaciones de: Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Uruguay; en únicos roles funcionales transversales a todas ellas.

En particular los roles funcionales definidos para lo relacionado con la planificación, desarrollo y operaciones de las redes de telecomunicaciones de la compañía se han definido los siguientes:

Gestión Económica: gestión presupuestaría de las inversiones y gastos relacionados con la red.

Planificación de Tecnología. definición las directrices sobre las soluciones técnicas a implementar en la red y los planes estratégicos de desarrollo de la red.

Gestión de la Demanda y TI: Definición de políticas e implementación de soluciones TI para clientes y soportes interno.

Desarrollo de Redes y Hogar: responsable de la ingeniería y despliegue de la infraestructura de redes.

Operación y Mantenimiento: Mantención y operación de del equipamiento e infraestructura de apoyo de la red.

6.2 Evaluación y Selección de Alternativas

Considerando este contexto, se ha determinado que la solución a implementar debe cumplir con

1. Ser escalable hacia otras operaciones del del grupo HISPAM y
2. Tener la capacidad de integración con otra infraestructura de software y hardware utilizado.

Para la elección de solución para implementar la propuesta de este sistema se evaluaron las 4 siguientes alternativas

1. Desarrollo 100% interno de la aplicación.
2. Licitación o contratación de desarrollo de la aplicación.
3. Licitación compra de un sistema comercial similar
4. Extensión de la adquisición alguna solución de inventario similar dentro del grupo HISPAM.

Estas alternativas fueron comparadas en cuanto a: costo, rapidez de implementación, factibilidad de ampliación a otras operaciones del grupo, soporte, dificultad de aceptación, grado de adecuación a la necesidad con esto se llegó la tabla 15

Tabla 16: Comparación Alternativas

Fuente: Elaboración propia

Alternativa	Costo	Rapidez Implementación	Integración HISPAM	Soporte	Capacidad de Mejoras
Desarrollo propio	0	Incierta, prioridad baja para área de TI	Baja factibilidad, requiere trabajo de operaciones HISPAM con TI local.	Difícil, requiere acuerdo de servicios con área de TI	Mediana, conocimiento queda en cada, pero requiere trabajo con TI
Licitación Desarrollo	Superior a \$20.000.000 ⁹	Superior a 6 meses considerando los tiempos de licitación	Baja, requiere pago de trabajo de la empresa con cada operación HISPAM y pago extra por cada operación	Requiere negociar contrato de soporte	Difícil y costosa podría requerir contratar nuevos desarrollos
Adquisición Software de Mercado	Superior a 50.000.000. Son sistemas que cubren necesidades más allá de las necesarias	Superior a 6 meses considerando los tiempos de licitación	Baja requiere gran presupuesto pues debe implementarse en cada operación	Pago Anual de alto costo	Muy costosa
Extensión plataforma existente	\$15.000.000	Entre 4 a 6 Meses	Fácil pues existe plataforma base en operaciones de Chile; Perú y Uruguay.	Costo bajo por licencia Acuerdo Marco	Mediana requiere pago de HH para evolutivos.

Analizando la comparativa anterior, se decidió que la mejor alternativa era la extensión de una plataforma existente, configurando la Base de Datos sobre la Plataforma TREE existente desarrollada por la empresa española ATREBO para Telefónica y que contiene los datos de los contratos de los sitios de la red móvil y desarrollando la

⁹ En base a licitaciones similares

aplicación de recomendaciones como un evolutivo de la plataforma e integrándola con el sistema de registro de mantenciones denominado SIOM como sistema de captura de datos y que actualmente es usado en las operaciones de Chile y Perú.

6.3 Gestión del Cambio.

Tal como se mencionó en el marco teórico; para la gestión del cambio se utilizarán los 8 pasos de Kotter (Kotter, 2012), de la manera que a continuación se describe para cada paso.

Comenzando con crear el sentido de **urgencia del cambio**, se aprovecharán las siguientes oportunidades dadas en el contexto temporal en el que se realiza el proyecto.

1. La necesidad de desplegar de manera rápida los nuevos servicios de red frente a la alta competencia en el sector de la telefonía móvil y en particular el gran desafío de desplegar en los próximos años, la nueva red 5G tanto en Chile, como en el resto de las operaciones.
2. El consenso general entre los miembros de los equipos de despliegue de infraestructura y operaciones de contar con información oportuna y de calidad, para poder desarrollar las ingenierías y labores de mantención de la infraestructura de red.

Juntando ambos conceptos se logró crear el sentido de urgencia de llevar a cabo este proyecto.

Con el objetivo de abordar el paso de **“formar una coalición”** se procedió a identificar a los actores clave para el proyecto analizando sus intereses, nivel de influencia y estrategias para lograr el apoyo e involucramiento lo cual esta resumido en la tabla siguiente.

Tabla 17: Actores Relevantes

Fuente: Elaboración propia

Identificación	Relevancia	Interés	Estrategia i
<p>Gerente Planificación Infraestructura HISPAM</p>	<p>Poder de decisión sobre prioridad de Recursos</p> <p>Expandir modelo a nivel HISPAM</p>	<p>Oportunidad de generar el primer modelo estándar de inventario de infraestructura HISPAM.</p>	<p>Reuniones formales para la presentación del proyecto y sus beneficios.</p> <p>Conversaciones sobre como el proyecto ayuda al desarrollo de un sello de la nueva gestión HISPAM</p> <p>Reunión de Cierre</p>
<p>Director Tecnología Chile</p>	<p>Autoriza y prioriza presentación de Presupuesto a HISPAM</p>	<p>Es responsable del despliegue de la red local y requiere un proceso más rápido</p>	<p>Conversación directa sobre la necesidad aprovechando el conocimiento que tiene sobre la necesidad</p> <p>Correos mostrando el avance del proyecto</p>
<p>Jefe Infraestructura Acceso Móvil</p>	<p>Asigna tiempo para trabajo en el proyecto</p> <p>Da Acceso a la Información del Proyecto</p>	<p>Cliente Principal, dueño del proceso de negocio directo pues es el responsable de entregar las soluciones de energía y de cumplimiento de metas</p>	<p>Se involucra en cada etapa del proceso mediante</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Reunión de Presentación de Proyecto, i ✓ Reuniones de Captura de expectativas ✓ Reuniones Seguimiento y Cierre
<p>Ingenieros de Diseño de energía</p>	<p>Entrega de conocimiento del proceso de negocio</p>	<p>Clientes principales facilita la ejecución de sus rol y cumplimiento de metas.</p>	<p>Se hacen partícipes de todo el proyecto desde las etapas de levantamiento, detección de necesidades oportunidades y mejoras por medio de:</p> <p>Sesiones de trabajo grupales con de equipo completo</p> <p>Entrevistas individuales</p> <p>Reunión de Cierre</p>

Gerentes de Zonales de Operación Móvil	Entrega de puntos de vista de procesos complementarios e información Aliado para relevar relevancia de la necesidad de ejecutar proyecto con el Director de Tecnología	El proyecto ayuda a liberar HH de personal Requiere la información de infraestructura que almacenará el sistema para labores propias de mantenimiento	Reunión de presentación del proyecto Involucramiento de personal de su carga en varias etapas del proyecto Reunión de Cierre
Jefe de Proyecto Sistema SIOM	Adaptación de sistema SIOM para la captura de Datos	Requiere interconexión con base de datos para mejorar el uso del sistema	Reunión de explicación del proyecto detallando como el proyecto es la oportunidad de expansión a Nivel HISPAM de SIOM
Jefe de Área Housing	Dueña de Plataforma TREE de sitios móviles	Necesidad de Integrar la base de sitios con una capa de infraestructura Oportunidad de tener aliados para crecimiento de TREE nivel HISPAM	Reunión de presentación de proyecto. Acuerdo de presentación de proyecto y presupuesto conjunto ante HISPAM y Director de Tecnología

Con respecto a **crear la visión para el cambio** y basado en la recopilación del interés de los actores principales se ha creado la narrativa siguiente: “este proyecto pondrá a la operación de Chile como el pionero en desarrollar y exportar al grupo HISPAM, un sistema, que de manera simple podrá automatizar tareas de ingeniería en base a información actualizada de los sitios e integrada a plataformas de mantenimiento”

Con respecto a **“comunicar la visión”** esta se usará como pilar en todas las estrategias descritas en la tabla de la página anterior.

Para abordar el paso de **eliminar los obstáculos**, primero hay que identificarlos para ellos en base a las diversas entrevistas con las partes interesadas se identificó que la principal oposición era la poca disposición de los ingenieros de diseño de actualizar información en la base datos. Para eliminar este obstáculo se definió que el proceso de actualización de información en dicha base debía contemplar algún mecanismo que

no implicase la obligación de ingreso manual por parte de dichos ingenieros. Para ellos se analizaron las siguientes alternativas.

1. Integrar la base datos con un sistema de monitoreo automático de la infraestructura de sitios. Si bien técnicamente esta alternativa es factible los costos de implementación en una red de más de 4 mil sitios no se consideran aceptables, en vista de que existe la alternativa para la poder actualizar el dato.
2. Que la data sea ingresada manualmente por un tercero, para esta alternativa se consideró que la mejor alternativa es que los datos sean actualizados por los contratistas que ejecutan labores de mantención o de instalación y cambio de equipos en los sitios al momento de ejecutarlos vía la App que existe para estos efectos. Esto además tiene la ventaja de que esta actividad este integrada de manera natural a estas actividades de terreno.

Con el objetivo de asegurar triunfos de corto plazo, se ha particionado el proyecto en 3 etapas principales, de manera de hacer entrega de entregables concretos en plazos cortos e ir demostrando la utilidad del proyecto.

1. Carga y habilitación de primera versión de base de datos con información de infraestructura de 372 sitios.
2. Habilitación de sistema de recomendaciones
3. Integración con sistema SIOM.

Luego de implementada estas etapas del proyecto se pondrá atención en **construir sobre el cambio**, mediante mesas de evaluación trimestrales con los usuarios y partes interesadas de manera de recoger observaciones para la mejora continua, como puede ser agregar nueva información, facilidades de uso y profundizar en nuevas categorías de recomendaciones.

Finalmente se propone que luego de asentada la nueva plataforma en el proceso de la instalación de diseño e instalación de infraestructura móvil se avance a la incorporación de esta plataforma para el caso de la instalación y diseño de infraestructura de energía en sitios de la red fija de Telefónica, cumpliendo con la etapa 8 de los puntos recomendados por Kotter (Kotter, 2012), es decir, **anclar el cambio en la cultura de la empresa.**

Para poder medir el éxito de este plan de implementación, se propone el seguimiento trimestral de los siguientes indicadores:

1. **Porcentaje de asistencia de convocados a reuniones de mejora del sistema**, post implementación esto con el fin de medir la mantención del grado de interés de las partes interesadas. Su fórmula de cálculo será:

$$\frac{\text{Cantidad de personas asistentes a las reuniones}}{\text{Cantidad de personas citadas}} * 100$$

2. **Grado de actualización de la información de infraestructura de los sitios.** esto para medir el grado de utilización del sistema y del nuevo proceso. Su fórmula de cálculo será:

$$\frac{\text{Cantidad de Sitios con información actualizada en el trimestre}}{\text{Cantidad de proyectos ejecutados en el trimestre}}$$

3. **Porcentaje de recomendaciones de diseño usando el sistema**, su fórmula de cálculo será:

$$\frac{\text{Cantidad de proyectos con diseño usando sistema de recomendaciones}}{\text{Cantidad de proyectos ejecutados en el trimestre}}$$

CAPÍTULO 7: EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

7.1 Evaluación Técnica

Para evaluar desde un punto de vista técnico el proyecto se ejecutaron simulaciones utilizando un prototipo de la base de datos de la aplicación, las cuales tuvieron como objetivo.

- Comparar la rapidez de acceso a los datos sobre de infraestructura de energía principal de los sitios con y sin el sistema.
- Comparar la calidad de los datos obtenidos con y sin proyecto.
- Comparar la rapidez para generar recomendaciones correctas de decisión y características técnicas de la solución de forma masiva.

Para llevar a cabo las comparaciones entre la situación con y sin proyecto se utilizó una muestra de la información recopilada de 372 sitios, recopilada en terreno con motivo de la implementación de la red 5G.

Cabe señalar, dado que el levantamiento para la primera etapa de 5G está siendo ejecutada con máxima prioridad debido a que existe un plazo máximo regulatorio para implementar la primera etapa de esta nueva red- los tiempos de recopilación promedio de información ha sido menor al promedio histórico desde 92 días a 63 días

Entonces para poder ejecutar comparaciones definamos primero definamos primero cual es la situación con sistema y cual la sin sistema:

Situación sin sistema: Los datos son ingresados en informes en distintos formatos electrónicos y tras pasados a una planilla Excel, de manera libre por el contratista que ejecutó el levantamiento sin ningún tipo de validación.

Situación con Sistema: Los datos son ingresados mediante un formulario, en el cual se que despliegan los datos de la infraestructura ya existente en los sitios extraídos mediante consulta automática a la base de datos. El contratista modifica los campos de los equipos a instalar y solo puede escoger alternativas válidas que son desplegadas para su selección o en el caso de campos libres como datos con valores numéricos, existen reglas de validación para dichos valores. Además, el sistema puede estimar algunos datos numéricos que no estén directamente en la base de datos.

La información recopilada para los 373 sitios ha sido cargada en el prototipo de base de datos y luego accedida desde el ambiente de preproducción con el observar el tiempo de acceso a la información de cada sitio, pudiendo establecer que dicho tiempo en todos los casos iba desde unos pocos segundos a algunos minutos; es decir para efectos prácticos se puede que el tiempo de acceso medido es días es de cero **(0 día)**.

Otro aspecto analizado fue el examinar la calidad de los datos más relevantes, utilizando las dimensiones de mayor impacto en tiempo y costo, de las establecido en la norma ISO ISO/IEC 25012; y comparar esta situación con la base de datos.

Para el ejercicio se utilizaron los datos de 5 de las variables más relevantes a saber: Tipo de empalme, medición de AC, Medición de DC, Marca de planta rectificadora, Capacidad de baterías y potencia instalada de módulos rectificadores. Esto da un universo de datos de $373 \times 5 = 2238$ datos.

Eficiencia; donde se analiza el grado en el que los datos pueden ser procesados y proporcionados con los niveles de rendimiento esperados.

Sin Proyecto: el tiempo promedio para tener disponible los datos fue de 63 días.

Con Proyecto: Cero días, La información recopilada para los 373 sitios ha sido cargada en el prototipo de base de datos y luego accedida desde el ambiente de preproducción con el observar el tiempo de acceso a la información de cada sitio, pudiendo establecer que dicho tiempo en todos los casos iba desde unos

pocos segundos a algunos minutos; es decir para efectos prácticos se puede que le tiempo de acceso medido es días es de cero (0 día).

Exactitud; Grado que especifica el grado en el que los datos representan correctamente el valor deseado en un contexto específico.

Sin Proyecto: Sobre la muestra se detectó un 3% de datos claramente erróneos

Con Proyecto: Si bien no se puede asegurar que los datos ingresados al sistema no sean datos exactos a la realidad, al menos se podría asegurar que estos no sean ingresados al sistema pues sería rechazados al estar fuera de rango.

Compleitud; Grado en el que los datos asociados con una entidad tienen valores para todos los atributos esperados e instancias de entidades relacionadas en un contexto de uso específico.

Sin Proyecto: Sobre la muestra se detectó un 25% de datos incompletos.

Con Proyecto: 0% de datos incompletos pues los contratistas no pueden ingresar campos obligatorios vacíos y algunos campos son estimados por el sistema.

Actualidad; define el grado en el que los datos se encuentran actualizados.

Sin Proyecto: Los datos si bien en el caso de la muestra se encuentran actualizados, sin sistema no serán actualizados hasta un nuevo proceso de levantamiento de información en terreno.

Con Proyecto: Los datos son actualizados cada vez que existe un cambio en ellos.

Conformidad; se verifica que los datos correspondientes cumplen con estándares, convenciones o normativas vigentes.

Sin Proyecto: 36% de los datos no estarán ingresados de acuerdo con la nomenclatura.

Con Proyecto: Los que no están de acuerdo con la nomenclatura no pueden ser ingresados por lo que el 100% de los datos están de acuerdo al estándar.

Con respecto a verificar el buen funcionamiento de la aplicación de recomendación y su tiempo de respuesta se procedió a simular con la aplicación prototipo, sobre el conjunto de los datos cargados en la base de datos dando como resultado que:

1. El tiempo de demora para generar una recomendación sobre si cambiar la planta rectificadora existente o no y sus características técnicas, fue de menos de 1 minutos para el total de 373 sitios.
2. Se compararon los resultados entregados por la aplicación con cálculos sobre la misma data por medio una planilla Excel, lográndose 100% de coincidencia entre dichos cálculos, con lo cual se comprueba a nivel de prototipo que el funcionamiento correcto de la herramienta.

7.2 Evaluación Económica

7.2.1 Definición de Beneficios y Costos.

7.2.1.1 Beneficios.

A continuación, se detallan los principales beneficios económicos directos e indirectos que se visualizan como consecuencia de la implementación de este proyecto.

a) Beneficios debido a disminución de tiempos de proceso.

Para poder estimar estos beneficios primero se debe determinar la disminución del tiempo de implementación de un nuevo nodo de la red de acceso producido por la disminución en el tiempo de diseño, así tenemos:

$$DT = DTB + DTR$$

Donde:

DT: Disminución de Tiempo Total

DTB: Disminución de Tiempo de Búsqueda de Información

DTR: Disminución de Tiempo debido a la recomendación automática

Así tenemos que

DTB = Tiempo Sin Sistema - Tiempo con Sistema

Sabemos de la evaluación técnica que este tiempo pasaría desde 63 días (en el mejor de los casos) a 0 días con lo cual *DTB = -63 (días)*

Para estimar *DTR* debemos estimar cuanto demoraría procesar de forma manual esta información sin contar con el sistema. Así sin sistema debemos recordar que la información de cada sitio se debe rescatar de los distintos informes de manera manual y de un sitio a la vez. Supongamos de manera razonable que el trabajo de traspasar esta información se traslada a una planilla Excel (sin Macros), para luego ejecutar

cálculos y tomar decisiones sobre ellos, demora alrededor de N minutos por sitio, entonces tendremos que el tiempo en días considerando 8 horas laborales por día

$$TD = \frac{N * CS}{60 * 8}$$

Donde

TD = Tiempo de Diseño

N= Minutos de procesamiento por sitio

CS= Cantidad de Sitios Procesar

De acuerdo con lo visto en la evaluación técnica se tiene que como el tiempo de procesamiento con sistema es máximo x minutos entonces se puede decir que el tiempo de diseño por todos los sitios será ahorrado completamente; es decir:

$$DTR = -TD$$

Finalmente, la ecuación para calcular la disminución de tiempo de diseño para CS sitios será:

$$DT = -63 - \frac{N * CS}{60 * 8}$$

Luego de tener esta expresión para determinar a la disminución de los tiempos de proceso, procederemos a explicar las dos fuentes principales de los beneficios económicos asociados a la disminución de tiempos.

- i) **Adelantamiento de Ingresos.** Este se produce debido a que al poner en funcionamiento un nuevo nodo de acceso, este comenzará antes los servicios a los usuarios y por ende el flujo de ingresos asociados a dichos

servicios. Para calcular este valor en dinero definiremos los siguientes parámetros:

IPDS= Ingreso Promedio Diario por Sitio en la red (actualmente este parámetro tiene un valor de \$ 235.000 pesos chilenos por día)

FCNN: Factor de Castigo que toma en cuenta que los nuevos nodos o nuevas tecnologías no debería generar los mismos ingresos que le promedio de la red desde el primer día.

Así el beneficio por adelantamiento de Ingresos quedaría

$$BAD = IPDS * FCNN * \left(-63 - \frac{N*CS}{60*8}\right)$$

- ii) Ahorro día Ingeniero. Este corresponde al ahorro de días de trabajo de un ingeniero de diseño en generar una recomendación de diseño usando la herramienta y vendrá dado por**

$$AHI = CDI * \left(-\frac{N*CS}{60*8}\right)$$

Donde

AHI: Ahorro Monetario horas ingeniero

CDI: Costo Dia Ingeniero

b) Beneficios debidos evitar visitas a terreno.

Este beneficio tiene relación con evitar el pago a contratistas por visitas a terreno para el levantamiento de información. El proyecto evitará este costo debido a que no será necesario al tener constantemente disponible en la base de datos la información de la infraestructura de energía. Se debe considerar un factor NV, de necesidad de visitas para tomar en cuenta el hecho de que no siempre es necesario visitar todos los sitios de un plan de despliegue, pues como se señalaba en el levantamiento del proceso existen sitios para los cuales existe información dispersa en distintos informes previos y planillas Excel.

7.2.1.2 Costos.

Los costos del proyecto están asociados a la implementación de la base de datos y desarrollo de la aplicación. De acuerdo con la alternativa escogida los costos consistirán en un cobro único por el desarrollo del evolutivo sobre la plataforma TREE. Cabe señalar que los costos de licencias y soporte anual se encuentran ya pagados como parte de la negociación global con la empresa ATREBO y que estaban disponibles sin utilizar al máximo.

7.2.2 Flujo de Caja

Para hacer el flujo de caja del proyecto instanciamos los valores de los beneficios y costos presentados anteriormente. Para ejecutar esta tarea supondremos un despliegue anual de 500 sitios, que es un valor razonable de acuerdo con la experiencia de años anteriores y un valor de procesamiento N de información de 1 minuto.

Con los supuestos anteriores tendremos

$$DT = -63 - \frac{1 * 500}{60 * 8} = -64,04 \text{ días}$$

Multiplicando este valor por el valor de **IPDS = \$235.000** y considerando un factor **FCNN** de un 1% tenemos que el **beneficio por efecto de adelanto de ingresos** será de **\$72.247.000**

Para el cálculo del valor de ahorro por día ingeniero utilizaremos pata **CDI**, un valor de **\$115.000 por día** con esto aplicando la formula () tendremos que el ahorro alcanzara los **\$119.000**.

Para el calcular el beneficio de ahorro por debido **evitar visitas a terreno**, utilizaremos un costo promedio por visita de **\$ 50.000** de acuerdo con el promedio pagado en los últimos levantamientos ejecutados y un factor **NV** de un **85%**

Para el caso de los costos este como se comentó corresponde al cobro de desarrollo un evolutivo que tendrá el valor de **\$15.240.000**

Así tomando un horizonte de 3 años para la evaluación, tiempo utilizado por Telefónica para evaluar este tipo de proyectos tenemos el cuadro siguiente.

Tabla 18: Evaluación Económica Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Item	Año 0	año 1	año 2	año3
Ingresos				
Adelanto de Ingresos	\$ -	\$ 75.211.750	\$ 75.211.750	\$ 75.211.750
Ahorro Dia Ingeniero	\$ -	\$ 119.600	\$ 119.600	\$ 119.600
Ahorro Costo Visitas	\$ -	\$ 21.250.000	\$ 21.250.000	\$ 21.250.000
Costos Fijos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Operacional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión				
Costo Desarrollo	\$ -15.240.000	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Caja	\$ -15.240.000	\$ 96.581.350	\$ 96.581.350	\$ 96.581.350
Flujo Descontado (14%)	\$ -15.240.000	84.720.482	74.316.213	65.189.660
VAN	\$ -15.240.000	69.480.482	143.796.695	208.986.355

7.3 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad lo centraremos en analizar los escenarios cuando cambias los supuestos de. Cantidad de Sitios Para Implementar; el factor de castigo sobre los ingresos



Ilustración 38: Variación del VAN versus la cantidad de sitios a implementar

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico de la figura 19 se puede deducir que si bien el VAN del Proyecto es altamente sensible a la cantidad de sitios y dejando sin modificar el resto de los supuestos el proyecto es rentable para cualquier valor realista de sitios a implementar.

El siguiente análisis se hizo sobre la variable factor de castigo sobre los ingresos, es decir que porcentaje de ingresos sobre el promedio diario de la red podemos asignar a cada día de adelanto en la implementación, dejando las demás variables constantes los resultados son mostrados en el gráfico siguiente

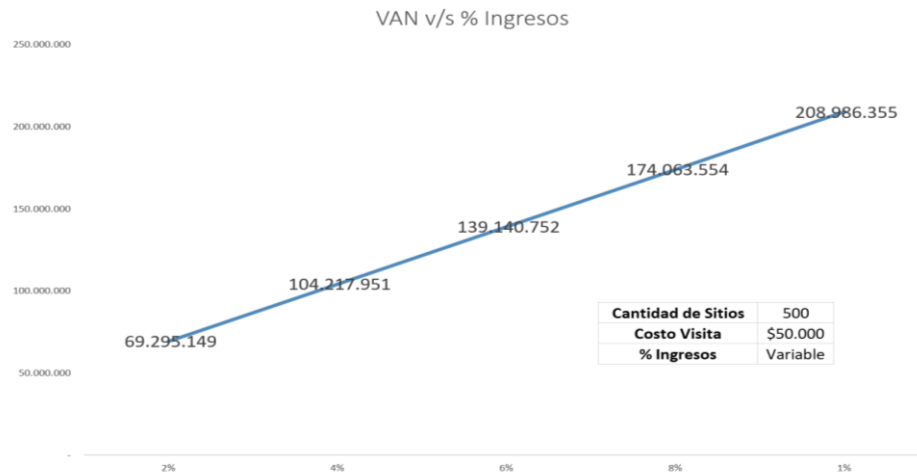


Ilustración 39: VAN proyecto versus % Ingresos adelante

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico podemos ver que el Proyecto sigue siendo rentable para valores muy bajos del porcentaje de ingreso de sitios; por lo que el siguiente paso será dejar este valor en cero y analizar cómo se comporta el caso de negocio en función del ahorro por visitas

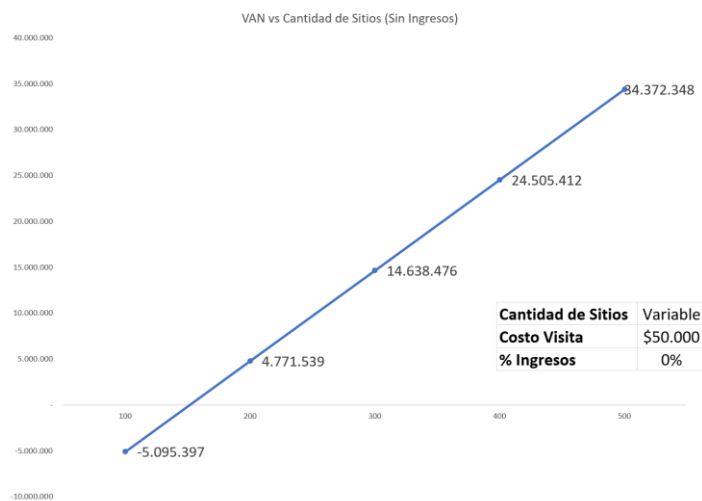


Ilustración 40: VAN versus visitas evitadas (sin ingresos)

Fuente: Elaboración propia

Del gráfico anterior, podemos ver que el proyecto es rentable incluso sin asociar beneficios por ingresos y solo con el ahorro por visitas evitadas comienza a tener un VAN positivo con un Plan anual de 120 sitios.

Finalmente calcularemos la esperanza de valor actual neto del Proyecto en base a 3 escenarios equiprobables de acuerdo con la siguiente tabla

Tabla 19: Escenarios VAN proyecto

Fuente: Elaboración propia

Escenarios	Cantidad de Sitios	% Ingresos	VAN
Pesimista	100	0,0%	-5.095.397
Normal	300	0,5%	67.022.678
Optimista	700	1,0%	208.986.355

Si asumimos escenarios equiprobables, para cada escenario tendremos

$$E(VAN) = \$90.304.546$$

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

En el siguiente capítulo haremos un resume de los hallazgos encontrados y que fundamentan como cierta la hipótesis de trabajo planteada en esta tesis. También se entregan recomendaciones para futuros trabajos y profundización del proyecto.

8.1 Resultados hallazgos y conclusiones

Producto del levantamiento y análisis de procesos realizado, se planteó la hipótesis de que; **“Implementar un repositorio que se actualice periódicamente, resultaría en una mejora sustancial de los tiempos de diseño y en consecuencia de los tiempos implementación”**.

Para poder verificar la validez de la hipótesis planteada en el párrafo anterior, mediante un análisis retrospectivo de los datos, se compararon el tiempo promedio de búsqueda de información del proceso actual versus la utilización de herramienta de apoyo en el proceso rediseñado, logrando concluir que este tiempo podría bajar desde 62 días a un valor de cero días. Este tiempo de búsqueda de acuerdo con el análisis de la información recopilada, corresponde al 68%de los tiempos de diseño, lo cual, en consecuencia, permite demostrar la mejora sustancial de los tiempos de diseño y en consecuencia de los tiempos implementación, tal como se planteó en la hipótesis de trabajo.

Además, como conclusión secundaria del presente trabajo, por medio de la identificación del **posicionamiento estratégico y la definición del modelo de negocio**, se pudo comprender de mejor manera la relación que existe entre el proceso de diseño de las soluciones de energía con los objetivos estratégicos de la compañía y justificar por qué mejorar los tiempos de diseño de energía impacta de forma relevante en la propuesta de valor de la compañía. Anterior a este trabajo, no estaba clara esta relación no pudiéndose relevar la importancia de invertir en sistemas de información para el despliegue.

8.2 Recomendaciones para trabajos futuros

Se recomienda como trabajo futuro, expandir las lógicas de recomendaciones para cubrir el diseño de otro tipo equipo de equipamiento de energía tales como: soluciones de paneles solares, soluciones con grupos electrógenos y distribuciones de equipamiento en tableros de distribución continua, entre otras. Estos diseños son necesarios, tanto para sitios existentes como para sitios nuevos.

También es relevante validar y/o mejorar los métodos de estimación de las potencias máximas de consumo eléctrico de se producirán ante la instalación de nuevo equipamiento, pues en la actualidad solo se utiliza la referencia entregada por los fabricantes de equipos de radio. Para ello se debe montar un proyecto de mediciones que busque obtener datos de valores de potencias y niveles de tráfico durante el día, semana, mes y año, para distintos modelos y configuraciones de los nodos de acceso. Con estos datos la idea sería establecer un modelo que pueda estimar el valor de las potencias máximas en función de las variables relevantes.

Es interesante e importante también para Telefónica el extender este trabajo en todas sus etapas para el proceso de diseño de soluciones de energía y clima para edificios técnicos de telefónica en donde se encuentra y se instala el equipamiento de las redes de transporte y *core* de la red; levantando el proceso, desarrollando las lógicas de diseño principales y diseñando e implementando una base de datos de infraestructura de energía y clima de este tipo de sitios.

CAPÍTULO 9: Bibliografía

Adesola, S. &. (2005). Developing and evaluating a methodology for business. *Business*

Process Management Journal, 11(1),, 37-46.

Alexander Osterwalder, Y. P. (2010). *Business Model Generation*. Chichester. Reino Unido:

John Wiley & Sons Limited.

Barros, O. (2015). *Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Negocios, Procesos y*

Aplicaciones TI. Universidad de Chile.

Capone, A. D. (2017). Modeling Energy Consumption of Mobile Radio Networks: An

Operator Perspective. *IEEE Wireless Communications*, 24(4), 120-126.

DAMA Internacional . (2010). *DAMA Guía de Fundamentos para la Gestión de Datos*.

DAMA Internacional .

Harrington, J. L. (2016). *Relational Database Design and Implementation*. Elsevier.

Harrington, J. L. (2016). *Relational Database Design and Implementation*. Elsevier.

Hax, A. C. (1999). The delta model: Adaptive management for a changing world. *Sloan*

Management Review, 40(2), 11–28.

J. L. Harrington. (2009). *Relational database design and implementation*. Morgan

Kaufmann/Elsevier.

Kotter, J. P. (2012). *Leading Change*. Boston: Harvard Business Press.

- Medved, D. T. (2011). Network Infrastructure Discovery-Streamlining complex developments with parametric approach in MTOSI compliant. *In 2011 Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, 389-394.
- O. Maimon y L. Rokach. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. SPRINGER.
- Pochiraju, B., & Seshadri, S. (2019). *Essentials of Business Analytics: An Introduction to the Methodology and Its Applications* (Vol. 264). Springer International Publishing.
- Rashid, O. A. (2013). Business Process Improvement Methodologies: An Overview. *JOURNAL OF INFORMATION SYSTEMS RESEARCH AND INNOVATION*, 45-53.
- Shurdi O., R. L. (2021). 5G Energy Efficiency Overview. *European Scientific Journal*, 17(3), 315. .
- Subsecretaría de Telecomunicaciones. (5 de Mayo de 2021). *subtel.gob.cl*. Obtenido de <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/telefonía/>
- Telefonica Móviles Chile S.A. (2021). *telefonicachile.cl*. Obtenido de https://telefonicachile.cl/wp-content/uploads/2021/05/Memoria_Telef%C3%B3nica_M%C3%B3viles_Chile_2020_comp2.pdf
- TM FORUM. (2020). *tmFORUM*. Obtenido de TM Forum Best Practice, Application note: Domain Orchestration Use Cases: www.tmforum.org

TM Forum. (29 de Mayo de 2020). Business Process Framework (eTOM). (F. P. Forum, Ed.)

Obtenido de <https://www.tmforum.org/resources/suite/gb921-business-process-framework-etom-suite/>

U. Fayyad, G. P.-S. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases.

American Association for Artificial Intelligence, 37-54.

Unión Europea. (25 de Febrero de 2019). *Web oficial de la Unión Europea*. Obtenido de

Unión Europea: https://ec.europa.eu/spain/news/20190225_5G-connection-the-takeoff-of-the-digital-transformation-Europe_es

Vanzant Stern, T. (2020). *Lean and Agile Project Management: How to Make Any Project*

Better, Faster, and More Cost Effective. Productivity Press; 2nd edición (14 Mayo 2020).